

Renzo Guarnieri, Fabrizio Belleggia, Maurizio Grande, Vincenzo Iorio-Siciliano

# Valutazione comparativa dei livelli dell'osso marginale e delle condizioni dei tessuti periimplantari tra impianti singoli a collare laserizzato conici vs. cilindrici: risultati a 5 anni

**PAROLE CHIAVE:** Riassorbimento osseo marginale, Tessuti periimplantari, Impianti conici, Impianti cilindrici.

**Scopo:** lo scopo del presente studio è stato quello di confrontare il livello di osso marginale e le condizioni dei tessuti periimplantari dopo 5 anni di follow-up tra impianti singoli con stessa superficie laserizzata del collare e diversa forma del corpo implantare (conico vs cilindrico). **Materiali e metodi:** trentacinque impianti conici [Test, (T)] BioHoriozons Tapered Laser-Lok® e 35 impianti cilindrici [Control (C)] BioHoriozons internal Laser-Lok®, sono stati collocati uno accanto all'altro negli stessi siti di edentulia parziale in pazienti non-fumatori e parodontalmente sani. Entrambi i tipi di impianti hanno la stessa superficie del collare costituita da una serie di microscolchi ottenuti per ablazione laser di  $8 \times 8 \mu\text{m}$ , la stessa superficie del corpo implantare, ma differente disegno del corpo (conico vs cilindrico). Sono stati registrati la percentuale di sopravvivenza, il numero di siti con placca, il numero di siti con sanguinamento al sondaggio, le profondità di sondaggio, il grado di recessione muco-gengivale, e livello dell'osso marginale. **Risultati:** due impianti sono stati persi (1 T e 1 C), e sono stati esclusi dallo studio. Nessuna differenza statistica è stata trovata tra i gruppi di studio per la presenza di placca (9,2% per T vs 7,8% per C); per numero di siti con sanguinamento al sondaggio (10% per T vs 9,2% per C); per la perdita di osso marginale ( $0,86 \pm 0,21$  e  $0,75 \pm 0,25$  mm mesiale e distale per T, vs  $0,81 \pm 0,3$  mesiale e  $0,85 \pm 0,34$  mm distale per C), per la profondità media di sondaggio ( $2,35 \pm 0,5$  per T vs  $2,27 \pm 0,4$  mm per C) e per il grado di recessione muco-gengivale ( $0,09 \pm 0,2$  mm per T vs  $0,08 \pm 0,2$  mm per C). **Conclusioni:** nei limiti di questo studio, i risultati suggeriscono che gli impianti con una superficie del collare microlaserizzata possono prevedere condizioni più favorevoli nel mantenimento dell'osso marginale, indipendentemente dal tipo di design del corpo implantare (conico/cilindrico).

## INTRODUZIONE

L'uso di impianti osteointegrati per fornire supporto alle protesi dentarie è oggi una modalità di trattamento affidabile e ampiamente accettata sia per i pazienti totalmente che parzialmente edentuli. Anche nei casi di sostituzione di un dente singolo, la terapia implantare si è dimostrata in studi prospettici a lungo termine essere una procedura predicibile e prevedibile<sup>1-6</sup>. Questi successi a lungo termine sono collegati principalmente alla conservazione del supporto osseo. Pertanto, fattori

determinanti il successo risultano essere il mantenimento dell'osteointegrazione e il mantenimento del livello dell'osso marginale. I criteri di successo implantare suggeriti nel 1986 da Albrektsson e Coll.<sup>7</sup> e riproposti nel 1993<sup>8,9</sup> indicano che un impianto non dovrebbe presentare una perdita di osso marginale durante il primo anno di funzione superiore a 1,5 mm e una ulteriore perdita di 0,2 mm per ogni anno successivo. Nel 1999, Wennström e Palmer<sup>10</sup> hanno suggerito una modifica dei criteri radiologici di valutazione del successo relativi alla perdita di osso marginale. Gli Autori hanno proposto che

**| Renzo Guarnieri**  
MD, DDS, Libero professionista  
Roma, Freelance Researcher S.C.S.  
Scientific Consulting  
Services, Roma.

**| Fabrizio Belleggia**  
MD DDS, Libero professionista  
Roma.

**| Maurizio Grande**  
DDS, Libero professionista Roma.

**| Vincenzo Iorio-Siciliano**  
Libero professionista, Napoli,  
professore associato  
Dipartimento di Parodontologia,  
Università Federico II, Napoli.

**Corrispondenza:**  
Renzo Guarnieri  
Via Fiume Giallo 228  
00144 Roma  
Tel. (+39) 342 5224458  
renzoguarnieri@gmail.com

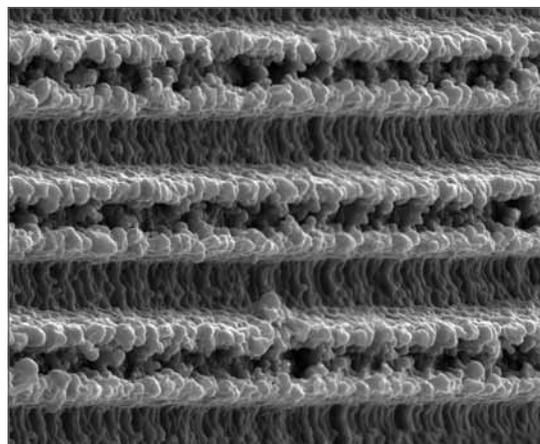
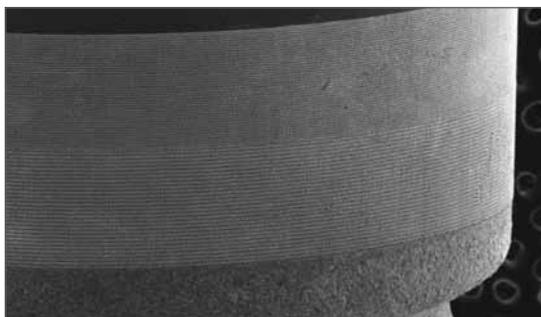
nei primi 5 anni dal carico potrebbe essere accettata una perdita ossea massima non superiore ai 2 mm. La perdita di osso marginale [marginal bone loss (MBL)] rappresenta un indicatore importante dello stato di salute periimplantare e la misura del suo livello è considerata un fattore determinante nella valutazione della qualità della sopravvivenza implantare, poiché può indurre la formazione di tasche, condizione sfavorevole per la salute a lungo termine de tessuti periimplantari<sup>11,12</sup>. Diversi fattori, di tipo chirurgico e protesico, sono stati chiamati in causa per spiegare il fenomeno del MBL (per una recente revisione della Letteratura si veda la nota bibliografica<sup>13</sup>). Questo potrebbe essere collegato al sovraccarico occlusale, alla presenza del microgap, alle caratteristiche macroscopiche e microscopiche dell'impianto e del colletto, al tempo di collegamento con la sovrastruttura protesica, al tempo di carico, e alla formazione dell'ampiezza biologica implantare. Tuttavia, ad oggi i meccanismi precisi di questo fenomeno non sono ancora completamente noti. Concentrandosi sugli effetti della superficie implantare sul MBL, diversi studi hanno concordamente evidenziato che la presenza di microspire o microsolfi nella regione del collo implantare potrebbe contribuire a stabilizzare l'osso marginale<sup>14-18</sup>. Al contrario, non vi è accordo riguardante l'influenza della morfologia cilindrica o conica della forma della fixture<sup>16,19</sup>. Negli ultimi anni, le ditte produttrici di impianti si sono pertanto orientate verso la creazione di un moderato grado di rugosità superficiale sul collare dell'impianto nel tentativo di migliorare l'integrazione dei tessuti duri e molli. Un trattamento promettente della superficiale del colletto implantare è rappresentato dalla creazione di microsolfi mediante ablazione laser. A differenza delle microspire create tramite tornitura, i

microsolfi laserizzati sono in ordine di grandezza più piccoli, inoltre, la loro nanotopografia è più pronunciata e perfettamente ripetitiva con micro nodi arrotondati e alcuni leggeri sottosquadri (Figg. 1a,b). Viceversa le microspire hanno volumi più pronunciati, mostrano bordi più taglienti e una rugosità e una sua distribuzione più casuale. I primi studi clinici hanno suggerito che una superficie laserizzata con microsolfi ripetitivi sul collo dell'impianto che variano tra i 12 e gli 8  $\mu\text{m}$ , può portare a una diminuzione della quantità di MBL<sup>20-25</sup>. Tuttavia, l'impatto biologico e clinico di questa nano geometria deve essere ancora ben indagata, soprattutto nei termini di stabilità dei tessuti nel tempo e nei termini di mantenimento del livello dei tessuti molli. Pertanto, l'obiettivo del presente studio è stato quello di valutare il livello di osso marginale e le condizioni dei tessuti periimplantari dopo 5 anni di follow-up tra singole unità implantari con stessa superficie laser-microstrutturata del collare e diverso disegno del corpo (conico vs cilindrico).

## MATERIALI E METODI

### Disegno dello studio

Questo studio ha utilizzato un database clinico retrospettivo che ha incluso pazienti appartenenti a un protocollo di ricerca approvato in precedenza o pazienti trattati per specifiche esigenze cliniche. Dal momento che l'attuale ricerca ha coinvolto un'analisi retrospettiva dei dati preesistenti e gli investigatori non hanno avuto accesso alle informazioni private, questa ricerca non ha richiesto l'approvazione da parte di un ulteriore comitato etico istituzionale.



**Figg. 1a,b** Caratteristiche della microgeometria del colletto implantare laserizzato ([a] x 100 ingrandimenti, [b] x 5000 ingrandimenti).

## Selezione dei pazienti

Tutti i pazienti considerati per l'inclusione nello studio sono stati esaminati e trattati in centri odontoiatrici situati in Italia con una vasta esperienza nel trattamento implantare. Il gruppo di studio ha incluso 70 impianti singoli (35 conici e 35 cilindrici), collocati uno accanto all'altro all'interno degli stessi siti di edentulia parziale in 35 pazienti (20 maschi e 15 femmine) con un'età media di 47,5 anni (range tra 26 e 60 anni). I pazienti erano in buone condizioni generali di salute, senza malattie sistemiche croniche e patologie controindicanti alla chirurgia implantare. I pazienti sono stati esclusi se erano evidenti alcune delle seguenti condizioni: presenza di fumo di tabacco; indice totale di placca FMPS  $\geq 25\%$ , indice totale di sanguinamento FMBS  $\geq 25\%$ , presenza di bruxismo, occlusione posteriore instabile, carie non trattate, malattia parodontale non controllata; denti adiacenti con mobilità di grado I o superiore; aspettative non realistiche per il trattamento; o l'incapacità o la mancanza di volontà di ritornare per le visite di follow-up. Per essere inclusi nello studio dovevano essere soddisfatti i seguenti criteri: età  $\geq 18$  anni; maschio e femmina; impianti posizionati in osso guarito (posizionamento dell'impianto di tipo 4 secondo la classificazione di Hammerle e Coll.<sup>26</sup>); carico protesico dopo 3-6 mesi dall'inserimento dell'impianto; disponibilità di effettuare radiografie periapicali con la tecnica a lungo cono parallelo al momento dell'inserimento della corona protesica e durante i 5 anni di periodo di follow-up; impianti a sostegno di una sola singola corona. Tutti i pazienti hanno fornito il consenso informato a partecipare a questo studio e i trattamenti sono stati eseguiti in conformità con la dichiarazione

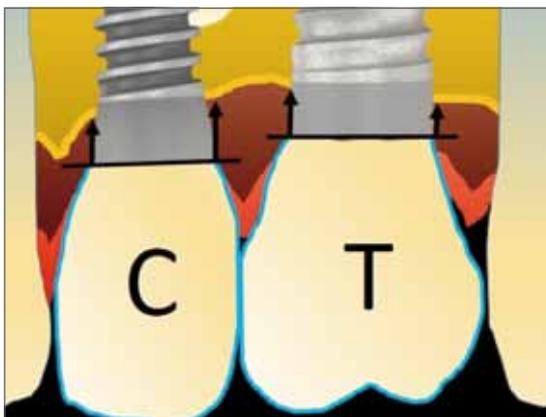
di Helsinki sulla sperimentazione che coinvolge soggetti umani.

## Impianti

Entrambi i tipi di impianti usati hanno una stessa superficie di 1,5 mm del collare caratterizzata dalla presenza di solchi microlaserizzati di  $8 \times 8 \mu\text{m}$  (Fig. 1b) e la stessa superficie del corpo implantare RBT (Resorbable Blast Texturing) con rugosità tra 0,72 e 1,34  $\mu\text{m}$ . Gli impianti conici BioHorizons Tapered Laser-Lok<sup>®</sup>, (Birmingham, AL, USA) hanno una forma conica rastremata e sono stati considerati gruppo test (T), mentre gli impianti BioHorizons internal Laser-Lok<sup>®</sup> (Birmingham, AL, USA) hanno una forma cilindrica e sono stati considerati gruppo controllo (C) (Fig. 2). La tabella 1 riassume i risultati della distribuzione degli impianti installati.

## Procedure cliniche

Gli impianti sono stati inseriti seguendo il protocollo classico a due stadi secondo le istruzioni del produttore. Un'ora prima dell'intervento, i pazienti hanno ricevuto 1 g di amoxicillina e 1 g due volte al giorno per una settimana dopo l'intervento chirurgico. L'intervento è stato eseguito in anestesia locale (octocaine 20 mg/ml, con adrenalina, 1:80.000). Tutti gli impianti sono stati inseriti con il collare laserizzato di 1,5 mm sopracrestali e poi coperti con il lembo. Ai pazienti sono stati prescritti un analgesico (Ibuprofen<sup>®</sup>, 600 mg) immediatamente dopo l'intervento chirurgico e dopo 8 ore e sciacqui con una soluzione di clorexidina digluconato 0,12% due volte al giorno per un minuto. Le suture sono stati lasciate sul posto per 10 giorni. La seconda fase chirurgica e l'installazione



**Fig. 2** Rappresentazione schematica delle misure radiografiche effettuate tra i punti presi come riferimento.

Tabella 1 Distribuzione degli impianti installati.															
Impianti	Siti implantari													Totale	
	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6		7
Mascella T	2	4(1)	2	1	-	-	-	-	-	-	2	3	3	1	18(1)
C	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	1	2	3	3(1)	18(1)
Mandibola T	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	3	3	2	2	18
C	2	2	3	3	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	18
Totale	9	9	9	8	-	-	-	-	-	-	8	10	10	7	70

T = Impianti test conici; C = impianti controllo cilindrici; ( ) Persi

delle viti di guarigione è stata eseguita dopo 3-6 mesi. Tre settimane dopo il secondo intervento chirurgico è stata consegnata la protesi (unità singola impianto-dente).

Al momento della consegna della protesi definitiva (baseline [BSL]) sono stati valutati i seguenti parametri: indice di placca (FMPS), indice di sanguinamento al sondaggio (FMBS), numero di siti implantari con placca (P), profondità di sondaggio (PD) e numero di siti implantari con sanguinamento al sondaggio (BOP). Il PD e BOP sono stati registrati in quattro siti (mesiale, buccale, distale e orale) utilizzando una sonda parodontale manuale graduata.

### Follow-up

Tutti i pazienti sono stati richiamati ogni 6 mesi per l'igiene orale professionale. Ogni anno (T1, T2, T3, T4, T5) durante le visite di richiamo sono stati considerati i seguenti parametri: FMP, FMBS, e BOP. Per i pazienti che hanno sperimentato la perdita dell'impianto sono stati raccolti dati relativi alle cause e il tempo di espianto. Dopo 5 anni sono stati registrati i dati di follow-up relativi alla profondità di sondaggio (PD) e al grado di recessione mucogivale (MR).

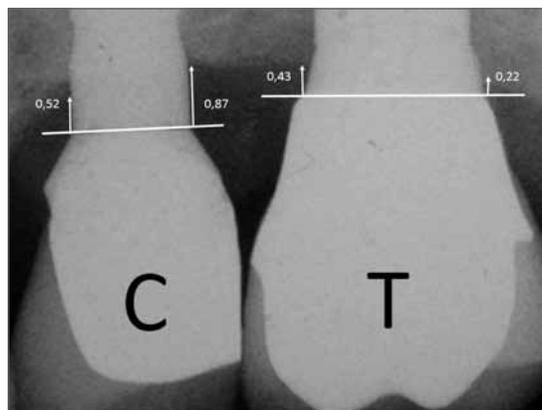
### Esame radiografico

Ogni paziente è stato valutato con radiografie periapicali (Ultra speed A, Eastman Kodak) per mezzo di unità dentali x-ray a 65 kV dotato di colo lungo (Oralix 65 S, Gendex Dental Systems) esposte dopo la chirurgia implantare al BSL e in T1, T2, T3, T4, T5. Per le procedure radiografiche, un indice di materiale silicico è stato fissato all'arcata opposta, ed è stato costruito un porta

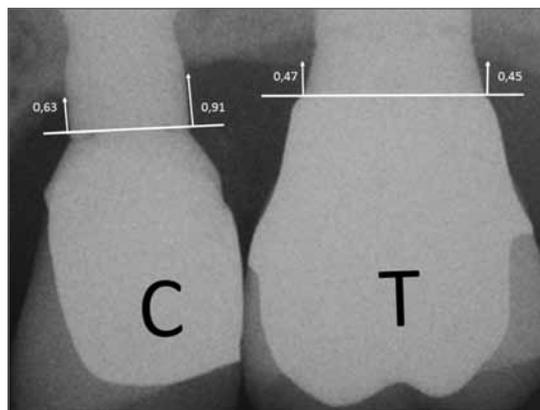
radiografia per ogni paziente. Le radiografie sono state digitalizzate con uno scanner dedicato (HP 3000) con una risoluzione di  $2,048 \times 3,072$  e convertite in file JPG. Un software dedicato è stato usato per calibrare l'immagine in un rapporto 1:1 e per effettuare le misurazioni, riferendosi alla lunghezza dell'impianto e al diametro noti. La distanza dalla connessione degli impianti al primo contatto osso-impianto è stata misurata parallelamente all'asse maggiore dell'impianto. Il delta tra le lunghezze misurate a T5 e la lunghezza al BSL ha definito il MBL come media tra i due lati della fixture. Lo stesso radiologo ha interpretato tutte le radiografie per evitare variazioni operative dipendenti (Figg. 3a,b).

### Analisi statistica

Il singolo impianto è stato considerato come unità statistica. Un software dedicato (SPSS 11.5.0, SPSS, Chicago, IL) è stato utilizzato per tutte le analisi statistiche. I parametri clinici e il MBL radiografico sono stati calcolati per ciascun impianto e riportati come media  $\pm$  SD al BSL e al T1, T2, T3, T4, T5. Per confrontare le differenze tra i dati del gruppo test e controllo nel tempo, è stato utilizzato il test di Student;  $P < 0,05$  è stata considerata la soglia di significatività statistica. Il test di Kolmogorov-Smirnov è stato utilizzato per rilevare scostamenti significativi dei risultati dalla distribuzione normale. Un metodo non parametrico (correlazione di Spearman o Mann-Whitney U test) è stato usato per studiare in quale misura età, sesso, ubicazione, tipo di impianto, influenzavano PD, MR e MBL al BSL e a T5. L'analisi delle misure ripetute della varianza (ANOVA) è stata utilizzata per determinare le variazioni nel tempo.



**Fig. 3a** Esempio delle misurazioni radiografiche effettuate al baseline.



**Fig. 3b** Esempio delle misurazioni effettuate dopo 5 anni di follow-up.

## RISULTATI

Dopo 5 anni di periodo di follow-up 1 impianto è stato perso in ciascun gruppo (2,85%) e non incluso. I fallimenti implantari si sono presentati con un'improvvisa comparsa di dolore, presenza di suppurazione ed essudato e mobilità. A 5 anni di follow-up non sono state trovate differenze significative tra i due gruppi di studio per quanto riguarda la presenza di placca e l'indice di BOP ( $P > 0,05$ ). Il numero di siti con placca è stato del 13 (9,2%) per T e 11 (7,8%) per C, mentre il numero medio di siti con BOP è stata del 14 (10%) per T e 13 (9,2%) per C (Tab. 2). In tabella 3 è riportato il PD registrato al BSL e dopo 5 anni di follow-up. Gli impianti T hanno mostrato al BSL una PD media mesiale di  $1,3 \pm 0,4$  mm, vestibolare di  $1,1 \pm 0,3$  mm, distale di  $1,2 \pm 0,4$  mm e orale di  $1,0 \pm 0,4$  mm. Dopo 5 anni di follow-up la PD media per T era di  $2,6 \pm 0,4$  mm all'aspetto mesiale,  $2,2 \pm 0,4$  mm all'aspetto vestibolare,  $2,3 \pm 0,8$  mm all'aspetto distale e  $2,3 \pm 0,5$  mm all'aspetto orale. Gli impianti C hanno mostrato al BSL una PD media di  $1,2 \pm 0,4$  mm all'aspetto

mesiale, di  $1,0 \pm 0,3$  mm a quello vestibolare, di  $1,1 \pm 0,4$  mm a quello distale e di  $1,4 \pm 0,5$  mm a quello orale. A 5 anni di follow-up la PD media per C era  $2,5 \pm 0,4$  mm all'aspetto mesiale,  $2,1 \pm 0,5$  mm a quello vestibolare,  $2,3 \pm 0,4$  mm a quello distale e  $2,2 \pm 0,4$  mm a quello orale. Un confronto tra la media della PD di impianti di T rispetto a C è risultato essere statisticamente non significativo ( $P > 0,05$ ). In tabella 4 sono riportati i valori di PD e i valori di MR dopo 5 anni di follow-up. Dopo 5 anni di osservazione, l'MR media del gruppo di test era di  $0,03 \pm 0,1$  mm sul versante mesiale, di  $0,12 \pm 0,3$  mm su quello vestibolare, di  $0,06 \pm 0,2$  mm sulla parte distale e di  $0,18 \pm 0,3$  mm sulla parte distale, mentre la media MR del gruppo di controllo era di  $0,06 \pm 0,2$  mm mesiale, di  $0,09 \pm 0,3$  mm vestibolare, di  $0,03 \pm 0,2$  mm distale e di  $0,15 \pm 0,3$  mm orale. Un confronto tra la media dei valori di MR degli impianti C rispetto ai T non si è dimostrata statisticamente significativa ( $P > 0,05$ ). Tra i due gruppi non sono state osservate differenze statisticamente significative ( $P > 0,05$ ) nemmeno rispetto alla PD residua. I risultati radiografici

**Tabella 2** Numero di siti con placca e sanguinamento al sondaggio (BOP) al baseline e dopo 5 anni di follow-up.

	Numero di siti implantari con placca					
	Baseline	1 anno	2 anni	3 anni	4 anni	5 anni
Gruppo test (T)	7	7	7	9	12	13
Gruppo controllo (C)	8	8	10	9	11	11
Significatività	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
	Numero di siti implantari con BOP					
	Baseline	1 anno	2 anni	3 anni	4 anni	5 anni
Gruppo test (T)	2	10	9	13	10	14
Gruppo controllo (C)	3	10	10	11	10	13
Significatività	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$

T= Impianti test conici; C= impianti controllo cilindrici

**Tabella 3** Comparazione delle misure di profondità di sondaggio ai quattro aspetti periimplantari al baseline e dopo 5 anni di follow-up.

	Media PD $\pm$ SD (mm)			
	Mesiale	Buccale	Distale	Orale
Gruppo test (T)				
Baseline	$1,3 \pm 0,4$	$1,1 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,4$	$1,4 \pm 0,4$
5-anno di follow-up	$2,6 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,4$	$2,3 \pm 0,8$	$2,3 \pm 0,5$
Significatività	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
Gruppo controllo (C)				
Baseline	$1,2 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,3$	$1,1 \pm 0,4$	$1,4 \pm 0,5$
5-anno di follow-up	$2,5 \pm 0,4$	$2,1 \pm 0,5$	$2,3 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,4$
Significatività	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$

T= Impianti test conici; C= impianti controllo cilindrici

**Tabella 4** Comparazione dei valori di profondità di sondaggio (PD) e della recessione muco-gengivale (REC) misurate ai quattro aspetti periimplantari dopo 5 anni di follow-up.

	Media PD $\pm$ SD (mm)			
	Mesiale	Buccale	Distale	Orale
Gruppo test (T)	$2,6 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,4$	$2,3 \pm 0,8$	$2,3 \pm 0,5$
Gruppo controllo (C)	$2,5 \pm 0,4$	$2,1 \pm 0,5$	$2,3 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,4$
Significatività	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
	Media REC $\pm$ SD (mm)			
	Mesiale	Buccale	Distale	Orale
Gruppo test (T)	$0,03 \pm 0,1$	$0,12 \pm 0,3$	$0,06 \pm 0,2$	$0,18 \pm 0,3$
Gruppo controllo (C)	$0,06 \pm 0,2$	$0,09 \pm 0,3$	$0,03 \pm 0,1$	$0,15 \pm 0,3$
Significatività	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$

T= Impianti test conici; C= impianti controllo cilindrici

**Tabella 5** Media radiografica della perdita ossea  $\pm$  SD (mm) dopo 5 anni di follow-up.

	Gruppo test (T)	Gruppo controllo (C)
Mesiale	$0,86 \pm 0,21$	$0,81 \pm 0,30$
Distale	$0,78 \pm 0,25$	$0,85 \pm 0,34$
Significatività	$P > 0,05$	$P > 0,05$

T= Impianti test conici; C= impianti controllo cilindrici

sono riportati in tabella 5. Il gruppo sperimentale e il gruppo di controllo non hanno mostrato differenze nel mantenimento dei livelli di osso marginale. Dopo 5 anni di follow-up la perdita di osso marginale era rispettivamente di  $0,86 \pm 0,21$  mm e  $0,75 \pm 0,25$  mm sugli aspetti mesiale e distali del gruppo di test, mentre una perdita di osso marginale di  $0,81 \pm 0,3$  mm mesiale e di  $0,85 \pm 0,34$  mm distale è stata registrata nel gruppo di controllo. Le differenze osservate non erano statisticamente significative ( $P > 0,05$ ).

## ■ DISCUSSIONE

Uno degli scopi di questo studio è stato quello di valutare a lungo termine il comportamento dell'osso marginale intorno a impianti singoli con stessa superficie laser-microstrutturata del collare, ma diverso disegno del corpo implantare (conico vs cilindrico). I risultati hanno mostrato che non vi era alcuna differenza significativa nel MBL tra i due gruppi di impianti. Dopo 5 anni la quantità media di perdita di osso marginale è stata di 0,81 mm per T e 0,83 mm per C. Secondo i criteri di successo proposti da Albrektsson e Coll.<sup>6</sup> e rivisitati da Wennström e Palmer<sup>10</sup>, il MBL non deve superare i 2 mm dopo 5 anni di funzionamento. Considerando i valori più bassi di riassorbimento osseo marginale documentati a 5 anni nel presente studio in entrambi i gruppi di impianti, si potrebbe ipotizzare che la presenza dei microsolchi posti nel collare possa fornire un contributo favorevole al mantenimento dei livelli di osso marginale indipendentemente dal tipo di disegno implantare. Molti studi hanno sottolineato l'influenza della morfologia e delle dimensioni della rugosità superficiale del collare implantare sul riassorbimento della cresta ossea marginale sottolineando come la presenza di elementi di ritenzione potrebbe contrastare il riassorbimento dell'osso marginale<sup>14-18</sup>. Utilizzando un modello matematico in 3D e una analisi agli elementi finiti per determinare la ruvidà ideale della superficie, Hansson<sup>14</sup> ha ipotizzato che la rugosità superficiale o la presenza di elementi di ritenzione potrebbero aumentare la resistenza dell'osso marginale al riassorbimento grazie alla presenza di una maggiore forza di incastro tra la superficie dell'impianto e la cresta ossea stessa. In

tale studio l'Autore ha dimostrato che quando un carico assiale viene applicato a un impianto, il picco di tensione tangenziale interfacciale nell'osso marginale potrebbe essere ridotto in presenza di elementi di ritenzione presenti su tutta la superficie di contatto tra impianto e osso cretale. Comunque, l'influenza della microgeometria della superficie a livello dell'interfaccia osso-impianto sul riassorbimento dell'osso marginale può essere spiegata da altri fattori. Per esempio, dall'effetto significativo che il substrato meccanico di supporto di un tessuto biologico e le sue nano- caratteristiche, possono avere sulla crescita, sviluppo e comportamento delle cellule<sup>27-29</sup>. Alcuni studi *in vitro*<sup>30,31</sup> che hanno valutato l'effetto della microgeometria della superficie rispetto all'adesione, alla diffusione, all'orientamento e alla crescita di fibroblasti, riportano che queste cellule coltivate su superfici con microsolchi si orientano in linea con le scanalature e si incanalano all'interno dei microsolchi stessi, mentre le cellule coltivate su superfici lisce mostrano una crescita casuale. Inoltre, Dumas e Coll.<sup>32</sup> hanno documentato che i microsolchi ottenuti per ablazione laser promuovono una crescita orientata dei pseudopodi cellulari e delle fibrille al loro interno. Questi risultati *in vitro* hanno fornito l'ipotesi che le superfici laser-microstrutturate potrebbero essere usate per controllare le risposte del tessuto connettivo nei confronti della superficie dell'impianto. È infatti stato suggerito che la superficie laser-microstrutturata posta sul collare di impianti dentali, possa agire creando un sito predeterminato per ottenere una connessione fisica del tessuto connettivo. Questa ipotesi è stata successivamente confermata da ricerche istologiche effettuate sia in modelli animali che nell'uomo<sup>33,34</sup>, che hanno documentato la presenza di un attacco fisico del tessuto connettivo su microsolchi costituiti nel range di 8-12  $\mu$ m e prodotti con ablazione laser sia sulla superficie dell'impianto che dell'abutment. Gli aspetti più importanti di questo attacco fisico del tessuto connettivo dipendono dal fatto che la sua posizione è determinata dal layout dei microsolchi laserizzati, che le fibre del tessuto connettivo sono orientate perpendicolarmente alla superficie dell'impianto. Sulla base di questi dati si potrebbe quindi ipotizzare che le superfici nano-strutturate caratterizzate dalla presenza di microsolchi ripetitivi nell'ordine degli 8-12  $\mu$ m creati con un

laser sul colletto dell'impianto abbiano la capacità di permettere ai fibroblasti per formare un attacco fisico di tessuto connettivo. Come avviene intorno ai denti naturali nei quali i fasci di collagene inseriti nel cemento radicolare bloccano la migrazione apicale dell'epitelio sovrastante, anche intorno agli impianti dentali un attacco fisico stabile tra il tessuto connettivo e il colletto della fixture potrebbe ostacolare la migrazione apicale epiteliale. La superficie laser-microstrutturata, nonostante non abbia analogie istologiche con la superficie del cemento dei denti naturali, sembra comunque agire istituendo un sito predeterminato che favorisce una connessione fisica del tessuto connettivo, blocca la migrazione apicale dell'epitelio gengivale e protegge la zona marginale dell'osso dai fenomeni di riassorbimento. Alla luce della notevole influenza che la superficie laser microstrutturata del collare sembra avere sul mantenimento del livello dell'osso marginale, è ragionevole pensare che questo tipo di superficie possa fornire anche un sostegno ai tessuti periimplantari. Il livello dell'osso marginale periimplantare è stato infatti indicato quale elemento primario nel sostegno della mucosa periimplantare<sup>35,36</sup>. Inoltre, la perdita di osso marginale può indurre la formazione di una tasca, che potrebbe essere sfavorevole a lungo termine per la salute dei tessuti periimplantari<sup>37,38</sup>. Nel presente studio, al termine del periodo di follow-up di 5 anni la media dei valori della profondità di sondaggio nel gruppo sperimentale e nel gruppo di controllo erano rispettivamente di  $2,35 \pm 0,5$  mm e di  $2,27 \pm 0,4$  mm; mentre il valore medio di recessione muco-gengivale nel gruppo test era di  $0,09 \pm 0,2$  mm e nel gruppo di controllo di  $0,08 \pm 0,2$  mm. Questi risultati che documentano a 5 anni la stabilità dei tessuti molli periimplantari sono in accordo con i dati precedentemente pubblicati che riportano una differenza consistente nella profondità di sondaggio e nei valori di recessione tra coppie di impianti con e senza superficie laser-microstrutturata del collare implantare<sup>20,22-24</sup>. Un altro scopo di questo studio è stato quello di valutare l'effetto a lungo termine del disegno del corpo dell'impianto (conico vs cilindrico) sul MBL. Un confronto diretto tra impianti con diversa morfologia è difficile a causa delle differenze nel design delle spire e nelle tecniche chirurgica, tuttavia, i risultati del presente studio non hanno mostrato differenze di MBL tra

impianti conici e cilindrici a superficie del colletto laser microstrutturata. Per quanto a nostra conoscenza, pochi studi hanno fornito informazioni sull'influenza dei diversi disegni degli impianti sul MBL<sup>39,40</sup>. In uno studio di Davarpanah e Coll.<sup>39</sup>, non sono state riportate differenze tra due diversi tipi di impianti (impianti 3I autofilettanti e ICE). Tuttavia, i risultati presentati in quello studio erano difficili da interpretare a causa della mancanza di dati di base nei confronti dei cambiamenti del livello osseo. In un altro studio, Lee e Coll.<sup>40</sup> hanno analizzato i cambiamenti di MBL intorno a impianti con caratteristiche di superficie simili, ma con due design differenti. I risultati sul MBL tra i due modelli implantari erano statisticamente differenti, tuttavia, anche in questo studio il potenziale effetto sul MBL delle differenze nel disegno degli impianti era difficile da interpretare perché gli impianti differivano sia riguardo la forma sia riguardo le superfici (impianti conici e a configurazione a microspire nel colletto e impianti cilindrici a design non micro-filettato). A causa dell'eterogeneità dei dati, non è possibile trarre conclusioni sulle differenze nei cambiamenti ossei marginali tra i diversi tipi di disegno implantare. Pertanto, sono indispensabili ulteriori studi clinici prospettici e controllati per valutare l'effetto del disegno del corpo dell'impianto sul MBL. Come analisi retrospettiva, al presente studio manca l'assegnazione casuale dei pazienti in gruppi di trattamento e di controllo; un altro limite è rappresentato dall'utilizzo dell'indagine radiografica, che può portare a una erronea valutazione nell'analisi di una piccola zona quale è quella dell'osso marginale periimplantare<sup>41</sup>. Ulteriori ricerche con metodi più sofisticati, quali quelli istologici, sono pertanto necessarie al fine di verificare i risultati del presente studio.

## ■ CONCLUSIONI

Nei limiti di questo studio, i risultati suggeriscono che gli impianti con superficie del collare caratterizzata dalla presenza di microsolchi laserizzati possono fornire condizioni favorevoli nel mantenere la perdita ossea marginale e la stabilità del tessuto molle periimplantare, indipendentemente dal tipo di design del corpo dell'impianto (conico/cilindrico).

## RINGRAZIAMENTI

Questo studio è stato reso possibile grazie a un contributo di Classimplant srl Roma.

## BIBLIOGRAFIA

- Jemt T, Lekholm U, Grondahl K. 3-year follow up study of early single implant restorations ad modum Branemark. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 1990;10:340–349.
- Henry PJ, Laney WR, Jemt T, Harris D, Krogh PH, Polizzi G, Zarb GA and Herrmann I. Osseointegrated implants for single-tooth replacement: a prospective 5-year multicenter study. *International Journal Oral & Maxillofacial Implants* 1996;11:450–455.
- Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, Belser UC, Lang NP. Long-term evaluation of non submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clinical Oral Implants Research* 1997;8:161–172.
- Palmer RM, Palmer PJ, Smith BJ. A 5- year prospective study of Astra single tooth implants. *Clinical Oral Implants Research* 2000;11:179–182.
- Berglundh T, Persson L, Klinge BA. systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. *Journal of Clinical Periodontology* 2002;29(Suppl 3):197–212.
- Wennstrom JL, Ekstubb A, Grondahl K, Karlsson S, Lindhe J. Implant-supported single-tooth restorations: a 5-year prospective study. *Journal of Clinical Periodontology* 2005;32:567–574.
- Albrektsson T, Zarb GA, Worthington P, Eriksson AR. The long- term efficacy of currently used dental implants :a review and proposed criteria of success. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 1986;1:11–25.
- Albrektsson T, Zarb GA. Current interpretations of the osseointe-grated response: clinical significance. *International Journal of Prosthodontics* 1993;6:95–105.
- Albrektsson T, Isidor F. "Consensus report of session IV," in *Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology*, eds NP Lang and T Karring (London: Quintessence), 1993;365–369.
- Wennström J, Palmer R. "Consensus report session 3: clinical trials" in *Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology*. *Implant Dentistry*, eds Lang NP, Karring T, & Lindhe J. (Berlin: Quintessence), 1999;345–350.
- Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D. Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *Journal of Periodontology* 1997 Nov;68(11):1117–30.
- Albrektsson T, Donos N. Working Group1. Implant survival and complications. The Third EAO consensus conference 2012. *Clinical Oral Implants Research* 2012 Oct;23 Suppl 6:63-5.
- Quian J, Wennerberg A, Albrektsson T. Reasons for marginal bone loss around oral implants. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 2012;6:792–807.
- Hansson S. The implant neck: smooth or provided with retention elements. A biomechanical approach. *Clinical Oral Implants Research* 1999;10:394–405.
- Shin YK, Han CH, Heo SJ, Kim SJ, Chun HJ. Radiographic evaluation of marginal bone level around implants with different neck designs after 1 year. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2006;21:789–794.
- Lee DW, Choi YS, Park KH, Kim CS, Moon IS. Effect of microthread on the maintenance of marginal bone level: a 3- year prospective study. *Clinical Oral Implants Research* 2007;18:465–470.
- Nickenig HJ, Wichmann M, Schlegel KA, Nkenke E, Eitner S. Radiographic evaluation of marginal bone levels adjacent to parallel-screw cylinder machined-neck implants and rough-surfaced microthreaded implants using digitized panoramic radiographs. *Clinical Oral Implants Research* 2009;20:550–554.
- Ketabi M, Deporter D. The effects of laser microgrooves on hard and soft tissue attachment to implant collar surfaces: a literature review and interpretation. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 2013 Nov-Dec;33(6):e145-52
- Piao CM, Lee JE, Koak JY, Kim SK, Rhyu IC, Han CH, e Coll. Marginal bone loss around three different implant systems: radiographic evaluation after 1 year. *Journal of Oral Rehabilitation* 2009;36:748-54.
- Pecora GE, Ceccarelli R, Bonelli M, Alexander H, Ricci JL. Clinical Evaluation of Laser Microtexturing for Soft Tissue and Bone Attachment to Dental Implants. *Implant Dentistry* 2009;18:57-66.
- Shapoff CA, Lahey B, Wasserlauf PA, Kim DM. Radiographic analysis of crestal bone levels around Laser-Lok collar dental implants. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 2010;30:129-37.
- Botos S, Yousef H, Zweig B, Flinton R, Weiner S. The effect of Laser Microtexturing of the dental implant collar on crestal bone levels and peri-implant health. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2011;26:492-498
- Farronato D, Mangano F, Briguglio F, Iorio-Siciliano V, Riccitiello F, Guarnieri R. Influence of Laser-Lok surface on immediate functional loading of implants in single-tooth replacement: a 2-year prospective clinical study. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 2014 Jan-Feb;34(1):79-89.
- Guarnieri R, Serra M, Bava L, Farronato D, Iorio Siciliano V, Grande M. The impact of laser microtexturing collar designs on crestal bone level, and clinical parameters under various placement and loading protocols. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2014 Mar-Apr;29(2):354-63.
- Guarnieri R, Placella R, Testarelli L, Iorio-Siciliano V, Grande M. Clinical, radiographic, and esthetic evaluation of immediately loaded laser microtextured implants placed into fresh extraction sockets in the anterior maxilla: a 2-year retrospective multicentric study. *Implant Dentistry* 2014 Apr;23(2):144-54.
- Hämmerle CH, Chen ST, Wilson TG Jr. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2004;19 Suppl:26-8. Review
- Brunette DM. The effect of implant surface topography on the behavior of cells. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 1998;3:231–246.
- Dalby MJ, Riehle MO, Johnstone H, Affrossman S, Curtis AS Investigating the limits of filopodial sensing: a brief report using SEM to image the interaction between 10 nm high nano-topography and fibroblast filopodia. *Cell Biology International* 2004;28(3):229-36.
- Wang RC, Hsieh MC, Lee TM. Effects of nanometric roughness on surface properties and fibroblast's initial cyto compatibilities of Ti6Al4V. *Biointerphases* 2011 Sep;6(3):87. doi: 10.1116/1.3604528
- Ricci JL, Grew JC, Alexander H. Connective-tissue responses to defined biomaterial surfaces. I. Growth of rat fibroblast and bone marrow cell colonies on microgrooved substrates. *Journal Biomedical Materials Research Part A*. 2008 May;85(2):313-25.
- Grew JC, Ricci L, Alexander H. Connective-tissue responses to defined biomaterial surfaces. II. Behavior of rat and mouse fibroblasts cultured on microgrooved substrates. *Journal Biomedical Materials Research Part A*. 2008 May;85(2):326-35.

32. Dumas V, Rattner A, Vico L, Audouard E, Dumas JC, Naisson P, Bertrand P. Multiscale grooved titanium processed with femtosecond laser influences mesenchymal stem cell morphology, adhesion, and matrix organization. *Journal Biomedical Materials Research Part A*. 2012 Nov;100(11):3108-16.
33. Nevins M, Kim DM, Jun SH, Guze K, Schupbach P, Nevins ML. Histologic evidence of a connective tissue attachment to laser microgrooved abutments: a canine study. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 2010 Jun;30(3):245-55.
34. Nevins M, Nevins ML, Camelo M, Boyesen JL, Kim DM. Human histologic evidence of a connective tissue attachment to a dental implant. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 2008 Apr;28(2):111-21.
35. Bengazi F, Wennström JL, Lekholm U. Recession of the soft tissue margin at oral implants. A 2-year longitudinal prospective study. *Clinical Oral Implant Research* 1996 Dec;7(4):303-10.
36. Chang M, Wennström JL, Odman P, Andersson B. Implant supported single-tooth replacements compared to contralateral natural teeth. Crown and soft tissue dimensions. *Clinical Oral Implant Research* 1999 Jun;10(3):185-94.
37. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biologic Width around one- and two-piece titanium implants. *Clinical Oral Implants Research* 2001 Dec;12(6):559-71
38. Rams TE, Roberts TW, Tatum H Jr, Keyes PH. The subgingival microbial flora associated with human dental implant. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1984 Apr;51(4):529-34.
39. Davarpanah M, Martinez H, Tecucianu JF, Alcoforado G, Etienne D, Celletti R. The self-tapping and ice 3i implants: a prospective 3-year multicenter evaluation. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2001;16:52-60.
40. Lee DW, Choi YS, Park KH, Kim CS, Moon IS. Effect of microthread on the maintenance of marginal bone level: a 3-year prospective study. *Clinical Oral Implants Research* 2007;18:465-470.
41. Bragger U, Hafeli U, Huber B, Hammerle CHF, Lang NP. Evaluation of postsurgical crestal bone levels adjacent to non-submerged dental implants. *Clinical Oral Implants Research* 1998;9:218-224.

Renzo Guarnieri, Fabrizio Belleggia, Maurizio Grande, Vincenzo Iorio-Siciliano

## A 5-year comparison of marginal bone level and peri-implant tissue conditions between tapered and cylindrical single implants with laser-microtextured collar

**KEY WORDS:** Marginal bone resorption, Peri-implant tissues, Tapered implant, Cylindrical implant.

**Purpose:** The aim of present investigation was to compare marginal bone level and peri-implant tissue conditions after 5-year follow up between single implants with same laser-microtextured collar surface and different body design (tapered vs. cylindrical). **Materials and methods:** Thirty-five tapered implants (T) (BioHoriozons Tapered Laser-Lok® implants) and 35 cylindrical implants (C) (BioHoriozons Internal Laser-Lok®) were placed adjacent to each other within the same partially edentulous sites in non-smoking, periodontally healthy patients. Both types of implants have the same collar surface consisting of laser microtexturing grooves, the same body surfaces treated with resorbable blast media, but different body design (cylindrical vs. tapered). Survival rate, number of sites with plaque, number of sites with bleeding on probing, probing depth, mucosal recession and marginal bone level were recorded. **Results:** Two implants were lost (1 T and 1 C), and were excluded from the study. No statistical differences were found between the study groups for presence of plaque (9.2% for T vs. 7.8% for C); for numbers of sites with bleeding on probing (10% for T vs. 9.2% for C); for mean marginal bone loss ( $0.86 \pm 0.21$  mm and  $0.75 \pm 0.25$  mm at mesial and distal site for T, vs.  $0.81 \pm 0.3$  mm at mesial aspect and  $0.85 \pm 0.34$  mm at distal site for C), for mean probing depth ( $2.35 \pm 0.5$  mm for T vs.  $2.27 \pm 0.4$  mm for C), and for mean mucosal recession ( $0.09 \pm 0.2$  mm for T vs.  $0.08 \pm 0.2$  mm for C). **Conclusions:** Within the limitations of this study, results suggest that Implants with a microtextured collar implant surface may provide favorable conditions in maintaining the marginal bone loss regardless of the type of body design (cylindric/tapered).