

Mantenimento crestale attraverso l'ottimizzazione del disegno implantare: il Crest Module

La conservazione dell'osso crestale è divenuta negli ultimi anni uno degli obiettivi principali, in implantologia orale per raggiungere un prevedibile successo a lungo termine. La maggior parte dei disegni implantari mostrano una perdita ossea a forma di cono fino a livello della prima filettatura, iniziando dal primo anno dal carico occlusale. La ragione è di origine multi fattoriale, come è noto, ma le recenti ricerche dimostrano che la macro-geometria dell'impianto svolge un ruolo importante ai fini della conservazione a lungo termine della cresta ossea.

PAROLE CHIAVE: Conservazione osso crestale, Macrostruttura dell'impianto, Spalla convergente, Doppio platform switching, Crest Module.

| Mauro Marincola

Reparto di Implantologia Dentale. Facoltà di Odontoiatria. Università di Cartagena

| Miguel Simancas-Pallares

Reparto di Implantologia Dentale. Facoltà di Odontoiatria. Università di Cartagena. Istituto di Ricerca. Facoltà di Odontoiatria. Università di Cartagena

| Luisa Arévalo-Tovar

| Guido Benedetti-Angulo

| Jaime Guzmán-De Ávila

| Edwin Puello-Del Río

Reparto di Implantologia Dentale. Facoltà di Odontoiatria. Università di Cartagena.

Reparto di Medicina e Chirurgia Orale. Facoltà di Odontoiatria. Università di Cartagena

| Giorgio Lombardo

Professore Associato, Dipartimento di Scienze Morfologico-Biomediche, Clinica Odontoiatrica e di Chirurgia Maxillo-Facciale, Verona

Corrispondenza

Giorgio Lombardo

Dipartimento Scienze

Morfologiche-Biomediche

Sezione Odontostomatologia

Università degli Studi di Verona

P.le L.A.Scuro 10, 37134 Verona

Tel/Fax +39 045 8124865

giorgio.lombardo@univr.it

INTRODUZIONE

È consenso generale che il mantenimento del tessuto osseo, attorno agli impianti dentali, sia una delle caratteristiche più importanti nella realizzazione di un trattamento implantare a lungo termine e che la progressiva perdita di massa ossea riduca drasticamente le possibilità di sopravvivenza degli impianti dentali sotto carico occlusale.¹⁻³ Anche se il raggiungimento dell'osteointegrazione di un impianto è importante per ottenere il successo del trattamento, non indica necessariamente che questa interfaccia

osso-biomateriale mantenga la sua integrità nel corso della vita del paziente, dal momento che un gran numero di fattori giocano un ruolo sulla cinetica del tessuto mineralizzato.⁴⁻⁶

Di particolare interesse, per l'operatore sanitario, è la perdita di osso crestale attorno ad un impianto che può verificarsi durante il primo anno dal carico protesico dell'impianto stesso.⁷⁻⁹ Una volta che questa perdita avanza, si potrà compromettere drasticamente l'ancoraggio biomeccanico dell'impianto-protesi, con conseguente compromissione del trattamento.^{10,11}

Fattori che causano perdita di osso crestale

Questa perdita può essere attribuita a diversi fattori:¹²⁻¹⁵

- trauma durante la procedura chirurgica;
- esposizione dell'impianto durante la guarigione dei tessuti molli;
- infezioni/inflammazioni durante il periodo di guarigione;
- colonizzazione batterica nel gap Impianto-pilastro con conseguente infiammazione dei tessuti peri-crestali;
- forze occlusali eccessive;
- carico-anticipato di un'interfaccia osso-biomateriale biomeccanicamente non adeguato;
- macrostruttura dell'impianto incongrua.

Tra le potenziali cause elencate, molte possono essere evitate dal clinico con un adeguato trattamento di pianificazione e gestione del paziente; mentre altre possono essere valutate/evitate attraverso i concetti di ingegneria. È importante notare che nella maggioranza dei casi non c'è un singolo fattore, ma la sinergia di diverse cause che mediano la perdita progressiva del tessuto mineralizzato attorno agli impianti dentali.

Oltre ad un'adeguata pianificazione del trattamento, per consentire il giusto numero e il posizionamento ideale degli impianti, si aggiunge una corretta anamnesi del paziente, un'accurata preparazione pre-chirurgica del cavo orale ed eventuali cure farmacologiche di tipo propedeutico. Inoltre, una volta che numero e posizione corretta degli impianti è stata raggiunta, si facilita il restauro designato con

conseguente adeguamento occlusale. Diminuisce così in larga misura, il fattore puramente tecnico come causa della perdita di massa ossea crestale (Figg. 1,2).

Altro fattore controllabile è l'aspetto ingegneristico di un sistema implantare. I fattori da considerare sono: il modulo crestale dell'impianto e la connessione impianto-pilastro.^{9,16,17} Anche se ci sono prove cliniche che le due considerazioni possano svolgere un ruolo significativo sulla perdita dell'osso crestale attorno agli impianti, la quantificazione di questo processo non è stata a tutt'oggi dimostrata sperimentalmente, a causa della natura multifattoriale in oggetto. Le teorie descritte, in una serie di articoli, mettono in relazione la perdita di osso crestale, il disegno implantare a livello crestale (chiamato modulo crestale o Crest Module) e le connessioni dell'impianto, in particolare quella che collega l'impianto al suo rispettivo moncone. Queste teorie sono in accordo qualitativo con le osservazioni cliniche per i diversi disegni implantari.¹⁸

I moduli crestali e biomeccanica implantare

Al momento esistono, su scala commerciale, tre diversi modelli base di moduli crestali degli impianti.¹⁸ Queste diverse geometrie sono illustrate nella figura 3. Il modulo crestale con il collo che diverge verso l'occlusale, sarà chiamato "a forma di vaso" (VS), quello che si scosta verso l'occlusale, "cilindrico" (C) e quello che converge per l'occlusale, "a forma di razzo" (RS).

L'analisi qualitativa statica matematica riguardo a questi tre diversi disegni Crest Module

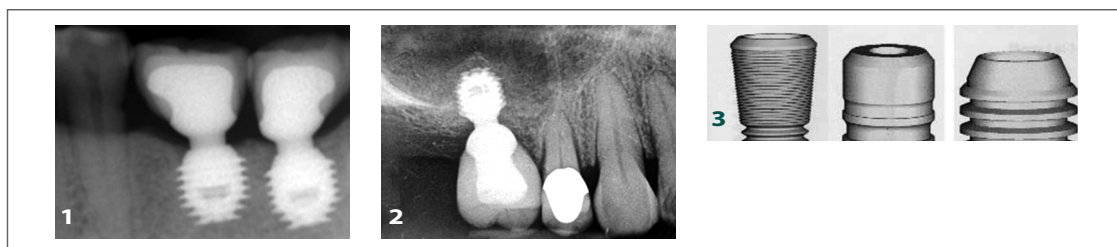


Fig. 1 Rx a 12 anni di impianti di tipo a plateau con connessione conometrica che sostituiscono gli elementi dentali mancanti. Si denota il mantenimento a lungo termine della cresta ossea che si deposita sulla spalla degli impianti sub-crestali.

Fig. 2 Rx a 9 anni di impianto Short (Bicon 6 x 6 mm) inserito con tecnica di rialzo crestale. L'impianto si trovava durante la guarigione completamente immerso nell'innesto di β -tricalcio fosfato (Synthograft™). Rilevante di nuovo il mantenimento dell'osso crestale.

Fig. 3 I tre diversi disegni di modulo crestale. Da sinistra a destra: forma "a vaso", "cilindrica" e "a razzo".

è stata citata in diversi libri di testo di implantologia¹⁹ e dimostrata in numerosi testi di biomeccanica e biomimetica su impianti.

Il modo più opportuno per affrontare questo tipo di problematiche è una formulazione meccanica e matematica con l'ausilio di software per computer, FEA (Finite Element Analysis) (Fig. 4).

La comprensione qualitativa del Crest Module può essere facilmente raggiunta attraverso dimostrazioni semplici, applicate su elementi implanto-protetici singoli:

1. Le forze alle quali l'impianto è sottoposto durante la funzione, sono di natura complessa a causa dei piani obliqui. Su una corona, risultano forze vettrici sia verticali che orizzontali. Tali forze causeranno movimenti rotazionali che possono aumentare significativamente il carico al quale è sottoposto l'impianto.

Una componente di forza orizzontale, che agisce sull'impianto, esisterà sempre,²⁰ a meno che il carico sia solo verticale e perfettamente allineato con l'asse lungo l'impianto.

2. Si consideri il disegno schematico di un impianto a forma di vaso, cilindrico e a razzo, come illustrato nella figura 5. In questi disegni, si nota che il diametro degli impianti nella massima larghezza è lo stesso per tutti i tipi di impianto. Inoltre tali impianti sono all'interno del settore osseo per la loro intera estensione (il modulo crestale o Crest Module è totalmente immerso nell'osso).

Si può osservare che nella regione cervicale del modulo crestale l'apporto di osso attorno al modulo stesso (freccette rosse) è minore per l'impianto a forma di vaso che per le altre due tipologie. Infatti l'impianto a forma di vaso ha una minore quantità di osso per dissipazione delle forze, dimostrando che l'osso attorno a questo disegno può essere soggetto, qualora sovraccaricato, a maggiore perdita ossea crestale rispetto alle altre due tipologie.²¹ Questa condizione è clinicamente accentuata a livello del collo implantare, dove è presente una minore quantità di osso di tutto il perimetro del modulo implantare. Questa teoria è in accordo qualitativo con le osservazioni cliniche dove gli impianti a forma di vaso o a forma cilindrica presentano una lenta ma graduale perdita di sostanza ossea, successiva al loro carico, mentre la forma a razzo risulterebbe la più favorevole al mantenimento dell'osso crestale²² (Figg. 6-9).

Nonostante la maggiore quantità di osso in zona cervicale del modulo crestale dell'impianto cilindrico rispetto all'impianto a forma di vaso, dimostrata da modelli matematici in accordo con le osservazioni cliniche, vi è una progressiva perdita ossea attorno agli impianti che presentano questa geometria. Ciò è probabilmente dovuto alle sollecitazioni a taglio interfacciale alto (taglio puro) alle quali questi impianti sono sottoposti sotto carico verticale. Per le altre due geometrie, questa progressiva perdita di tessuto osseo non si verifica nella stessa misura.²³

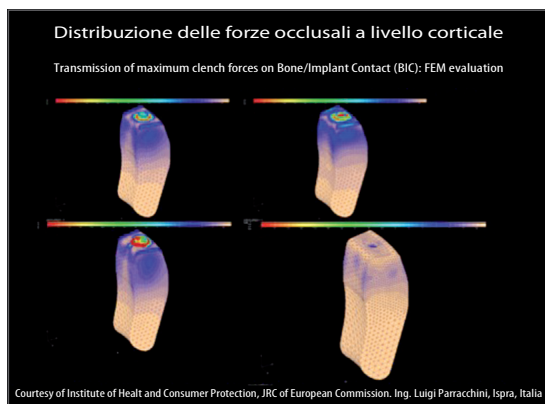


Fig. 4 FEA di 4 moduli crestali sollecitati su replica di mandibola tipo D1 con forze occlusali verticali, orizzontali e rotatorie. I primi tre moduli scaricano le forze occlusali lungo l'osso crestale; mentre il modulo crestale inferiore di destra non sollecita la cresta ossea, in quanto l'impianto si trova immerso nell'osso midollare senza interagire con l'osso crestale.

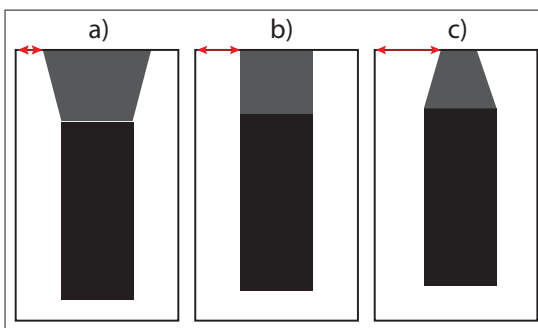


Fig. 5 Gli impianti immersi nell'osso hanno la stessa dimensione. Si evidenzia la quantità di osso presente sulla parte più alta dell'impianto (rappresentata da freccette rosse). La quantità di osso attorno al modulo crestale è di fondamentale importanza per la distribuzione delle forze occlusali.

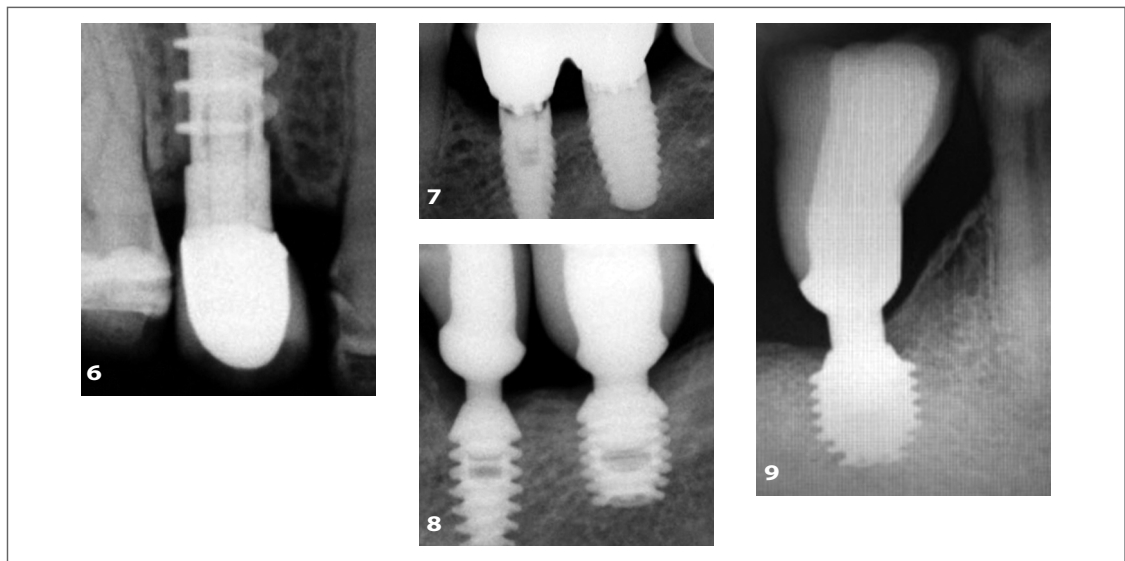


Fig. 6 Perdita di osso crestale attorno ad un collo implantare a forma cilindrica fino alla prima filettatura.

Fig. 7 Perdita ossea intorno al collo di impianti a forma di vaso. Si noti il macrogap a livello della connessione dell' impianto distale che comunque non sembra avere riassorbimento, in quanto in posizione transmucosa.

Fig. 8 Conservazione della cresta attorno al collo di impianti singoli a forma di razzo. La spalla spiovente con platform switching garantisce la crescita ossea attorno al modulo crestale dell'impianto.

Fig. 9 Rx a 10 anni di impianto Short (Bicon 6 x 6 mm) con ratio impianto/corona di 1 a 5. Il design a plateau, la connessione conometrica con sigillo batterico e la spalla convergente a forma di razzo posta sotto cresta assicura una favorevole biomeccanica anche in situazioni cliniche apparentemente sfavorevoli.

Quando si verifica perdita ossea della parte superiore del modulo, (in basso verso la cresta), a causa di sfavorevoli condizioni biomeccaniche, si perde gradualmente l'ancoraggio dell'impianto e aumenta il carico del restante osso attorno al modulo a causa dell'incremento del valore dei vettori di forza. Questo dato è stato oggetto di vari studi e protocolli di ricerca clinica, soprattutto attorno agli impianti a forma di vaso, dove teoricamente questa perdita di massa ossea si evolverebbe fino alla totale perdita di stabilità implantare. Tuttavia è da evidenziare che clinicamente questa perdita di sostanza ossea si ferma di solito alla prima filettatura e nella maggior parte dei casi non rappresenta fallimento dell'impianto. Infatti, questi impianti rimarranno in funzione per un lungo periodo di tempo senza complicazioni nel corso della loro vita clinica.²⁴ Questo stop improvviso al primo thread, potrebbe essere collegato all'allontanamento della cresta dalla zona di contaminazione batterica, che si verifica con la presenza di una lacuna a livello della connessione impianto-pilastro.⁴ Questo fenomeno

è stato preso in considerazione da diversi ricercatori, che hanno cambiato i protocolli chirurgici e protesici per arginare gli inconvenienti della perdita di tessuto osseo, ottenendo risultati migliori, soprattutto nelle regioni esteticamente compromesse, dove la perdita di tessuto osseo attorno al modulo crestale dell'impianto rende difficile la manipolazione ed il mantenimento dei tessuti molli (Figg. 10-14).

CASO CLINICO

Paziente di 62 anni con affezione parodontale cronica a livello dei 4 incisivi inferiori si presenta presso nostro istituto per effettuare le estrazioni degli elementi compromessi.

Gli spazi interprossimali sono di ridotte dimensioni da non poter inserire impianti singoli con modulo crestale a vaso o cilindrico. I 3 mm di distanza tra un impianto e l'altro e tra denti naturali e queste tipologie implantari non potranno essere rispettati. Optiamo quindi per im-

CASE REPORT

pianti con collo convergente o a forma di razzo (Fig. 15). Questi ultimi sono a posizionamento sub-crestale (2 mm sotto cresta) e la porzione occupante l'osso crestale si ridurrà, dopo la riapertura, ad un diametro di soli 2 mm corrispondente al gambo del moncone protesico (Fig. 16).

Il diametro dell'osteotomia e dei primi plateau di questo impianto di forma radicolare era di 3,5 mm e la lunghezza di 11 mm. La scelta di tale lunghezza, atipica per una casa implan-

tare leader nella produzione di impianti corti, è data dal fatto che nella tecnica di inserzione postestrattiva immediata, si scelgono impianti più lunghi per ottenere una stabilità primaria apicale. Quest'ultima risulta necessaria per stabilizzare gli impianti nelle giuste traiettorie protesiche.

Ricapitolando, a causa degli spazi interprossimali ridotti, la scelta obbligata per questo caso era rivolta ad impianti con caratteristica di

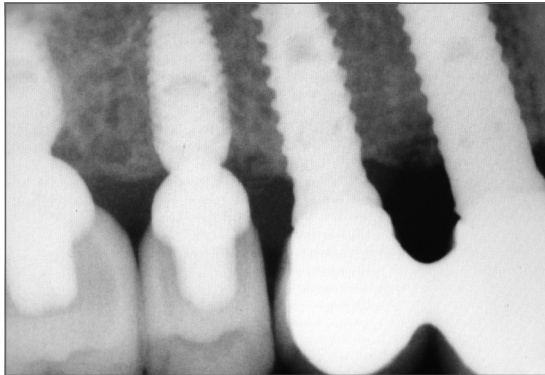


Fig. 10 Confronto tra un impianto a forma di vaso (*a destra*) e uno a forma di razzo (*a sinistra*) a livello crestale nel design dell'impianto. Si nota come l'osso crestale si è stabilizzato sulla spalla convergente.



Fig. 11 Da un punto di vista clinico la forma a vaso può creare problematiche estetiche significative, in particolare se collocate in zona estetica. Si osserva a livello dell'impianto a vaso l'esposizione gengivale del collo dell'impianto mentre nell'impianto a razzo la componente esposta fa parte del moncone.



Figg. 12,13 L'esposizione gengivale del moncone è facilmente correggibile con copertura protesica della porzione esposta e correzione del profilo emergente cervicale.

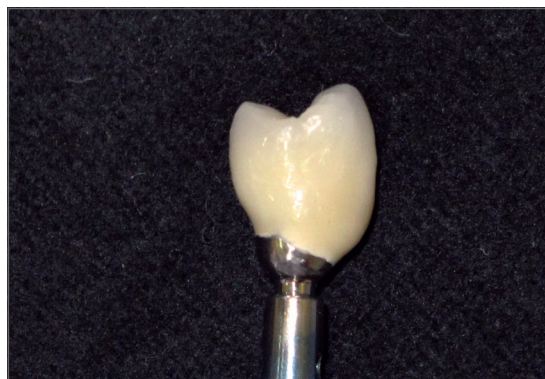


Fig. 14 Confronto tra un impianto a forma di vaso (*a destra*) e uno a forma di razzo (*a sinistra*) a livello crestale nel design dell'impianto. Si nota come l'osso crestale si è stabilizzato sulla spalla convergente.



CASE REPORT

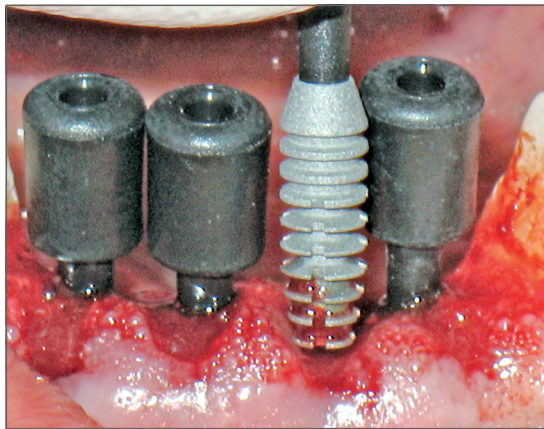


Fig. 15 Inserimento postestrattivo di impianto a plateau con un diametro da 3,5 mm con collo convergente a forma di razzo che si riduce a livello crestale a 2 mm di diametro. Si notino i profili emergenti sottili da 2 mm dei monconi da inserzione che riducono la presenza crestale degli impianti.

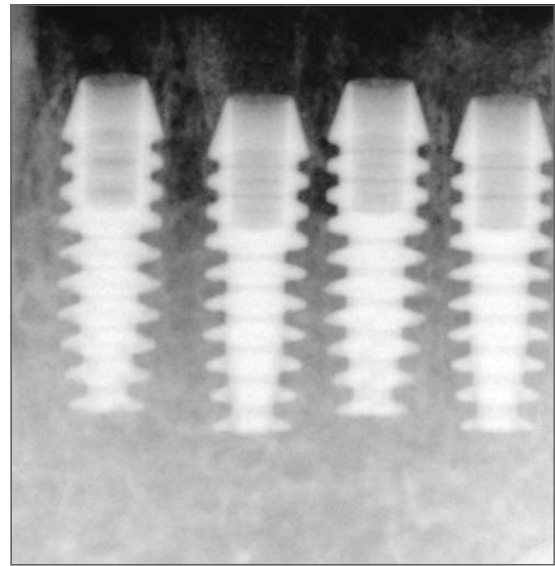
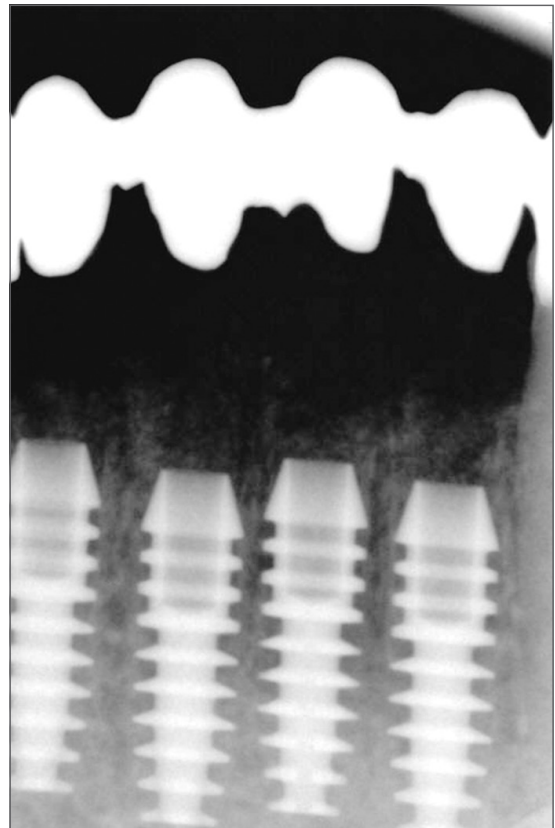


Fig. 16 Rx post-inserzione. Gli impianti a forma radicolare e di tipo a plateau non devono rispettare la distanza di 3 mm tra l'uno e l'altro. Si noti la ridotta presenza del modulo crestale con forma a razzo a livello dell'osso crestale ed il posizionamento di 2 mm sotto cresta degli impianti.



Fig. 17 Provvisorio fisso tipo Maryland che protegge il sito implantare postestrattivo.

Fig. 18 Rx dopo 3 mesi di guarigione e prima della riapertura. Gli impianti sono totalmente immersi sotto osso.



platform switching a livello del collo implantare che inoltre non sarà visibile durante la seconda fase chirurgica. Generalmente, osso corticale si depositerà sulla superficie convergente dell'im-

pianto e solo il tappo di cicatrizzazione in teflon chirurgico nero, che protegge il pozzetto dell'impianto, sarà visibile a livello crestale una volta scollata la gengiva per ottenere l'accesso

CASE REPORT

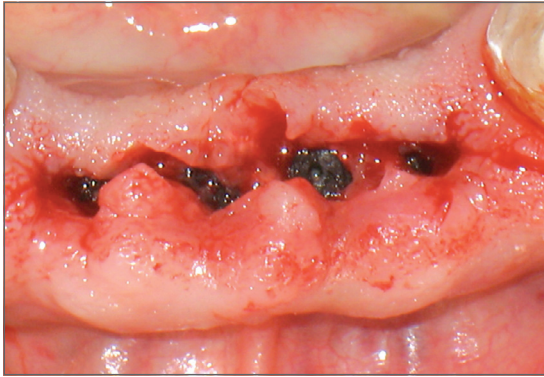


Fig. 19 Alla riapertura appaiono solo i tappi di guarigione in teflon chirurgico che proteggono il pozzetto di connessione protesica. Il lembo è a forma semilunare e mini-invasivo.

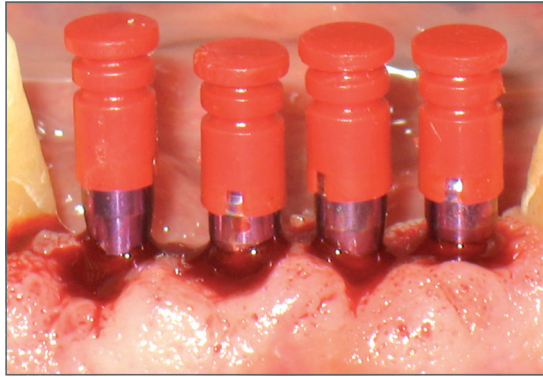


Fig. 20 Presa di impronta con i transfer. Si evidenzia il platform switching con i transfer da 2 mm inseriti nel pozzetto degli impianti con diametro 3,5 mm.

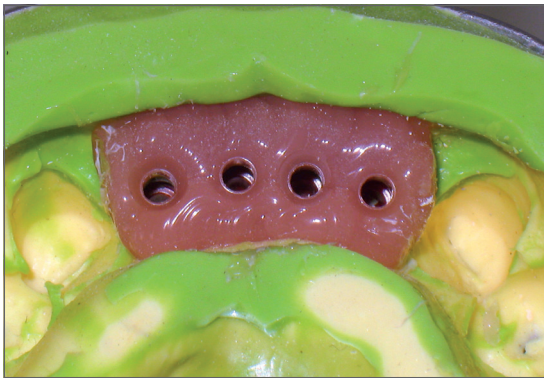


Fig. 21 Impronta con replica gengivale. Le capette secondarie inserite sopra i transfer permangono nell'impronta monofasica in silicone.



Fig. 22 Integrated Abutment Crown (IAC) singole su modello che illustrano di nuovo il vantaggio della forma a razzo a livello del collo implantare. Gli spazi interprossimali tra le spalle convergenti e i gambi da 2 mm è tale da permettere clinicamente all'osso crestale di sostenere i tessuti molli circostanti.

alla connessione conometrica (locking taper) dell'impianto (Fig. 19).

In questo caso si decise di protesizzare temporaneamente la zona impiantata con un Maryland cementato ai denti adiacenti e dopo 3 mesi di guarigione si inizia la riapertura con presa di impronta durante la stessa seduta (Figg. 17-21).

Il laboratorio seleziona i monconi su modello che saranno preparati ad accogliere una ceramica ibrida (Ceramage, Shofu), la quale verrà fusa chimicamente sui monconi pieni del sistema Bicon e le varie stratificazioni verranno foto polimerizzate in appositi forni per compositi. Le corone singole si presenteranno senza margini di preparazione cementabili e con profili emergenti più naturali (Fig. 22).

Le corone singole verranno poi inserite dal clinico utilizzando un jig (mascherina) di posizionamento. Comunque, l'inserzione sarà di

semplice esecuzione in quanto la connessione conometrica non è indicizzata eccetto che in direzione verticale. Questa connessione è priva di viti e il gambo del moncone inserito nel pozzetto dell'impianto si tiene sia per la conometria stretta tra le pareti di 1,5 gradi, sia per il fatto che la fissazione finale avviene tramite un fenomeno fisico chiamato saldatura a freddo.¹⁹

Ciò permette di ruotare il gambo liberamente nel pozzetto, ottenendo posizioni infinite ma, una volta raggiunta la posizione desiderata viene battuto il moncone nel pozzetto e si attiverà la saldatura a freddo (Fig. 23).

Il Crest Module favorevole di questo impianto, si presenta con dei plateau che delimitano della camere di guarigione favorevoli ad un accrescimento di tipo trabecolare dell'osso midollare¹⁸, questo fa sì che l'osso occupi gran parte della cresta e l'impianto si trovi comple-

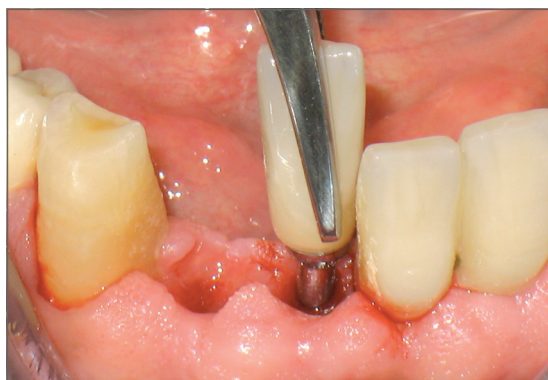


Fig. 23 Inserzione di IAC singola. L'assenza di index orizzontali permette di posizionare il gambo della corona nel pozzetto dell'impianto semplicemente seguendo l'anatomia della corona.



Fig. 24 Controllo clinico dopo 1 anno dall'inserzione protesica. La forma anatomica delle papille si è potuta mantenere a lungo termine perché sostenuta da osso crestale sottostante.

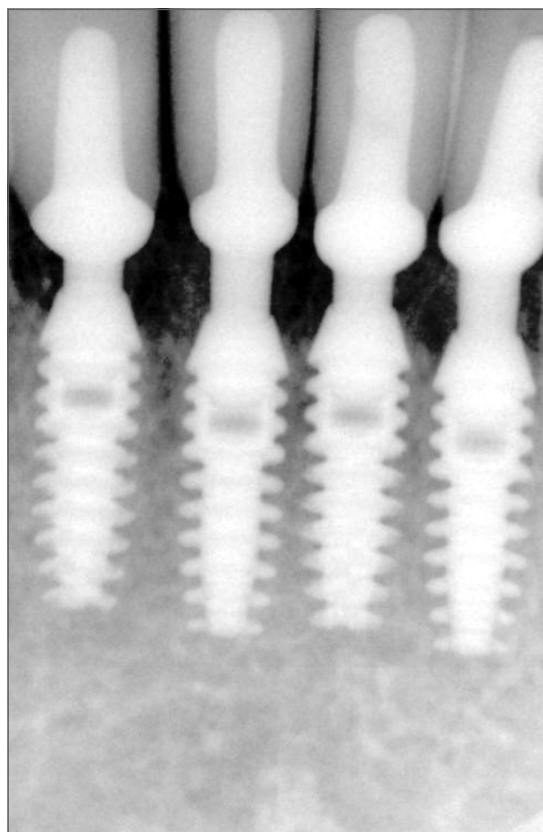


Fig. 25 Rx di controllo dopo 8 anni. L'osso crestale si mantiene sopra il collo implantare a forma di razzo. Il modulo crestale consiste nel collo convergente da 2 mm di diametro, il gambo protesico da 2 mm di diametro e il profilo emisferico del moncone da 4 mm di diametro, che sostiene i tessuti molli e il mantenimento della loro forma anatomica (Tecnica della doppia piattaforma).

tamente immerso con la sua fixture nell'osso midollare.

In cresta l'unica parte occupata sarà data dalla misura del gambo del moncone protesico.

Ciò permette ai tessuti molli di posizionarsi sull'osso anche negli spazi interprossimali in modo tale da poter rispettare tutti i principi dell'ampiezza biologica e così stabilizzarsi a lungo termine intorno ai manufatti impianto-protesici (Figg. 24,25).

CONCLUSIONI

In sintesi, è ampiamente accettato che la perdita di osso attorno al modulo crestale o Crest Module dell'impianto sia di natura multifattoriale e che da un punto di vista ingegneristico sia legata alla progettazione di questi dispositivi (disegno del modulo crestale e tipologia della connessione im-

pianto/abutment).^{25,26} Da un punto di vista puramente meccanico, quando lo stesso diametro impianto viene messo a confronto con i tre diversi disegni di impianto, alle stesse condizioni cliniche, sarà il modulo crestale a forma di razzo quello che presenta meno probabilità di perdita ossea a causa della maggiore quantità di osso attorno al suo modulo crestale, contribuendo ad una migliore dissipazione del carico funzionale.^{27,28}

È fondamentale ricordare che una conservazione a lungo termine della cresta ossea rende l'uso di impianti corti prevedibili ed incoraggia il medico ad utilizzare impianti corti in tutti i tipi e qualità di osso. Il modulo a forma di razzo con spalla convergente può essere considerato come la progettazione ideale per un impianto, in quanto garantisce una distribuzione omogenea delle forze occlusali attorno al collo dell'impianto stesso.²³

In passato, si credeva che gli impianti dentali dovessero avere almeno 10 mm di lunghezza per

assicurare un buon funzionamento e una buona osteointegrazione.²⁹ Studi recenti, tuttavia, indicano che anche gli impianti dentali corti (≤ 8 mm) danno risultati a lungo termine sovrapponibili agli impianti standard.^{30,31}

In particolare, gli impianti con macrostruttura a forma di plateau e con connessione conometrica, che permette un sigillo batterico tra impianto e moncone (Bicon Dental Implants), hanno dimostrato, in 32 anni di esperienza clinica, che gli Short Implants di 5,6 e 8 mm di lunghezza sono un'ottima soluzione a lungo termine per risolvere la maggior parte dei casi clinici.^{27,32}

BIBLIOGRAFIA

1. Kitamura E, Stegaroiu R, Nomura S, Miyakawa O. Influence of marginal bone resorption on stress around an implant—a three-dimensional finite element analysis. *J Oral Rehabil.* 2005;32(4):279-86.
2. Horowitz RA. Current Implant Designs to Maintain Crestal Bone and Gingiva. *Functional Esthetics & Restorative Dentistry.* 1(2):88-92.
3. Misch CE, Bidez A. A scientific rationale for dental implant. In: Misch CE, editor. *Contemporary Implant Dentistry.* 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1999. p. 329-43.
4. King GN, Herrmann JS, Schoofield JD, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on crestal bone levels in non-submerged dental implants: a radiographic study in the canine mandible. *J Periodontol.* 2002;73(10):1111-7.
5. Tawil G, Aboujaoude N, Younan R. Influence of prosthetic parameters on the survival and complication rates of short implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006;21(2):275-82.
6. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1986;1(1):11-25.
7. Ericsson I, Randow K, Nilner K, Peterson A. Early functional loading of Branemark dental implants: 5-year clinical follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2000;2(2):70-7.
8. Calvo-Guirado JL, Gomez-Moreno G, Lopez-Mari L, Guardia J, Negri B, Martinez-Gonzalez JM. Crestal bone loss evaluation in osseointegrated platform implants: a 5-year study. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22(12):1409-14.
9. Cassetta M, Di Mambro A, Giansanti M, Brandetti G. The Survival of Morse Cone-Connection Implants with Platform Switch. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2016;31(5):1031-9.
10. Leonard G, Coelho P, Polyzois I, Stassen L, Claffey N. A study of the bone healing kinetics of plateau versus screw root design titanium dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(3):232-9.
11. Marcantonio C, Nicoli LG, Marcantonio Junior E, Zandim-Barcelos DL. Prevalence and Possible Risk Factors of Peri-implantitis: A Concept Review. *J Contemp Dent Pract.* 2015;16(9):750-7.
12. Oh TJ, Yoon J, Misch CE, Wang HL. The causes of early implant bone loss: myth or science? *J Periodontol.* 2002;73(3):322-33.
13. Esmaili F, Shirmohammadi A, Faramarzi M, Abolfazli N, Rasouli H, Fallahi S. Determination of vertical interproximal bone loss topography: correlation between indirect digital radiographic measurement and clinical measurement. *Iran J Radiol.* 2012;9(2):83-7.
14. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci.* 1998;106(3):721-64.
15. Goodacre CJ, Kan JY, Rungcharassaeng K. Clinical complications of osseointegrated implants. *J Prosthet Dent.* 1999;81(5):537-52.
16. Tada S, Stegaroiu R, Kitamura E, Miyakawa O, Kusakari H. Influence of implant design and bone quality on stress/strain distribution in bone around implants: a 3-dimensional finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003;18(3):357-68.
17. Aparna IN, Dhanasekar B, Lingeshwar D, Gupta L. Implant Crest Module: a review of biomechanical considerations. *Indian J Dent Res.* 2012;23(2):257-63.
18. Bozkaya D, Muftu S, Muftu A. Evaluation of load transfer characteristics of five different implants in compact bone at different load levels by finite elements analysis. *J Prosthet Dent.* 2004;92(6):523-30.
19. Bidez MW, Misch CE. Force transfer in implant dentistry: basic concepts and principles. *J Oral Implantol.* 1992;18(3):264-74.
20. Petrie CS, Williams JL. Shape optimization of dental implant designs under oblique loading using the p-version finite element method. *J Mechanics in Medicine and Biology.* 2002;2:339-45.
21. Lemons JE. Biomaterials, biomechanics, tissue healing, and immediate-function dental implants. *J Oral Implantol.* 2004;30(5):318-24.
22. Venuleo C, Chuang SK, Weed M, Dibart S. Long term bone level stability on Short Implants: A radiographic follow up study. *Journal of Maxillofacial & Oral Surgery.* 2008;7(3):340-5.
23. Marincola M, Coelho PG, Morgan V, Cicconetti A. The importance of crestal bone preservation in the use of short implants. *Journal of Advanced Dental Research.* 2010;2(1):15-8.
24. Merickse-Stern R, Aerni D, Geering AH, Buser D. Long-term evaluation of non-submerged hollow cylinder implants. Clinical and radiographic results. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12(3):252-9.
25. Lee JH, Frias V, Lee KW, Wright RF. Effect of implant size and shape on implant success rates: a literature review. *J Prosthet Dent.* 2005;94(4):377-81.
26. Macedo JP, Pereira J, Vahey BR, Henriques B, Benfatti CA, Magini RS, et al. Morse taper dental implants and platform switching: The new paradigm in oral implantology. *Eur J Dent.* 2016;10(1):148-54.
27. Urdaneta RA, Daher S, Lery J, Emanuel K, Chuang SK. Factors associated with crestal bone gain on single-tooth locking-taper implants: the effect of nonsteroidal anti-inflammatory drugs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26(5):1063-78.
28. Aslam A, Ahmed B. Platform-Switching to Preserve Peri-Implant Bone: A Meta-Analysis. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2016;26(4):315-9.
29. Bechara S, Kubilius R, Veronesi G, Pires JT, Shibli JA, Mangano FG. Short (6-mm) dental implants versus sinus floor elevation and placement of longer (≥ 10 -mm) dental implants: a randomized controlled trial with a 3-year follow-up. *Clin Oral Implants Res.* 2016.
30. Lombardo G, Pighi J, Marincola M, Corrocher G, Simancas-Pallares M, Nocini PF. Cumulative Success Rate of Short and Ultrashort Implants Supporting Single Crowns in the Posterior Maxilla: A 3-Year Retrospective Study. *Int J Dent.* 2017;2017:10.
31. das Neves FD, Fones D, Bernardes SR, do Prado CJ, Neto AJ. Short implants—an analysis of longitudinal studies. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006;21(1):86-93.
32. Urdaneta RA, Daher S, Leary J, Emanuel KM, Chuang SK. The survival of ultrashort locking-taper implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(3):644-54.