

L'importanza del mantenimento crestale nell'utilizzo degli Short® Implants

Mauro Marincola*, Paulo G Coelho**, Vincent Morgan***, Andrea Cicconetti****

La conservazione dell'osso crestale è diventata 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, dopo un anno di carico oclusale.

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. Questo articolo analizza l'importanza del crestal module o modulo crestale, cioè, della parte attiva tra impianto e moncone attorno alla quale si crea una zona di transizione delle forze oclusali verso l'interfaccia impianto/osso.

Parole chiave: Crest module, Conservazione dell'osso crestale, Macrostruttura dell'impianto, Spalla convergente, Doppia platform switching.

INTRODUZIONE

È consenso generale che il mantenimento del tessuto osseo attorno agli impianti dentali è una delle caratteristiche più importanti nella realizzazione di un trattamento implantare a

* Professore presso il Dipartimento di Implantologia Orale, Universidad de Cartagena, Colombia.

** Professore associato presso il Dipartimento di Biomateriali e Biomimetica, NYU, Stati Uniti.

*** Direttore clinico, Implant Dentistry Centre, Boston, Stati Uniti.

**** Professore aggregato nel Dipartimento di Scienze Odontostomatologiche, Univ. Sapienza, Roma.

Indirizzo per la corrispondenza:

Mauro Marincola
Studio Dentistico Camardent
Via dei Gracchi 285 - 00192 Roma
E-mail: mmarincola@gmail.com

lungo termine e che la progressiva perdita di sostanza ossea riduce drasticamente le possibilità di sopravvivenza degli impianti dentali sotto carico oclusale^{1,2}. Il raggiungimento dell'osteointegrazione implantare rappresenta solo il primo passo per un trattamento di successo, ed è fondamentale il suo mantenimento attraverso successive fasi di rimodellamento osseo periimplantare. Tale processo dovrà trovare un equilibrio tra le esigenze biomeccaniche dell'impianto e le capacità biologiche dell'osso durante tutta la vita del paziente^{3,4}.

Di particolare interesse per il clinico è la perdita di osso crestale che può verificarsi durante il primo anno dal carico protesico. Una volta che questa perdita procede, si potrà compromettere drasticamente l'ancoraggio biomeccanico della impianto/protesi, con conseguente compromissione del trattamento⁵.

Fattori che causano perdita di osso crestale:

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

Tra le potenziali cause elencate, molte possono essere evitate dal medico 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 favoriscono la perdita progressiva del tessuto mineralizzato attorno agli impianti dentali.

Alla base di un corretto trattamento implantare vi è un'anamnesi accurata seguita da una specifica pianificazione del piano terapeutico e da una esecuzione chirurgica rispettosa della sterilità, del trattamento dei tessuti, degli aspetti farmacologici, ecc. Eliminando in questo modo, la maggior parte delle cause iatrogene, è possibile identificare i fattori specifici sotto il profilo ingegneristico, dipendenti dalla metodica implantare utilizzata (Figg. 1,2).

I fattori da considerare sono: il modulo crestale dell'impianto e la connessione impiantopilastro⁶. Pure in presenza di prove cliniche, entrambi i fattori possono svolgere un ruolo significativo sulla perdita dell'osso crestale attorno agli impianti, l'effettiva spiegazione di questo processo non è stata sperimentalmente dimostrata a causa della sua natura multifattoriale. 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.

BIOMECCANICA IMPLANTARE DEI MODULI CRESTALI

Attualmente esistono, su scala commerciale, tre diversi modelli base di moduli crestali d'impianto⁷. Queste diverse geometrie sono illustrate nella figura 3 mentre la rappresentazione schematica di sistemi implantari disponibili in commercio e dei loro rispettivi moduli crestali, è illustrata nella figura 4. In questo articolo, il modulo crestale con il collo che diverge coronalmente sarà chiamato "a forma di vaso" (VS), quello dritto "cilindrico" (C) e quello che converge coronalmente "a forma di razzo" (RS). L'ana-

lisi matematica su elementi statici riguardo a questi tre diversi disegni crest module è stata precedentemente dimostrata in numerosi testi di biomeccanica e biomimetica su impianti; ed è citata in diversi libri di testo di implantologia⁸.

Il modo più opportuno per affrontare questo tipo di problematiche è attraverso una formulazione meccanica e matematica con l'ausilio di software per computer (Finite Element Analysis), ma la comprensione qualitativa del crest module può essere facilmente raggiunta attraverso argomentazioni semplici applicate su elementi implanto-protetici singoli:

1. le forze alle quali l'impianto è sottoposto durante la funzione sono di natura complessa, con risultanti vettoriali sia orizzontali che verticali. Tali forze causeranno movimenti rotazionali che possono aumentare significativamente il carico a cui è sottoposto l'impianto. A meno che, il carico sia solo verticale e perfettamente allineato con l'asse lungo l'impianto, una componente di forza orizzontale che agisce sull'impianto esisterà sempre⁹.



Fig. 1 Ortopanoramica iniziale. La corretta pianificazione del trattamento in sostituzione dei denti persi con corone singole su impianti corti. Nota: la conservazione crestale intra-ossea attorno ai Bicon Short® Implants.



Fig. 2 Criteri mancanti per la pianificazione del trattamento adeguato. Inefficace posizionamento dell'impianto con evidente perdita di sostanza ossea crestale.

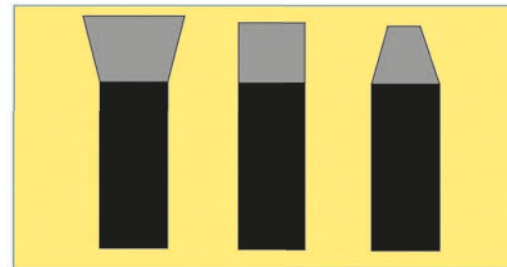


Fig. 3 I tre diversi disegni di modulo crestale. Da sinistra a destra: forma "a vaso", "cilindrica" e "a razzo".

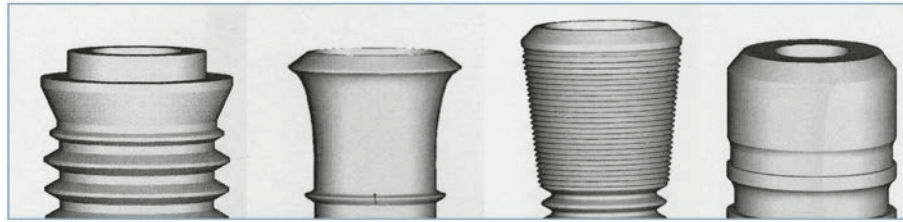


Fig. 4 Impianti disponibili in commercio con differenti disegni di modulo crestale. Da sinistra a destra: Nobel Biocare (VS), ITI (VS), Astratech (VS), Ankylos (RS) e Bicon (RS).

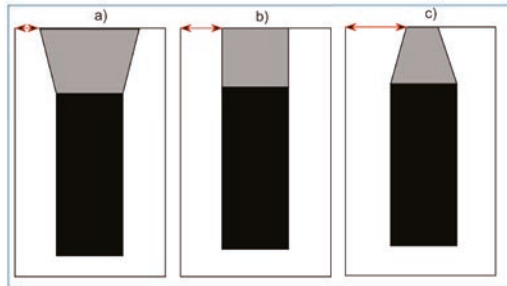
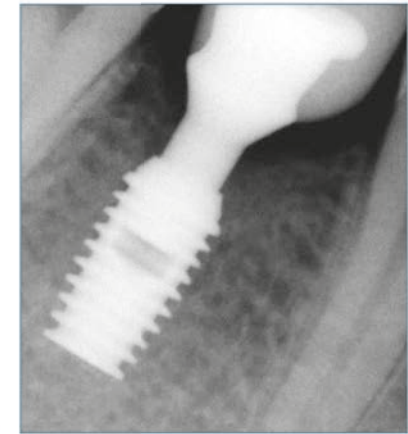


Fig. 5 Gli impianti immersi nell'osso hanno la stessa dimensione. Si evidenzia la quantità di osso presente sulla parte più alta dell'impianto (rappresentata da frecce rosse). La quantità di osso attorno al modulo crestale è di fondamentale importanza per la distribuzione delle forze occlusali.



Figg. 6,7 Perdita di osso crestale a forma di cono attorno a un impianto a forma di vaso (a sinistra) e uno a forma cilindrica (a destra), dopo un periodo prolungato di carico.

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

2. Si osservi lo schema di un impianto a forma di vaso, cilindrico e a razzo, come illustrato nelle figure 5a-c. 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 dell' osso nella 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 (frecce rosse) è minore per l'impianto a forma di vaso che per gli altri due tipi. Ciò lascia l'impianto a forma di vaso con una minore quantità di osso per la dissipazione delle forze, dimostrando che l'osso attorno a questo disegno può essere più facilmente sovraccaricato e soggetto a perdita ossea crestale rispet-

to agli altri due¹⁰. Questa condizione sarebbe clinicamente accentuata a livello del collo implantare, dove una minore quantità di osso sarebbe presente in tutto il perimetro del modulo implantare. Questa teoria è in accordo qualitativo con le osservazioni cliniche in cui gli impianti a forma di vaso presentano una lenta ma graduale perdita di sostanza ossea dopo qualche tempo dal loro carico, mentre la forma a

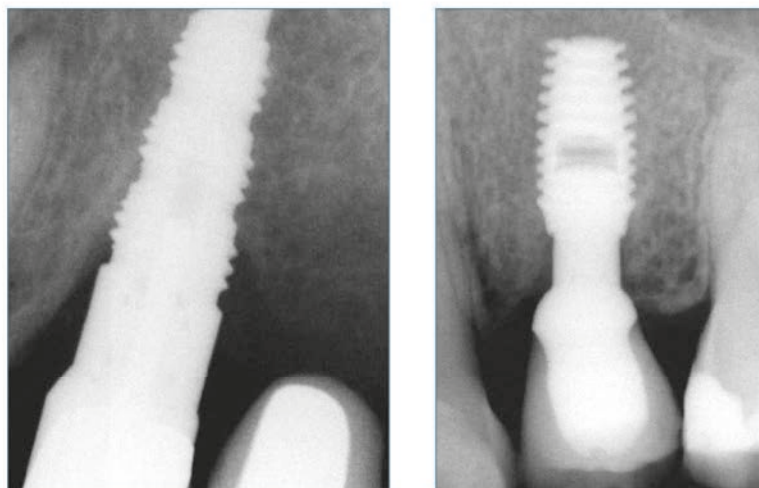
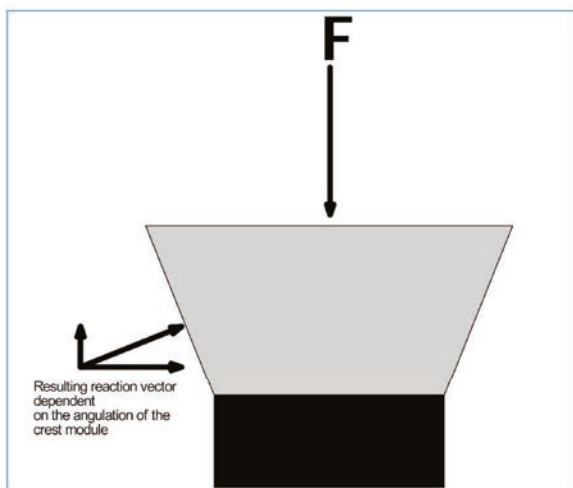


Fig. 9 La risultante vettoriale (in base alla geometria del modulo) derivante da un carico verticale F applicato all'impianto.

Figg. 10,11 Confronto tra un impianto a forma di vaso (a sinistra) e uno a forma di razzo (a destra). Si nota la perdita progressiva di osso a livello del design crestale a vaso.

razzo risulterebbe la più favorevole al mantenimento dell'osso crestale¹¹ (Figg. 6-8).

Nonostante la maggiore quantità di osso attorno alla parte cervicale del modulo crestale dell'impianto cilindrico rispetto all'impianto a forma di vaso, è stato dimostrato da modelli matematici in accordo con le osservazioni cliniche, che 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. Una semplice rappresentazione dei vettori delle forze risultanti da un carico verticale su un impianto a forma di vaso, è illustrato nella figura 9 (le grandezze vettoriali non sono rappresentative della loro grandezza reale).

Risultanti delle forze dipendenti dall'angolazione del modulo crestale.

Quando si verifica perdita ossea, a causa di sfavorevoli condizioni biomeccaniche, l'ancoraggio dell'impianto si riduce gradualmente 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 a impianti a forma di vaso dove teoricamente questa perdita di sostanza ossea si evolverebbe fino alla totale perdita di stabilità implantare. È comunque 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 clinica¹². Questo stop improvviso al pri-

mo 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-pilastro³. Questo fenomeno è stato preso in considerazione da diversi ricercatori che hanno cambiato i protocolli chirurgici e protesici per aggirare gli inconvenienti di perdita di tessuto osseo. Si ottengono risultati migliori, soprattutto nelle regioni esteticamente compromesse, dove la perdita di tessuto osseo attorno al modulo crestale dell'impianto rende difficile la manipolazione e il mantenimento dei tessuti molli (Figg. 10,11).

Una perdita ossea, come quella sopra descritta, porterebbe a un'alterazione delle strutture parodontali circostanti il manufatto protesico con conseguente compromissione del fattore estetico. Inoltre, nei design implantari con modulo crestale a forma di vaso, può verificarsi

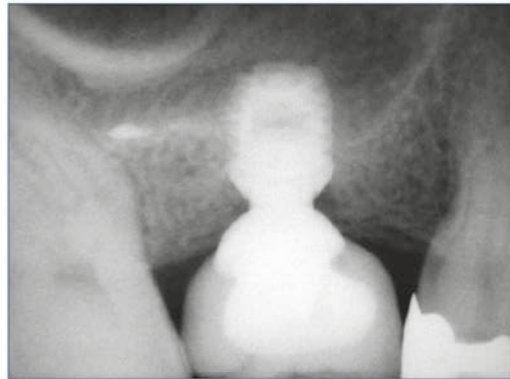


Fig. 12a,b Inserzione con Minirialzo di un Short® Implant (diametro 5 mm, lunghezza mm). Mantenimento crestale sopra la spalla convergente dell'implianto e tessuti periimplantari sani a 4 anni dal carico.

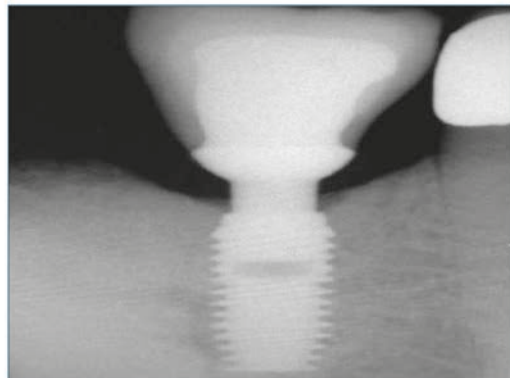


Fig. 13a,b Follow-up a 6 anni di un impianto con modulo crestale a doppia platform switching in paziente bruxista. Eccezionale stabilità ossea a livello crestale.



Fig. 14a,b Adattamento naturale del profilo emergente protesico di un Short® Implant in paziente di 85 anni a livello del 12°. Mantenimento creste e osseo sopra la spalla convergente dell'implianto.

si una esposizione del collo implantare con ulteriore peggioramento dell'aspetto estetico.

Utilizzando gli impianti corti, il modulo crestale riveste particolare importanza.

In questo caso, è fondamentale il mantenimento del livello osseo crestale attorno a un impianto corto per garantire la stabilità implantare a lungo termine. Se si dovesse verificare il fenomeno del riassorbimento osseo verticale a forma di cono attorno a un impianto di 5 mm di lunghezza, a breve ci si troverebbe senza sostanza ossea di sostegno.

Invece, con l'utilizzo di un corretto modulo crestale basato su una spalla convergente posta leggermente sotto cresta, tale fenomeno di riassorbimento verticale viene meno, in quanto l'osso sopra la spalla non subisce alcun trauma biomeccanico. È di fondamentale importanza che la connessione impianto/moncone garantisca un sigillo batterico, onde evitare colonizzazioni batteriche a livello del modulo crestale¹³. In tale modo si ottiene una stabilità ossea e parodontale tale da poter utilizzare Short® Implants in qualsiasi situazione clini-

ca, senza dover ricorrere a complesse tecniche di rigenerazione ossea.

CONCLUSIONI

In sintesi, è ampiamente accettato che la perdita ossea attorno al modulo crestale o crest module dell'impianto è di natura multifattoriale, e che da un punto di vista ingegneristico è legata alla progettazione di questi dispositivi (disegno del modulo crestale e tipologia della connessione impianto/moncone). Da un punto di vista puramente meccanico, quando lo stesso diametro implantare 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. Ciò contribuisce a una migliore dissipazione del carico funzionale¹⁴.

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

In passato, si credeva che gli impianti dentali dovessero avere almeno 10 mm di lunghezza per assicurare un buon funzionamento e una buona osteointegrazione. Studi recenti, tuttavia, indicano che anche impianti dentali corti (< 10 mm) danno risultati a lungo termine sovrapponibili agli impianti standard¹⁵.

In particolare, gli impianti con macrostruttura a forma di plateau e con connessione conometrica con sigillo batterico tra impianto e moncone, hanno dimostrato in 25 anni di esperienza clinica che 8 mm di lunghezza (Short® Implants) sono un'ottima soluzione a lungo termine per risolvere la maggior parte dei casi clinici¹⁶, come dimostrano le figure 15-19.

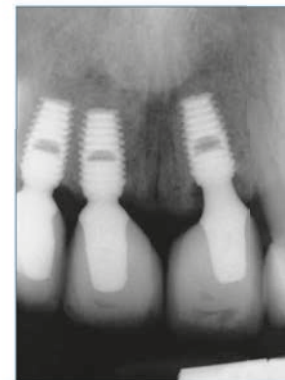


Fig. 15a,b Controllo dopo 3 anni post inserzione di IAC: osservare il mantenimento dell'estetica gengivale.

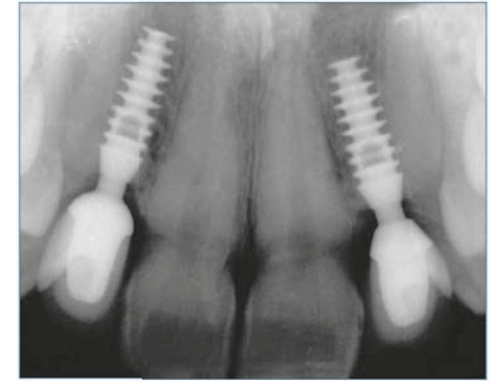
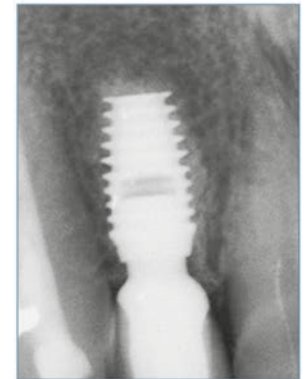


Fig. 16a,b Controllo dopo 5 anni. Narrow® Implant inseriti in spazi ridotti in agenesia incisale bilaterale; si osservi come il crest module del complesso impianto-moncone dona spazio biologico alle papille.

Fig. 17a,b Formazione di papille tra impianti inseriti su cresta edentula.

Fig. 18a,b Si osservi il mantenimento delle papille interdentali, reso possibile dallo spazio creato dal crest module impianto-moncone.

Fig. 19a,b Controllo dopo 5 anni dall'inserimento di un impianto post estrattivo. Si osservi il perfetto mantenimento della struttura gengivale circostante il profilo di emergenza individualizzato dalla IAC.



BIBLIOGRAFIA

1. Horowitz R. Current Implant Designs to Maintain Crestal Bone and Gingiva, *Functional Esthetics & Restorative Dentistry: Dental Implants*, 2008;2(1):88-90.
2. 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;32:279-286.
3. King GN, Hermann JS, Schoolfield 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.
4. Tawil G, Aboujaoude N, Youman R. Influence of prosthetic parameters on the survival and complication rates of short implants. *Int J Oral Maxillofac implants* 2006;21(2): 275-282.
5. 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. *Clinical Oral Implants Research*, 2009;20(3):232-239.
6. 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;18:357-368.
7. Bozkaya D, Müftü S, Muftu A. Evaluation of Load Transfer Characteristics of Five Different Implant Systems in Compact Bone at Different Load Levels by Finite Element Analysis. *Journal of Prosthetic Dentistry*, December 2004;92(6):523-530.
8. Bidez MW, Misch CE. Issues in bone mechanics related to oral implants. *Implant Dent* 1992;1(4):289-294.
9. Petrie CS, Williams JL. Shape optimization of dental implant designs under oblique loading using the p-version finite element method. *J Mechanics Med Biol* 2002;2: 339-345.
10. Lemons JE. Biomaterials, Biomechanics, Tissue Healing, and Immediate-Function Dental Implants, *Journal of Oral Implantology*, 2004;XXX(5).
11. Venuleo C, Chuang SK, Weed M, Dibart S. Long term bone level stability on Short Implants: A radiographic follow up study. *Indian Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, September 2008;7(3):340-345.
12. Mericske-Stern R, Grutter L, Rosch R et al. Clinical evaluation and prosthetic complications of single tooth replacements by non-submerged implants. *Clinical Oral Implants Res* 2001;12:309-318.
13. Dibart S, Warbington M, Fan Su M et al. In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the Locking Taper system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:732-737.
14. Shi L, Fox ASL. Shape Optimization of Dental Implants. I. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007;22:911-920.
15. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clinical Oral Implants Res*. 2006 Oct;17(2):35-51.
16. Schulte J, Flores A, Weed M. Crown-to-implant ratios of single tooth implant-supported restorations, *Journal of Prosthetic Dentistry*, July 2007;98(1):1-5.

Crestal bone preservation became in the last years one of the main goals in implant dentistry to achieve a predictable long term success. Most of the implant designs are still showing a cone shaped bone loss to the first thread after one year of occlusal loading.

It is well known that the reason for it is multi factorial but recent research is also showing that the implant design at crest level plays a major role in the long term preservation of crestal bone. This article is analyzing the implant crest module, the portion of a two-piece metal dental implant designed to hold the prosthetic component in place and to create a transition zone to the load-bearing implant body.