

## Riabilitazione implanto-protetica: aspetti biomeccanici

Pantaleone STELLA\*

\* Medico Chirurgo Odontoiatra

Libero Professionista in Francavilla al Mare (CH)

Teocrito CARLESI\*\*

\*\* Odontoiatra

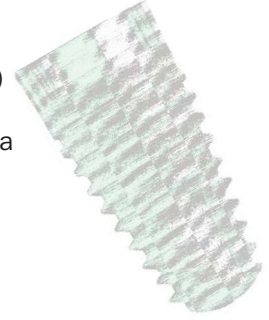
Specializzando in Chirurgia Odontostomatologica

Egidio SARLI\*\*\*

Università "G. d'Annunzio" Chieti.

\*\*\* Odontoiatra

Libero Professionista



Le differenze fondamentali tra un dente naturale e un impianto sono principalmente due: la presenza del legamento parodontale nel dente naturale contro la sostanziale anchilosi dell'impianto e la presenza di sensibilità nocicettiva nel dente contro l'assenza di sensibilità nell'impianto.

Le Forze (F) generate dal contatto tra le superfici occlusali si sviluppano e si distribuiscono sul parodonto in maniera uniforme lungo tutta la superficie radicolare.

Nel caso di un impianto caricato, le forze vengono distribuite prevalentemente sul terzo crestale, diminuendo in senso apicale<sup>1</sup>.

L'assenza del legamento e dei recettori nocicettivi in esso presenti, determina su un'unità implantoprotesica una modalità di scarico delle forze non soggetta al controllo dei meccanismi di bio-feedback masticatorio. Ne deriva che sollecitazioni anche minime della struttura non modulate dai meccanismi di controllo centrali sono particolarmente dannosi per il mantenimento dello stato di salute del sistema, soprattutto a medio-lungo termine. I

principi di biologia sono necessari e sufficienti per il mantenimento a lungo termine degli elementi naturali. Per il successo a lungo termine di una riabilitazione implanto-supportata è necessario e indispensabile associare ai principi biologici i principi di biomeccanica, questo perché sostanzialmente il dente è biologia, l'impianto è biologia e biomeccanica. La conoscenza e l'applicazione nella pratica clinica di nozioni di biomeccanica costituiscono quindi il presupposto per un restauro sicuro e duraturo.

Le forze che si generano durante la funzione masticatoria e le eventuali parafunzioni si identificano in base a direzione, intensità, modalità di applicazione e stress che ne consegue. In clinica, semplificando una realtà che è molto più complessa, possiamo dire che la Direzione delle Forze generate dai contatti occlusali durante la masticazione è di due tipi: Assiale e Trasversale-Laterale.

È definita Forza Assiale quella che ha direzione lungo l'asse maggiore dell'impianto (fig. 1).

Questa è la forza che l'interfaccia osso-impianto è in grado di sopportare in maniera più favorevole.



Tutte le altre forze con direzione non assiale sono definite trasversali. Le forze trasversali possono essere tali in origine, oppure generarsi dalla scomposizione di una forza assiale quando si applica su un piano inclinato di una cuspid. Un'ulteriore ipotesi da considerare è quella di una forza assiale che agisca su un punto lontano dalla circonferenza implantare. In questo caso, l'unità implantoprotesica sarà sottoposta a quello che in letteratura è conosciuto con il termine di "bending moment" ovvero Momento Flettente (M). Il Momento Flettente (M) è definito come il prodotto della forza (F) per la distanza perpendicolare (d) che va dalla linea di azione dalla forza al centro di rotazione (connessione abutment-impianto) (fig. 2). Il bending moment è direttamente proporzionale alla distanza d.

Le forze trasversali e il bendig-moment ad esse associate presentano degli effetti potenzialmente deleteri che a livello delle componenti implantoprotesiche si manifestano con lo sviluppo di forze tensili che tendono a separare le stesse. Sull'osso di supporto, le forze si concentrano alternativamente nelle zone coronali e apicali causando un rimodellamento osseo.

Altro parametro di una forza è l'Intensità. Le forze che si generano dal contatto oclusale e si scaricano sulla struttura implantoprotesica hanno intensità che raggiungono 565 N (Newton)/cm<sup>2</sup> nei molari e 288 N/cm<sup>2</sup> nei premolari<sup>2</sup> (fig. 3). Ciò giustifica l'incidenza delle complicanze che si verificano maggiormente nei

settori latero-posteriori<sup>3,4</sup>.

Le forze intraorali sono distinte in dinamiche e statiche. Le forze dinamiche sono quelle che si originano dal contatto oclusale durante i cicli masticatori; si originano, esplicano la loro azione e terminano con il ciclo masticatorio. Le forze statiche sono quelle generate dalle parafunzioni e/o da non passività (Misfit) tra le varie strutture dell'unità implantoprotesica (fixture, abutment, vite di connessione, framework e rivestimento estetico). Entrambi i tipi di forze possono essere tensili e compressive. In un sistema meccanico nel quale si abbia un accoppiamento tra due componenti, magari con una vite passante che unisce le due strutture, le forze tensili sono quelle che tendono ad allargare e separare le componenti del sistema mentre le forze compressive tendono a spingerle, ad adattarle e ad accoppiarle tra di loro. In un restauro protesico su impianto quindi, le forze compressive sono quelle da favorire<sup>5</sup>. Le forze statiche risultano essere quelle più dannose in quanto, per loro natura, continuano la loro azione oltre il ciclo masticatorio provocando stress al sistema. Lo stress meccanico ( $\sigma$ ) misurato in Pascal, è una grandezza fisica che descrive l'azione delle forze sulla superficie implantare, ed è il risultato del rapporto tra la forza espressa in N (Newton) e la superficie (A) espressa in metri quadrati (fig. 4). Per ridurre lo stress si deve operare su queste due variabili: favorire forze assiali o aumentare la superficie implantare.

L'obiettivo primario di una riabilitazione

**INTENSITA'**  
CARICHI MASTICATORI

SETTORE	ENTITA' (N)
Molare	565
Premolare	288
Canino	208
Incisivo	50

Figura 3 stefcap@tin.it PS

**STRESS**

Lo stress meccanico descrive l'azione delle forze sulla superficie implantare.

**$d = F/A$**

**$d = \text{stress meccanico (Pa)}$**   
 **$F = \text{forza (N)}$**   
 **$A = \text{area (m}^2\text{)}$**

Figura 4 stefcap@tin.it PS

continua >>>



<<< segue

implantoprotesica è quello di ottenere una distribuzione dei carichi ottimale. Per fare questo è importante prendere in considerazione ogni componente che costituisce il sistema implantoprotesico: la morfologia oclusale della corona protesica, la connessione corona-abutment, la connessione abutment-fixture e infine la fixture.

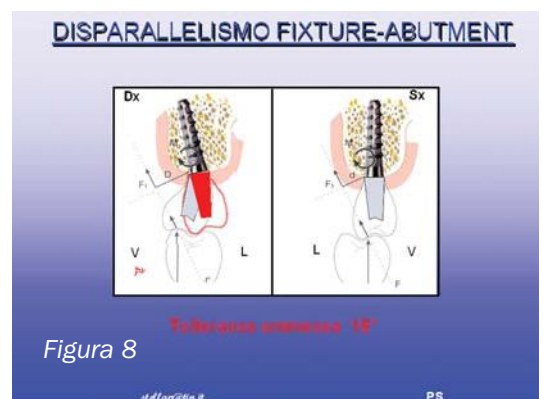
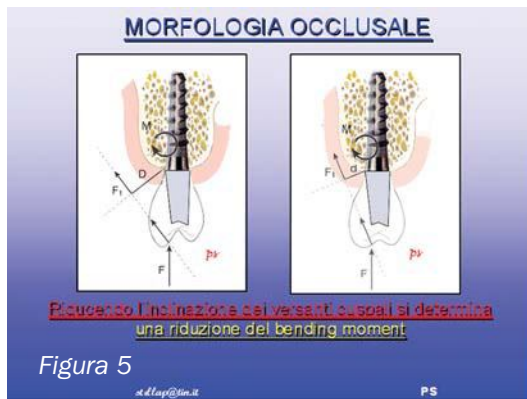
La morfologia oclusale è di primaria importanza, infatti, nella progettazione di una corona si devono creare delle condizioni che favoriscano lo sviluppo di carichi assiali e riducano quelli latero-trasversali che creano momenti flettenti.

Diversi studi hanno dimostrato che riducendo l'inclinazione dei versanti cuspidali si determina una riduzione del bending moment (fig. 5). Inoltre modificando il versante palatale dei denti del settore frontale superiore andando a creare un piano di appoggio per l'antagonista in centrica, che non sia un piano inclinato, il momento flettente diminuisce<sup>5</sup> (fig. 6).

Una riduzione del bending moment si ottiene

anche riducendo le dimensioni del tavolo e favorendo i contatti oclusali entro i confini del diametro implantare. Da ciò deriva che nel caso in cui è necessario un tavolo oclusale ampio, come nel caso dei settori latero-posteriori, è necessario l'utilizzo di impianti con diametri adeguati<sup>5</sup> (fig. 7).

Se analizziamo la connessione corona-abutment, è importante introdurre il concetto di fit passivo e cioè la perfetta complementarietà e passività tra il framework e l'abutment, in caso contrario si verrebbero a creare quei carichi statici dannosi all'intero sistema implantoprotesico. Analizzando la connessione abutment-fixture dobbiamo prendere in considerazione, oltre al fit passivo dell'esagono dell'abutment nella fixture, il corretto preload della vite di serraggio (indicato dalla casa produttrice della sistemica implantare). Infine deve essere valutato il grado di disparallelismo tra l'abutment e la fixture che è stato dimostrato essere tollerabile per valori non superiori ai 15°<sup>3,6</sup> (fig. 8).



Per una corretta riabilitazione implantoprotesica non si può prescindere quindi da una progettazione preliminare seguendo i principi di una chirurgia protesicamente guidata, (modello studio, ceratura diagnostica, dima radiologica e chirurgica), seguiti da una corretta scelta dell'impianto, degli abutment, della sovrastruttura protesica, dei materiali estetici di rivestimento e di un adeguato schema oclusale. Il mancato rispetto di uno o più dei principi appena descritti può portare alla comparsa di una frattura del sistema implantoprotesico.

In letteratura, il meccanismo più accreditato con il quale si verifica una frattura del corpo implantare è il sovraccarico flessorio (bending overload) descritto per la prima volta nel 1993 da Rangert<sup>7</sup>.

Per bending overload s'intende una situazione in cui le forze oclusali che agiscono sulla protesi implanto-supportata, sviluppano un momento flettente sulla sezione trasversale dell'impianto (bending moment) a livello dell'osso crestale; tale stress tensivo causa una perdita dell'osso marginale e/o un eventuale frattura da fatica dell'impianto<sup>7</sup>. I dati rilevati dalla letteratura indicano che nelle fratture implantari è di solito presente un riassorbimento osseo perimplantare nella porzione crestale dell'impianto che varia tra i due e i cinque millimetri e che radiograficamente appare sottoforma di scodella semicilindrica; essa espone la parte cervicale dell'impianto di solito fino a tre millimetri sotto il colletto<sup>3, 7-10</sup>. Tale riassorbimento, una volta approfonditosi oltre il punto in cui arriva la punta della vite di connessione interna, indebolisce la resistenza della parete dell'impianto, rendendolo più suscettibile alle fratture. In pratica si verifica uno squilibrio di forze che supera la capacità di resistenza intrinseca dell'impianto e ne causa la frattura.

E' però opportuno ricordare che dal momento della protesizzazione dell'impianto, la causa primaria di fallimento tardivo è rappresentata dal sovraccarico oclusale, con il possibile coinvolgimento non solo del corpo implantare ma di tutta l'unità implantoprotesica: frattura dell'impianto, frattura dell'abutment, frattura delle viti di serraggio impianto-abutment o abutment-suprastruttura accompagnata o meno dallo svitamento dell'abutment, frattura del framework e frattura del materiale estetico di rivestimento.

La tabella 1 conferma che la problematica della frattura del corpo implantare è relativamente limitata, in caso di protesi sia fissa che mobile (mediamente intorno all'1% degli impianti caricati)<sup>3, 11-18</sup>.

Anche se le fratture del corpo implantare risultano più rare delle altre tipologie di fratture, esse rivestono un carattere di maggiore gravità per le significative conseguenze sul paziente, perché deve sottoporsi a un secondo intervento chirurgico per rimuovere l'impianto fratturato e a un eventuale terzo intervento per il posizionamento di un nuovo impianto. Il riposizionamento di un impianto nello stesso sito, può essere spesso difficoltoso poiché talvolta l'osso che residua dopo la rimozione dell'impianto fratturato è insufficiente ad accogliere il nuovo impianto, rendendo necessario quindi per ripristinare il sito, tecniche chirurgiche rigenerative di aumento di spessore e/o di altezza dell'osso residuo.

**Incidenza delle fratture degli impianti (5 anni carico)**

Studio	Tipo di protesi	n. Impianti	n. Fratture	% Fratture
Rangert et al., 1995	Protesi parziale/totale fissa overdenture	10000	39	0,4
Zarb e Schmitt, 1990	Protesi fissa completa	274	0	0
Eckert e Wollan, 1998	Protesi parziale/totale fissa overdenture	1719 3218	10 18	0,6 maxilla 0,6 mandibola
Adell et al., 1990	Protesi fissa completa	4636	324 139	7 maxilla 3 mandibola
Quirynen et al., 1991	Protesi parziale fissa	509	5	1
Jemt et al., 1991	Protesi fissa completa	2113	11	0,5
Tolman e Laney, 1992	Protesi parziale/totale fissa	1778	3	0,1
Jemt e Lekholm, 1993	Protesi fissa completa Protesi parziale fissa	589 259	3 1	0,8 0,4
Lekholm et al., 1994	Protesi parziale fissa	521	5	0,9

Tabella 1 rt&log@im.it PS

continua >>>



&lt;&lt;&lt; segue

**CASO CLINICO**

A.D. C. 35 aa, Femmina, portatrice di insufficienza mitralica, nel 1999 era stata sottoposta a inserimento di fixture in sede 36 e successivamente protesizzata con corona metallo-ceramica. Una radiografia endorale eseguita in occasione del controllo annuale (febbraio 2004) (fig. 1), era negativa per fenomeni di riassorbimenti ossei. Nel settembre 2005, la p.te richiedeva una visita, riferendo una leggera mobilità della corona supportata dall'impianto. All'esame obiettivo non si apprezzavano fenomeni infiammatori e/o infettivi dei tessuti nella zona periimplantare, si confermava la mobilità della corona, era presente un sondaggio di 3/4 mm mesialmente e lingualmente all'impianto e la radiografia eseguita contestualmente ne confermava la positività evidenziando un riassorbimento osseo (fig. 2). Si procedeva alla decementazione della corona e all'ispezione della vite di serraggio. La successiva rimozione dell'abutment evidenziava una frattura del collo implantare. Insieme alla p.te si decideva per la rimozione dell'impianto fratturato e, se fosse stato possibile, per il reinserimento contestuale di un nuovo impianto. Sollevato un lembo a tutto spessore, si evidenziavano chiaramente la frattura di una parte del collo e il classico riassorbimento a scodella dell'osso periimplantare (fig. 3). Si procedeva alla carotazione dei 2/3 coronali dell'impianto e con l'utilizzo di leve si effettuava la rimozione (fig. 4).

Valutata la perdita ossea dopo la rimozione dell'impianto (figg. 5-6-7), si è comunque scelto di procedere all'inserimento di un nuovo impianto. Per ottenere la stabilità primaria necessaria si preparava il neo sito mesialmente

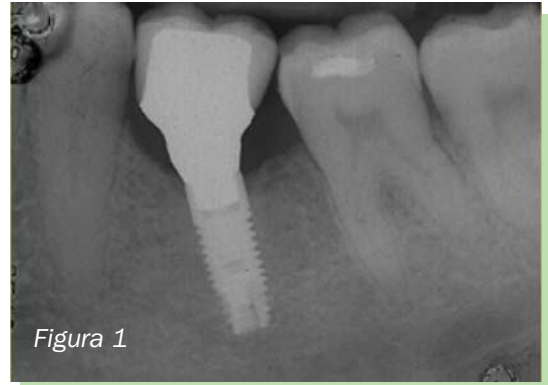


Figura 1



Figura 2

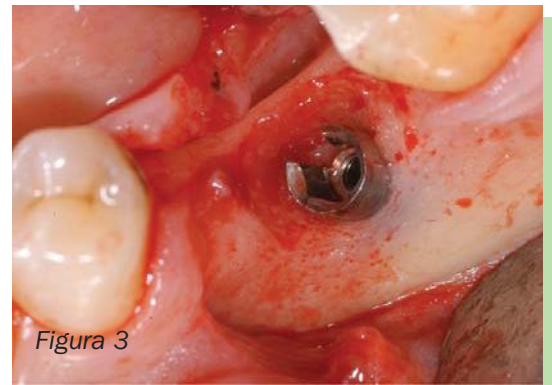


Figura 3

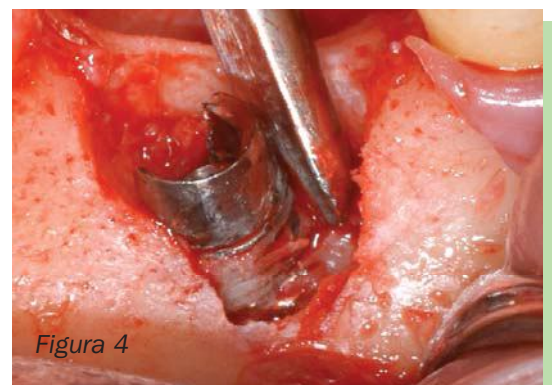


Figura 4

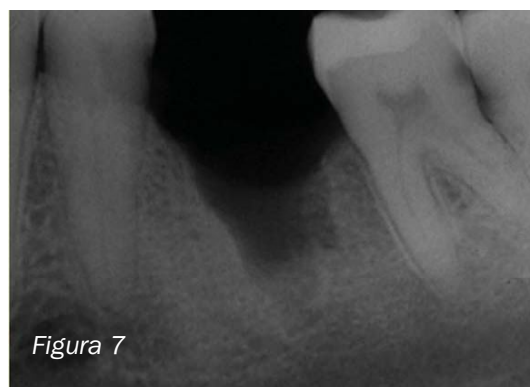
al difetto e si inseriva un **impianto Leader Implus conico di 11,5 mm collo 5 mm** (fig. 8).



Il difetto residuo era trattato con GBR mediante griglia in titanio fissata con la cover screw dell'impianto (fig. 9-10). A due mesi dall'intervento si procedeva alla rimozione della griglia perché mostrava segni di esposizione della cover screw, con inserimento contestuale della vite di guarigione. A cinque mesi dall'inserimento si caricava l'impianto con una corona metallo-ceramica (fig. 11-12).

## CONCLUSIONI

La frattura dell'impianto è considerata un fallimento tardivo che in presenza di protocolli adeguati, si manifesta con un'incidenza < 1%. La teoria più accreditata in letteratura è quella di Rangert del "bendig overload" (sovraccarico biomeccanico) che si manifesta con un riassorbimento osseo (a scodella) sulla parte crestale dell'osso periimplantare. I controlli clinici e soprattutto radiografici di routine (ogni sei mesi nel primo anno di carico e poi annualmente) permettono di intercettare situazioni cliniche a rischio che indurranno il clinico a un'attenta rivalutazione dei carichi occlusali sull'unità implantoprotesica. In alternativa, il danno non riconosciuto anche a una soltanto delle componenti dell'unità, può



continua >>>

<<< segue

portare alla frattura dell'impianto: situazione clinica di più complessa risoluzione.

La rimozione di un impianto fratturato e osteointegrato, prescindendo dalla sede mandibolare o mascellare, comporta delle problematiche di tecnica chirurgica.

Se l'impianto deve essere solo rimosso, la carotazione è la metodica più veloce ed efficace con una minima perdita di osso perimplantare quando le radici dentali, gli impianti adiacenti e le strutture anatomiche nobili, sono a distanza di sicurezza dalla sede di lavoro della fresa carotatrice (almeno 2 mm di osso oltre la misura del diametro esterno della fresa). Se invece l'impianto fratturato è in stretta contiguità con radici, impianti adiacenti e strutture anatomiche, sono indicati i principi base della chirurgia estrattiva utilizzando frese su manipolo dritto o contrangolo, piezosurgery, leve e pinze. Nel caso in cui il nostro obiettivo è comunque di riposizionare un nuovo impianto, s'impone una chirurgia mini invasiva la più possibile rispettosa dei volumi ossei. Solo dopo aver rimosso l'impianto, l'operatore potrà valutare il deficit osseo residuo e decidere nello stesso tempo chirurgico per:

- reinserimento contestuale di un nuovo impianto;
- reinserimento contestuale di un nuovo impianto e tecniche di GBR;
- tecniche di GBR seguite da un secondo tempo chirurgico per il reinserimento di un nuovo impianto.

*Bibliografia disponibile su richiesta*

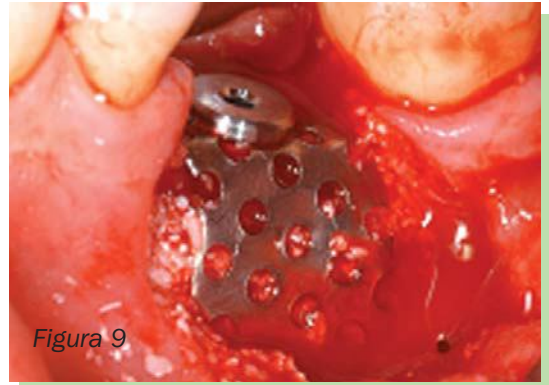


Figura 9

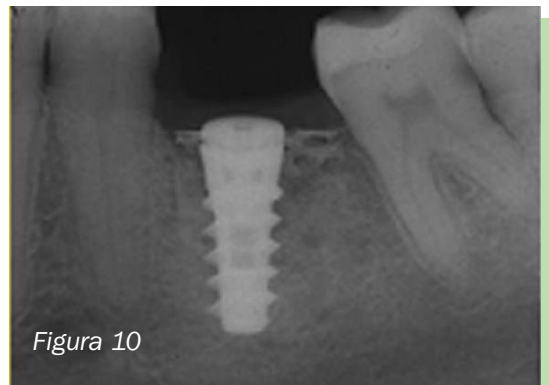


Figura 10



Figura 11

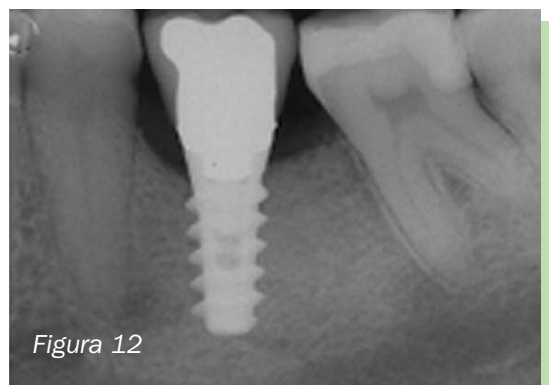


Figura 12