

INDICE

INTRODUZIONE

Cap 1 OSTEOINTEGRAZIONE

- 1.1 Definizione
- 1.2 Architettura ossea
- 1.3 Osteogenesi
- 1.4 Processo di guarigione perimplantare
- 1.5 Osteoconduzione
- 1.6 Formazione di osso de novo
- 1.7 Caratteristiche del woven bone
- 1.8 Influenza della topografia della superficie implantare
- 1.9 Determinanti dell'osteointegrazione nel carico immediato
- 1.10 Limitazione dei micromovimenti nell'interfaccia osso/impianto
- 1.11 Determinanti della stabilità primaria

Cap 2 EVOLUZIONE DELLA PROTESI MOBILE SOSTENUTA SU IMPIANTI

- 2.1 Protesi fissa su impianti
- 2.2 Protesi rimovibile su impianti (overdenture)
- 2.3 Protesi fissa tipo Toronto Bridge o Toronto Branemark

Cap 3 IMPLANTOLOGIA MININVASIVA

- 3.1 La nascita della metodica All-On-Four mininvasiva
- 3.2 Inclinazione degli impianti distali e vantaggi clinici
- 3.3 Impianti inclinati a carico immediato: l'esperienza di Paulo Malò

Cap 4 RIABILITAZIONE MANDIBOLARE ALL-ON-FOUR

4.1 Protocollo operativo analogico step-by-step

Cap 5 IMPLANTOLOGIA DIGITALE

5.1 Introduzione:

5.2 All-on-four flapless con tecnica computer-assistita

5.3 Chirurgia implantare computer assistita

5.4 Chirurgia implantare computer assistita nell'edentulia totale

5.5 Protocollo operativo della metodica computer assistita nell'edentulia totale

5.5.1 Dima-radiologica

5.5.2 Realizzazione della Dima Radiologica tramite l'uso di Evobite e Marker esterni

5.5.3 Realizzazione della Dima Radiologica con metodica della doppia scansione

5.6 Limiti della tecnica All-On-Four nel mascellare superiore

Cap 6 TECNICA V-II-V PER LA RIABILITAZIONE DEL MASCELLARE SUPERIORE

6.1 La logica biomeccanica della tecnica V-II-V

6.2 Vantaggi della tecnica V-II-V

Cap 7 CONCLUSIONI

Cap 8 BIBLIOGRAFIA

INTRODUZIONE

Gli obiettivi della riabilitazione protesica su impianti sono la sostituzione dei tessuti persi, in modo da restituire al paziente una adeguata funzionalità in un contesto armonico con un'estetica il più vicino possibile a quella naturale. Nell'edentulia totale nella stragrande maggioranza dei casi i tessuti persi non sono soltanto gli elementi dentali, ma anche la gengiva aderente, la mucosa alveolare, l'osso alveolare e basale.

Il postulato della moderna implantologia è la predicibilità del risultato e la semplificazione del progetto chirurgico-protesico, passando per un'estetica che sia il più possibile affine a quella della dentatura naturale.

Negli anni '70, periodo in cui si iniziò a parlare del concetto di osteointegrazione grazie agli studi di Brånemark, lo scopo dell'implantologia era quello di sostituire le protesi mobili, all'epoca molto diffuse per l'elevato numero di invalidi orali già nella seconda età, con protesi sostenute da impianti.

Il primo protocollo di riabilitazione su impianti fu sviluppato negli anni 90 e fino a qualche anno fa le soluzioni per ovviare alla protesi mobile totale sono state principalmente due, una fissa cioè la *riabilitazione di tipo Toronto-Branemark* e una rimovibile, *l'Overdenture su impianti*.

Partendo da queste esperienze, siamo arrivati oggi alla metodica implantare mininvasiva che ha iniziato a svilupparsi con l'introduzione degli impianti inclinati e che vede la sua massima espressione di mininvasività nella ALL-ON-FOUR e nella V-II-V computer guidata in flapless.

Questo è avvenuto perché questa tecnica presenta una ridotta curva di apprendimento rispetto alle tecniche tradizionali, che la rende praticabile da un maggior numero di operatori, consentendo quindi il coinvolgimento di un maggior numero di pazienti e perché presenta una minore morbidità, una elevata predicibilità e costi più contenuti se rapportati ad altre riabilitazioni su impianti.

La spinta evolutiva di questa metodica è stata guidata in parte anche dalla crisi economica che ha avuto ripercussioni sia sul singolo cittadino il quale si è trovato obbligato a ridurre le spese odontoiatriche, sia sul sistema sanitario nazionale che ha dovuto operare una riduzione degli stanziamenti sanitari in generale ed odontoiatrici in particolare. Questo ha avuto come conseguenza una diminuzione quantitativa e qualitativa dell'assistenza odontoiatrica da parte dal sistema pubblico nonché una diminuzione quantitativa da parte del sistema odontoiatrico privato. Il risultato finale è stato quello di aver limitato l'accesso del paziente alle prestazioni odontoiatriche. In funzione di questo ed in funzione dell'aumento dell'età media dei cittadini hanno portato quest'ultimi ad una richiesta sempre più mirata verso riabilitazioni mininvasive, caricate immediatamente, che fossero alla porta

economica della maggior parte di loro e realizzabili in tempi ridotti rispetto alle riabilitazioni implantari tradizionali.

Tali problematiche hanno portato a porci il quesito su come e dove indirizzare le risorse disponibili in modo da realizzare un'efficiente riabilitazione protesica mirata a soddisfare le aspettative della stragrande maggioranza dei cittadini e la risposta è stata trovata proprio nell'implantologia moderna mininvasiva computer assistita a carico immediato e in flapless lì dove possibile che ci ha permesso di raggiungere questi risultati.

Il risparmio biologico ed economico accompagnato alla qualità delle prestazioni è la migliore chiave di successo della moderna odontoiatria ed in particolare dell'implantologia, anche perché assieme alla prevenzione al mantenimento dei risultati nel tempo e alla notevole riduzione del tempo operativo alla poltrona, coincide sia con le esigenze degli operatori che con quelle dei cittadini.

Quest'ultima qualità della riabilitazione implantare mininvasiva, inquadrata nel contesto odierno del covid-19, la rende una modalità operativa particolarmente vantaggiosa sia per gli operatori che per il paziente perché riduce notevolmente i termini di permanenza di quest'ultimo all'interno dello studio, riducendo il rischio di contagio. La riabilitazione implantoprotesica mininvasiva e a carico immediato, grazie all'evoluzione dei materiali e soprattutto all'introduzione delle nuove metodiche computer assistite sempre più performanti, l'ha resa sempre più predicibile e ciò ha portato ad:

- una minore aggressività dei protocolli chirurgici, evitando in alcune situazioni l'intervento a lembo e soprattutto evitando la seconda fase di riapertura chirurgica;

- una migliore reazione dei tessuti molli in fase di guarigione;
- un risparmio di tempo e costi nella la fase di protesizzazione;

Tutto ciò porta ad un minor disagio per il paziente e ad un miglioramento dello stile e della qualità di vita, con notevole risparmio biologico ed economico.

Il concetto di mininvasività, è importante soprattutto in quei casi di atrofia che si vengono a creare dopo lunghi periodi di edentulia. Infatti, anche in tempi recenti, in alcuni casi di atrofia estrema era necessario intervenire con innesti di osso o con manovre di rialzo del seno per riabilitare tale zona edentula tramite impianti. Le manovre di mininvasività hanno risolto in parte, anche questo tipo di problematiche. Come accennato il concetto di minvasività ha come assioma l'utilizzo di *impianti inclinati, i quali vanno a by-passare strutture anatomiche sensibili quali l'emergenza del nervo alveolare inferiore e il seno mascellare.*

I protocolli esistono dal 2003, quando Paul Malò e collaboratori pubblicarono la loro prima ricerca che mirava a validare la tecnica ALL-ON -FOUR su un certo numero di casi.

Questi protocolli, all'inizio furono poco accettati dalla comunità scientifica in quanto contrastavano col principio acquisito ed indiscusso del carico assiale sugli impianti, ponevano dubbi anche sulla qualità delle protesi realizzate su impianti inclinati dal punto di vista estetico, sul mantenimento igienico a medio e lungo termine e sulla tipologia di materiali utilizzati.

Infatti, la protesizzazione immediata di un'arcata con impianti inclinati e solidarizzati soltanto con una protesi in resina, contrastava con la letteratura specifica la quale sosteneva che in fase di osteointegrazione la stabilità primaria venisse mantenuta con una solidarizzazione delle fixture attraverso una struttura rigida, allo scopo di inibire i pericolosi micromovimenti che in molti casi possono

portare al fallimento e contemporaneamente opporsi alla frattura di una protesi in resina che, per poter essere riparata andrebbe rimossa nuocendo notevolmente l'integrità degli impianti in un momento molto importante dell'osteointegrazione che riguarda i primi 3 mesi, in cui il paziente è portatore del provvisorio a carico immediato.

Aumentando l'esperienza clinica e raffinando i protocolli per materiali e tecniche si è arrivati a protocolli ripetibili, utili agli operatori per soddisfare i requisiti di estetica, funzionalità e mantenimento dei risultati nel tempo.

Cap 1 OSTEOINTEGRAZIONE

1.1 Definizione

Il concetto di osteointegrazione fu sviluppato da Branemark nei primi anni 60 che lo interpretò come la “formazione di un'interfaccia diretta tra impianto e tessuto osseo senza interposizione di tessuti molli.

Questa teoria trovò conferma negli studi di Schroeder et al. che nel 1976 provarono con immagini microfotografiche il diretto contatto tra tessuto osseo e superficie perimplantare.

Nel 1981 Albrektsson et al. Definì l'osteointegrazione come la “diretta connessione strutturale e funzionale tra il tessuto osseo vivente e la superficie di un impianto sottoposto a carico.

Successivamente Zarb e Albrektsson nel 1991 danno una definizione di natura più clinica come un “processo in cui si ottiene una fissazione rigida clinicamente asintomatica del materiale alloplastico nell’osso durante il carico funzionale.

1.2 Architettura ossea

La guarigione del tessuto osseo avviene con modalità diverse in funzione della sede anatomica che si considera e quindi in base alla sua architettura. Essendo caratterizzato da due diverse forme di architettura: midollare e corticale che si trovano in proporzioni diverse per ogni osso del corpo.

Leckholm e Zarb nel 1985 hanno classificato la quantità ossea ai fini implantari identificando, a seconda della densità, 4 tipi di qualità, dal tipo I in cui quasi l’intero mascellare è composto da tessuto osseo compatto omogeneo al tipo IV in cui un sottile strato osseo compatto riveste una parte interna di osso trabecolare di bassa densità.

Comunque, quando viene indicato l’osso di qualità IV come di scarsa qualità, ci si basa su un limitato successo clinico che ha avuto il posizionamento dei primi impianti con disegno relativamente semplice e non si esprime un giudizio sulla vera qualità dell’osso. Infatti, questa classificazione non tiene conto né della funzione biologica della macro-architettura di quell’osso né della nascita di impianti con un grande *range* di tipografia superficiale che hanno dimostrato un successo molto più ampio anche in quei siti che prima erano considerati poco adatti ad accogliere impianti. (Khang 2001, Stach 2003).

1.3 Osteogenesi

La biologia del processo di osteo-integrazione può essere influenzata da molti fattori tra cui i principali sono:

- 1) Le caratteristiche del sito osseo ricevente
- 2) Il protocollo di preparazione del sito implantare
- 3) L'entità del trauma chirurgico
- 4) Le caratteristiche macroscopiche e microscopiche dell'impianto

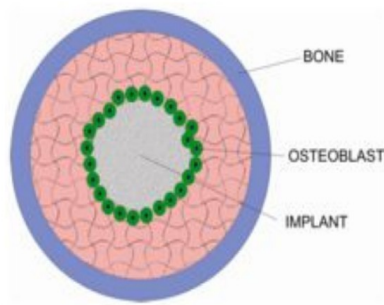
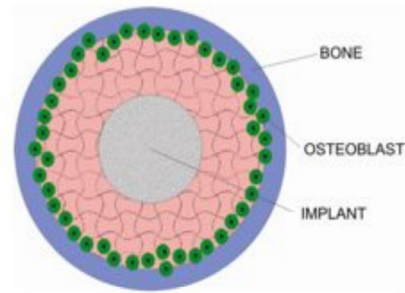
Osborn e Newesly nel 1980 hanno descritto per primi la capacità degli osteoblasti di proliferare e deporre matrice ossea sia sulla superficie ossea che sulla superficie implantare e definirono i due processi che ne derivarono:

-OSTEOGENESI A DISTANZA (figura 1)

-OSTEOGENESI A CONTATTO (figura 2)

Fig.1 osteogenesi a distanza

fig. 2 osteogenesi da contatto



Guarigione dell'osso corticale tpi I o II

Guarigione dell'osso midollare tipo III o IV

- Nell'osteogenesi a distanza il nuovo tessuto osseo viene formato a partire dalla superficie dell'osso già presente nel sito perimplantare che presenta sulla sua superficie una popolazione di cellule osteogeniche che sintetizzano nuova matrice ossea. In questo modo l'impianto viene progressivamente circondato da osso. Questo è il processo di osteogenesi maggiormente rappresentato nella guarigione dell'osso corticale, poiché nella preparazione del sito implantare l'interruzione vascolare provoca la necrosi del tessuto osseo corticale perimplantare ed il suo

successivo rimodellamento per l'invasione degli osteoclasti del settore midollare sottostante.

- Nell'osteogenesi da contatto il nuovo tessuto osseo si forma direttamente sulla superficie implantare. Non essendoci osso sulla superficie implantare, questa deve essere colonizzata da cellule ossee prima che possa iniziare la formazione della matrice ossea.

L'osso viene formato da cellule osteogeniche indifferenziate che una volta conclusa la loro fase migratoria e giunte a contatto con la superficie implantare si differenziano in osteoblasti. Questa fase è definita da Davies formazione ossea de novo (de novo bone formation) perché si formerebbe osso con un meccanismo di apposizione che non partirebbe da una superficie ossea preesistente ma da una superficie implantare. (Davies 2003)

Il requisito importante è che queste cellule osteogeniche raggiungano la superficie implantare. Questo è il processo di osteogenesi maggiormente rappresentato nella guarigione di osso midollare (tipo III o IV secondo Leckolm e Zarb), dove mancando sufficiente osso corticale per assicurare la stabilità dell'impianto, l'unica maniera per ottenerla è il reclutamento di cellule osteogeniche sulla superficie implantare e la conseguente formazione ossea. Soprattutto in questo caso è molto importante che l'osteogenesi venga amplificata da una particolare superficie implantare. L'osteogenesi da contatto viene descritta come il frutto di 3 meccanismi:

- 1) Osteoconduzione (la presenza di *molecole chemiotattiche* depositate sull'impianto attrarrebbe le cellule lontano dal tessuto osseo preesistente e ne indurrebbe la migrazione sull'impianto la cui superficie sarebbe biomimetica)
- 2) Formazione di osso de novo

3) Il successo del rimodellamento osseo

1.4 Processo di guarigione perimplantare

Durante il trauma chirurgico i vasi sanguigni danneggiati provocando un'emorragia e la *formazione del coagulo* dove le piastrine svolgono il ruolo principale: la loro attivazione porta alla modifica della loro forma cellulare, alla formazione di granuli ed al rilascio del contenuto di tali granuli nell'ambiente extracellulare (degranulazione piastrinica). Questo consiste nel rilascio di diversi fattori di crescita GFs come:

- il fattore di crescita di derivazione piastrinica PDGF
- Il fattore di crescita trasformante beta TGF- β di cui fanno parte le proteine morfogenetiche dell'osso BMP
- i fattori vasoattivi come serotonina e istamina

Molti studi in vivo e in vitro hanno dimostrato che questi fattori hanno un importante effetto nella migrazione e nella proliferazione di diverse linee (Deuel 1982, Mustoe 1991, Gruber 2002).

Ad esempio, è stato dimostrato che sia PDGF che TGF- β non sono solo fattori mitogeni (di crescita) per i fibroblasti ma sono anche fattori chemiotattici per fibroblasti, neutrofili, cellule muscolari lisce e cellule osteogeniche (Seppa 1982, Postletwaite 1987, Lucas 1988).

Inoltre, è stato dimostrato che i fattori rilasciati dalle piastrine siano in grado di stimolare il reclutamento, la migrazione e la proliferazione di cellule derivate dal midollo osseo (Opera-Davies 2003).

Successivamente alla degranulazione piastrinica vengono secreti i metaboliti dell'acido arachidonico (i trombossani che determinano l'aggregazione piastrinica) che causano vasocostrizione, e la cascata della coagulazione porta poi alla formazione della fibrina dal fibrinogeno. Ne deriva un'ischemia che porta alla cessazione della circolazione ai margini fratturati e quindi alla necrosi che comprende i meccanismi di feedback tra i fattori di segnale, mitogeni e chemiotattici e ciò corrisponde all'inizio della demolizione del coagulo da parte dei leucociti, ma bisogna sottolineare l'importanza dell'angiogenesi come l'unico modo di fornire sostanze nutritive al compartimento perimplantare.

La diapedesi di leucociti dalle venule post-capillari è causata da fattori chemiotattici (come i leucotrieni) e fattori che migliorino l'adesione delle cellule infiammatorie alle cellule endoteliali.

La maggior parte di questi fattori sono rilasciati da piastrine, cellule endoteliali e dagli stessi leucociti.

Inizialmente i più numerosi sono i neutrofili con un picco dopo 24-48 ore ma poi rapidamente i macrofagi diventano predominanti. Entrambe le linee cellulari sono coinvolte nella demolizione del coagulo e del tessuto necrotico.

L'angiogenesi inizia soprattutto dalle venule postcapillari dove le cellule endoteliali degradano la membrana subendoteliale, migrano e proliferano formando i germogli di capillari vuoti. Questo processo è stimolato da diversi fattori di crescita tra cui di grande importanza è il fattore di crescita endotelio vascolare VEGF prodotto dai macrofagi e cellule endoteliali in condizioni di ipossia.

1.5 Osteoconduzione

L'osteoconduzione avviene anche nel rimodellamento fisiologico anche se in quel caso le cellule osteogeniche derivano dai periciti (cellule perivascolari indifferenziate).

Il processo di osteoconduzione è molto attivo soprattutto nella prima settimana di guarigione. In tale periodo dato che lo spazio perimplantare viene riempito di sangue, dobbiamo prendere in considerazione non solo gli effetti delle interazioni delle cellule del sangue nel, ma va considerato anche il ruolo svolto dalla matrice provvisoria formata da fibrina (che fa da scaffold), sempre all'interno del coagulo, sulla quale le cellule osteogeniche devono migrare per poter raggiungere la superficie implantare.

In questa fase svolge un ruolo molto importante le piastrine poiché la loro attivazione produce il rilascio di citochine e di fattori di crescita che accelerano la guarigione.

Infatti, la migrazione delle cellule osteogeniche che avviene sulla la matrice provvisoria di fibrina prodotta durante la cascata della coagulazione (cioè sulle maglie di fibrina del coagulo) può essere potenziata e diretta in modo diretto o indiretto attraverso il rilascio di citochine, fattori di crescita e microparticelle da parte delle piastrine che sono state attivate dal contatto con la superficie implantare.

Le cellule osteogeniche dopo aver raggiunto la superficie implantare attraverso l'impalcatura di fibrina, si differenziano in osteoblasti e sono pronte a sintetizzare *osso de novo* direttamente sulla superficie implantare contigua e sintetizzeranno altro osso.

1.6 Formazione di osso de novo

Infine le cellule osteogeniche dopo aver raggiunto la superficie implantare possono iniziare la formazione della matrice osteoide.

La fase iniziale della formazione di tessuto osseo è la secrezione della matrice di cemento da parte delle cellule osteogeniche. Questa è un'interfaccia mineralizzata priva di collagene, interposta tra osso nuovo e superficie implantare (così come tra tessuto osseo vecchio e di nuova formazione).

La formazione di osso de novo è stata divisa in 4 fasi confermate da studi sia in vivo che in vitro (Davies 1996, Davies 2003).

In pratica quello che succede è che le cellule in via di differenziazione *producono una matrice priva di collagene*, formata da nuclei di

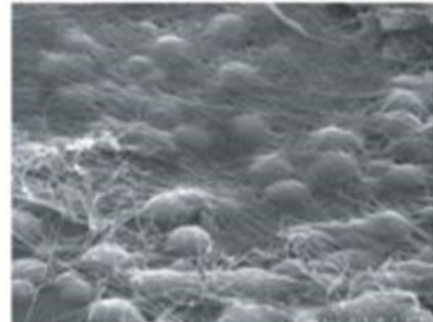
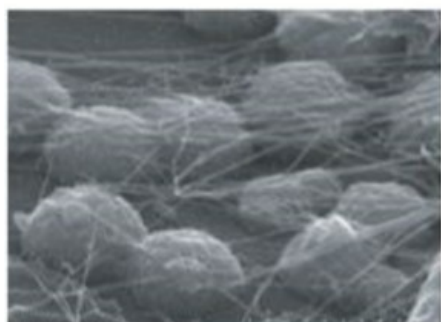
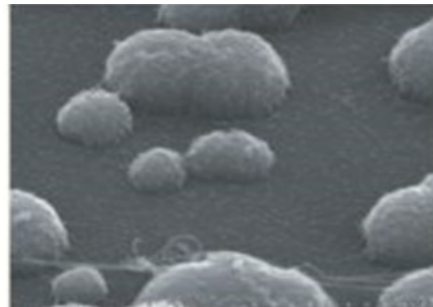
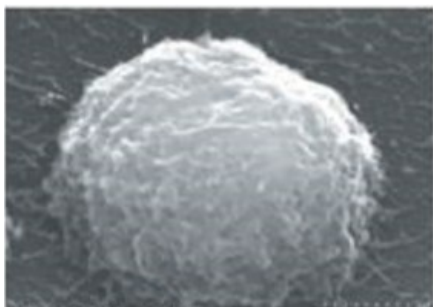
- *osteopontina*

- *sialoproteine*

- *proteoglicani*

Sui quali si ha la mineralizzazione dei fosfati di calcio, e intorno ad essi si avrà l'assemblaggio delle fibre di collagene, le quali successivamente subiranno la calcificazione.

Fig.3: Formazione di osso de novo in vitro. Nella fase iniziale si nota la formazione di una matrice priva di collagene, formata da Osteopontina, Sialoproteine e Proteoglicani (davies 2010)



1.7 Caratteristiche del woven bone

La architettura istologica del nuovo tessuto osseo che si forma rapidamente nella guarigione perimplantare, così come nella fase iniziale della guarigione delle fratture ossee o nello sviluppo embrionale non è una architettura di tipo lamellare matura, ma è irregolare e questo tessuto osseo immaturo viene chiamato woven bone o osso a fibre intrecciate.

Istologicamente esso si presenta con *fibrille di collagene* disposte in modo casuale, con osteociti di forma irregolare, con bassa densità minerale e con una rete vascolare

molto ben rappresentata:

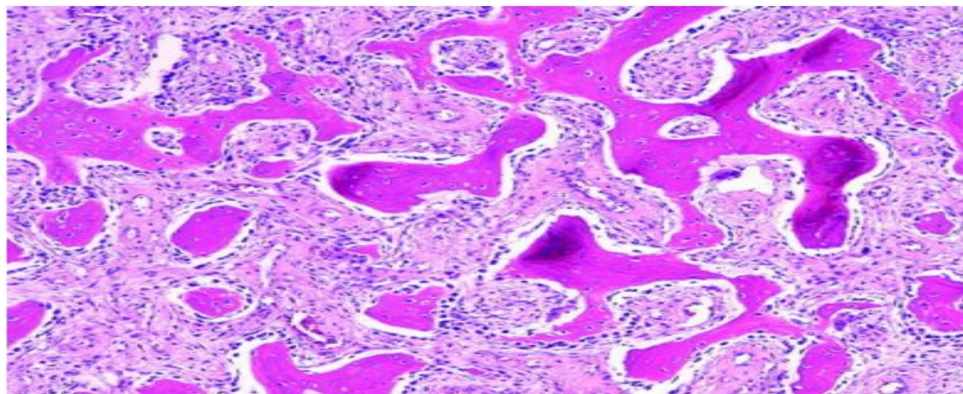


Fig. 4 Woven bone (Lin 2006)

La sua architettura irregolare è dovuta al suo elevato tasso di crescita rispetto al tessuto lamellare. Esso va a costituire infatti un'impalcatura uno scaffold di osso spugnoso primario a rapida crescita espansiva (30-60 $\mu\text{m}/\text{d}$) in grado di colmare lacune di 1 mm in pochi giorni e domina la scena per 4-6 settimane per venire poi sostituito da osso maturo in seguito ai fenomeni di modellamento e rimodellamento

lamellare (creeping substitution-sostituzione strisciante) arrivando così, ad avere la conformazione adatta a supportare il carico.

1.8 Influenza della topografia della superficie implantare

Come accennato, è stato dimostrato che la topografia delle superfici implantari svolge un ruolo molto importante nella guarigione del tessuto osseo perimplantare e quindi nella osteointegrazione.

Infatti, molti studi hanno dimostrato che la topografia della superficie implantare va ad influenzare l'aggregazione dei globuli rossi (Park 2000) ed in particolare si è visto che la sua rugosità va anche ad influenzare il numero ed il grado di attivazione delle piastrine (Nygren 1997, Hong 1999).

Si è visto che l'adesione piastrinica iniziale è mediata dall'integrina GPIIb/IIIa, la quale va a legarsi al fibrinogeno assorbito dalla superficie implantare

Quindi ad una maggiore topografia /rugosità di superficie corrisponde:

- una maggiore area implantare;
- un incremento dell'assorbimento di fibrinogeno e quindi
- una maggiore adesione piastrinica;

Inoltre, si è visto che il fattore di Von Willebrand (Vwg) liberato dalle cellule endoteliali e dai megacariociti (cellule del midollo osseo responsabili della produzione delle piastrine ematiche responsabili per la coagulazione) va a regolare l'esposizione di CD62 (P-selectina = proteine di adesione) da parte delle piastrine migliorando l'interazione tra piastrine e neutrofili a livello delle superfici implantari (Borberg 2001)

Infatti, altri studi hanno dimostrato che le piastrine attivate su superfici ruvide richiamano e stimolano i neutrofili in modo migliore rispetto alle piastrine attivate su superfici implantari lisce (Davies 2003).

È risaputo dalla guarigione delle ferite dermatologiche che la migrazione delle cellule dal tessuto connettivo è concomitante con la contrazione della ferita che normalmente avviene attorno al quinto giorno di guarigione. Infatti, la migrazione dei fibroblasti è stata riconosciuta come responsabile di questa contrazione attraverso una forza contrattile di circa 3 nN per ogni contatto adesivo di ciascuna cellula.

Ora però c'è da tener presente che la capacità delle cellule di contrarre la matrice può causare la perdita di adesione dell'impalcatura transitoria di fibrina sulla superficie implantare (Pederson 2001) e la conseguente incapacità delle cellule osteogeniche di migrare sulla superficie implantare. Quindi la topografia della superficie implantare gioca un ruolo importante nella ritenzione della fibrina che risulta maggiore nelle micro-topografie ruvide (Steingenga 2004, Di Iorio 2005).

Quindi, la topografia della superficie implantare può avere profonda influenza sull'osteokonduzione sia modulando il livello di attivazione piastrinica (che produrrà un maggiore gradiente di citochine e fattori di crescita con funzione chemiotattica per i leucociti e le cellule osteogeniche) che mantenendo l'ancoraggio dell'impalcatura temporanea di fibrina aumentandone l'area e offrendo una superficie che permetta di impigliare la fibrina ad essa. Altri studi hanno poi dimostrato come la topografia della superficie implantare può influenzare il meccanismo dell'angiogenesi (Murakami 1995, Matsuo 1999).

1.9 Determinanti dell'osteointegrazione nel carico immediato

Nei protocolli che prevedono il *carico immediato* il tipo di superficie ed il design dell'impianto rappresentano due caratteristiche che svolgono un ruolo determinante nella riuscita a breve e a lungo termine del trattamento. Infatti, gli impianti sono sottoposti a un carico funzionale prima che sia avvenuta l'integrazione istologica delle fixture, cioè prima che il tessuto osseo abbia avuto il tempo di crescere tra le spire o tra i microrecessi della superficie dell'impianto stesso. La biomeccanica applicata allo studio dei carichi funzionali trasmessi dalle fixture al tessuto osseo circostante ha permesso l'introduzione in commercio di impianti con il design del corpo e delle caratteristiche di superficie appositamente ideate per aumentare la stabilità meccanica iniziale e al tempo stesso accelerare i tempi del processo di osteointegrazione.

La stabilità primaria è legata pertanto al design delle fixture, alle modalità di preparazione del sito e alla tipologia di tessuto osseo dove si va ad inserire l'impianto, e può essere ottenuta, a prescindere dalle proprietà della superficie implantare, a condizione che sia garantito un buon inserimento della filettatura nell'osso. Viceversa, il mantenimento della stabilità primaria nel tempo dipende maggiormente dalle caratteristiche della superficie dell'impianto, la cui maggiore o minore azione osteoconduttiva esprimerà a lungo termine il suo ruolo nel favorire il processo di osteointegrazione, specialmente in presenza di scarsa qualità ossea o in caso di carico immediato o precoce.

Nelle ricerche della letteratura su carico immediato si fa spesso riferimento al valore che ha la stabilità primaria di un impianto come condizione necessaria per poter applicare il carico protesico nell'immediato post-operatorio.

La stabilità primaria è definita come l'assenza di mobilità delle fixture nel sito osteotomico subito dopo il suo posizionamento dell'impianto e rappresenta il puro ingaggio meccanico che esso realizza con il tessuto osseo.

Un altro concetto a cui si fa spesso riferimento è quello di stabilità secondaria, che è legata ai fenomeni fisiologici che avvengono nell'interfaccia osso-impianto, come la formazione di nuovo tessuto osseo ed il suo rimodellamento. Stabilità primaria e secondaria sono legati tra loro da una ben chiara relazione:

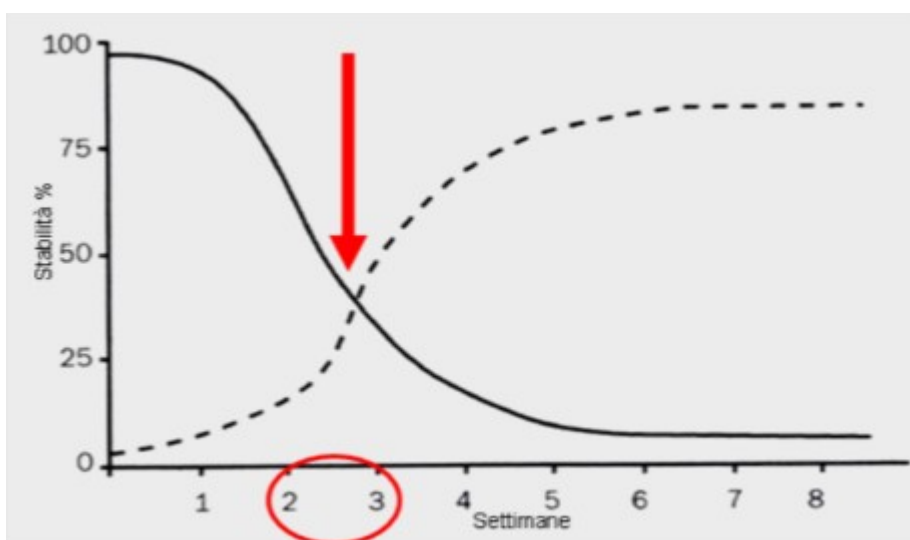


Fig. 5 evidenzia la relazione esistente tra la stabilità primaria e secondaria di un impianto subito dopo il suo inserimento nell'osso (tratto da Raghavendra e col. 2005). Se si è in grado di mantenere i micromovimenti all'interfaccia osso/impianto in un range compreso tra 50 e 150 μm , è possibile passare dal puro ingaggio meccanico dell'impianto (stabilità primaria) ad un legame biologico con il tessuto osseo (stabilità secondaria) ed ottenere l'osteointegrazione

Il grafico in fig. 1 evidenzia come la curva della stabilità primaria (stabilità meccanica) manifesti il suo massimo valore subito dopo l'inserimento dell'impianto e decresca con il passare dei giorni, mentre al tempo stesso questa deflessione viene compensata dallo sviluppo e dall'aumento della stabilità secondaria (stabilità biologica). Affinchè si possa passare dalla stabilità primaria a quella secondaria ed ottenere quindi l'osteointegrazione, è necessario mantenere il livello di micromovimenti all'interfaccia osso/impianto al disotto dei 150 micron. (1)

La stabilità primaria di un impianto dipende da 3 fattori fondamentali. (2,3)

- 1) Qualità e quantità di osso
- 2) Tecnica chirurgica
- 3) Caratteristiche macroscopiche e microscopiche dell'impianto.

La stabilità secondaria è invece influenzata da:

- 1) Stabilità primaria
- 2) Rimodellamento osseo
- 3) Superficie implantare

La stabilità secondaria può essere mantenuta dal supporto osseo in rapporto all'equilibrio biomeccanico delle forze occlusali, che propagandosi direttamente all'osso attraverso l'impianto, devono essere tali, per direzione e intensità così da stimolare il tessuto piuttosto che indurre tensioni, le quali potrebbero determinare

una riorganizzazione morfostrutturale in senso demolitivo e portare al progressivo riassorbimento dell'osso all'interfaccia ed alla sua sostituzione con tessuto connettivo fibroso non mineralizzato.

1.10 Limitazione dei micromovimenti nell'interfaccia osso/impianto

Molti autori hanno evidenziato che il fattore che potesse impedire l'osteointegrazione non fosse la precocità del carico quanto invece l'incapacità di mantenere al di sotto di una determinata soglia i movimenti indotti dalla funzione protesica. In particolare, si riteneva che micromovimenti superiori ai 150 μm a livello dell'interfaccia portassero ad un incappucciamento fibroso dell'impianto, a testimonianza di una relazione tra micromovimenti e differenziazione tessutale. Oltre tale valore sia per un'insufficiente stabilità primaria che per un carico protesico eccessivo, si parlava di micromovimenti deleteri, o macromovimenti, i quali hanno una elevata probabilità di indurre una fibrointegrazione. Gli studi hanno dimostrato che in presenza di un adeguato livello di stabilità primaria (pari ad almeno 30 Ncm di torque finale di inserimento) la guarigione di impianti caricati precocemente rispetto ai 3-6 mesi del protocollo classico, potesse avvenire senza interposizione di tessuto fibroso, ma mediante diretto contatto osso-impianto. I processi biologici che avvengono dopo un intervento di implantologia sono stati spesso paragonati alla guarigione delle fratture, nelle quali si riteneva appunto che la presenza di movimenti potesse essere deleteria e che pertanto fosse necessario immobilizzare i capi ossei interessati. Tuttavia, Sarmiento con i suoi studi ortopedici dimostrò che un lieve carico applicato precocemente potesse accelerare

il processo riparativo (17). Alla stessa conclusione arrivarono Goodship e Kenwright . Pertanto, la totale assenza di stress meccanico non era un fattore determinante per la guarigione ossea, ma anzi una stimolazione controllata poteva avere effetti positivi queste stesse condizioni sono valide anche per gli impianti dentali.

In conclusione:

per quanto riguarda gli impianti endossei si potrebbe supporre che l'entità del carico funzionale rimanesse compresa all'interno del range fisiologico (tra 200-250 microstrain), il carico immediato di impianti con una buona stabilità primaria non solo non è deleterio, ma può rappresentare uno stimolo meccanico positivo in grado di favorire il processo di rimaneggiamento del tessuto attorno all'impianto.

• GUARIGIONE E MATURAZIONE DEL TESSUTO OSSEO PERIMPLATARE:

Durante il periodo di riposo l'organismo provvede alla semplice riparazione della porzione di osso più vicina alla fixture senza poter conferire al tessuto alcuna organizzazione strutturale poiché, questa è conseguente all'applicazione del carico. Dal punto di vista istologico questo tessuto dovrebbe essere caratterizzato da osso primario a fibre intrecciate (woven bone) direttamente a contatto con la superficie e addensato in funzione dei vettori di propagazione delle sollecitazioni, da osso secondario lamellare a ridosso del primo strato, da robuste formazioni trabecolari (che dall'osso compatto si dirigono in senso centrifugo) e da spazi midollari che garantiscono il rifornimento metabolico del tessuto (30,31).

La maggior parte degli insuccessi implantari avvengono nel primo periodo di funzionalizzazione, (32) probabilmente perché l'osso guarito in condizioni di riposo non ha nessuna organizzazione, oppure non ha raggiunto un grado sufficiente di mineralizzazione e maturazione per rispondere alle sollecitazioni imposte dalla

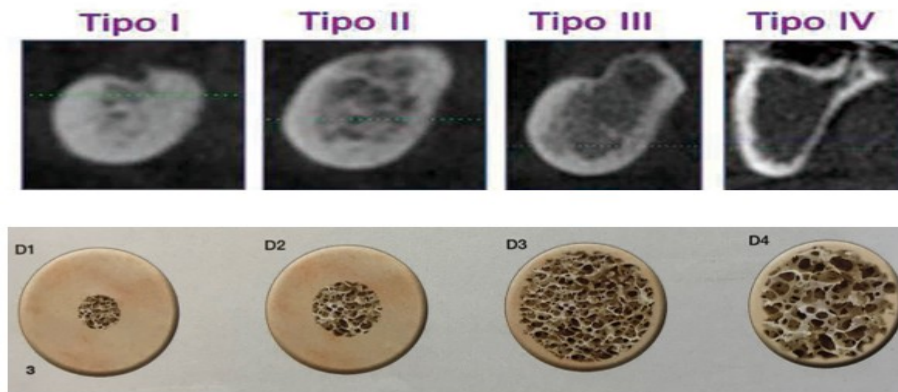
masticazione ⁽³²⁾. Nelle procedure di carico immediato la guarigione del tessuto perimplantare avviene non con uno scopo semplicemente di riparazione, ma presenta già un'orientazione con delle traiettorie che sono conseguenza della funzione masticatoria del soggetto.

1.11 Determinanti della stabilità primaria

• QUALITÀ E QUANTITÀ DEL TESSUTO OSSEO

La qualità e la quantità di tessuto osseo sono due fattori importanti per il successo implantare sia a carico immediato che convenzionale. Infatti, sono ormai tutti concordi nell'affermare che il tasso di sopravvivenza implantare è alto nella mandibola caratterizzata da un osso di tipo D1 e D2 secondo la classificazione di Lekholm e Zarb, mentre i fallimenti si registrano soprattutto a livello del mascellare posteriore che spesso presenta un osso di tipo D4.

- l'osso D1 è composto da osso omogeneo e compatto
- l'osso D2 ha uno *spesso strato di osso compatto esterno*, che circonda un osso spongioso denso e fittamente tramato
- l'osso D3 è composto da un *sottile strato di osso corticale* che circonda un osso spongioso denso;
- l'osso D4 ha una *minima quantità di osso corticale* ed uno spongioso interno assai ipodenso e con una trabecolatura molto rada;



LEKHOLM E ZARB 1985

Un'altra classifica comunemente usata è quella di Misch che prevede 5 classi in base alla combinazione di osso corticale (denso o poroso) e spongioso (a trabecolatura fitta o rada) e alla sensazione successiva al fresaggio.

Nella classificazione di Mish :

D1 corrisponde ad un osso denso con una componente corticale prevalente (HOUSFIELD UNIT > 1250);

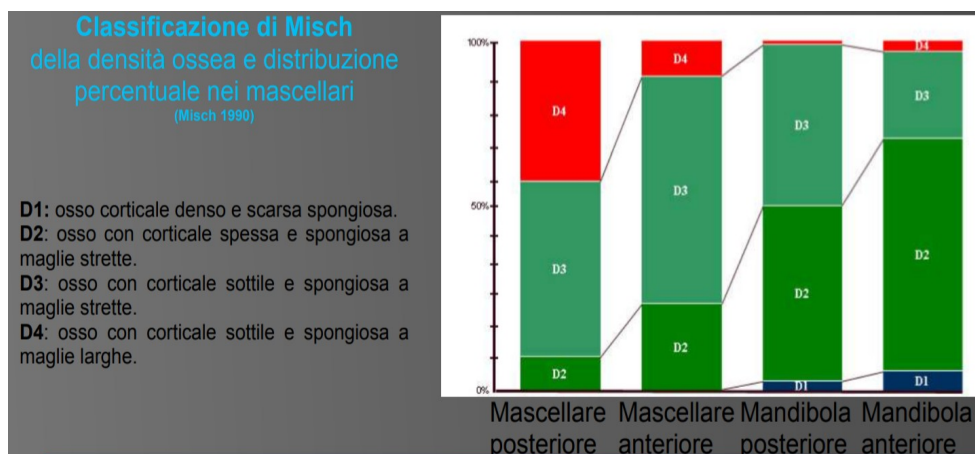
D2 corrisponde ad un osso caratterizzato da una corticale crestale con densità intermedia (denso-porosa) che circonda una spongiosa fittamente trabecolata (HOUSFIELD UNIT compresa tra 850-1250);

D3 corrisponde ad un osso caratterizzato da una corticale crestale porosa e più sottile della categoria D2 ed un osso spongioso con trabecolatura rada (HAUSFIELD UNIT tra 350-850)

D4 corrisponde ad un osso costituito per la quasi totalità da spongiosa a trabecolatura rada e caratterizzato da sostanziale assenza di corticale (HAUSFIELD UNIT tra 150-350);

D5 indica un osso morbido, immaturo, non completamente mineralizzato che si può trovare a livello degli innesti ossei oppure nel tuber mascellare (HOUSFIELD UNIT < 150).

Misch osservò che un osso D1 non si trova *mai in mascella* ma è presente *a livello mandibolare* soprattutto in casi di *atrofia avanzata*. L'osso mandibolare ha molto spesso una densità D2 nella regione anteriore e solo nella metà dei casi si riscontra questa densità nei settori posteriori. Il mascellare è molto spesso D3, anteriormente nei due terzi degli edentuli e posteriormente in circa la metà della popolazione. La classe D4 ha il maggior riscontro nelle regioni molari del mascellare superiore e solo nel 3% dei casi a livello della mandibola.



Quando si parla di qualità ossea si fa quasi sempre riferimento solamente alla densità. Considerando i due termini come sinonimi. Sicuramente la densità sembra avere il ruolo più importante nel conferire la stabilità primaria agli impianti.

Infatti, in caso di scarsa qualità/densità la percentuale di contatto osso/impianto (BIC) può essere anche inferiore al 25%, con un minimo ingaggio di tessuto osseo corticale e trabecolare.

Rozè e Coll. Hanno sottolineato come la corticale ossea abbia un ruolo primario nella fissazione meccanica dell'impianto (fondamentale per la stabilità primaria), mentre la componente trabecolare sia maggiormente interessata nel processo di cicatrizzazione e nella stabilità secondaria.

In realtà la densità è solo uno degli aspetti che caratterizzano l'osso, perché poi ci sono altri parametri che devono essere anch'essi considerati perché contribuiscono significativamente a determinare le proprietà del tessuto. Tra questi troviamo:

1 metabolismo osseo

2 turn-over cellulare

3 stato di mineralizzazione e maturazione

4 qualità della matrice intracellulare

5 grado di vascolarizzazione

Questi parametri possono influenzare la biologia dell'osteointegrazione in modo molto differente sia che si tratti di una mandibola di puro osso corticale che di un mascellare poco denso.

Da ultimo è importante ricordare che la risposta del tessuto è molto diversa in un paziente giovane e sano rispetto ad una persona anziana, compromessa sistemicamente e che assume diversi farmaci

L'esperienza clinica di Enrico Agliardi, Davide Romeo e Matteo Clericiò sembra valutare l'arcare mascellare rispetto alla mandibola.

Dall'analisi del successo implantare nel lungo periodo, superiore a 10 anni di carico è evidente un miglior comportamento degli impianti nell'osso mascellare, fosse dovuto alla dissipazione delle forze occlusali nella componente trabecolare e

lungo i pilastri di forza del cranio rispetto a quanto succede in una mandibola corticale, di puro osso basale ed estremamente rigida.

La qualità e quindi la densità del tessuto osseo è un aspetto critico ed è anche più importante della quantità di osso. Infatti, secondo gli autori sopra menzionati è preferibile inserire un impianto di 10 mm in un osso di buona densità piuttosto che collocare un impianto di maggior lunghezza, ma in un substrato meno denso. In letteratura sono documentate percentuali di successo sovrapponibili per fixture corte posizionate in osso nativo rispetto ad impianti più lunghi nei quali la metà più coronale era rappresentata da osso rigenerato (58,59).

La differenza sostanziale è che le tecniche rigenerative comportano una morbidità più alta, maggiori costi economici, lunghi tempi di trattamento ed una adeguata curva di apprendimento per l'operatore.

• IL RUOLO DELL'ANCORAGGIO CORTICALE

Nelle riabilitazioni mascellari a ridotto numero di impianti l'ingaggio delle corticali ossee facilita il raggiungimento di valori di stabilità primaria necessari per applicare il carico immediato, soprattutto in caso di osso poco denso.

La ricerca di due o tre corticali ossee, chiamata bicorticalismo e tricorticalismo, è una possibilità concreta grazie all'inclinazione delle fixture.

Nel mascellare oltre alla corticale crestale (monocorticalismo), gli impianti vengono inseriti parallelamente ed a stretto contatto con la parete anteriore o laterale del seno mascellare (bicorticalismo) e se necessario è possibile ancorare l'apice a livello della parete laterale del naso (tricorticalismo). L'ancoraggio delle

fixture in osso di miglior densità (strati corticali oppure l'osso del pilastro canino (dove convergono le forze dello splancnocranio) è a volte necessario in caso di osso di scarsa densità.

Proprio attraverso l'ancoraggio bi-tricorticale è possibile raggiungere stabilità primarie degli impianti per poter consentire il carico immediato.

In questo senso gli autori sono convinti che la lunghezza degli impianti vada selezionata in funzione dell'osso che si vuole ingaggiare. Molti autori tra i quali Adel, Branemark, Hessling e Jensen hanno riportato alte percentuali di sopravvivenza di impianti con ancoraggio nel pavimento della cavità nasale e sinusale, oppure nel bordo inferiore della mandibola. (62-65)

Cap 2 EVOLUZIONE DELLA PROTESI MOBILE SOSTENUTA DA IMPIANTI

La prima riabilitazione dell'edentulia totale si è avuta attraverso protesi totale mobile a supporto osteo-mucoso che ha rappresentato per quasi due secoli l'unico rimedio per questi pazienti. Con l'introduzione delle overdenture supportate da impianti si è avuto un netto vantaggio funzionale e di confort per il paziente rispetto alle tradizionali protesi a supporto osteo-mucoso, soprattutto nella mandibola dove si hanno maggiori problematiche di instabilità. Fino a qualche anno fa le soluzioni per ovviare alla protesi mobile totale a supporto osteo-mucoso sono state principalmente tre, la protesi fissa su impianti la *protesi fissa tipo Toronto-Branemark* e la protesi su impianti rimovibile o l'Overdenture. La scelta tra uno dei tre piani di trattamento veniva e viene tuttora influenzata oltre che da un fattore economico anche e soprattutto dal fattore anatomo-funzionale e da quello estetico, questo perchè la perdita degli elementi dentali viene inevitabilmente

seguita dalla perdita più o meno grave dei tessuti di sostegno degli elementi dentali stessi, osso alveolare e gengiva aderente, quindi dei tessuti duri e di quelli molli e nel particolare fin quando la disponibilità dei tessuti duri e molli è tale da poter posizionare le fixture nella fisiologica posizione anatomo-funzionale, mantenendo un buon livello di gengiva aderente, allora la protesi fissa su impianti rimane sicuramente la prima scelta indipendentemente che venga realizzata in maniera analogica o digitale.

Nel mascellare superiore si ha un riassorbimento osseo prevalentemente centripeto con inizio a livello della corticale alveolare vestibolare, mentre in quello inferiore il riassorbimento è prevalentemente di tipo centrifugo con interessamento primario dalla corticale alveolare linguale; tutto ciò determina una tendenza alla terza classe scheletrica aggravata dall'ante-rotazione mandibolare come conseguenza della perdita di dimensione verticale scheletrica. Sul piano frontale si configura spesso una inversione del morso con tendenza al morso crociato bilaterale (figg. 1, 2).

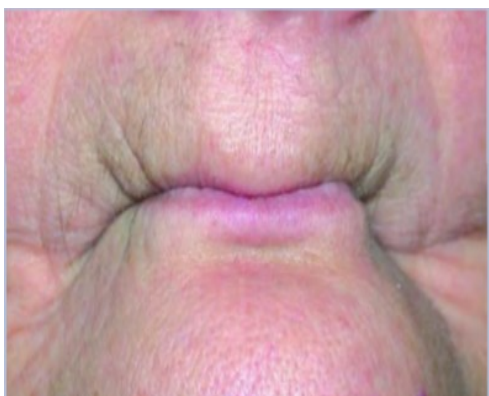


Fig. 1



Fig. 2

Prima di giungere ai diversi tipi di terapie per pazienti totalmente edentuli è indispensabile effettuare una diagnosi accurata che rappresenta la prima parte di un

diagramma di flusso che accomuna tutti i tipi di riabilitazioni supportate da impianti, e che deve tener conto di tutti gli elementi che potranno condizionare il successo del manufatto protesico. Nell'esame extra-orale bisogna valutare simmetria e profilo facciale, dimensione verticale, classe scheletrica, morfologia, sostegno delle labbra e linea del sorriso. Bisogna poi fare particolare attenzione all'esame psicologico del paziente; quali sono le richieste, le aspettative e individuare i bisogni estetici e/o funzionali del paziente, ricordando che richieste estetiche eccessive possono limitare l'indicazione agli impianti.

L'iter diagnostico prevede la costruzione di modelli di studio e montaggio su articolatore, per valutare i rapporti tra le arcate nei tre piani dello spazio e lo spazio disponibile per la protesi.

Per il progetto implanto-protesico, indispensabile per lo studio del posizionamento implantare e per le successive fasi protesiche, sono essenziali la diagnostica per immagini di primo livello (Rx ortopantomica), di II livello (TC/CBTC) e la registrazione fotografica del caso dalla situazione iniziale fino, se possibile, a tutti quei passaggi che portano alla conclusione del trattamento clinico.

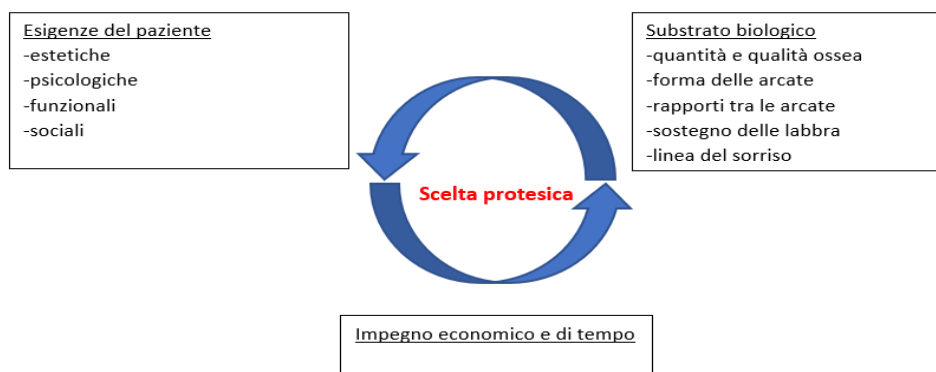


Fig. 3

In odontoiatria, l'obiettivo della riabilitazione protesica è la sostituzione degli elementi mancanti, in modo da restituire al paziente funzione ed estetica il più vicino possibile a quella naturale. Nell'edentulismo totale nella maggior parte dei casi i tessuti persi non sono soltanto gli elementi dentali, bensì anche la gengiva aderente, la mucosa alveolare, l'osso alveolare e basale.

In questo contesto, l'Implantologia Computer Assistita (CAI), è oggi un valido aiuto nelle riabilitazioni supportate da impianti, laddove si voglia minimizzare il rischio di un malposizionamento implantare e rendere l'intervento meno traumatico e con tempi più veloci per il paziente. Si presta a varie soluzioni:

- 1) Protesi fissa su impianti
- 2) Protesi rimovibile su impianti (overdenture)

3) Protesi fissa tipo Toronto Bridge o Toronto Branemark: nascita della implantologia

Mininvasiva.

4) Metodica ALL-ON-FOUR e V-II-V mininvasiva computer assistita

2.1 Protesi fissa su impianti

Questo tipo di riabilitazione come accennato rimane sempre la prima scelta in tutte quelle situazioni in cui l'edentulismo non ha determinato la perdita dei tessuti duri e molli e quindi in quei casi in cui il riassorbimento osseo è minimo e non influenza il posizionamento delle fixture che in questo caso devono avere una collocazione nei mascellari tale da poter ottenere un eccellente risultato estetico, funzionale e biomeccanico.

In questo tipo di riabilitazioni l'implantologia computer-assistita (CAI, Computer Aided Implantology), ha portato notevoli vantaggi ad iniziare dallo studio virtuale attraverso un programma dedicato, del progetto implantoprotesico. Questo rende l'implantologia computer assistita una riabilitazione protesica predicibile.



Fig.4



Fig.5

2.2 Protesi rimovibile su impianti (overdenture)

Le indicazioni alla protesi rimovibile su impianti sono:

- cresta ossea fortemente riassorbita;
- alterati rapporti tra le arcate;
- numero di impianti insufficienti per la protesi fissa;
- elevate esigenze estetiche;
- limitato impegno economico;
- facilità di igiene domiciliare

Sicuramente, l'ottimo recupero estetico, la possibilità di risolvere discrepanze tra le arcate e l'aspetto economico, sono *i vantaggi che più spesso portano ad una tale scelta terapeutica*. Diverse sono le tipologie di protesi rimovibile che si possono attuare sugli impianti, ne citiamo solo alcune.

Protesi rimovibile su attacchi singoli (figg. 6, 7).



Fig. 6



Fig. 7

Protesi rimovibile su barra di Dolder (figg. 8, 9, 10,)



Fig. 8

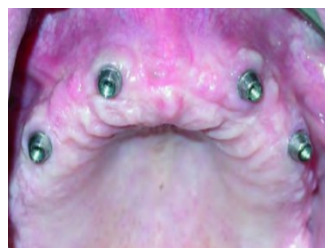


Fig. 9



Fig. 10

Protesi rimovibile su barra fresata (figg.11, 12)



Fig.11



Fig.12

L'overdenture su impianti consiste nel posizionare un numero di impianti che parte da un minimo di 2 (sono descritti casi di overdenture anche con un solo impianto di supporto) in regione sinfisaria e di 4 nella premaxilla con protocolli di carico convenzionale o immediato. In questo tipo di protesi però, l'appoggio è misto, in quanto parte dei carichi masticatori, vengono sostenuti dai tessuti molli del paziente.

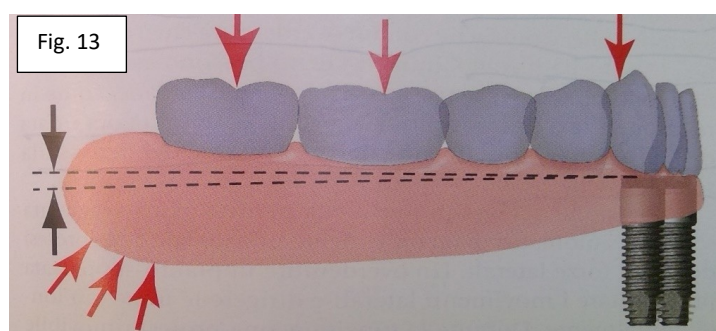
A confronto gli impianti mascellari per le overdenture vengono usati più raramente per la qualità ossea del mascellare che non offre le stesse percentuali di successo su impianti non splintati.

Si tratta di una soluzione più semplice, veloce ed economica. I limiti di questa metodica sono costituiti dal fatto che la protesi necessita di una continua manutenzione nel tempo per mezzo di ribasature che incidono sul costo finale dell'intero trattamento e sul quantitativo di appuntamenti da prevedere nel tempo, inoltre la protesi è rimovibile, quindi è sempre meno accettata dal paziente per il modificarsi della qualità, degli stili e dell'aspettativa di vita.

Per quanto riguarda il volume osseo nei pazienti completamente edentuli, bisogna considerare il fisiologico riassorbimento che rende non tutti i pazienti edentuli dei candidati agli impianti. Il riassorbimento che si verifica durante il primo anno, dopo la perdita dei denti è 10 volte maggiore rispetto a quello che si verifica negli anni successivi. (Schropp et al., 2003; Aruajo et al,2005, Cardaropoli et al., 2003).

In caso di estrazioni multiple questo significa che nei primi 6 mesi si verifica una perdita verticale fino a 4 mm di osso. Quando la cresta ossea si riassorbe eccessivamente le inserzioni muscolari si vengono a trovare a livello della cresta edentula.

Quindi bisogna intervenire prima che il riassorbimento abbia raggiunto volumi eccessivi, è il miglior modo per sfruttare i vantaggi dell'implantologia che limita il processo di riassorbimento e, inoltre, sfrutta l'aumentata capacità funzionale della protesi a supporto implantare. La maggior parte delle overdenture mandibolari è supportata da 2 impianti interforaminali in regione canina per ottimizzare i carichi funzionali e limitare il basculamento della protesi e dai tessuti molli negli altri sestanti.



Inoltre, posteriormente la perdita di osso si verifica 4 volte più velocemente rispetto alle regioni anteriori e nei rari casi in cui avvengono parestesie e fratture del corpo mandibolare in pazienti completamente edentuli, la causa più frequente è il riassorbimento osseo posteriore.

Quindi gli impianti posizionati anteriormente permettono un migliore mantenimento dell'osso in quell'area e la protesi ad essi ancorata presenta una migliore funzione, ritenzione e stabilità.

L'appoggio mucoso posteriore nelle overdenture supportate da 2 o 3 impianti anteriori può causare un'accelerazione del riassorbimento osseo di queste regioni, diversamente dalle protesi completamente supportate da impianti. Studi condotti da Wrigt e da Reddy hanno riscontrato che nella mandibola edentula, gli impianti posteriori possono contribuire all'aumento del volume osseo anche laddove non sono stati inseriti impianti, ragion per cui, quando le condizioni ossee lo permettono, le protesi supportate da impianti dovrebbero costituire la prima scelta.

In genere il condizionamento è anche di tipo economico e optare per un trattamento implantare limitato, che può consistere in 2 o 3 impianti di supporto dell'overdenture, aumenta comunque il comfort. In alcuni casi si possono utilizzare protesi mobili già esistenti come dispositivi di transizione e programmare, se possibile, l'integrazione con altri impianti in futuro.

- Vantaggi delle overdenture implantari rispetto alle protesi rimovibili tradizionali

- 1) Minima perdita di osso anteriore; prevenzione del riassorbimento
- 2) Migliore estetica
- 3) Migliore stabilità (riduzione o eliminazione del movimento protesico)
- 4) Migliore occlusione (occlusione in relazione centrica riproducibile)
- 5) Diminuzioni delle abrasioni dei tessuti
- 6) Migliore efficienza e forza masticatoria
- 7) Miglior ritenzione
- 8) Migliore supporto

9) Migliore fonetica

10) Ridotto volume della protesi (eliminazione del palato e delle falangi)

11) Migliori protesi maxillo-facciali

• Svantaggi delle overdenture a supporto implantare:

1) Psicologici (necessita di rimuovere la protesi dopo ogni pasto per l'igiene)

2) Maggiore spazio necessario per l'altezza dei denti

3) Mantenimento a lungo termine

4) Manutenzione periodica

5) Nuova protesi ogni 7 anni

6) Riassorbimento osseo posteriore continuo

7) Ristagno di cibo

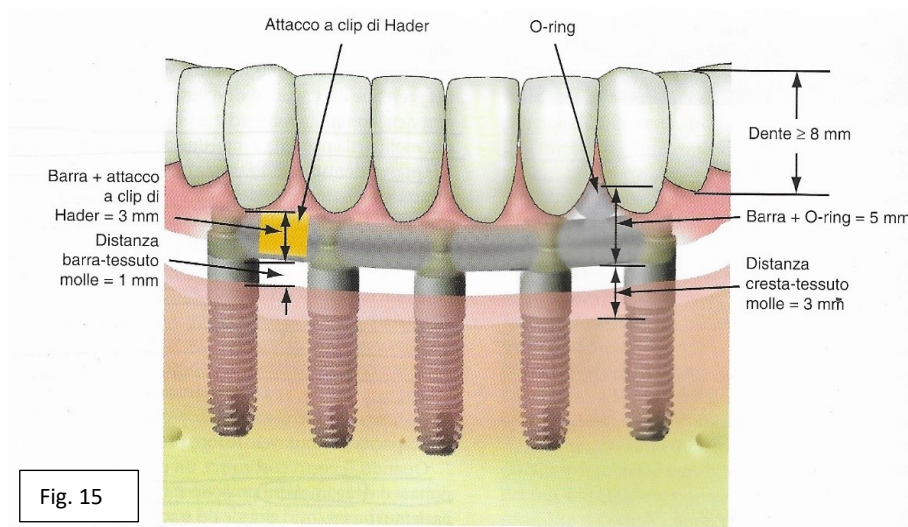
8) Movimento (RP-5)

Il vantaggio di una protesi funzionalmente efficace è controbilanciato dallo svantaggio di doverla rimuovere per l'igiene dopo ogni pasto. Una protesi fissa viene spesso percepita come una parte integrata nel proprio corpo e un'overdenture impianto-supportata potrebbe non soddisfare appieno le necessita psicologiche.

Un altro svantaggio è dovuto alla necessità di avere un minimo spazio interarcata di

almeno 13 mm. Di questi, 1 mm è lo spazio libero tra il margine inferiore della barra ed

il margine esterno della mucosa, 3 mm lo spessore della barra (Hader), 8 mm lo spazio dell'altezza della corona dentale.



Quando è presente un osso abbondante nell'altezza e nello spessore allora molte volte è indicata un'osteoplastica per poter aumentare lo spazio per l'altezza coronale (CHS) prima del posizionamento implantare o di un restauro fisso.

Biomeccanica implantare nel trattamento delle arcate edentule:

Le arcate edentule possono assumere sul piano trasversale 3 forme, didatticamente divise in: ovoidale, quadrata e triangolare.

Questa distinzione ha una valenza biomeccanica molto importante nella pianificazione:

- del tipo di riabilitazione,
- della scelta del numero e della posizione degli impianti,
- del disegno della barra o della mesostruttura di solidarizzazione,
- della presenza o meno di estensioni distali a *cantilever*.

La forma dell'arcata condiziona la distanza A-P, cioè la distanza sul piano antero-posteriore tra il centro dell'impianto più anteriore e la retta tangente alla porzione più posteriore degli impianti più distali.

Maggiore è la distanza A-P, più il sistema composto dagli impianti, dalla sovrastruttura protesica che li solidarizza e dagli elementi di ritenzione, è considerato biomeccanicamente stabile, cioè in grado di distribuire uniformemente e resistere agli stress masticatori (English 1993; 1994) (Fig. 16). Nell'arcata di forma quadrata, la distanza A-P, con una disposizione degli impianti in sede interforaminale, è talmente ridotta, da 2 a 5 mm, che una mesostruttura di solidarizzazione degli impianti non è in grado di fronteggiare biomeccanicamente un cantilever distale. Pertanto, la barra sarà progettata senza estensioni distali, le flange protesiche posteriori saranno funzionalmente ben basate sulla sella edentula, e lo schema oclusale prevederà il montaggio dei denti fino al primo molare o fino al secondo premolare sostituendolo eventualmente con un molare di volume intermedio tra quello permanente e quello da latte (Fig. 17).



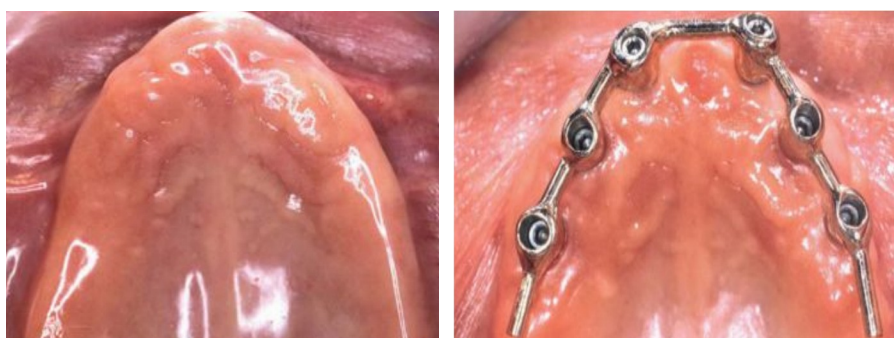
Fig. 16 la forma dell'arcata (ovoidale, quadrata e triangolare) ha un valore biomeccanico molto importante nella pianificazione del tipo di riabilitazione, nella scelta del numero e della posizione degli impianti, poiché la distanza A-P



Fig. 17 Sovrastruttura fusa a barra avvitata a 3 pilastri implantari. La barra Dolder ha una sezione ovoidale ideale da un punto di vista biomeccanico. Questo disegno è consigliato nell'arcata a forma quadrata in cui la distanza A-P è talmente ridotta che una mesostruttura di solidarizzazione degli impianti non è in grado di fronteggiare biomeccanicamente un cantilever distale.



Fig. 18 le Barre di sezione rotonda flettano alla quarta potenza della loro lunghezza, mentre le Barre di sezione diversa, ovoidale (Barra di Dolder) o mista (Barra di Hader) , flettono alla terza potenza della loro lunghezza. Nel caso di una barra a sezione rotonda è possibile modellare dei cantilever distali di lunghezza minima (0,6-0,8 mm).



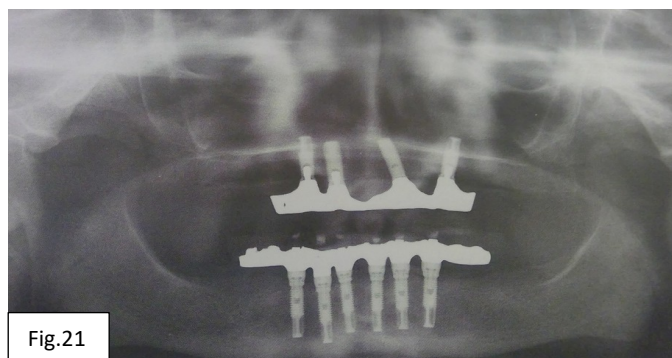
Figg. 19 e 20 nell'arcata di forma triangolare, con la disposizione degli impianti posteriori più distale possibile, la distanza A-P può arrivare a misurare 10-13 mm e pertanto il sistema sarà biomeccanicamente ancora più favorevole nei confronti di un cantilever distale

Nell'arcata di *forma ovoide*, che è quella più comune, la distanza A-P misura, nel caso più favorevole in cui si posizionano gli impianti posteriori più distalmente possibile tra il primo e il secondo premolare, circa 8-10 mm; pertanto una mesostruttura che solidarizza tre o quattro pilastri implantari potrà sopportare l'effetto leva che si esercita su un'estensione distale della barra di lunghezza massima pari alla distanza A-P stessa (Fig. 18). Nell'arcata di *forma triangolare*, infine, con la disposizione degli impianti posteriori più distale possibile, la distanza A-P può arrivare a misurare 10-13 mm, e pertanto il sistema sarà

biomeccanicamente ancora più favorevole nei confronti di un cantilever distale (Figg. 19 e 20). Infatti, i cantilever distali di una mesostruttura su impianti sono da un punto di vista biomeccanico delle leve di prima classe, con gli impianti più distali che agiscono come fulcro quando sulle estensioni si esercitano delle forze occlusali. Gli impianti più distali ricevono dal carico occlusale degli stress biomeccanici, in corrispondenza del versante più distale della porzione crestale dell'impianto da 2 a 3 volte più intensi di quelli che si distribuiscono sugli altri pilastri implantari (Korioth e Johann 1999). Questo sovraccarico dei pilastri posteriori aumenta con l'aumentare della lunghezza dei cantilever distali; non sono state trovate differenze significative con l'aumentare della lunghezza dell'impianto.

Il momento della forza che si esercita sul sistema è uguale all'intensità della forza moltiplicata per la lunghezza del cantilever; questo stress biomeccanico sarà distribuito e assorbito dalla mesostruttura e dai pilastri implantari se la distanza A-P è superiore o almeno uguale alla lunghezza del cantilever stesso. Come regola generale, in una condizione ideale di forze occlusali moderate, leggere (distanza verticale massima 14 mm, nessuna parafunzione, paziente anziano di sesso femminile, protesi totale rimovibile nell'arcata antagonista) la lunghezza massima dei cantilever distali dovrebbe essere pari a 1,5 volte la distanza A-P nei sistemi supportati da 4 pilastri e a 2,5 volte la distanza A-P nei sistemi a 5 (Osier 1991; Bidez e McLoughlin 1992; Hertel e Kalk 1993; White, Caputo e Anderkuist 1994; Clelland et al. 1995; McAlarney e Stauropoulos 1995).

2.3 protesi fissa tipo Toronto Bridge o Toronto Branemark



È indicata in presenza di un moderato grado di atrofia associate ad un discreto mantenimento dei normali rapporti intermascellari sul piano frontale, verticale ed antero-posteriore. In queste situazioni spesso c'è la possibilità, soprattutto nell'arcata inferiore, di inserire gli impianti solo nelle regioni interforaminali, in qualche caso senza seguire l'emergenza degli elementi protesici ma garantendo una riabilitazione di tipo fisso.

L'atrofia ossea porta a un aumento della distanza interarcata e la protesi segue i criteri estetici di una riabilitazione rimovibile, con i tessuti molli mimati a compensare la lunghezza degli elementi. La protesi fissa Toronto bridge o anche Toronto Branemark, può risolvere nella maggior parte dei casi situazioni come quelle appena elencate. La protesi di Toronto Bridge, presentata per la prima nell'omonima città del Canada nel 1982 dal Dr. Branemark, nasce come sovrastruttura protesica avvitata su un numero di impianti assiali, variabile da 4 a 6 posizionati in zona mentoniera o premaxillare. È possibile estendere distalmente il piano oclusale con dei cantilever, la cui estensione dipende da numerose variabili tra cui il numero e la disposizione degli impianti, la distanza tra di essi (l'A-P SPREAD), il tipo di arcata antagonista.

Da quanto esposto, la differenza rispetto ad una protesi fissa su impianti è che: la protesi di Toronto prevede anche la sostituzione protesica dei tessuti molli e la disposizione implantare non deve necessariamente corrispondere all'emergenza degli elementi dentali ma deve cercare di sfruttare al massimo l'osso disponibile.

Nel corso degli anni la protesi di Toronto è stata utilizzata nella sua veste originaria, variamente adattata alle diverse sistematiche implantari, in alcuni casi sostanzialmente modificata per quanto riguarda i materiali (ceramica al posto della resina) ma ha conservato due elementi costitutivi essenziali rappresentati:

- dalla tipologia cementata (anche se oggi con l'implantologia computer guidata si preferisce più quella avvitata)

- e dal fatto che venivano comunque sostituiti anche i tessuti molli.

In situazioni caratterizzate da un elevato grado di atrofia la protesi tipo Toronto Bridge può offrire diversi vantaggi. C'è la possibilità di recuperare discrepanze scheletriche marcate sia verticali che antero-posteriori senza dover ricorrere alla protesi rimovibile. L'estetica inoltre è spesso migliore rispetto a quella ottenibile con la protesi fissa grazie alla sostituzione dei tessuti molli. A fronte dei suddetti vantaggi, spesso possono esserci alcuni aspetti negativi, legati in genere ad una errata esecuzione tecnica del manufatto, rappresentati dalla difficoltà nelle manovre di igiene orale e dalle problematiche fonetiche soprattutto per le riabilitazioni nell'arcata superiore.

A titolo esemplificativo si illustra un caso di edentulia superiore trattata mediante l'inserimento di 6 impianti e successivamente finalizzata con una protesi tipo Toronto Bridge cementata.

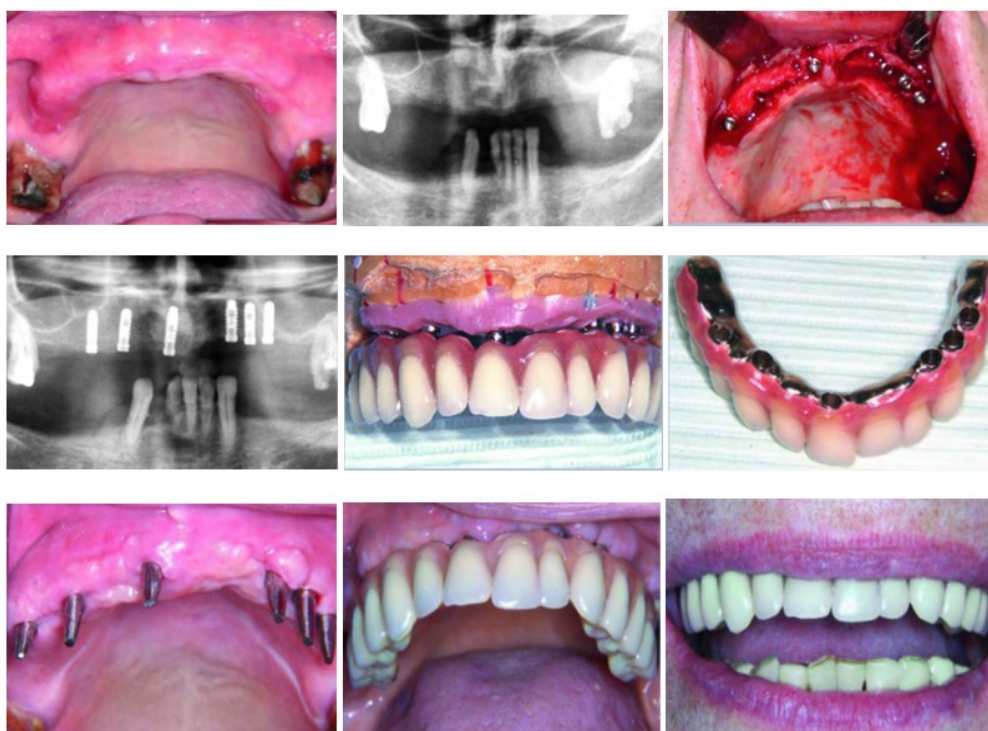


Fig.22

Cap3 IMPLANTOLOGIA MININVASIVA

3.1 La nascita della metodica All-on-Four mininvasiva

Come accennato all'inizio, l'avvento della metodica implantare mininvasiva ha iniziato a svilupparsi con l'introduzione degli impianti inclinati associati a specifici protocolli operativi che hanno portato alla nascita della metodica ALL-ON-FOUR, ossia al posizionamento di soli 4 impianti intraforaminali a livello della mandibola o della premaxila, di cui due mesiali ortogonali al piano oclusale e paralleli tra loro e due distali inclinati di 30-45° rispetto al piano osseo, a sostegno di una protesi fissa avvitata in regime di carico immediato. La prima metodica è stata enunciata da Malò et al. nel 2003; i risultati descritti sono stati molto incoraggianti, con percentuali di successo implantare e protesico a livello mandibolare paragonabili alle metodiche tradizionali.

Le nuove riabilitazioni con impianti inclinati, come ALL-ON-FOUR e V-II-V, rappresentano alternative terapeutiche che permettono di riabilitare con carico immediato arcate totalmente o parzialmente edentule senza ricorrere a prelievi ed innesti ossei o rialzo del seno mascellare. Inoltre, come vedremo più avanti, lì dove sia possibile associare la chirurgia computer-assistita, l'atto chirurgico diventa non solo estremamente rapido per il chirurgo ma anche confortevole per il paziente.

Le promesse di queste due nuove tecniche riabilitative per il mascellare superiore e per la mandibola sono:

- la riduzione delle sedute e dei tempi operativi;
- interventi chirurgici, minimamente invasivi e con pochissimi disagi per il paziente;
- riabilitazioni fisse senza il passaggio attraverso una fase di edentulia totale;

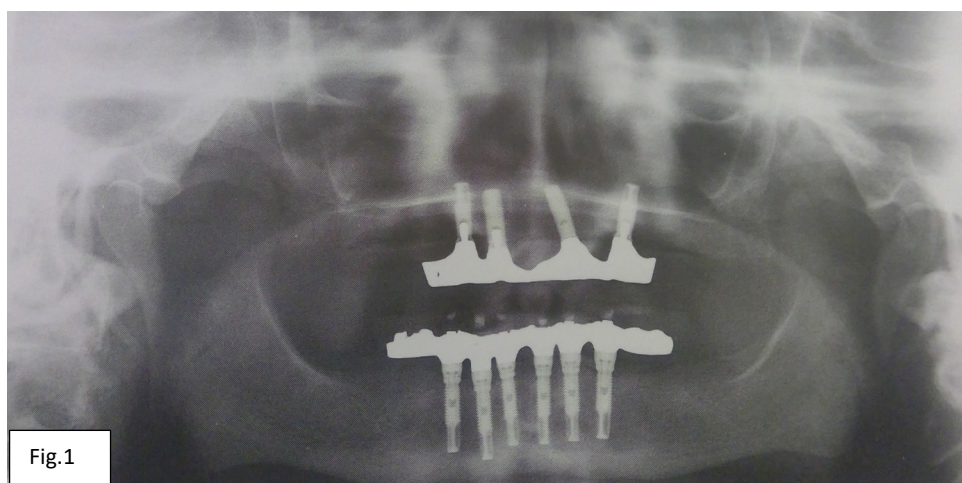
Entrando nello specifico dei principali vantaggi che l'ALL-ON-FOUR può consentire nella riabilitazione del mascellare inferiore, essa si presenta come una soluzione minimamente invasiva e dai risultati soddisfacenti dal punto di vista funzionale ed estetico, caratterizzata dalla riduzione dei tempi di trattamento e da costi biologici ed economici contenuti per il paziente.

Ciò che maggiormente caratterizza in modo innovativo l'ALL-ON-FOUR è la mininvasività dovuta all'inclinazione degli impianti distali, grazie alla quale è possibile posizionare fixture di lunghezza maggiore, raggiungendo livelli di stabilità primaria più elevati, grazie all'aumento del BIC (bone implant contact). La zona di emergenza del nervo alveolare inferiore e la parete del seno mascellare offrono inoltre un solido supporto biomeccanico. Anche dal punto di vista

protesico si riscontrano notevoli vantaggi, grazie all'allungamento della distanza inter-implantare si crea un poligono protesico più regolare e un aumento dell'A-P Spread rispetto alle riabilitazioni tipo Toronto-Branemark. Poi dal punto di vista protesico l'inclinazione degli impianti abbatte il cantilever, e questo porta ad una minore sollecitazione degli impianti. Shackleton et al. (1994) mostrano come con cantilever inferiori ai 15 mm si abbia una maggiore sopravvivenza protesica rispetto ai casi con cantilever più lunghi.

3.2 Inclinazione degli impianti distali e vantaggi clinici

Per molti anni la riabilitazione tipo Toronto-Branemark (fig. 1) ha rappresentato il punto di riferimento nei casi di riabilitazione fissa a totale sostegno implantare, soprattutto nei casi di atrofia ossea severa. Come accennato essa prevedeva il posizionamento di 4-6 impianti paralleli tra loro, in sede interforaminale o nella premaxilla a sostegno di una struttura protesica fissa di 12 denti. Le percentuali di sopravvivenza implantare e protesica sono risultate molto elevate, anche con follow-up ventennali. Funzione ed estetica degli elementi diatorici erano garantiti dai cantilever, che spesso potevano raggiungere i 20 mm. Secondo alcuni ricercatori la lunghezza del cantilever dovrebbe essere compresa tra 15 e 20 mm, poiché estensioni maggiori ai 15 mm sono associate a maggiori complicanze biologiche e biomeccaniche (svitamenti delle viti protesiche, frattura del materiale di rivestimento o della sovrastruttura protesica, riassorbimento osseo e persino perdita dell'osteointegrazione) Shackleton et al. (1994).



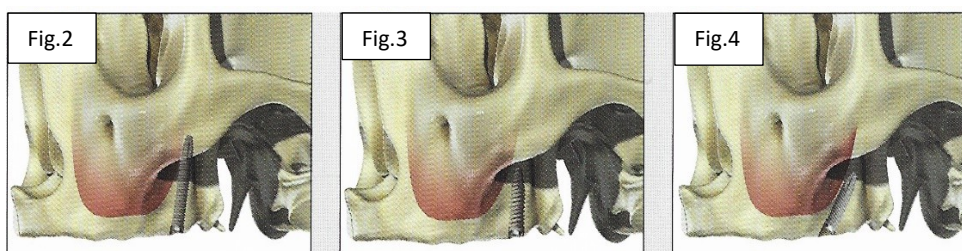
L'aspetto più innovativo della metodica All-on-4 e V-II-V consiste nell'inclinazione degli impianti distali e nei vantaggi chirurgici e protesici che da questo derivano.

L'uso di impianti inclinati risale alla tecnica dei tuberali e dei pterigomascellari. Nel 1985 Jean-Francois posizionò il primo impianto pterigomascellare con l'obiettivo di ridurre il cantilver ed avere alternative predicibili alle procedure rigenerative che prevedevano rialzo del seno e prelievi ossei extra orali. Nel 1994 Graves pubblicò un articolo che affrontava dal punto di vista teorico-tecnico l'inserimento di impianti nella regione pterigo-mascellare, evidenziando maggiormente gli aspetti anatomici, diagnostici, chirurgici e in misura ridotta protesici. Tutti aspetti che appaiono a distanza di 20 anni attuali e condivisibili. I vantaggi degli impianti pterigo-mascellari sono sovrapponibili a quelli dell'all-on-four.

Di contro, si tratta comunque di una procedura operatore-dipendente, in cui la preparazione dell'osteotomia è semi-cieca e gli impianti utilizzati superano i 15 mm di lunghezza. Inoltre, posteriormente alla lamina pterigoidea è presente il plesso vascolare omonimo che se danneggiato durante la preparazione del sito

implantare, potrebbe causare emorragie di difficile gestione ambulatoriale. Comunque nessuno dei lavori prospettici riportava quanti pazienti fossero stati trattati con impianti pterigomascellari ed il numero degli impianti era ridotto.

Agliardi e coll. Pubblicarono nel 2009 una tecnica chiamata V-II-V la quale prevedeva il posizionamento di un impianto per lato ad ingaggiare la corticale posteriore del seno mascellare. A differenza degli impianti pterigoidei (Fig. 2) e pterigomascellari (Fig. 3) questo impianto corre lungo la parete laterale della cavità sinusale con una inclinazione variabile tra 30 e 45° (Fig. 4). Nel caso di adeguata disponibilità ossea e grazie all'inclinazione, gli autori hanno inserito fixture lunghe anche 13-15-18 mm, con livelli di stabilità primaria di 50 Newton. Oggi gli autori, alla fine di ampliare l'utilizzo di questa tecnica, hanno sviluppato insieme a Nobel Biocare l'impianto ideale per questo tipo di trattamento. Si tratta di una fixture con un corpo di 5 mm di diametro ed un apice da 2,0 mm, con lunghezze che vanno da 7 mm fino a 18 mm. La punta dalle dimensioni ridotte permette una minima preparazione del sito e in condizioni di osso morbido, l'impianto è in grado di auto-stabilizzarsi grazie alla funzione ostoetomica dell'apice.



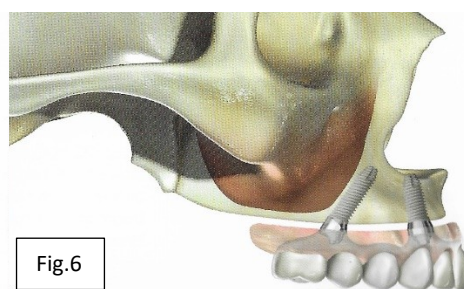
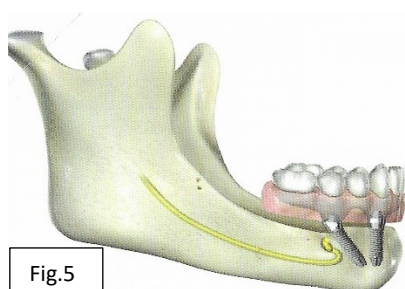
L'impianto distale nella tecnica V-II-V può essere usato anche per riabilitazioni parziali e rappresenta una valida alternativa a metodiche più pericolose, come l'impianto pterigoideo, o più indaginose come il rialzo del seno.

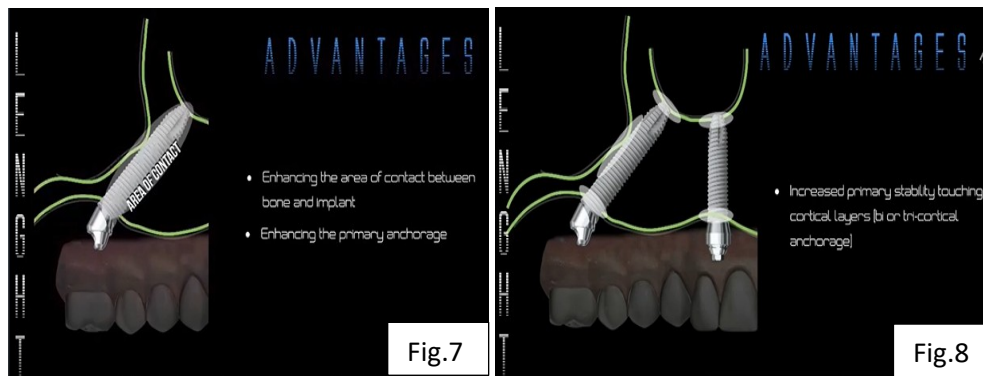
3.3 Impianti inclinati (tiltati) a carico immediato:

l'esperienza di Paulo Malò

Nel 2003 Malò insieme ai suoi collaboratori pubblico il primo articolo sugli impianti inclinati. Il valore di questo studio non risiedeva nella scoperta di nuovi concetti ma nella sintesi di quanto pubblicato fino a quel momento sugli impianti inclinati e soprattutto nella proposta di un protocollo clinico standardizzato con funzione immediata.

La metodica, denominata ALL-ON-FOUR (Nobel Biocare AB, Gotemborg, Svezia) prevedeva la riabilitazione immediata di arcate dentarie compromesse, mediante una protesi fissa sostenuta da soli quattro impianti. Nello specifico, 2 impianti erano posizionati assialmente a livello della zona incisale e due fixture venivano inserite posteriormente, con una inclinazione in senso distale di circa 30-45° (Fig. 5,6)





Lo scopo razionale di usare impianti più lunghi ed inclinati era quello di:

- Evitare strutture anatomiche quali il seno mascellare nell'arcata superiore ed il nervo alveolare nell'arcata inferiore;
- Aumentare l'area di contatto tra il titanio e l'osso (anche se di scarsissima qualità);
- Aumentare drasticamente l'ancoraggio e la stabilità primaria ottenendo il gold standard migliore per il nostro paziente e cioè il carico immediato (denti fissi nel giorno dell'intervento);
- Avere la possibilità anche in osso di scarsa qualità nel mascellare superiore di avvalersi di appoggi tricorticali per gli impianti distali, rappresentati dall'osso alveolare, dalla parete anteriore del seno mascellare e dall'osso della base antero-laterale della base nasale e di appoggi bicorticali per gli impianti assiali, rappresentati dall'osso alveolare e dall'osso della base nasale consentendoci così di implementare la stabilità primaria della nostra riabilitazione;
- Ridurre i costi biologici ed economici per l'intero trattamento;
- Eliminare la chirurgia pre-protetica con una netta riduzione dei tempi di

Trattamento e del disagio per il paziente;

Agliardi considera il protocollo All-On-Four come una genialità perché ha eliminato o notevolmente ridotto il più grande difetto della tecnica riabilitativa denominata Toronto-Branemark, cioè il cantilever.

Nel 2005 Malò e coll. pubblicarono i risultati del protocollo All-on-4 applicato *all'arcata superiore* (Fig. 16). Questo distretto anatomico rappresenta una sfida maggiore rispetto alla mandibola a causa della più scarsa qualità ossea.

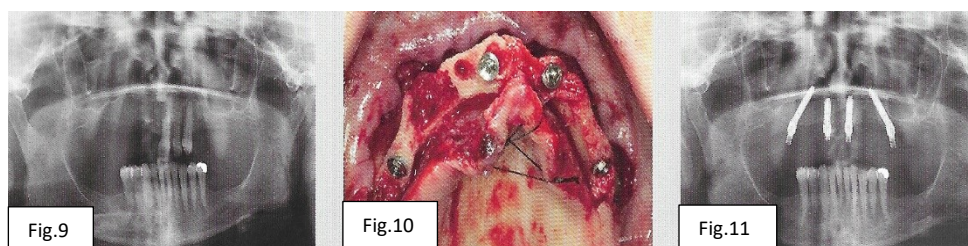
In meno di 4 anni sono stati trattati 32 pazienti per un totale di 128 impianti, con un *protocollo che prevedeva che gli impianti inclinati distali trovassero l'ancoraggio nella parete anteriore del seno mascellare*. Ad un anno di follow-up, 3 impianti sono stati persi, per una percentuale di sopravvivenza del 97,6%.

Poi nel 2010 Agliardi e Coll. presentarono i risultati di 173 pazienti con 660 impianti seguiti con follow-up medio di 27 mesi. Sono stati posizionati 288 impianti a livello mascellare e 372 nella mandibola, con un tasso di sopravvivenza pari al 98,36%, nell'arcata superiore e del 99,73% in quella inferiore. Il riassorbimento osseo perimplantare si è mantenuto entro i limiti fisiologici senza differenza tra impianti assiali ed inclinati.

I risultati di questo lavoro basati su un campione significativo di pazienti, permette di affermare che la metodica all-on-four rappresenti una valida alternativa a riabilitazioni totali dei mascellari atrofici.

Infatti, inclinando gli impianti è possibile inserire fixture di maggior lunghezza rispetto al classico posizionamento assiale, aumentando la superficie di contatto con l'osso. Inoltre il posizionamento in aree ad alta densità ossea, come la parte anteriore del seno mascellare, la regione del pilastro canino o l'area anteriore al forame mentoniero, si traduce in una maggiore stabilità primaria degli impianti

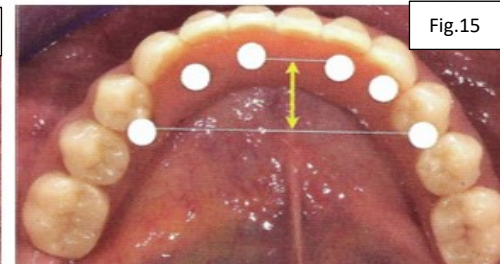
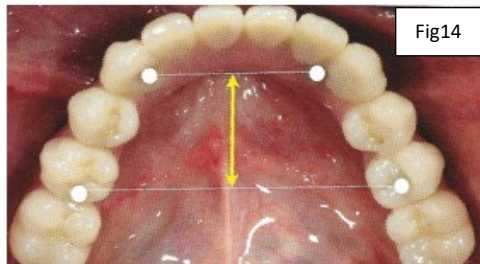
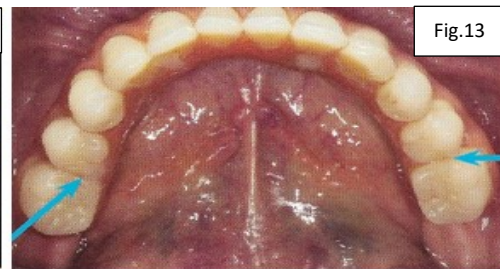
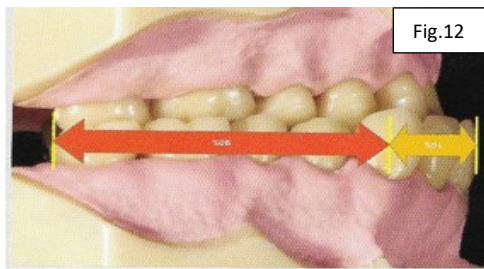
Figg.20-22



Figg. 9-11 Nella riabilitazione tipo All-on-4, sfruttando il pilastro canino e la parete anteriore del seno mascellare, è possibile ottenere un'adeguata stabilità primaria degli impianti necessaria per il carico immediato.

I diversi vantaggi di questo protocollo riabilitativo sono:

- 1) Maggior distanza interimpianto, con conseguente aumento della disponibilità ossea e vascolarizzazione perimpiantoare
- 2) Creazione di un poligono protesico più ampio Fig. 14
- 3) Aumento dell'A-P SPREAD (distanza lineare tra le fixture più anteriori e quelle più posteriori) Fig. 14
- 4) Posizionamento dell'emergenza protesica in regione premolare/molare, dove le forze masticatorie sono più elevate Fig 12,13
- 5) Passivazione più semplice delle strutture protesiche per la presenza di soli 4 connessioni (Fig. 13) facilitata inoltre dalle procedure CAD/CAM. A proposito di ciò Agliardi e coll. consigliano nelle riabilitazioni protesiche definitive con impianti inclinati, l'utilizzo esclusivo di un telaio in titanio che grazie alla sua elasticità, svolge un importante ruolo nella riduzione del trauma occlusale.
- 6) Agevole mantenimento igienico per il ridotto numero di superfici e per la maggior distanza tra gli impianti Figg. 16-19



Figg. 12-.15 L'AP-spread (distanza lineare tra le fixture più anteriori e quelle più posteriore) è maggiore nelle riabilitazioni tipo All-on-4 rispetto a strutture protesiche supportate da soli impianti assiali interforaminali (23). Un ulteriore beneficio conseguente all'inclinazione distale degli impianti è la presenza di una piattaforma protesica nella regione del secondo premolare/primo molare, dove si registrano i maggiori carichi occlusali

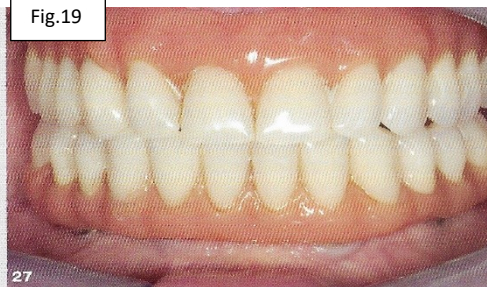
Fig.16

Fig.17

Fig.18



Fig.19

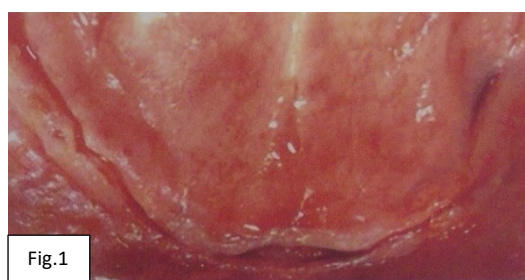


CAP. 4 RIABILITAZIONE MANDIBOLARE ALL-ON-FOUR

4.1 Protocollo operativo analogico step-by-step

La realizzazione del manufatto protesico attraverso la riabilitazione all-on-four prima dell'avvento dell'implantologia computer assistita, veniva realizzata esclusivamente in modalità analogica che risultava e risulta certamente meno predicibile e molto operatore dipendente e che ora prenderemo in esame, andando per motivi di tempo solo ad accennare alcune fasi del protocollo operativo che possiamo così suddividere:

- 1) Esame clinico e radiografico (facendo attenzione all'emergenza del N.M. e l'entità del suo loop)
- 2) Registrazione della D.V. che deve essere stabilita prima dell'intervento
- 3) Anestesia (con articaina evitando il blocco del N.M.)
- 4) Estrazione degli elementi dentali residui (se presenti)
- 5) Incisione mucoperiosteale e scollamento



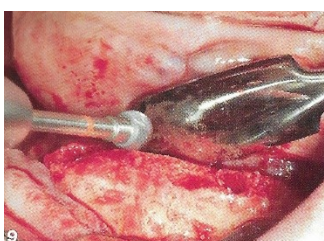
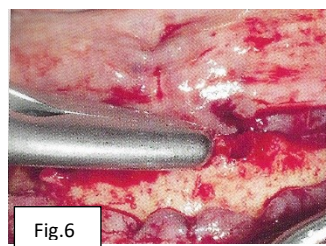
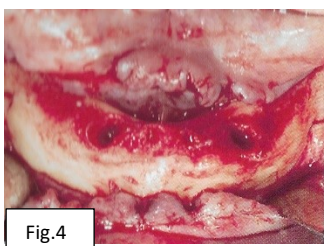
- 6) Isolamento dell'emergenza del nervo alveolare inferiore e la valutazione di un suo possibile loop anteriore o ginocchio

Questa struttura anatomica rappresenta infatti il limite posteriore nelle riabilitazioni interforaminali. La visualizzazione diretta del nervo a livello del forame permette al clinico di adottare le giuste misure per proteggerlo durante le fasi di fresaggio, conducendo un'osteotomia in sicurezza e pianificando nel modo migliore l'inclinazione dell'impianto distale



7) Regolazione della cresta alveolare:

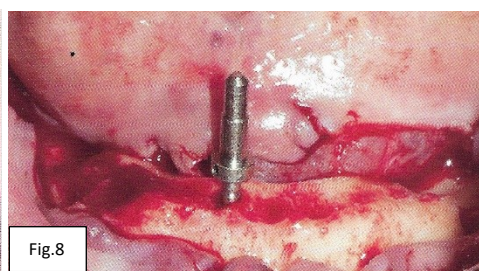
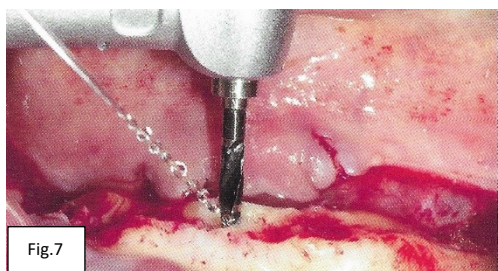
A seguito dell'estrazione degli elementi dentari o per effetto della malattia parodontale, l'architettura ossea può presentare varie irregolarità. Al fine di ottenere un piano omogeneo sul quale posizionare le piattaforme implantari, è consigliabile regolare il piano osseo con una pinza ossivora oppure usando una fresa montata su manipolo dritto a bassa velocità e abbondante irrigazione di soluzione salina:



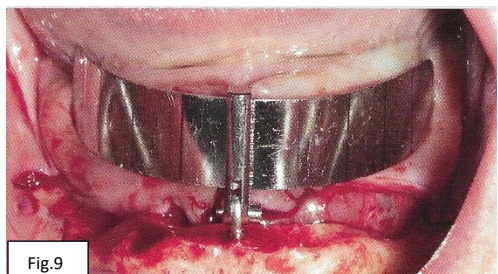
In presenza di una cresta residua a lama di coltello, la regolazione ossea consente di incrementare lo spessore vestibolo-linguale e di poter inserire gli impianti senza necessità di rigenerazione ossea. Inoltre, alcune volte è necessario abbassare il processo alveolare per creare sufficiente spazio alla struttura protesica.

8) Posizionamento della *All-on-four guide*

Mediante fresa da 2 mm si esegue un foro in corrispondenza della linea mediana mandibolare ortogonalmente alla cresta ossea per il posizionamento della guida chirurgica.



Essa presenta uno snodo verticale che permette di muoverlo nello spazio, mentre la banda orizzontale è flessibile e può essere adattata alla forma della mandibola



Unendo due linee adiacenti presenti sulla barra si ottiene un'inclinazione di 30°; mentre se si realizza la diagonale di un ipotetico quadrato, l'inclinazione è pari a 45°.

9) Preparazione delle sedi implantari

Secondo il *protocollo*, l'inclinazione degli impianti distali deve essere compresa tra 30° e 45°.

Dopo aver valutato l'eventuale presenza ed entità del loop anteriore del nervo mentoniero, si individua il punto sul processo alveolare che rappresenta la *proiezione crestale del forame*. A partire da questo punto e grazie all'ausilio della guida per quanto concerne l'inclinazione, si inizia la preparazione dei siti distali

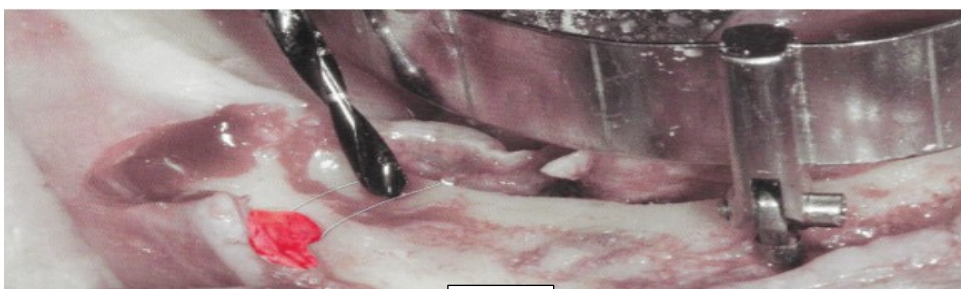


Fig.11

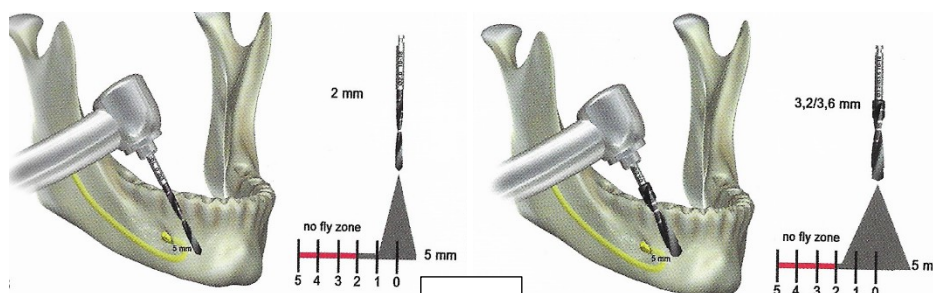


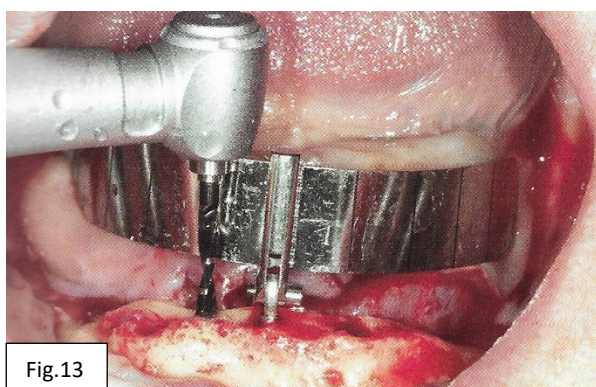
Fig.12

La fresa cilindrica di 2 mm ha l'importante compito di fornire al clinico indicazioni fondamentali riguardanti la densità ossea locale, sulla base della quale impostare il protocollo di fresaggio ottimizzato per il carico immediato.

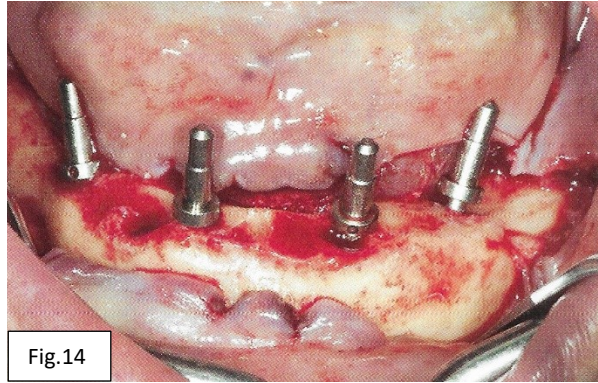
Affinchè l'informazione fornita dalla fresa sia comparabile con precedenti valutazioni e per conseguire future valide misurazioni, si consiglia di standardizzare il metodo di valutazione della densità ossea locale. Per far ciò è necessario porre dei parametri da mantenere fissi in ogni prova:

- usare una fresa dalle buone capacità di taglio,
- una velocità del motore costante a 2000 rpm (che dipende comunque dal tipo di fresa su indicazione del produttore)
- Mantenere una pressione costante sul manipolo.

Dopo aver inserito i due impianti distali si preparano le sedi degli impianti anteriori, che saranno paralleli tra loro, perpendicolari alla cresta ossea ed idealmente nella sede degli incisivi laterali.



Inserendo 4 indicatori di direzione è possibile visualizzare le distanze interimplatari e l'inclinazione delle fixture nello spazio



La preparazione dei siti implantari viene generalmente ultimata usando in sequenza una fresa da 2,4/2,8 mm, una da 3 mm, una da 3,2 mm ed una fresa da 3,2/3,6 mm

Per ottenere valori di stabilità primaria superiori ai 35 Ncm si possono usare i seguenti utili accorgimenti:

- sottopreparazione del sito implantare in lunghezza e/o diametro,
- ancoraggio della corticale inferiore del corpo mandibolare
- assenza di maschiatura

Come evoluzione della tecnica chirurgica Jenses ha descritto per mandibole con forame mentoniero molto anteriore ed adeguata altezza ossea il posizionamento dell'impianto distale con inclinazione vestibolo-linguale (Jenses 2011) (Fig. 15), oppure in mascellari superiori molto atrofici l'inclinazione mesio-distale degli impianti mesiali ricercando anche l'ingaggio della corticale ossea delle cavità nasali (jenses 2010) (Fig. 16).

Fig.15 evoluzione della tecnica chirurgica nel mascellare inferiore (Jensens 2011)

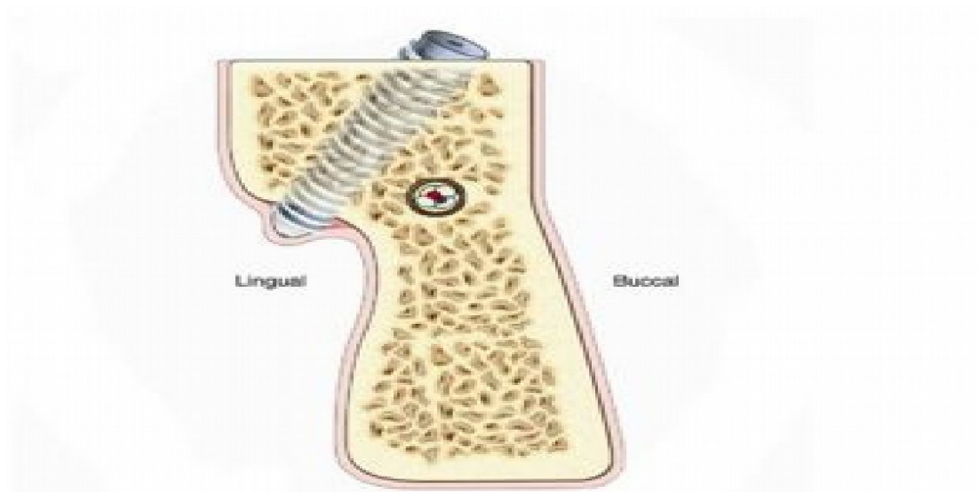
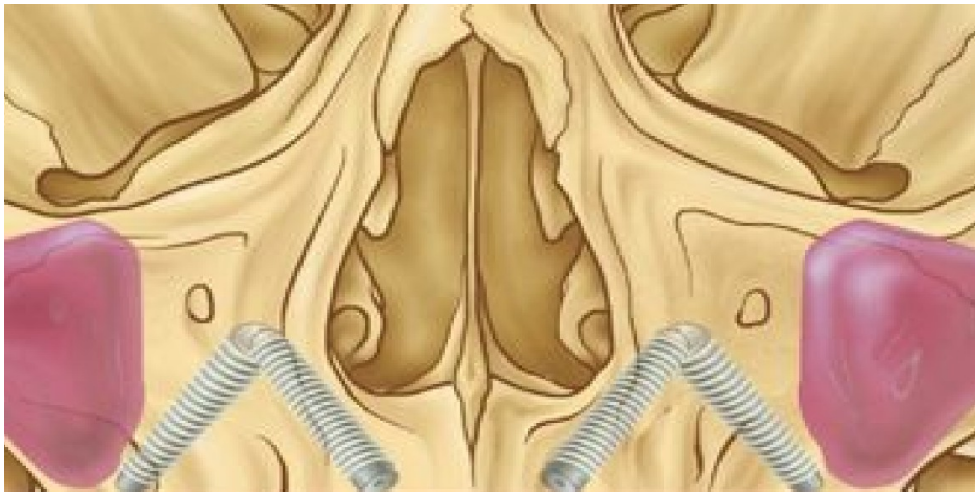


Fig.16 possibile evoluzione della tecnica chirurgica nel mascellare superiore (Jensens 2010)

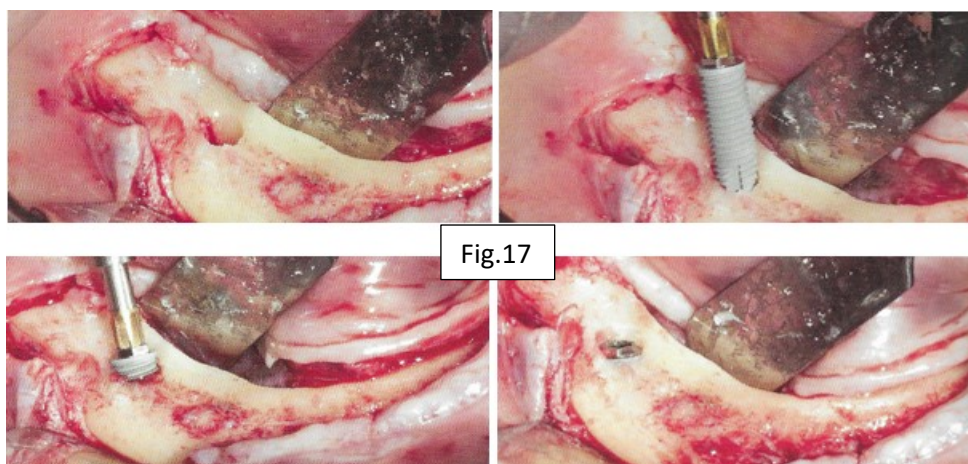


10) Inserimento degli impianti

Dopo aver completato l'osteotomia, irrigare il sito con soluzione fisiologica per rimuovere i residui ossei del fresaggio.

Iniziando dalle fixture posteriori, impostare il motore a 30 Ncm e procedere con l'inserimento dell'impianto. Se questo valore non fosse sufficiente per completare

il posizionamento della fixture, incrementare il torque fino ai 50 Ncm e negli ultimi millimetri utilizzare una chiave dinamometrica manuale per finalizzare l'inserimento:



Gli impianti vanno inseriti senza l'utilizzo dell'irrigazione, permettendo così al sangue di bagnare la superficie implantare e agevolare le fasi di integrazione ossea. Nel caso di alveoli post-estrattivi, questi vengono riempiti con osso autologo recuperato durante le fasi di osteotomia e osteoplastica.

11) Utilizzo del *Bone Mill*

Dopo il posizionamento dell'impianto, se fosse necessario è possibile utilizzare il *bone mill* per rimuovere una parte di osso peri-implantare che potrebbe ostacolare il corretto posizionamento dei monconi protesici:

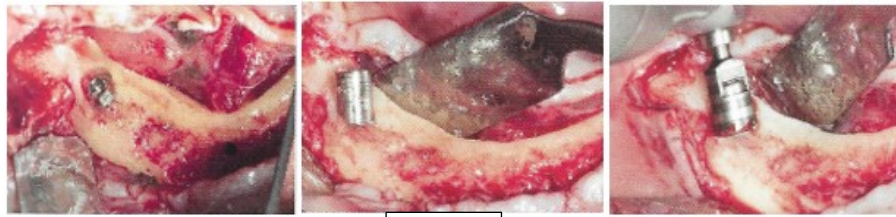
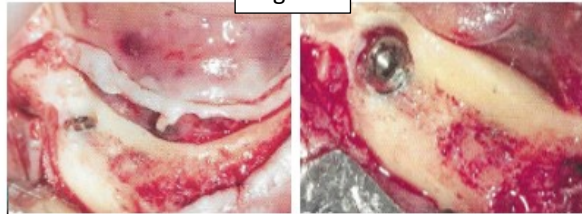


Fig.18



11) Posizionamento degli abutment protesici

Prima di inserire gli abutment è necessario assicurarsi che non esistano impedimenti ossei che possono ostacolare il completo combaciamento tra il moncone protesico e la piattaforma implantare.

Abutment angolati di 30° (multi unit abutment / MUA) vengono connessi agli impianti distali per correggere la loro inclinazione e garantire un facile accesso alla vite protesica, mentre abutment dritti vengono avvitati sugli impianti anteriori

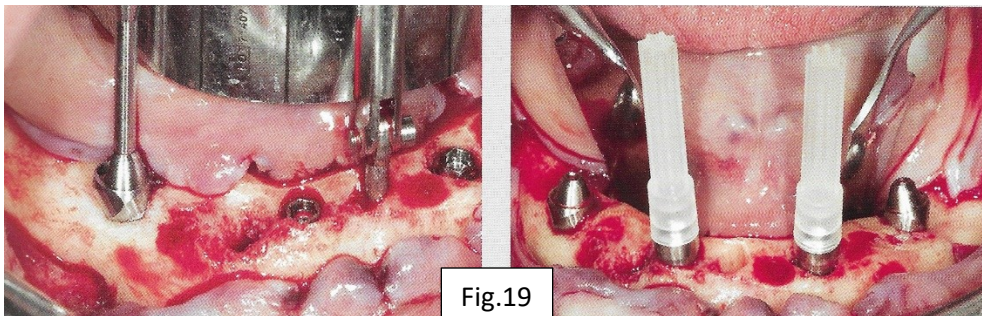
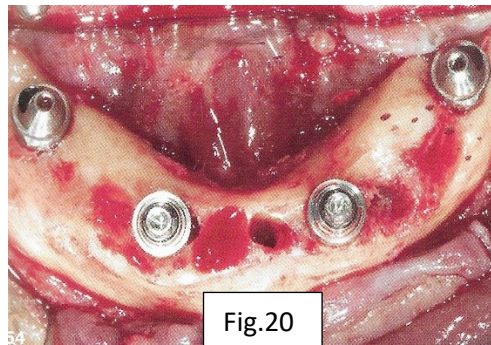
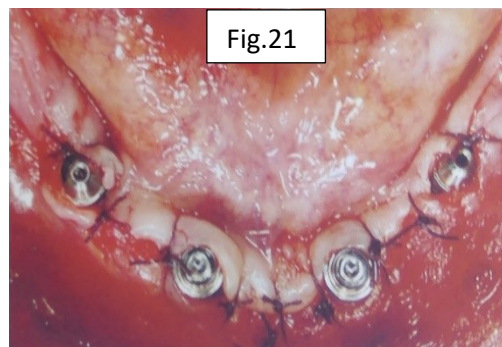


Fig.19



12) Sutura:

I lembi vengono poi suturati in modo tale da creare un collare di gengiva cheratinizzata di almeno 2 mm intorno alla superficie dei pilastri protesici, ricercando una chiusura per prima intenzione in caso di alveoli post-estrattivi

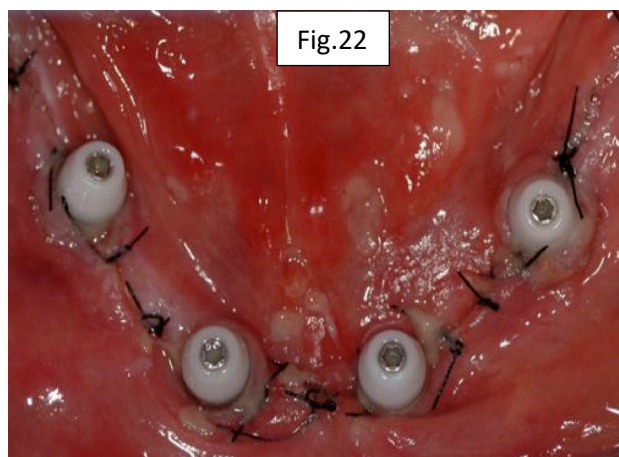


13) fase protesica:

Sempre in fase chirurgica dopo l'alloggiamento dei **coping** da impronta si procede al posizionamento di una sutura non assorbibile 4/0 oppure 5/0.

L'ultima fase della seduta operativa è rappresentata dal rilevamento di una impronta di posizione implantare con **polivinilsilossano**, che servirà per il confezionamento della protesi provvisoria in **acrilico** contenente 10 elementi al termine del rilevamento dell'impronta, a protezione delle connessioni protesiche rappresentate dai MUA, vengono posizionate delle cappette in materiale plastico

denominate *healing caps* (tappi di guarigione) multipli, utili anche a far guarire i tessuti molli nell'immediato periodo post-operatorio:



14) consegna del provvisorio dopo 48 ore (che viene mantenuto per 4-6 mesi)

Entro 48 ore dalla chirurgia viene consegnata è avvitata a **10 Ncm** la protesi provvisoria.



Presenterà un'occlusione bilanciata nella regione intercanina come da protocollo Malò. Gli eventuali elementi distali non avranno contatti occlusali o interferenze.

È importante che la protesi non trasmetta agli impianti in via di guarigione tensioni dovute generalmente all'assenza di precisione nell'accoppiamento tra connessione e impianto o ad errori nelle fasi di realizzazione protesica.

Passato un periodo di 4-6 mesi è possibile procedere alla realizzazione della protesi definitiva, che possiede una struttura metallica, un cantilever distale, 12 elementi dentari e con una estetica migliorata

protesi definitiva sia sull'arcata inferiore che superiore



Oggi con l'avvento dell'implantologia digitale tutto questo protocollo viene digitalizzato raggiungendo una elevata predicibilità ed una notevole riduzione della curva di apprendimento con notevoli vantaggi dal punto di vista biologico ed economico per il paziente, con tempi alla poltrona notevolmente ridotti e soprattutto ha portato questo tipo di riabilitazione alla portata di un maggior numero di clinici adeguatamente preparati e quindi un maggior numero di pazienti totalmente edentuli riabilitati sul territorio nazionale.

Ora prima di analizzare lo svolgimento del caso in modalità digitale andiamo a vedere cosa si intende per implantologia digitale.

Cap 5 IMPLANTOLOGIA DIGITALE

5.1 Introduzione:

nell'ultimo decennio in seguito all'evoluzione delle apparecchiature radiologiche e all'introduzione di specifici software per l'analisi dei dati, si è assistito allo sviluppo di sistemi estremamente sofisticati, che hanno consentito ai clinici di effettuare sui propri computers delle valutazioni molto precise della morfologia dei mascellari e di simulare virtualmente le varie opzioni terapeutiche avendo come obiettivo costante il manufatto protesico ideale che è stato virtualmente creato in precedenza al computer. È nata così l'implantologia protesicamente assistita o protesicamente guidata.

Oggi tutto questo ci permette di sviluppare l'intero processo, che va dall'acquisizione delle informazioni alla loro elaborazione, fino alla costruzione dei manufatti protesici in maniera del tutto digitale.

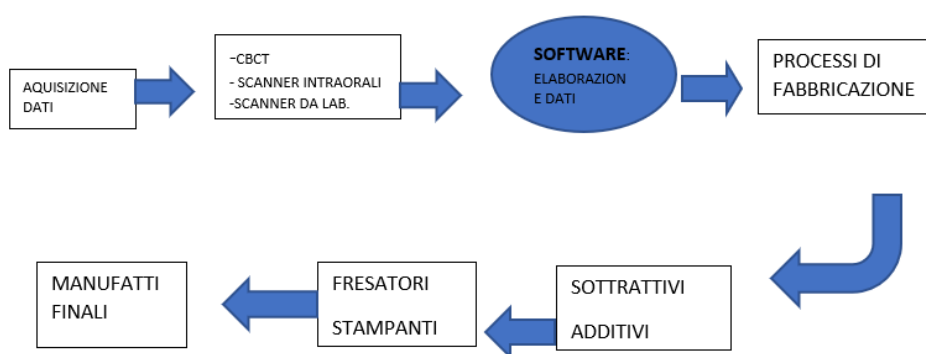
Le moderne apparecchiature radiologiche 3D, con emissione di risonanze molto inferiore rispetto al passato hanno consentito al clinico di acquisire facilmente e con grande precisione tutte le informazioni inerenti alla morfologia delle strutture su cui si va ad operare.

Nuovi e più perfezionanti scanner da laboratorio ed intraorali permettono di catturare tutti i dati provenienti dai modelli in gesso, dalle cerature diagnostiche e dal cavo orale, riducendo quasi tutte le attività analogiche di rilevazione delle impronte che venivano e vengono svolte con i sistemi tradizionali.

Contemporaneamente software sempre più performanti ci permettono di acquisire tutte queste informazioni di provenienza diversa e di renderle disponibili ai clinici e agli odontotecnici, per la realizzazione dei propri piani di trattamento chirurgico e di manufatti protesici di estrema precisione.

In pratica le modellazioni virtuali che sono contenute in file STL vengono inviate ad apparecchiature specifiche che sono in grado di lavorare attraverso processi di sottrazione (fresatori) o additivi (stampanti 3D) realizzando il manufatto finale (dima chirurgica, dima radiologica, provvisorio postchirurgico, manufatto protesico definitivo)

Il diagramma di flusso digitale è il seguente:



Nel campo dell'implantologia lo svilupparsi delle procedure attraverso cad-cam, la realizzazione di software sempre più specifici alla progettazione terapeutica nonché la predicibilità di nuove tecniche chirurgo-protesiche in particolare quella della

chirurgia in flapless e quella del carico immediato, si è avuta una sostanziale rivoluzione soprattutto nel campo delle *riabilitazioni fisse supportate da impianti osteointegrati*, dando la possibilità sia ai clinici che ai pazienti di realizzare delle riabilitazioni funzionali ed estetiche eccellenti, riducendo notevolmente i tempi ed i disagi collegati alle procedure tradizionali.

La chirurgia implantare guidata o assistita rappresenta una delle più interessanti applicazioni dell'odontoiatria digitale in generale, ed è stata resa possibile dallo sviluppo di sofisticate apparecchiature radiologiche 3D che sono in grado di fornire informazioni particolarmente precise sulla anatomia scheletrica.

Logicamente lo sviluppo esponenziale dell'implantologia guidata in flapless che consente di eseguire l'accesso implantare senza l'elevazione di un lembo e di caricare immediatamente una protesi provvisoria al termine dell'atto chirurgico, è stato reso possibile solo grazie alla realizzazione di rigorosi protocolli clinici per le procedure di carico immediato e per la chirurgia in flapless che sono il risultato di innumerevoli studi da parte dei vari operatori del settore come abbiamo avuto modo di verificare in precedenza.

La più alta rappresentazione di mininvasività nell'implantologia computer assistita la possiamo inquadrare nella riabilitazione totale attraverso tecnica ALL-ON-FOUR IN FLAPLESS COMPUTER ASSISTITA.

5.2 All-on-four in flapless con tecnica computer-assistita

Associato alla metodica all-on-four con lembo (flap with) che abbiamo appena descritto si aggiunge l'innovativa metodica implantare All-on-four flapless computer assistita.

Affinchè si possa seguire questa tecnica senza lembo (flapless), devono essere soddisfatte alcune caratteristiche in termini di qualità e di quantità ossea, nonché di spessore e ampiezza dei tessuti gengivali, in condizioni di edentulia totale.

I primi protocolli chirurgici della moderna implantologia raccomandavano di posizionare gli impianti lì dove fosse presente un quantitativo sufficiente di osso. Ben presto però si fece strada il concetto di implantologia protesicamente guidata, che tuttavia spesso implicava la necessità di effettuare ricostruzioni o rigenerazioni ossee estese e/o complesse, al fine di inserire gli impianti secondo criteri di compatibilità protesica.

Oggi in una buona percentuale di casi, grazie all'inclinazione degli impianti (metodica che si trova alla base della chirurgia implantare mininvasiva) e alle recenti metodiche computer-assistite è possibile posizionare impianti in modo anatomicamente ottimizzato vale a dire sfruttando tutto l'osso a disposizione (in particolar modo quello corticale attraverso il bi o tri-corticalismo) nel rispetto delle strutture nobili vascolari e nervose e del seno mascellare e rispettando in maniera molto più precisa le esigenze protesiche, riducendo al minimo gli interventi di ricostruzione e rigenerazione ossea nonché i rialzi del seno mascellare.

È molto importante sottolineare che l'uso delle metodiche computer-assistite e della chirurgia senza lembo, nonostante rappresentino una semplificazione delle procedure chirurgiche protesiche, richiede una discreta esperienza nelle fasi di progettazione ed esecuzione del caso.

5.3 Chirurgia implantare computer assistita

Le competenze richieste al professionista che intende dedicarsi alla chirurgia implantare odontoiatrica sono innumerevoli e sempre più complesse. Soprattutto si richiedono al professionista, le condizioni che assicurino un alto grado di successo durante le fasi di inserimento degli impianti dentali ovvero è assolutamente necessario un protocollo chirurgico affidabile e ripetibile.

Allo stato attuale, si hanno a disposizione mezzi diagnostici molto sofisticati in grado di elaborare numerosi dati provenienti dalle scansioni CBCT (Cone Beam Computed Tomography) che un tempo erano a disposizione di pochissimi centri qualificati di

Diagnostica per immagini.

La combinazione dei file provenienti dalle CBCT con quelli provenienti dalle scansioni ottiche dei modelli e delle cerature diagnostiche, vengono immessi in potenti software che sono in grado di leggerli e di lavorarli ulteriormente, e di pianificare l'intervento chirurgico implantare. Da qui nasce il concetto di Chirurgia Guidata o computer assistita.

Tutto questo è possibile grazie all'utilizzo di software dedicati che riescono ad elaborare i file DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) del paziente, acquisite tramite la CBCT o dalle CT e a restituire una serie di immagini 3D, nelle quali è possibile inserire virtualmente ed orientare al meglio gli elementi implantari, riprodotti fedelmente nelle forme e dimensioni.

Le numerose informazioni ottenute vengono poi utilizzate per la realizzazione della dima chirurgica personalizzata per il caso chirurgico specifico. La dima chirurgica

oltre a possedere le informazioni sull'esatto posizionamento delle fixture, fa in modo che queste rispettino anche i parametri funzionali ed estetici preventivamente e virtualmente programmati.

La metodica digitale può ridurre tempi e costi, aumentando la predicibilità del progetto virtuale a tutto vantaggio del risultato finale e della durata nel tempo. Attualmente assistiamo ad una continua evoluzione da parte delle aziende produttrici di impianti dentali, e da parte delle software-house che "sforzano" continuamente nuove soluzioni ed applicazioni nel contesto della chirurgia computer assistita.

La chirurgia implantare computer assistita o computer guidata viene oggi diffusamente utilizzata sia nelle riabilitazioni parziali che totali e sia in flap less che in flap with. Logicamente in questo contesto prenderemo in considerazione soltanto la chirurgia computer assistita nell'edentulia totale.

5.4 Chirurgia implantare computer assistita nell'edentulia totale

Questa metodica prevede la realizzazione prima di una guida radiologica e poi di una guida chirurgica. tali dispositivi statici serviranno come riferimento, per poter progettare e pianificare l'intervento di chirurgia implantare computer assistito, con un netto miglioramento della predicibilità dell'intervento stesso, creando le condizioni di maggiore confort sia all'operatore che al paziente.

La dima radiologica può essere costruita fondamentalmente in due modi diversi, a seconda del protocollo utilizzato, di cui:

- uno richiede la duplicazione della vecchia protesi (se congrua e perfetta) in resina trasparente sulla quale viene applicato il l'evobite (una basetta in resina) sulla quale sono applicati dei reperi radiografici o fiducial marker (in questa tecnica la dima radiografica è costituita dalla duplicazione della protesi in resina trasparente + levobite + fiducial-marker);

- mentre l'altro protocollo utilizza come dima radiologica o SCANPROTESI, la stessa protesi totale del paziente (se congrua e perfetta) apportando ad essa piccole modifiche;

Comunque, indipendente dal protocollo e dal tipo di dima radiologica, la funzione di quest'ultima è di acquisizione delle immagini CBCT, utili per la pianificazione dell'intervento chirurgico implantare, in seguito al quale verrà prodotta una guida chirurgica che verrà indossata dal paziente durante l'intervento e garantirà il posizionamento implantare precedentemente progettato;

Le guide chirurgiche possono essere prodotte:

- attraverso il processo di stereolitografica oppure

- tramite l'utilizzo di strumenti di posizionamento meccanico, che convertono la guida radiologica in guida chirurgica con l'ausilio del calcolo di algoritmi di trasformazione al computer.

5.5 Protocollo operativo della metodica computer assistita nell'edentulia totale

Le protesi dentali in resina posseggono una densità simile a quella dei tessuti molli circostanti, e per questo motivo sono difficilmente differenziabili attraverso una indagine radiologica di tipo CBCT. Pertanto, dev'essere preparata una dima radiologica che abbia dei reperei radiopachi, da poter essere scansionati e rilevati.

5.5.1 Dima-radiologica con l'evobite e fiducial-marker

La costruzione della dima radiologica, indipendentemente dalla tecnica utilizzata è un passo particolarmente importante nella progettazione della chirurgia guidata, poiché attraverso essa si ricavano le prime informazioni, essenziali per una buona pianificazione virtuale e riabilitazione protesica.

Il primo fattore indispensabile affinché la dima radiologica ci dia un risultato perfetto dopo l'esame radiografico è che la protesi del paziente (indipendentemente che poi venga duplicata o trasformata) sia perfetta e con questo intendiamo che sia congrua sui tessuti molli e che soddisfi i requisiti estetici e funzionali, quindi costruita in base al corretto piano oclusale e alla corretta dimensione verticale.

Per la realizzazione della dima radiologica nell'edentulia totale (ma anche in quella parziale), si possono usare diverse tecniche, ma il concetto finale rimane sempre lo stesso ed è quello di ottenere una scansione 3D che consenti di registrare l'esatta posizione della protesi totale o ceratura diagnostica (che coinciderà con quella della futura protesi) all'interno del cavo orale in modo che quando passiamo alla fase di progettazione virtuale e quindi al posizionamento delle fixture esse possano venir messe in base alla posizione da noi programmata. Questo concetto ha ancora

maggiore valenza nel caso di edentulia parziale dove necessita un posizionamento delle fixture che deve tener conto dell'elemento dentale che verrà poi alloggiato al disopra di esso. Ora come accennato prenderemo in considerazione due protocolli di cui uno fa uso del marker di riferimento extraorale detti *fiducial- marker* o *3D-marker*, mentre l'altro fa uso di marker radiopachi cilindrici alloggiati nelle flange della protesi del paziente che funge da dima radiologica o scanprotesi.

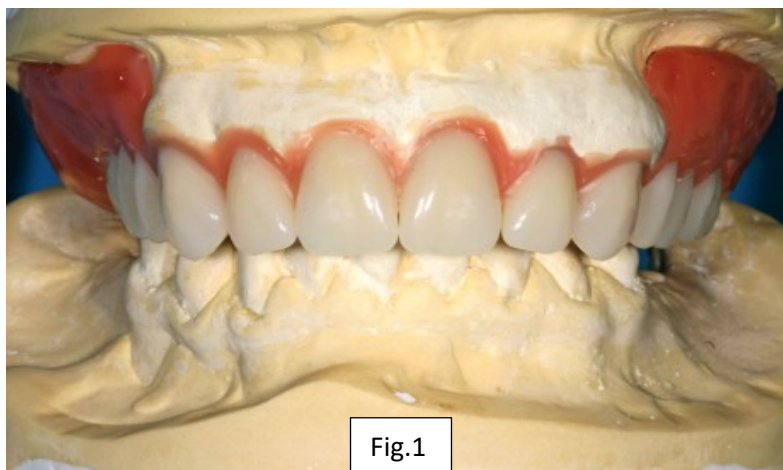
Le procedure impiegate prevedono di realizzare la dima radiologica con dei marker di riferimento extra-orale (fiducial-marker o 3D-marker F) che permetterà poi di inserire all'interno delle immagini CT/CBCT le informazioni derivanti dalla scansione della dima radiologica stessa e quelle derivanti dalla scansione ottica del modello in gesso senza dima, del modello in gesso con protesi, del modello con protesi e l'evobite, necessarie a rilevare i tessuti duri e molli.

Edentulia-totale

Se il paziente è portatore di protesi mobile congrua che soddisfa tutti i requisiti estetico-funzionali questa va duplicata in resina trasparente. Per garantire un'ottima aderenza ai tessuti è consigliabile ribasare la protesi prima della duplicazione in resina trasparente. Si cola del *gesso scansionabile di tipo 4* nella protesi ribasata e si procede poi al montaggio in articolatore con antagonista e cera di centrica e una volta raggiunti i requisiti estetici-funzionali si duplica la protesi in muffola con

gelatina o silicone. Se la protesi del paziente non soddisfa i requisiti di stabilità e funzionalità, si procede con il confezionamento di una nuova protesi effettuando il protocollo per la realizzazione di una protesi totale mobile partendo dai modelli in gesso.

Si effettua così il montaggio in articolatore con antagonista e cera di centrica, il quale può essere effettuato anche senza flangia vestibolare qualora la riabilitazione preveda un definitivo senza flangia vestibolare e utilizzando i denti del commercio per la valutazione estetica e funzionale in studio. La protesi deve avere uno spessore di 2/3 mm.



Valutando le problematiche estetiche e funzionali si realizza una protesi provvisoria immediata cercando di simulare il più possibile la situazione che si vuole ricreare con il definitivo; per questo motivo la flangia anteriore non viene costruita.

Diversamente la duplicazione della protesi usata per la prova estetica deve avvenire con resina trasparente e prevedere il ripristino della flangia vestibolare che garantisce una migliore stabilità durante la CBCT.

Dopo aver realizzato la duplicazione della protesi in resina trasparente, passiamo alla realizzazione della dima radiologica che con questo protocollo è rappresentata dall'insieme della duplicazione trasparente della protesi più il l'evobite con i

fiducial marker. Quindi con i modelli in articolatore si posiziona prima il l'evobite sull'arcata della protesi duplicata, mediante del silicone trasparente, dopo di che si applicano i reperi radiografici o fiducial marker sul l'evobite, incollati uno anteriormente nella zona incisiva e due posteriormente:



Fig.2

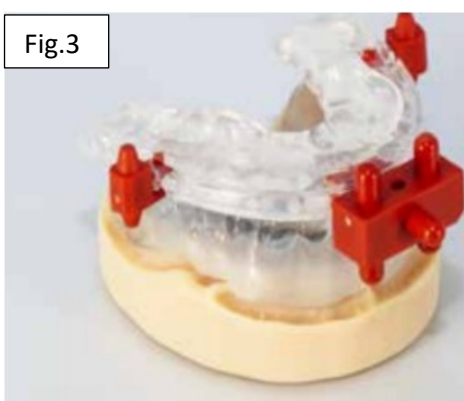


Fig.3

Dopo aver ricevuto il tutto in studio, si va a controllare la stabilità del duplicato trasparente e del l'evobite sul paziente, e si stabilizza il l'EVOBITE sulla dentatura antagonista andandolo a ribasare sempre con silicone radiotrasparente. A questo punto, quando il paziente ha la consapevolezza di poter ripetere tale posizione (acquisita attraverso prove che gli abbiamo fatto fare in studio) lo mandiamo a fare l'esame radiografico durante il quale deve replicare tale posizione.

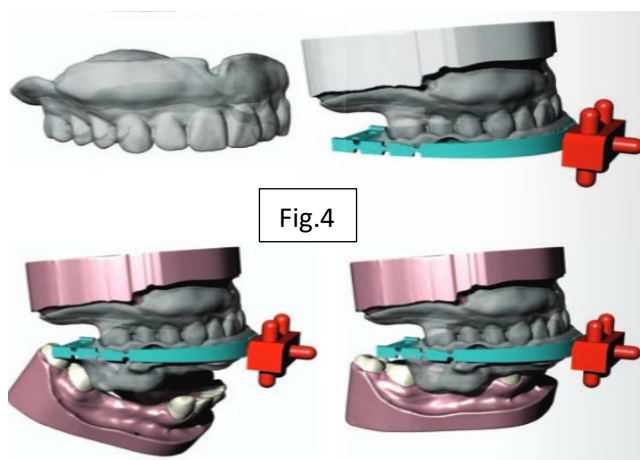


Fig.4

Esame TC/CBCT



La TC/CBCT deve essere realizzata con una singola scansione che includa le regioni anatomiche d'interesse e i fiducial-marker. L'esportazione delle immagini assiali deve avvenire in formato standard *DICOM 3* non compresso. Questo file insieme ai file STL ottenuti dalla scansione ottica del modello in gesso senza protesi dalla scansione del modello con la protesi e di quello del modello con protesi e l'evobite verranno acquisiti dal software del pc.

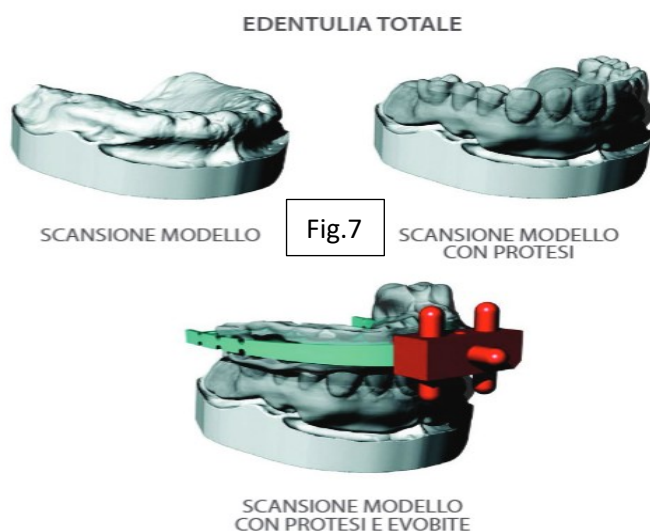
SOVRAPPOSIZIONE DEI DATI

Scansione ottica dei modelli e delle guide radiologiche:

La scansione dei modelli può essere eseguita con qualsiasi scanner da laboratorio che consenta l'esportazione dei file in formato STL.

1. Montare il modello sulla morsa del portamodelli in modo che sia ben stabile.

2. Eseguire la scansione del modello ponendo particolare attenzione ad includere tutte le zone anatomiche, comprese le zone posteriori ed i fornici (se presenti sul modello).
3. Estrarre il porta-modelli dallo scanner e:
 - Per casi di edentulia totale: montare prima il duplicato in resina della prova estetica ed eseguire la scansione ottica (*scansione protesica*), poi montare l'Evobite (senza rimuovere il duplicato) ed eseguire una nuova scansione ottica (*scansione Evobite*) ponendo particolare attenzione nell'includere i Fiducial Marker.
4. Esportare le scansioni in file STL separati, con gli oggetti posti nel medesimo sistema di riferimento (in pratica, aprendo i file insieme si devono vedere correttamente assemblati come sui modelli originali).



Software planning

La scansione ottica del modello in gesso e della del modello con protesi e del modello con protesi e evobite fornisce tre file in formato STL (aperto) che saranno inseriti insieme al file DICOM proveniente dall'esame radiografico della TC/CBCT, nel software del pc, mediante il quale si realizzerà il progetto virtuale per l'inserimento delle fixture.

Attraverso questa operazione di accoppiamento (Best Fit o Matching) tra il file *DICOM* ed i file *STL* si ottiene la visualizzazione dei tessuti duri dei tessuti molli (e loro spessore) e della componente protesica avendo così la possibilità di eseguire una diagnosi precisa ed accurata.

I tre file STL derivanti dalla scansione ottica del modello da impronta, del modello con la protesi e del modello con protesi e l'evobite ed il file DICOM 3 della CBCT vengono posti all'interno del software del programma utilizzato per la progettazione implantare, grazie ai reperi extra-orale fiducial-marker che erano ancorati rigidamente al l'evobite e quindi visibile:

- sia nelle immagini radiologiche
- che nei file di scansione ottica.

-Il "matching "(accoppiamento) tra le scansioni ottiche e l'esame tomografico è effettuato sulla base di un robusto algoritmo di posizionamento adattativo sviluppato all'interno del software che permette di riconoscere e allineare il volume del marker della TC a quello ricavato dalla scansione della dima radiologica e di

verificare la corrispondenza delle zone anatomiche circostanti. Quindi dall'accoppiamento dei file si sovrappongono *le immagini radiografiche* a quelle della protesi diagnostica e delle mucose ottenendo una visione completa dei rapporti tra:

- basi ossee

- tessuti molli

- Progetto protesico

Dal “Matching” si ottiene un modello virtuale completo del paziente, con superficie di appoggio della guida chirurgica (denti o gengiva).

Quindi avendo ora a disposizione le informazioni relative al tessuto osseo (da CT/CBCT), ai tessuti molli (da scansione del modello in gesso) e della ceratura diagnostica (da scansione della dima radiologica), il clinico procede alla fase diagnostica e di pianificazione implantare, realizzando il progetto virtuale per l'inserimento delle fixture. Questo sarà tradotto in un file STL e verrà utilizzato per la realizzazione della dima chirurgica e, quando le condizioni locali lo consentono, anche per la realizzazione della protesi provvisoria, attraverso sistemi additivi o di sottrazione.

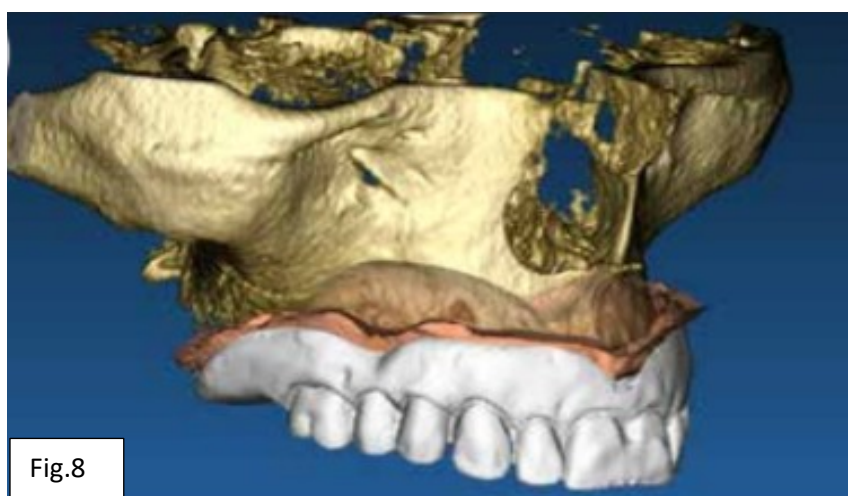
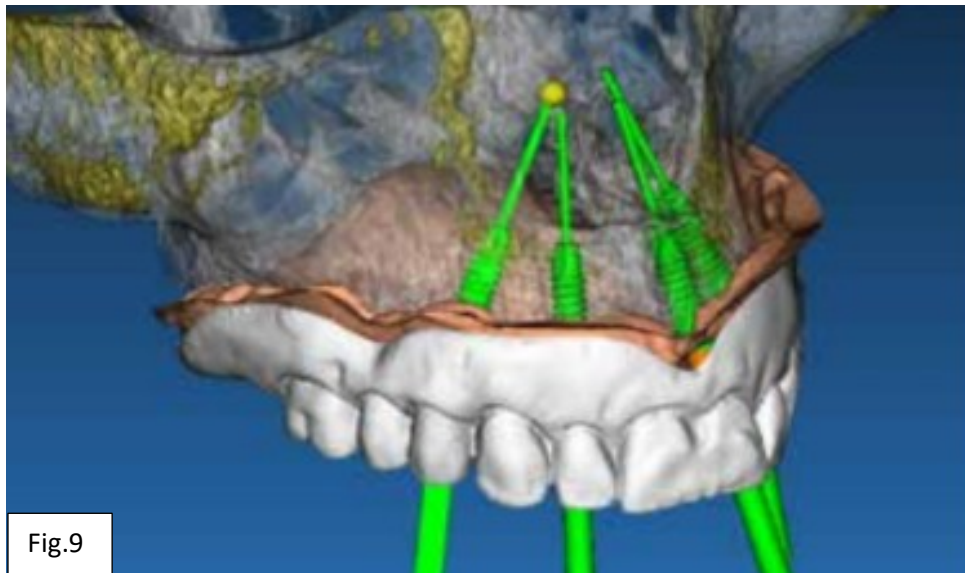


Fig.8

Diagnosi e Pianificazione: posizionamento protesicamente guidato degli impianti.

Possibilità di selezionare non solo gli impianti, ma anche i pilastri in funzione dell'anatomia del paziente:



Realizzazione del modello di lavoro o Real-model:

Pianificato il progetto chirurgico attraverso il software, questo progetto, in forma di un file STL, viene inviato alla casa madre la quale su di esso realizzerà un modello di lavoro Real-model, ovvero i file del modello da impronta e degli impianti virtuali sono utilizzati per generare il modello di lavoro Real-MODEL che riproduce con precisione la morfologia dei tessuti molli del paziente con aggiunta dei fori calibrati per gli analoghi degli impianti nella posizione pianificata virtualmente. Il modello viene realizzato in fresatura a 5 assi o in prototipazione rapida ad alta definizione a seconda delle caratteristiche morfologiche.

5.5.2 Dima chirurgica

A partire dal modello di lavoro Real-model è possibile realizzare qualsiasi tipo di guida chirurgica inserendo passivamente gli analoghi nel modello e utilizzando componentistica da laboratorio che vincola il lavoro dell'odontotecnico e ne preclude qualsiasi errore.



Quindi, una volta definito e confermato il progetto, i tecnici provvederanno alla progettazione e alla stampa della dima chirurgica e del modello con i fori degli analoghi che rispetteranno la posizione degli impianti pianificata usando componenti dedicati alla sistematica scelta. Su richiesta, potranno realizzare anche

il provvisorio in PMMA e l'Armatura in cromo-cobalto realizzata al laser. Tutto il materiale viene spedito in studio per l'intervento chirurgico, insieme ad una scheda contenente la procedura chirurgica da utilizzare per la preparazione dell'osteotomia relativa agli impianti pianificati:



Fig.11 Dima chirurgica: le boccole con la battuta a forma esagonale permettono in fase chirurgica di trovare esattamente la posizione dell'esagono di connessione dell'impianto pianificato. In caso di carico immediato, questa morfologia permette un facile inserimento della componentistica protesica che viene consegnata prima dell'intervento



Fig.12 Modello con fori per analoghi: il modello viene stampato con i fori calibrati in funzione degli impianti pianificati. Ideale per provare la qualità della calzata della dima chirurgica sia per lo studio odontotecnico del caso.



Fig.13 Bite in silicone: Viene realizzato dalla casa madre solo su richiesta del cliente altrimenti lo realizziamo noi in studio. L'utilizzo del bite in silicone agevola il posizionamento e la stabilità della dima chirurgica durante la fase di inserimento dei pin di fissaggio.



Fig.14 Protesi provvisoria in PMMA e relativa armatura in laser melting: se richiesto si può realizzare e spedire prima dell'intervento chirurgico la componentistica protesica necessaria per eseguire un protocollo di carico immediato

Per posizionare la dima in modo univoco in fase chirurgica, nel caso di interventi flapless su pazienti totalmente edentuli, si realizza una chiave occlusale in silicone da rimuovere una volta bloccata la guida in bocca con perni o pin di fissaggio.

Come accennato precedentemente, dallo stesso modello di lavoro, oltre alla dima chirurgica possiamo realizzare anche la protesi provvisoria per il carico immediato.



Fig.15: Il posizionamento della dima chirurgica attraverso l'indice chirurgico in silicone. Prima di inserire i pin di fissazione progettati, il paziente tiene la dima in posizione con l'ausilio del vallo, facilitandone il posizionamento e la sua stabilizzazione corretta sulla mucosa resiliente.



Fig.16: Il provvisorio per il carico immediato realizzato sul modello stereolitografico è prodotto per fresatura dal pieno in CAD/ CAM e poi rifinito e caratterizzato.



Fig.17: L'inserimento guidato degli impianti si effettua attraverso mounter dedicati. A fondo corsa i profili esagonali del mounter e del cilindro guida devono coincidere. In questo modo il montaggio degli abutment sull'esagono esterno degli impianti corrisponde a quanto progettato sul software di pianificazione. Al termine dell'intervento il posizionamento degli elementi protesici passivati e avvitati.

Fig.18: CBTC di controllo dopo sei mesi dal carico e dopo la realizzazione del manufatto protesico definitivo, cui sono stati aggiunti due elementi in estensione dista

5.5.3 Realizzazione della Dima Radiologica o scanprotesi dalla stessa protesi del paziente (metodica della doppia scansione)

L'altro metodo di acquisizione di immagini adottato dalla Simplant, al posto del sensore "fiducial-marker", è mediante l'utilizzo dei reperi cilindrici radiopachi. Non necessita della duplicazione della protesi del paziente per realizzare la dima radiografica, ma utilizza la stessa protesi del paziente opportunamente ribasata (se congrua ed esteticamente e funzionalmente perfetta) trasformandola in dima radiografica o scanprotesi.

La procedura si può così riassumere:

Paziente totalmente edentulo:

- Procedura a doppia scansione

I Parametri da rispettare per la scansione sono:

- Protesi già esistente con 8 marker (resa scanprotesi Attraverso una Ribasatura e l'aggiunta degli 8-15 marker)
- La protesi non deve contenere parti metalliche (per evitare i fenomeni di Scattering)
- La protesi deve essere ben inserita e senza aria nell'intermezzo mucosa-resina.
- L'uso del bite in silicone (che in tal caso può essere radiopaco) affinché la protesi aderisca perfettamente.

1 Odontoiatra: esame



Creare una nuova protesi o rifinire una protesi recente. Aggiungere i marker per la scansione doppia



Creare un indice radiologico

2 Odontoiatra o centro di scansione: (CB) CT

SCANSIONE DOPPIA:



Scansione 1: Paziente + protesi di scansione + indice radiologico



Scansione 2: Protesi di scansione

3 Odontoiatra: richiesta del file SIMPLANT



Aprire SIMPLANT, fare clic sul pulsante DentalPlanit, oppure visitare direttamente il sito Web www.dentalplanit.com

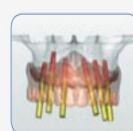
DentalPlanit®

Richiedere la conversione SIMPLANT e caricare tutti i dati (CB)CT

4 Odontoiatra: pianificazione in SIMPLANT



Scaricare il file SIMPLANT con la configurazione del tessuto molle e dei denti da DentalPlanit



Pianificare gli impianti e gli abutment



Ordinare la guida SIMPLANT in SIMPLANT (a supporto osseo o a supporto mucoso)

Il diagramma di flusso sopra esposto prevede l'esecuzione della CBTC con doppia scansione, ossia una scansione con la scanprotesi in bocca insieme all'indice radiologico ed una seconda scansione della sola protesi, in questo caso l'unica indicazione è che la protesi da scansionare deve trovarsi nello stesso verso in cui si trova in bocca del paziente, ossia nella protesi superiore vanno poggiati i denti sul piano d'appoggio mentre nella protesi inferiore vanno poggiate le flange sul piano di appoggio.

REQUISITI DELLA SCANPROTESI CON MARKER (DOPPIA SCANSIONE)

- Materiali da utilizzare per la scanprotesi

- Resina acrilica con spessore minimo della base di 2 mm

- non denti radiopachi

- non parti metalliche

- Applicazione dei Marker

- Materiale radiopaco (gutta-percha, titanio, cavit ecc)

- forma sferica

- dimensioni di circa 2 mm di diametro

- numero: Minimo 8 massimo 15 e messi in disordine, non devono essere messi tutti sulla linea assiale, ma vanno messi a caso un po' sulle flange vestibolari un po' su quelle linguali.



È fondamentale che la protesi rimovibile aderisca perfettamente alla mucosa, senza discrepanze che potrebbero ripercuotersi anche sul posizionamento delle fixture.

Il fitting tra la mucosa e la protesi consente di evitare:

- false indicazioni sullo spessore della mucosa
- misfitting della guida chirurgica e supporto mucoso che andrebbero a ripercuotersi sul giusto posizionamento delle fixture.

Dalla radiografia ottenuta, si estraggono i file in formato DICOM: questi vengono letti dal software con la possibilità di ottenere il matching (accoppiamento) tra il segmento scheletrico di interesse chirurgico, i tessuti molli e la protesi.



Fif.20



Attraverso la parte comune a tutti i software di radiologia andiamo a repertare, nel caso di pianificazione inferiore, il canale mandibolare e a fare

la curva panoramica che ci consente di poter navigare virtualmente in 3D all'interno del caso clinico.

Ora abbiamo tutte le informazioni che ci servono per il posizionamento virtuale delle fixture e che saranno utili per la realizzazione della guida chirurgica.

Una volta che realizzato virtualmente il nostro intervento si manda il file del progetto alla produzione con il numero, posizione, lunghezza e diametro degli impianti da inserire. In funzione di ciò la casa produttrice delle guide, avendo a disposizione tutte le informazioni e in relazione al nostro flusso di lavoro, analogico o digitale, ci fornisce il materiale necessario per realizzare l'intervento chirurgico in guidata che consiste:

- Nel caso di flusso analogico, invierà la ditta chirurgica e un modello che noi manderemo in laboratorio il quale ci confezionerà una protesi preoperatoria:



Fig.21

Immediate Smile Model

- Nel caso di *flusso digitale*, invierà la dima chirurgica ed una protesi realizzata in digitale in base alle informazioni ricevute.



Ecco perché è importante che la ceratura diagnostica o duplicato della protesi totale sia identica al lavoro finale. Sopra possiamo vedere un manufatto protesico realizzato in infiltrato di zirconio, ma si può ottenere lo stesso risultato con leghe acriliche e composite.

Ritornando alla riabilitazione del paziente totalmente edentulo:

una volta inviate tutte le informazioni alla casa produttrice, questa invia la guida chirurgica:

A questo punto procedendo con *l'analogico*, andiamo a chiudere i fori della guida chirurgica con della cera, dopo di che prendiamo l'impronta come se la guida fosse un porta impronta individuale (possiamo vedere che la dima è come se fosse la duplicazione della protesi, infatti ci sono i denti). Presa l'impronta si toglie la cera liberando i fori e si inseriscono i *Position Aid* con l'analogo. Ora abbiamo l'impronta con gli analoghi (foto in basso a sn) ed è come se avessimo fatto l'intervento e preso l'impronta, perché utilizzando questo strumento noi abbiamo l'angolazione e la posizione dell'impianti. quindi inviamo in laboratorio per lo sviluppo di un modello in gesso con gli

analoghi inseriti. Poi si mette tutto in articolatore con l'antagonista e si pongono sul modello master gli abutment che avevamo anch'essi selezionati durante la programmazione virtuale.

Si realizza, quindi, il set-up protesico e, seguendo la procedura tradizionale, lo si trasforma in una protesi post-chirurgica contenente un rinforzo interno che verrà avvitato agli impianti dopo averlo ribasato sugli attacchi MUA (Multi Unite Abutment) tramite delle torri metalliche.

Il giorno dell'intervento è disponibile sia la dima chirurgica per l'inserimento delle fixture nelle giuste posizioni da noi programmate che la protesi post-chirurgica con i fori posizionati nella giusta posizione degli abutment sui quali verranno avvitati le torri.

Il procedimento prevede che, dopo aver inserito gli impianti, vengono inseriti su questi gli abutment MUA sui quali si avvitano le torrette, su queste si riadatta la protesi. A fine polimerizzazione le torrette nella protesi, si svitano le torrette risulteranno inglobate nella protesi che, rifinita opportunamente, si avvita agli impianti.

5.6 Limiti della tecnica All-On-Four nel mascellare superiore

Ai vantaggi associati a questa tecnica, si contrappongono delle limitazioni, soprattutto a livello delle regioni posteriori del mascellare superiore dove si esercitano notevoli forze masticatorie, che rappresentano un importante fattore di rischio biomeccanico per la stabilità a lungo termine degli impianti e della relativa componentistica protesica. Se poi a tali fattori biomeccanici associamo anche la scarsa qualità ossea che è spesso associata a questa zona

è chiaro che se non vengono fatte le giuste valutazioni il rischio di fallimento di una o più fixture è più elevato che in condizioni normali. Per ovviare a queste problematiche si è ritenuto di inserire altri due impianti distali, uno per lato, passando alla cosiddetta tecnica V-II-V per la riabilitazione del mascellare superiore.

Cap 6 TECNICA V-II-V PER LA RIABILITAZIONE DEL MASCELLARE SUPERIORE

Questa recente tecnica denominata V-II-V ideata dal dott. Enrico Agliardi permette di riabilitare nell'arco di poche ore l'arcata mascellare edentula attraverso una struttura protesica ad arco sostenuta da 6 impianti, di cui 2 assiali nella premaxilla e 4 inclinati a stretto contatto con le corticali delle pareti dei seni mascellari, in un osso che spesso, nei pazienti della III età e con una lunga storia di edentulismo, ha una qualità D4.

Per ovviare a queste problematiche si sono susseguite nel tempo diverse opzioni terapeutiche che andavano e vanno tuttora all'uso di lunghi cantilever, di impianti corti, all'estensione del seno mascellare, ad impianti posizionati nella regione pterigoidea, fino al posizionamento di impianti zigomatici.

Ai vantaggi apportati da ognuno di queste tecniche si contrappongono delle limitazioni dovute a rischi chirurgici e complicanze che le rendono molto operatore dipendente, e alle quali si associano dei costi biologici ed economici alti, che rappresentano le motivazioni principali per cui ha

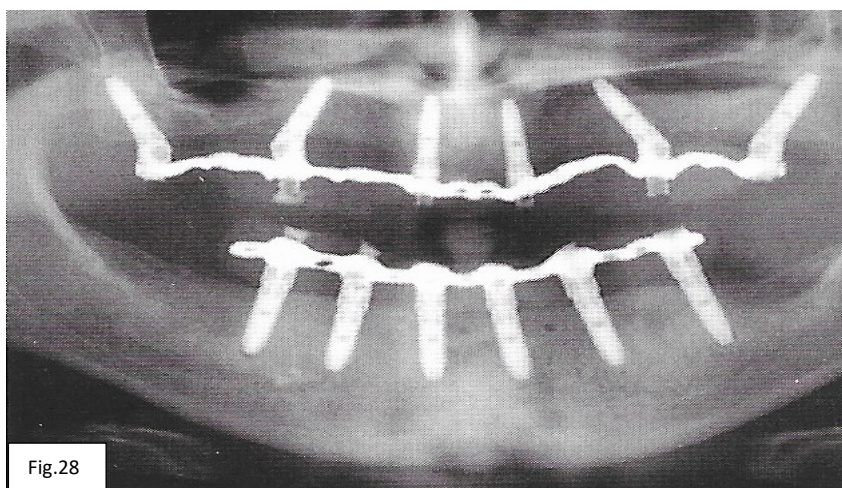
incontrato poca diffusione. Inoltre, come accennato in precedenza le elevate forze masticatorie che si esercitano sulle zone posteriori dei mascellari superiori vanno a scaricarsi sui cantilever distali sottoposti a stress in quanto bracci di leva. Questo spiega perché lunghi cantilever posteriori sono spesso correlati a diverse complicanze, quali fratture delle viti, fratture protesiche, riassorbimenti ossei consistenti fino alla perdita dell'osteointegrazione (Balshi 1989).

Per la riabilitazione del mascellare superiore totalmente edentulo, specialmente nei casi di pneumatizzazione dei seni e di ridotta altezza ossea nei settori latero-posteriori, è desiderabile un approccio che minimizzi il numero di impianti e che eviti al tempo stesso rialzi sinusali e innesti ossei.

I primi lavori clinici riguardanti le riabilitazioni immediate nel mascellare superiore coinvolgono infatti un elevato numero di impianti, anche fino a 14. Questo perché una scarsa qualità ossea implica un maggior rischio di fallimento implantare, quindi si riteneva che utilizzando un elevato numero di fixture, non si compromettesse la sopravvivenza del manufatto protesico, anche nel caso di perdita di alcuni pilastri. Questo approccio chirurgico tuttavia comportava un notevole costo biologico per il paziente, tanto da condizionare fortemente l'accettazione del trattamento stesso. Si è quindi reso necessario sviluppare soluzioni alternative minimamente invasive, semplici, predicibili e rapide dal punto di vista riabilitativo, senza però incidere negativamente sul risultato finale.

L'obiettivo della tecnica V-II-V è quello un risultato soddisfacente in termini di funzionalità masticatoria, fonetica ed estetica, attraverso una procedura relativamente rapida, dalla ridotta morbilità operatoria e a costi biologici ed economici contenuti.

La principale differenza rispetto alla metodica ALL-ON-FOUR consiste nella presenza di un ulteriore impianto distale per lato, inserito con inclinazione di 30-45° in senso mesio-distale a stretto contatto con la parete distale del seno mascellare.



L'inclinazione degli impianti consente di ricercare le corticali ossee del mascellare superiore e di raggiungere un elevato grado di stabilità primaria.

Oltre alla corticale ossea che riveste il processo alveolare, abbiamo che la corticale situata a livello del pavimento e delle pareti laterali del naso, la corticale che circonda l'intero seno mascellare, garantiscono un adeguato livello di fissazione degli impianti, tale da contenere il micromovimento nell'interfaccia osso-impianto al disotto dei livelli indicati in letteratura (Szmukler-Moncler et al. 1998).

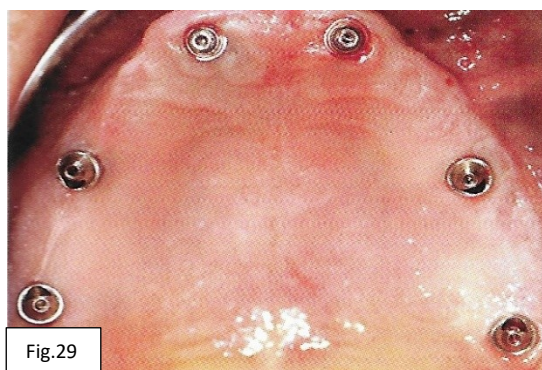
La presenza di due pilastri implantari nelle zone posteriori ha il vantaggio di eliminare di fatto il cantilever distale realizzando una struttura protesica fissa ed estesa fino ai secondo molari.

6.1 la logica biomeccanica della tecnica V-II-V

Per quanto riguarda l'intensità la modalità e la distribuzione delle forze che agiscono nelle riabilitazioni di tipo Toronto-Branemark, sono stati condotti importanti studi da Falk et al. Nel 1989, che avevano come obiettivo quello di analizzare i valori medi delle forze masticatorie esercitate durante la deglutizione in pazienti con protesi su impianti e con protesi su denti naturali. È emerso che le forze sviluppate erano maggiori nelle regioni posteriori rispetto alle anteriori ed erano distribuite per il 70% a livello delle regioni del cantilever e per il 30% sulle superfici masticatorie supportate da impianti.

Rangert riteneva che per compensare le forze flettenti generate da due fixture, fosse necessario utilizzare almeno un altro impianto non allineato ai due precedenti affinché la forza assiale esercitata da quest'ultimo contrasti il momento flettente dei primi due. Quindi nella progettazione di una protesi su impianti è necessario distribuire le fixture lungo la cresta ossea evitando un allineamento dei pilastri per minimizzare il momento flettente esistente a meno di non avere una direzione di applicazione del carico perfettamente in asse con gli impianti, soluzione non realizzabile dal fisiologico pattern masticatorio. Nella configurazione V-II-V, grazie anche alla forma dell'arco mascellare, il posizionamento di 2 impianti posteriormente al seno

mascellare garantisce un poligono protesico ed una superficie masticatoria più ampia su cui distribuire il carico occlusale, minimizzando i rischi di sovraccarico biomeccanico esistenti in presenza di cantilever distali:



La possibilità di dotare la protesi anche dei secondi molari mascellari rende questa tecnica idonea a chi possiede i corrispettivi denti antagonisti garantendo una masticazione bilanciata e completa.

Soggetti con robusta muscolatura masticatoria, con un profilo brachicefalo ed una riabilitazione dell'arcata antagonista, rappresentata da una protesi su impianti, possono esercitare carichi masticatori considerevoli, sollecitando l'intera struttura riabilitativa in tutte le sue componenti.

Il posizionamento di 6 impianti adeguatamente distribuiti, un'elevata stabilità primaria grazie all'ancoraggio di più corticali e una travata passiva priva di cantilever possono garantire maggiori possibilità di successo nel tempo.

I risultati di uno studio prospettico condotto dall'ideatore della tecnica (Agliardi 2008) indicano percentuali di successo chirurgico e protesico del

100% su un totale di 21 pazienti trattati e di 126 impianti inseriti in un follow-up di 24 mesi.

La tecnica V-II-V può essere quindi considerata una valida alternativa per la riabilitazione immediata del mascellare atrofico, almeno nel breve-medio termine.

Esistono comunque alcune limitazioni alla metodica, prime fra tutte la riflessione del lembo esteso dalla regione pterigoidea alla controlaterale con una discreta morbidità post-operatoria. Inoltre, la difficile visione diretta, delle zone posteriori e la ricerca dell'ancoraggio delle corticali del seno mascellare, indirizzano l'uso di questa tecnica a chirurghi di considerevole esperienza, in grado di effettuare un'attenta progettazione basata su un'accurata analisi clinica e radiologica della morfologia ossea del paziente.

Grazie all'avvento del software di programmazione computer-assistita e della chirurgia senza lembo (flapless), tutti questi limiti possono essere ovviati, rendendo la metodica accessibile a un maggior numero di pazienti.

6.2 Vantaggi della tecnica V-II-V

1) Posizionamento di un limitato numero di impianti per una riabilitazione

Protesi immediata totale;

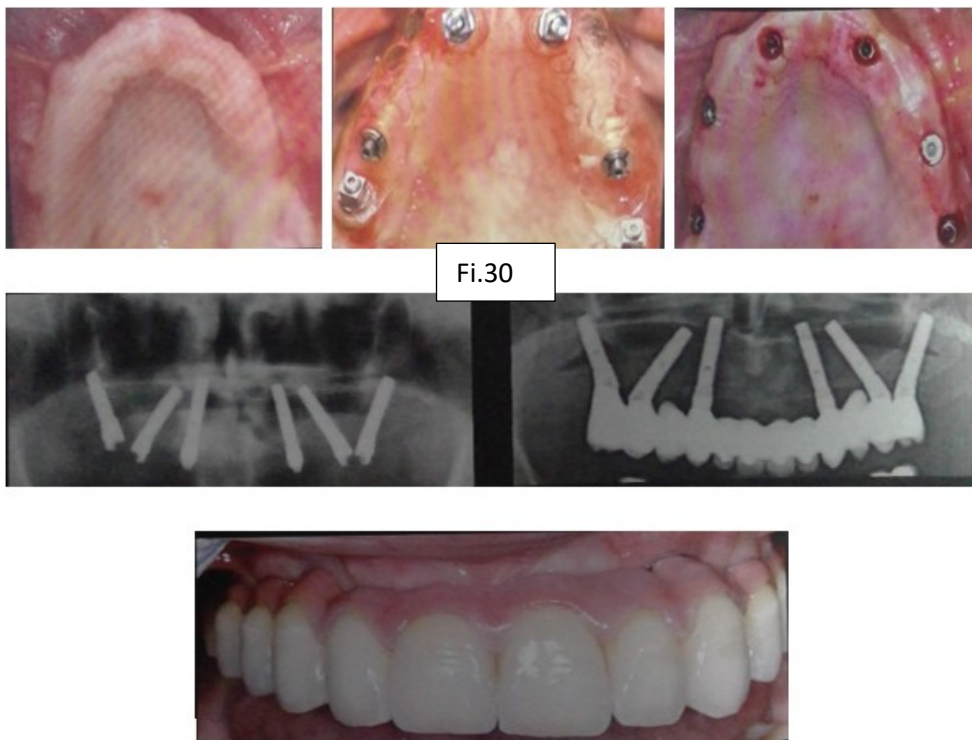
2) Lunghezza implantare quasi sempre tra 13 e 15 mm in osso D2 e D3;

3) Due emergenze per lato a livello della zona molare dove si registrano i

Maggiori carichi masticatori;

4) Assenza di cantilever:

5) Nessuna necessità di interventi di chirurgia ricostruttiva pre-protetica;



CONCLUSIONI

Gli obiettivi della riabilitazione protesica su impianti sono funzionali ed estetici. Anatomicamente, la perdita degli elementi dentali porta a modifiche importanti che rendono difficile una riabilitazione convenzionale, richiesta ai nostri giorni da un numero di invalidi orali sempre più esiguo.

Il primo protocollo di riabilitazione su impianti fu sviluppato negli anni 90 e prevedevano la *riabilitazione di tipo Toronto-Branemark* o *l'Overdenture su impianti*.

Oggi, grazie all'introduzione degli impianti inclinati che vede la sua massima espressione di mininvasività nella *all-on-four* e nella *V-II-V* computer guidata con tecnica flapless, questo tipo di riabilitazioni, anche per i costi ridotti, sono entrate nel quotidiano di molti specialisti a vantaggio dei pazienti.

Il concetto di mininvasività, importante soprattutto in quei casi di atrofia che si vengono a creare dopo lunghi periodi di edentulia ha risolto in parte, anche questo tipo di problematica, poiché gli impianti inclinati vanno a by-passare strutture anatomiche sensibili quali l'emergenza del nervo alveolare inferiore e il seno mascellare.

I primi protocolli furono introdotti nel 2003 da Paul Malò e collaboratori, i quali pubblicarono la prima ricerca che mirava a validare la tecnica ALL-ON -FOUR su un certo numero di casi e nel tempo hanno subito poche variazioni sia nel tipo di impianti che nel tipo di riabilitazione protesica. Aumentando l'esperienza clinica e raffinando i protocolli per materiali e tecniche si è arrivati a protocolli ripetibili, utili agli operatori per soddisfare i requisiti di estetica, funzionalità e mantenimento dei risultati nel tempo. Le metodiche implanto-protesiche All-on-four e V-II-V rappresentano una valida soluzione per il trattamento di edentulie complete mandibolari o mascellari e sono particolarmente indicate nei casi di severa atrofia nei settori latero-posteriori, come confermato dalle casistiche presentate nelle ricerche bibliografiche degli ultimi 20 anni sia su studi retrospettivi che prospettivi. La relativa semplicità di esecuzione unita ad un protocollo operativo minimamente invasivo ed alla possibilità di attuare il carico immediato, rendono entrambe le

tecniche ben accettate dai pazienti. Tali fondamenti si basano su presupposti teorici, validi e confermati scientificamente che, uniti agli ottimi risultati a breve e medio e lungo termine, ne confermano la predicibilità. Inoltre, il continuo aggiornamento delle tecniche, il miglioramento dei materiali e la disponibilità di sempre più componenti protesiche ha favorito la diffusione di questa metodica nell'uso quotidiano. Le tecniche attuali, sempre più votate al digitale, prevedono l'uso di software dedicati attraverso i quali è possibile creare la dima chirurgica che guida l'inserimento dell'impianto evitando, in molti casi, il ricorso all'apertura di un lembo mucoso. Questo rende la fase chirurgica meno invasiva e con la stessa predicibilità di risultato a lungo termine.

Oggi possiamo affermare che questi protocolli rappresentano il raggiungimento di quell'obiettivo cercato e raggiunto che accomuna i desideri sia del clinico che dei pazienti.

Bibliografia e risorse di approfondimento

- Adell R, Lekholm U, Branemark PI, Jemt. A London-term follow up study of osseointegrated implants in the treatment edentulous jaws. J Oral Maxillofac implants 1990;5:347-359.

- Bellini CM, Romeo D, Agliardi E, Pietrabissa R, Zampelis A Franchetti L. A finite element analysis of tilted versus nontilted implant configurations in the edentulous maxilla. *Int J Prosthodont* 2009;
- Branemark PI, Hansson BO, Adell R, et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw: Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1997.
- Misch CE, Suzuki JB, Misch-Dietsh FM, Bidez MW. A positive correlation between occlusal trauma and peri-implant bone loss: literature support. *Implant Dent* 2005 Jun.
- Albrektsson T, Branemark P-I, Hansson H-A, Lindström J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop scand* 1981.
- Albrektsson T, Wennerberg A. The impact of oral implants- past and future. *Can Dent Assoc*. 2005 May; 71(5): 327.
- Steingengas J, Al-shammari K, Misch C et al: Effects of implant thread geometry on percentage of osseointegration and resistance to reverse torque in the tibia of rabbits, *J Periodontol* 75:1233-1241, 2004.
- Albrektsson T., Johansson C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. *European Spine Journal*, 2001; 10: S96-S101;
- Graf H, occlusal forces during function. In Rowe NH, editor: *Proceedings of symposium on occlusal research in form and function*, Ann Arbor, Mich, 1975, University of Michigan
- Aldikaçti M, Açıkgöz G, Türk T, Trisi P. Long-term evaluation of sandblasted and acid-etched implants used as orthodontic anchors in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125(2)
- Misch CE: classification de l'os disponible en implantologie 6(7):6-11, 1992

- Enrico Gherlone. Riabilitazioni implantoprotetiche e chirurgia minimamente invasiva. Ed. Ariesdue 2013
- Malo P, de Araújo Nobre M, Lopes A, Moss SM, Molina GJ A longitudinal study of the survival of All-on-4 implants in the mandible with up to 10 years of follow-up. J Am Dent Assoc. 2010 Mar;142(3):310-20
- Agliardi E, Clericò M, Ciancio P, Massironi D. Immediate loading of full-arch fixed prosthesis supported by axial and tilted implants for the treatment of edentulous atrophic mandible. Quintessence international 2010.
- Brosh T, Pilo R, Sudai D. The influence of abutment angulation on strains and stresses along the bone implant interface: comparison between two experimental techniques. J Prosthet Dent. 1998 Mar; 79(3): 328-34.
- Agliardi EL, Francetti L, Romeo D, Del Fabbro M. Immediate rehabilitation of the edentulous maxilla: preliminary results of a single-cohort prospective study. nt J Oral Maxillo implant. 2009 Sep-Oct 24(25):887-95
- Francetti L, Agliardi E, Testori T, Romeo D, Taschieri S, Del Fabbro M. Immediate rehabilitation of the mandible with fixed full prosthesis supported by axial and tilted implants: interim results of a single cohort prospective study. Clin Implant Dent Relat Res. 2008 Dec;10(4):255-63.

