



Riference **OP-BI0504001P4**

Publication date and location

**Aprile 2005
Milano**

Event

**Publication
Quintessenza Internazionale 2005;
vol. 4: 67-71**

Headline scientific research

**Impianto TPSS (Titanium Pull Spray
Superficial); analisi istologica dopo
6 anni di funzione**

Authors

**Antonio Scarano, Flavio Tura, Giovanna
Petrone, Adriano Piattelli**

Index

**01 (67-68) Introduzione
02 (69) Materiali e Metodi
02 (70) Risultati
03 (71) Discussione
03 (72) Bibliografia
04 (73) Introduction**

Impianto TPSS (titanium pull spray superficial); analisi istologica dopo 6 anni di funzione

Antonio Scarano, Flavio Tura, Giovanna Petrone, Adriano Piattelli

Numerosi studi dimostrano come le caratteristiche di superficie dell'impianto possano influenzare in maniera sostanziale i tempi e i modi della guarigione ossea. Attualmente la ricerca scientifica è impegnata nel raggiungimento della rugosità ideale delle superfici implantari, in modo tale da ottenere le migliori capacità osteoconduttive. **Obiettivi:** Scopo del presente lavoro è quello di analizzare istologicamente un impianto rimosso dopo un periodo di carico di 6 anni, allo scopo di confermare i risultati ottenuti in modelli sperimentali. **Metodi:** Viene analizzato istologicamente un impianto Bioplant con superficie TPSS (titanium pull plasma spray) (Oralplant, Cordons, Pordenone) rimosso dal portatore dopo un periodo di carico di sei anni per una frattura traumatica causata da incidente stradale. **Risultati:** L'analisi istomorfometrica ha dimostrato che esiste una elevata percentuale di contatto osso-impianto. **Conclusioni:** I risultati del presente studio evidenziano una buona quantità di tessuto osseo intorno all'impianto TPSS in condizioni di carico occlusale protratto. Inoltre, si conferma l'elevata capacità osteoconduttiva di questa superficie ed i risultati ottenuti in animali da esperimento.

Parole chiave: TPSS; Osteointegrazione; Superficie implantare.

Introduzione

Modelli animali sperimentali hanno permesso di comprendere il ruolo svolto dalla macro e micromorfologia delle superfici implantari sui fenomeni di guarigione ossea peri-implantare¹. È importante sottolineare che l'anatomia e la fisiologia ossea degli animali da esperimento è simile ma non uguale a quella umana, e per questo motivo le osservazioni, sperimentali eseguite su modelli animali devono servire come guida per le applicazioni cliniche, per essere poi confermate dai risultati sull'uomo². Altra grande differenza tra uno studio sperimentale e l'utilizzo clinico sull'uomo, è la presen-

za del carico occlusale, ed infatti, nella maggior parte degli studi, gli impianti non sono sottoposti a carico oppure si riferiscono a condizioni di carico differenti da quelli umani. In un precedente studio sperimentale abbiamo osservato una maggiore percentuale di contatto osso-impianto intorno ad impianti con superficie TPSS rispetto ad impianti a superficie machined³. L'uso di impianti osteointegrati rappresenta una scelta terapeutica valida per il trattamento di pazienti parzialmente o totalmente edentuli, con notevole longevità delle riabilitazioni implantologiche^{4,6}. Il successo della riabilitazione è del 95% a cinque anni e del 90% dopo 10 anni nella mandibola, mentre nel mascellare su-

periore la percentuale di successo scende del 5% rispetto alla mandibola^{7,8}. Le caratteristiche di superficie dell'impianto possono influenzare in maniera sostanziale i tempi e i modi della guarigione ossea, ed è infatti ampiamente dimostrato che la formazione di una quantità di osso intorno ad impianti sabbiati è superiore rispetto ad impianti machined⁹. La natura della superficie sembra influenzare la percentuale di sopravvivenza degli impianti è il riassorbimento dell'osso marginale¹⁰. Le superfici attualmente usate in clinica possono essere machined o non machined. Le superfici non machined, a loro volta, possono essere distinte in superfici trattate con metodi sottrattivi o con metodi additivi. I metodi sottrattivi prevedono l'asportazione di metallo dall'impianto con materiale sabbiante, o mordenzatura acida od asportazione micromeccanica. I metodi additivi prevedono l'apposizione di materiale sulla superficie del metallo (superfici rivestite in plasma di titanio, in idrossiapatite, con tecnica PVD, ed ano-

dizzazione). La rugosità di superficie potrebbe essere uno dei fattori più importanti nel determinare la prognosi a lungo termine degli impianti. Numerose osservazioni eseguite in vitro e su diversi modelli animali hanno dimostrato l'influenza della superficie sulla risposta cellulare, sulla qualità e quantità ossea peri-implantare. La superficie rugosa facilita la differenziazione e proliferazione degli osteoblasti, e questo fatto porta ad una maggiore produzione della fosfatasi alcalina peri-implantare da parte degli osteoblasti. La rugosità di superficie aumenta anche la sintesi di DNA in colture di osteoblasti¹¹. Gli osteoblasti coltivati su dischetti di titanio rugoso manifestano, infatti, tassi sostanzialmente più elevati di sintesi di matrice extracellulare. La rugosità di superficie influenza positivamente anche la produzione di PGE2, di TGF-beta1 oltre a determinare una maggiore adesione dei monociti¹² ed una maggiore interazione con le cellule ematiche¹³. La superficie può determinare la selezione cellulare influenzando

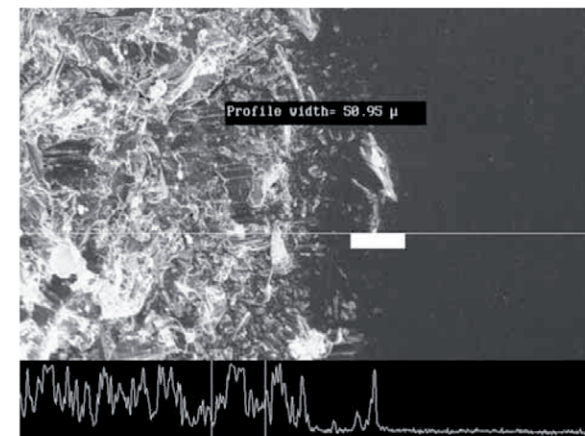


Fig. 1 Immagine SEM di un impianto Oral Plant.

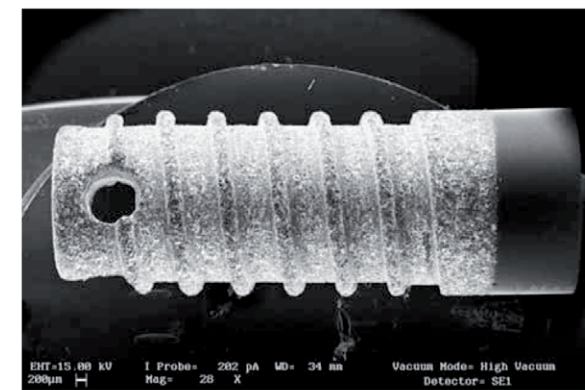


Fig. 2 Aspetto del collo dell'impianto, per metà liscio e per metà TPSS.

infine la qualità e la quantità dell'osso peri-implantare. Stabilito che le superfici rugose influenzano positivamente la produzione di osso, si è cercato poi di individuare la rugosità ideale che consente di ottenere un'ottima risposta biologica¹⁴. Lo scopo di utilizzare il trattamento TPSS (Titanium Pull Spray Superficial) proposto dalla Oralplant è quello di evitare di contaminare la superficie del titanio con materiali estranei. Scopo del presente lavoro è quello di analizzare istologicamente la rezione dell'osso periimplantare dopo un carico fisiologico di circa sei anni.

Materiali e metodi

L'impianto descritto nel presente lavoro (Oralplant, Cordenons, Pordenone), è costituito da titanio di grado 3, ha dimensioni 3,8 x 12 mm. La superficie è ottenuta trattando il metallo con una microlavorazione per asportazione micromeccanica mediante l'utilizzo di punte di ossido di alluminio di 0.5 microns (superficie Titanium Pull Spray Superficial - TPSS) (Figg. 1, 2). Con questa tecnica vengono create cavità arrotondate e porose tramite l'estrazione superficiale di parti di metallo. La struttura molecolare del metallo non è sottoposta a nessuna variazione o sollecitazione termica. Da segnalare che il colletto dell'impianto Oralplant è per metà con superficie machined e per metà con superficie TPSS. La paziente di 55 anni, dopo le radiografie preliminari,

veniva riabilitata con un impianto 3,8/12 in posizione 3.6, seguendo la procedura indicata dall'azienda per la preparazione del sito. La densità ossea era classificabile come D2. A 3 mesi dalla fase chirurgica veniva effettuata la scoperta con applicazione della vite di guarigione (Figg. 3, 4). Successivamente si passava alla fase dell'impronta mediante cucchiaio forato e pick-up di precisione. L'impianto è rimasto funzionante con una corona in metalceramica e carico masticatorio fisiologico per 6 anni fino a quando ne è stata decisa la rimozione per la frattura della connessione protesica da evento traumatico (Fig. 5). L'impianto rimosso con una fresa trephine sotto abbondante irrigazione veniva processato per ottenere sottili sezioni con il Precise i Automated System (Assing, Roma)¹⁵. Il campione veniva disidratato in una serie di alcool a concentrazioni crescenti e successivamente infiltrato in resina Technovit 7200 VLC (Kulzer, Wehrheim, Germania). Il blocchetto così ottenuto veniva sezionato a circa 150 µm ed abraso fino a 20-30 µm. Sono state ottenute tre sezioni istologiche. I preparati istologici erano quindi colorati con fucsina acida e blu di toluidina ed esaminati con un microscopio Laborlux (Leitz, Wetzlar, Germania). L'analisi istomorfometrica era eseguita utilizzando un intel-Pentium II MMX, un sistema di acquisizione di immagini Matrox, una videocamera ed un software KS 100 (Zeiss, Hallbergmoos, Germania). Le immagini acquisite venivano analizzate utilizzando il software menzionato in precedenza.

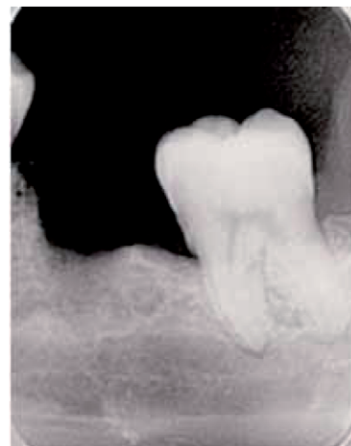


Fig. 3 Radiografia eseguita prima del posizionamento dell'impianto.

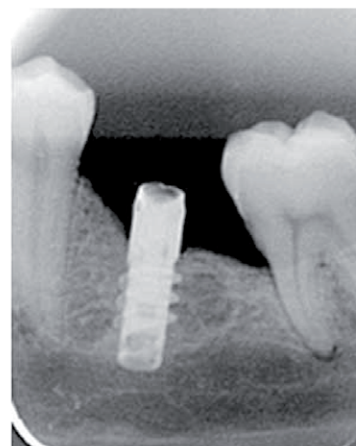


Fig. 4 Impianto prima di essere sottoposto a carico, notare l'assenza di osso nella porzione coronale dell'impianto.

Risultati

Alla rimozione l'impianto si presentava macroscopicamente ben integrato e con crescita ossea completa anche nella sua parte apicale cava. L'osso aveva colonizzato i fori del cestello apicale dell'impianto, ma presentava una netta demarcazione in prossimità del colletto lucido, a contatto del quale era assente. Microscopicamente veniva confermato che a 2,0 mm dalla spalla dell'impianto era presente osso compatto maturo, e nell'osso marginale non erano presenti osteoclasti o lacune di Howship. L'osso a contatto con l'impianto iniziava in corrispondenza della zona trattata, mentre sulla porzione machined del collo non era presente osso (Fig. 5). Pochi osteoblasti erano presenti. L'osso si presentava maturo e, solo in alcune aree, a livello dell'interfaccia osso-impianto era presente ma-

trice osteoide non ancora mineralizzata (Figg. 6, 7). L'osso si adattava alle microirregolarità provocate dal trattamento TPSS, e tra l'osso e gli impianti non si osservavano spazi otticamente vuoti. La superficie risultava essere molto osteoconduttiva. Non si evidenziava la presenza di cellule multinucleate, linfociti od altre cellule tipiche dell'infiammazione. Non erano presenti zone di riassorbimento osseo nella porzione delle spire; in tali zone l'andamento delle lamelle ossee era parallelo alla superficie dell'impianto. La porzione inferiore e superiore delle spire si presentava circondata da osso compatto e maturo, con scarsa presenza di spazi midollari. L'osservazione in luce polarizzata consentiva di evidenziare l'andamento delle lamelle ossee. La percentuale di contatto osso-impianto era del $76 \pm 3\%$. Si notava inoltre una completa assenza di batteri a livello della porzione coronale dell'impianto.



Fig. 5 Osso maturo a contatto con il collo rugoso dell'impianto. Blu di toluidina e fucsina acida 30X.

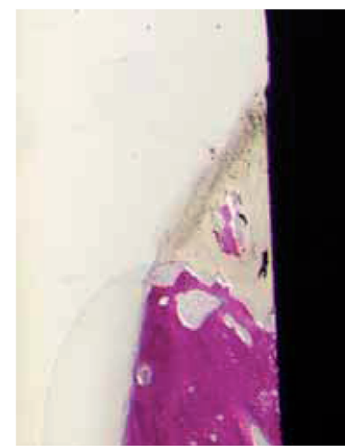


Fig. 6 Non si osservano zone di riassorbimento in corrispondenza delle spire. Blu di toluidina e fucsina acida 30X.



Fig. 7 Nella porzione coronale si osserva l'osso a contatto solo con la porzione rugosa del collo implantare. No batteri adesi sulla superficie del collo implantare. Blu di toluidina e fucsina acida 50X preview immagini.

Discussione

In questo studio è stata osservata un'elevata percentuale di contatto osso-impianto, l'assenza di cellule infiammatorie, ma soprattutto si è compresa l'influenza della superficie anche in presenza di carico. L'importanza di studiare reperti biotipici, umani specie dopo lunghi periodi di funzione masticatoria, consente di comprendere meglio l'influenza della superficie impiantare sulla guarigione ossea anche in presenza di carico, confermando l'utilità clinica del dato sperimentale. Istologicamente abbiamo osservato osso nella porzione coronale dell'impianto; si tratta di osso neoformato, ed infatti, al momento dell'inserimento, radiograficamente non si osservava osso. In questo caso la rugosità del collo ed il carico hanno consentito la rigenerazione ossea in quella zona. L'assenza di osteoclasti nella porzione coronale dell'impianto implica un rimodellamento osseo già avvenuto dopo il carico, ed infatti, radiograficamente si evidenzia un riassorbimento osseo di modesta entità nella porzione coronale. Il trattamento di superficie degli impianti influenza sia i tempi di guarigione sia la quantità di osso peri-impiantare¹⁶⁻¹⁹. Su come la rugosità di superficie possa influenzare il processo di guarigione sono state formulate delle ipotesi. I fattori di crescita liberati soprattutto dalle piastrine, inducono la proliferazione e la differenziazione di pre-osteoblasti in osteoblasti contemporaneamente alla differenziazione delle cellule periosteali ed endosteali; inizia così la produzione di matrice osteoide e la successiva mineralizzazione con formazione di osso a contatto con l'impianto. La guarigione ossea peri-impiantare è dunque un fenomeno complesso che comprende: differenziazione cellulare, migrazione, proliferazione, sintesi proteica, deposizione di matrice osteoide e successiva mineralizzazione. Tutti questi fenomeni possono essere influenzati da ormoni e da fattori locali. Il maggiore assorbimento di proteine da parte di superfici rugose, potrebbe svolgere un ruolo fondamentale nella rigenerazione ossea attraverso una maggiore concentrazione sull'impianto di proteine coinvolte nei processi di neoformazione ossea^{13,14}. La rugosità di superficie influenza la bagnabilità del biomateriale nel contenuto acquoso e proteico presente nel sito impiantare, ren-

dendo possibile l'assorbimento di proteine BMP (morfogenetiche), OP (osteogenetiche), fibronectina e osteopontina liberate nel sito impiantare in seguito all'intervento chirurgico. La bagnabilità della superficie svolge dunque un ruolo importante sull'assorbimento proteico; è una caratteristica fondamentale per ottenere un buon legame tra le proteine disperse nella matrice extracellulare ed il biomateriale^{9,13}. In conclusione, i risultati del presente studio istologico mettono in evidenza come la superficie TPSS sia molto osteoconduttiva, e dimostrano un'elevata percentuale di contatto osso-impianto, presenza di osso compatto, maturo in regione peri-impiantare, mancanza di gaps e di processi infiammatori all'interfaccia. I risultati del presente studio evidenziano anche che la superficie TPSS è ottima per la guarigione ossea anche in condizione di carico, confermando così i risultati ottenuti in precedenti ricerche. Anche se i risultati istologici si riferiscono ad un solo caso, ci sembra possibile affermare che la superficie ed il disegno dell'impianto Oral Plant consente di distribuire il carico all'interfaccia osso-impianto senza provocare zone di riassorbimento, ed infatti, nella zona coronale si è assistito ad una neoformazione ossea in senso coronale.

Autori:

Antonio Scarano,
Giovanna Petrone,
Adriano Piattelli,
Università degli Studi "G. D'Annunzio" di Chieti,
corso di Laurea Specialistica in Odontoiatria e
Protesi Dentaria – Pres. Prof. Adriano Piattelli
Dip. di Scienze Odontostomatologiche – Dir. Prof.
Sergio Caputi.
Flavio Tura
Libero Professionista, Bassano del Grappa (VI)
Indirizzo per la corrispondenza:
Dott. Antonio Scarano
Via dei Frentani 98/B
66100 Chieti
Tel. 0871-35.54.084
Fax 0871-35.54.099
E-mail: ascarano@unich.it

Bibliografia

- Piattelli M, Scarano A, Iezzi G, Petrone G, Piattelli A. Bone response to machined and resorbable blast material titanium implant: and experimental study in rabbits. *J Oral Implantol* 2002;2:1-8
- A. Piattelli, G.A. Favero A. Scarano Dalla ricerca alla clinica in osteointegrazione Martina editore Bologna 1996
- Scarano A, Iezzi G, Petrone G, Spoto G, Strocchi R, Piattelli A Risposta ossea intorno ad impianti machined e TPSS (titanium pull spray superficial) *Dental Cadmos* 2002;6:37:43
- Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark P, Jemt T A long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:347-359
- Albrektsson T, Bergman B, Folmer T A multicenter study of osseointegrated oral implants *J Prosthet Dent* 1988;60:75
- Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, Belser UC, Lang NP Long-term evaluation of non-submerged ITI A implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants *Clin Oral Impl Res* 1997;8:161-172
- 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;1:11-25
- Jemt T Consecutively inserted fixed prostheses supported by Brånemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual check-up *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:270-276
- Scarano A, Spoto G, Vrespa G, Iezzi G, Strocchi R, Piattelli A Superficie implantari plasma-spray e machined: Valutazioni biochimiche ed istomorfometriche. *Il Dentista Moderno* 2002
- Gotfredsen K, Karlsson U. A prospective 5-year study of fixed partial prostheses supported by implants with machined and TiO₂-blasted surface. *J Prosthodont* 2001;10:2-7
- Martin JY, Schwartz Z, Hummert TW, Schraub DM, Simpson J, Lankford DJ, Cochran DL, Boyan BD: Effect of titanium surface roughness on proliferation, differentiation, and protein synthesis of human osteoblast-like cells (MG 63). *J Biomed Mater Res* 1995;29:389-401
- Solskolne WA, Cohen S, Sennarby L, Wennerberg A, Shapiro L. The effect of titanium surface roughness on the adhesion of monocytes and their secretion of TNF- α and PGE₂ *Clin. Oral Impl. Res.* 2002;13 : 86-93
- Goransson A, Jansson E, Tengvall P, Wennerberg A. Bone formation after 4 weeks around blood-plasma-modified titanium implants with varying surface topographies: an in vivo study. *Biomaterials.* 2003;24:197-205
- Frenkel SR, Simon J, Alexander H, Dennis M, Ricci JL Osseointegration on metallic implant surfaces: Effects of microgeometry and growth factor treatment. *J Biomed Mater Res* 2002;63:706-13
- Scarano A, Quaranta M, Piattelli A Bone Sectioning Using the Precise 1 Automated Cutting System In An YH, Martin KL Handbook of histology methods for bone and cartilage The Humana Press, Totowa, New Jersey, USA 2002
- Johansson CB, Han CH, Wennerberg A, Albrektsson T: A quantitative comparison of machined commercially pure titanium and titanium-aluminum-vanadium implants in rabbit bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:315-21
- Wennerberg A, Ektessabi A, Albrektsson T, Johansson C, Andersson B: A 1-year follow-up of implants of differing surface roughness placed in rabbit bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:486-494
- Wennerberg A, Hallgren C, Johansson C, Danelli S: A histomorphometric evaluation of screwshaped implants each prepared with two surface roughness. *Clin Oral Impl Res* 1998;9:11-9
- Buser D, Nydegger T, Hirt HP, Cochran DL, Nolte LP: Removal torque values of titanium implants in the maxilla of miniature pigs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13:611-619

Impianto TPSS (titanium pull spray superficial); analisi istologica dopo 6 anni di funzione

Antonio Scarano, Flavio Tura, Giovanna Petrone, Adriano Piattelli

Introduction: Several studies demonstrate that dental implants surface's characteristics can substantially influence bone healing times and ways. Nowadays scientific research undertakes to study ideal roughness of implant surfaces in order to obtain the best osteoconduction properties. **Aims:** This study is aimed to evaluate histologically a dental implant retrieved after 6 years of loading, in order to confirm the results already got in experimental models. **Materials and Methods:** A dental implant Bioplant with a TPSS surface (titanium pull plasma spray) (Oralplant, Cordenons, Pordenone) retrieved after about 6 years of loading, is evaluated in this study. The implant was retrieved because of a traumatic fracture following a car accident. **Results:** Histomorphometric analysis showed a high percentage of bone-to-implant contact. **Conclusions:** In this study we found a considerable quantity of osseous tissue around the implant TPSS, after a long period of occlusal loading. Moreover we confirmed the results already obtained in animals about the osteoconductive properties of this surface.

Key Words: TPSS; Osseintegration; Implant surface.