

Tecnica rigenerativa innovativa per la risoluzione di perimplantiti con laser Er:YAG, basata su diagnosi microbiologica

Toshiaki Yoshino¹

Yoshihiro Ono²

¹Studio privato, Yoshino Dental Office Perio-Implant Center, Yokohama, Japan

²Studio privato, Kiwakai Dental Office Perio-Implant Center, Tokyo, Japan

¹Private Practice, Yoshino Dental Office Perio-Implant Center, Yokohama, Japan

²Private Practice, Kiwakai Dental Office Perio-Implant Center, Tokyo, Japan

L'aumento delle perimplantiti è un problema di emergente attualità. L'eliminazione delle cause che hanno originato la perimplantite richiede analisi batteriche e la rimozione completa del tessuto infetto dalla superficie complessa che costituisce il corpo impiantare con l'obiettivo di sterilizzare la zona e l'impianto stesso. La potenza del laser Er:YAG è assorbita dalle molecole d'acqua in modo tale che la temperatura non si alzi e non si carbonizzi l'obiettivo. È stato dimostrato che questo laser è in grado di favorire la rigenerazione tissutale se usato in ambito clinico nei casi di perimplantite. La cura antibatterica, basata sull'analisi batteriologica e la conseguente terapia rigenerativa con applicazione di laser Er:YAG, viene proposta come trattamento efficace per la perimplantite.

Materiali e metodi

Una donna di 62 anni, con impianti nella zona molare mandibolare di destra posizionati 10 anni fa, tornò nel mio ambulatorio dopo 6 anni

di assenza. Lamentava una fastidiosa sensazione in quella zona e la diagnosi, effettuata attraverso l'esame radiografico, fu di perimplantite. L'impianto era del sistema SteriOss, con superficie TPS. Questo caso fu trattato con laser Er:YAG durante la fase di mantenimento dopo la terapia implantare e successivamente alla diagnosi ottenuta tramite esame radiografico. Fu eseguita l'analisi batteriologica con esame PCR-Invader (BML Inc., Japan).

Inizialmente è stata determinata la conta totale dei batteri, il numero per ciascuna flora batterica e il rapporto parziale tra le flore rilevate. Furono riscontrate le seguenti specie batteriche: *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*, *Aggregatibacter actinomycetomorpha* e *Perovotella intermedia*. Questi parametri furono valutati nelle diverse fasi della terapia: immediatamente dopo la diagnosi di perimplantite, dopo la terapia antibiotica e dopo la terapia chirurgica. In questo caso fu somministrata Amoxicillina combinata con Metronidazolo per quattro settimane e il laser fu utilizzato in seguito

INNOVATIVE REGENERATION TECHNOLOGY TO SOLVE PERI-IMPLANTITIS BY ER:YAG LASER BASED ON THE MICROBIOLOGICAL DIAGNOSIS

Increasing peri-implantitis is an emerging issue today. Eliminating causes of peri-implantitis requires bacterial diagnosis, and furthermore, it is necessary to debride the complicated surface structure of the implant body to sterilize surrounding tissue including implant body itself. The power of Er:YAG laser is absorbed by a water molecule, so that it neither rises in temperature nor carbonizes the target. This laser was proved to effectively help tissue regenerate when used for peri-implantitis in the clinical scene. Antibacterial remedy, based on bacteriological examination and following regenerative therapy by applying Er:YAG Laser, has suggested its efficacy for peri-implantitis treatment.

MATERIALS AND METHODS

A 62-year-old woman who had implants on the right mandibular molar site 10 years ago visited my clinic again after 6 years absence. She complained of an unpleasant sensation at that site and the diagnosis, by radiographic examination, was peri-implantitis. This implant was TPS surface by SteriOss. This case was treated by Er:YAG Laser after diagnosis by radiographic examination during maintenance phase after implant therapy. Bacteriological examination using PCR-Invader assay (BML Inc., Japan) was performed. The total count of bacteria, the number of each bacterial flora, and the partial ratio of each flora were measured.

The following bacterial species such as; *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*, *Aggregatibacter actinomycetomorpha* and *Perovotella intermedia* were measured. These factors at each period of time, immediately after diagnosis as peri-implantitis, after anti-bacterial therapy, and after the surgical therapy were measured respectively. In this case, Amoxicillin combined with Metronidazole for 4 weeks was administrated, and the laser was irradiated followed by the sterilization. Er:YAG laser (Arwin AdvErl, J. Morita MFG. Corp., Japan) with different types of tips such as straight-irradiation tip (CF400) for bone penetration, side-irradiation tip (P400T) for

alla sterilizzazione. Fu utilizzato il laser Er:YAG (Arwin AdvErL, J. Morita MFG. Corp., Japan) con diversi tipi di punte, come quella a irradiazione diretta (CF400) per la penetrazione nell'osso, quella a irradiazione laterale (P400T) per la pulizia del corpo dell'impianto e la punta a irradiazione diretta e laterale (PS600T) per rimuovere l'epitelio marginale interno del solco implantare. I livelli di impulso in uscita furono scelti da un pannello con parametri prestabiliti e furono rispettivamente di 100 pps 150 mJ, 10 pps 40 mJ, 25 pps 70 mJ. Come materiali da innesto si mescolarono la stessa quantità di FDBA (Oragraft Cortical LifeNet org.) e osso autogeno, che furono impregnati con il fattore di crescita rhPDGF-BB (Gem21s, Osteohealth). Fu posizionata una membrana in acido polilattico (GC Membrane, GC Corp., Japan), fissata tramite la vite di chiusura. Per valutare i tessuti duri, fu effettuata un'analisi di tipo cone beam CT (Veraviewepocs 3D, J. Morita MFG. Corp., Japan) per valutare la massima ampiezza del difetto osseo in senso orizzontale e verticale su sezioni mesio-distali ottenute prima della terapia rigenerativa e dopo 9 mesi.

Risultati

Il test batterico è riportato in Figura 1 e poiché fu possibile evidenziare una percentuale eccessiva di flora di batteri parodontopatici furono somministrati Amoxicillina e Metronidazolo per via orale. La radiografia panoramica effettuata dopo la terapia antibatterica rivelò un aumento dell'opacità dell'osso. La rimozione del tartaro sottogengivale, l'asportazione del tessuto di granulazione e la disinfezione dell'impianto furono effettuati con il laser Er:YAG e, in seguito, si procedette con la terapia rigenerativa mediante osso autogeno, FDBA, GEM21 e membrana in acido polilattico (Figura 2).

debridement of the implant body, and straight-and-side irradiation tip (PS600T) to remove the inner marginal epithelium of implant sulcus was utilized. The output levels were chosen from a preset panel and were 100 pps 150mJ, 10 pps 40mJ, 25 pps 70mJ, respectively. As bone grafting material, the same amount of FDBA (Oragraft Cortical LifeNet org.) and autogenous bone were mixed and soaked with rhPDGF-BB (Gem21s, Osteohealth) which was added as a growth factor. Poly-lactate membrane (GC Membrane, GC Corp., Japan) was fixed by the cover-screw. To evaluate the hard tissue, dental cone beam CT (Veraviewepocs 3D, J. Morita MFG. Corp., Japan) was used. Both horizontal and vertical maximum bone defect of peri-implant tissue shown on mesio-distal section were evaluated

before regenerative therapy and after 9 months.

RESULTS

Bacterial test is listed on the Figure 1. Excessive ratio of periodontopathic bacterial flora was detected so that Amoxillin and Metronidazole were orally administrated. Panoramic radiograph after anti-bacterial therapy revealed increased opacity of the bone. Removal of subgingival calculus and debridement and disinfection of fixture were performed by using Er:YAG laser. Then, regeneration therapy was performed with autogenous bone, FDBA, GEM21 and polylactate membrane (Figure 2). Regeneration of former damaged bony tissue by 4.22

8th June 2010			
	Count	Total to ratio	Normal
Total bacteria	100,000	—	
A. actinomycetemcomitans	0	0.000%	<0.01%
P. gingivalis	49,000	49.00%	<0.5%
T. forsythus	2,800	2.80%	<0.5%
T. denticola	15,000	15.00%	<5.0%
P. intermedia	390	0.39%	<2.5%

27th July 2010			
	Count	Total to ratio	Normal
Total bacteria	3,700	—	
A. actinomycetemcomitans	0	0%	<0.01%
P. gingivalis	0	0%	<0.5%
T. forsythus	0	0%	<0.5%
T. denticola	110	2.97%	<5.0%
P. intermedia	0	0%	<2.5%

1. Il risultato dell'analisi batterica del sito 46 (al primo esame). I batteri parodontopatici sono stati rilevati in una percentuale superiore alla norma. Dopo la somministrazione di antibiotici per via orale, il loro numero è diminuito in modo significativo.

1. The result of bacterial examination of the site of #30 (first examination). Periodontopathic bacteria were detected more than the normal ratio. After oral administration of antibiotics, decreases of periodontopathic bacteria were remarkably indicated.



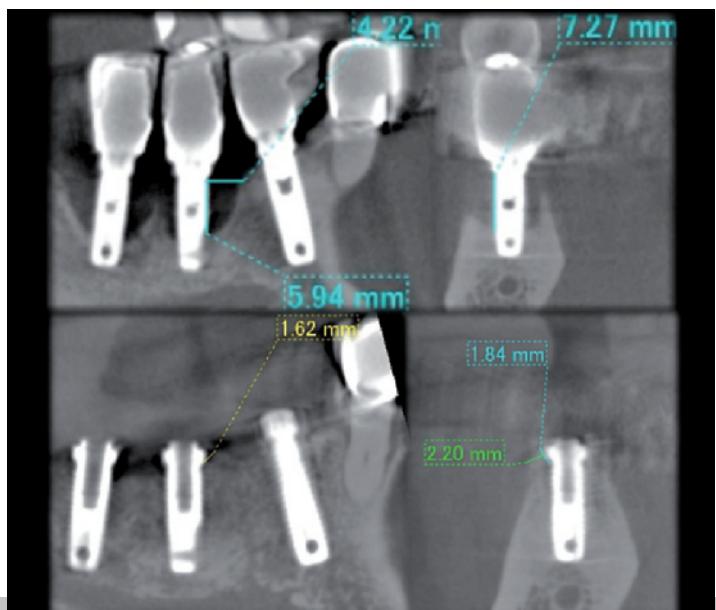
2. Dopo il sollevamento del lembo si può osservare il severo riassorbimento osseo a forma di coppa e la presenza di tartaro sotto gengivale di colore nero sulla vite. La superficie dell'impianto è stata irradiata con laser Er:YAG non solo per rimuovere lo strato di tartaro sottogengivale, ma anche per detossificare e sterilizzare la superficie implantare senza sviluppo di calore eccessivo o carbonizzazione.

2. After flap reflection, you can see severe saucerlike bone resorption and black subgingival calculus on the implant fixtures. Implant fixtures was irradiated to remove not only subgingival calculus, but also detoxify and sterilize implant surface without heat nor carbonization by using Er:YAG laser.

A 9 mesi dalla terapia rigenerativa, l'esame cone beam mostrò una rigenerazione del tessuto osseo precedentemente danneggiato di 4,22 mm in senso orizzontale e 7,21 mm in senso verticale (Figura 3). Questa paziente ha continuato a mostrare buone condizioni di salute del sito fino ad ora.

Discussione

La terapia implantare è ormai molto diffusa e probabilmente sta diventando la scelta elettiva per il trattamento delle edentulie parziali. Il trattamento implantare viene effettuato dai dentisti in modo così assiduo che le superfici degli impianti sono state modificate per accelerarne l'osseointegrazione e favorire una miglior biocompatibilità. A questo specifico sviluppo tecnologico è associato un più alto rischio di infusione batterica, con aumento delle perimplantiti. Questa patologia



3. La figura superiore mostra la misurazione del riassorbimento osseo effettuata intorno all'impianto attraverso un esame radiografico di tomografia computerizzata cone beam. Si può osservare un grave riassorbimento osseo. La figura in basso mostra il guadagno di tessuto, sovrapponibile radiograficamente a osso, intorno all'impianto 10 mesi dopo. Il tessuto rigenerato si può notare chiaramente. È stato misurato sulla CT cone beam un aumento verticale di tessuto di 7,21 mm e orizzontale di 4,22 mm.

3. Upper figure shows measurement of bone resorption around implant which was performed by dental cone beam CT. Severe bone absorption could be observed. Lower figure shows measurement of gaining of bone-like tissue around implant site 10 months later. The regenerated hard tissue is remarkably observed. Measurement of bone-like tissue after surgery by cone beam CT vertically +7.21 mm, and horizontally +4.22 mm.

mm horizontally and 7.21 mm vertically, revealed by the cone beam CT examination 9 months after the regenerative therapy (Figure3). The patient has been maintaining good condition up to now.

DISCUSSION

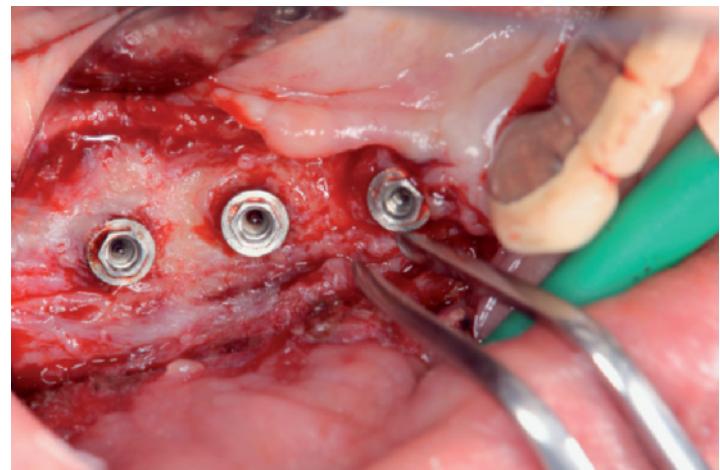
Implant therapy has become wide spread and it may be becoming the first choice for partial edentulous region. In general, dentists apply implant treatment so often that the texture of implant surface has been improved to expedite osseointegration and has also become more biocompatible. Along with this particular fact, there is more risk of bacterial infection than before and of peri-implantitis increasing. Peri-implantitis is similar to periodontitis as both are

è simile alla malattia parodontale poiché entrambe sono causate da infusione batterica¹, ma la differenza è che la prima si manifesta su un corpo estraneo artificiale, benché biocompatibile, posto nell'osso alveolare. In altre parole la peri-implantite è causata dalla terapia implantare stessa. È essenziale quindi proteggere i restanti denti naturali, specialmente quando gli impianti sono usati per sopperire a una perdita di entità ridotta. Dovremmo prima di tutto enfatizzare l'eziologia e la diagnosi, per comprendere le cause e le suscettibilità ambientali per quest'infusione, proseguendo solo in seguito con lo sviluppo della metodologia di trattamento finalizzata all'eliminazione delle cause. Oltre alla terapia antibiotica, è indispensabile ripulire la superficie implantare dal tessuto contaminato senza danneggiarne la superficie e, in seguito, promuovere la formazione di nuovo osso con terapia rigenerativa. L'Er:YAG ha la caratteristica di essere un laser le cui irradiazioni vengono assorbite dalle molecole d'acqua², prevenendo in questo modo l'aumento di temperatura che potrebbe carbonizzare o causare degenerazione termica ai tessuti vitali³. Il laser Er:YAG può essere utilizzato anche per la resezione dei tessuti parodontali, la levigatura radicolare, l'evaporazione e la rimozione di tessuti vitali come osso e cemento⁴. Questo dispositivo permette di arrivare alla degenerazione dei tessuti che andranno rimossi senza provocare danneggiamenti, con alterazione termica minima o assente e senza influenzare negativamente la superficie in titanio⁵. I batteri presenti sulla superficie possono essere eradicati senza che si crei eccessivo calore. Il laser, inoltre, è in grado di detossificare gli LPS, incrementando l'attività di promozione della guarigione delle cellule tissutali⁶. In caso di perimplantite, il laser Er:YAG può essere anche utilizzato per rimuovere il tessuto contaminato dalla superficie del

caused by bacterial infection¹, however the difference is that it occurs on an artificial foreign body, though biocompatible, placed in the alveolar bone. In other words, peri-implantitis is caused by the implant therapy itself. It is essential to protect remaining natural teeth, whenever implants are utilized especially in the case of minor tooth loss. Thus, we should emphasize the etiology and diagnosis first, to understand the causes and the susceptible environment for infection. Then we should move forward to treatment methodology following elimination of the causes. Thorough antibiotic remedy, debridement of the implant surface without damaging its texture, and regeneration of former damaged bone tissue are of a significant importance in treating peri-implantitis.

corpo dell'impianto, eliminare la corticale del tessuto osseo, sterilizzare i tessuti duri e molli danneggiati dalla perimplantite, detossificare l'area dai metaboliti batterici e migliorare la guarigione della ferita attivando i tessuti vitali⁷. Lo studio in questione mostra come siano stati ottenuti risultati positivi in termini di rigenerazione ossea in una paziente affetta da perimplantite, effettuando terapia antibiotica basandosi sui testi microbiologici e immunologici, seguita da rimozione del tessuto di granulazione dal difetto e la sua sterlizzazione con laser Er:YAG diretto sull'impianto stesso e sui tessuti perimplantari⁸.

La storia dei criteri diagnostici delle complicazioni su impianti riflette quella dei criteri di successo applicati alla terapia implantare. Nel 1978 l'NIH-Conferenza sullo Sviluppo ad Harvard aveva ritenuto accettabili certi criteri problematici, che non sarebbero mai stati contemplati nell'Era dell'Osteointegrazione, quali la possibilità di consentire movimenti minori di 1 mm in qualsiasi direzione, il riassorbimento verticale d'osso fino a un terzo della lunghezza dell'impianto ecc.¹⁰. Nel 1986, Albrektsson introdusse criteri che sono tutt'ora applicabili¹¹. Ad oggi, i principi di successo definiti alla Conferenza di Toronto sull'Osteointegrazione nel 1998 sono considerati lo standard di riferimento. Il riassorbimento osseo verticale considerato accettabile è fino a 0,2 mm per anno a partire da quando l'impianto viene funzionalizzato, il che significa che l'infezione sull'interfaccia di osteointegrazione porta al fallimento rispetto a questo criterio, a eccezione di condizioni di riassorbimento simili causati dal sovraccarico dell'impianto. Il fatto che la flora batterica riscontrata intorno agli impianti sia simile a quella rinvenuta nei denti naturali¹²⁻¹⁴ e che si trovi flora di batteri parodontopatici sulla superficie di impianti falliti, ci ha convinti che l'infezione perimplantare origini da denti infetti¹⁵⁻¹⁷.



4. Immagine al rientro a 10 mesi; si nota una quantità sufficiente di tessuto con caratteristiche sovrapponibili all'osso. È stata effettuata una plastica vestibolare con l'inserimento di un innesto libero di tessuto gengivale.

4. Findings at reentry of at 10 months later. Sufficient bone-like tissue was could be seen. Then, additional vestibule plasty and free gingival graft were peformed.

È molto importante trattare i difetti parodontali in modo completo ed eradicare la flora batterica di parodontopatici se si dovesse riscontrare una conta batterica alta dai relativi test. Inoltre, è necessario verificare se vi è infezione batterica e monitorare la perdita di attacco. Prima di trattare le perimplantiti vanno completamente eliminati sanguinamento, sondaggio e presenza di essudato purulento: sono condizioni essenziali e basilari così come lo sono nel piano di trattamento parodontale. Lang et al. hanno riassunto tutti questi concetti e stabilito la formula della Cumulative Interceptive Supportive Therapy: CIST¹⁸, che viene attualmente considerata una linea guida nel trattamento delle perimplantiti.

La flora batterica perimplantare è simile a quella dei denti naturali e

Er:YAG laser has a characteristic of being a hard laser with the ability of being absorbed by water molecules², thus preventing a rise in temperature, which would carbonize or cause thermal degeneration to the living tissue³. Er:YAG laser can be also used for periodontal tissue resection, scaling, evaporating, and removal of living hard tissue such as bone and cementum⁴. This device causes least damage leading to degeneration, with little or no thermal alteration or melting of the titanium surface at a specific energy band⁵. Bacterium on the irradiated surface can be eradicated without heat. This device is also reported to be able to detoxify LPS and improve healing activity of living tissue⁶. In the case of peri-implantitis, we can also expect to

apply it for debridement of the implant body surface, decortication on bone tissue, sterilization of the soft and hard damaged peri-implant tissue, detoxification of bacterial metabolite and improving wound healing by activating living tissue⁷. This present study obtained favorable results of bone regeneration with patients suffering from peri-implantitis, by performing antibacterial therapy based on bacteriological and immunological testing followed by debridement and sterilization by Er:YAG laser of the implant body and peri-implant tissue respectively⁸. The history of diagnostic criteria of implant complication reflects the history of success criteria for implant therapy. The 1978 NIH Development

Conference at Harvard had admitted several problematic criteria, which may never be accepted in the Era of Osseointegration, such as to allow movement less than 1 mm toward any direction, vertical bone resorption up to one third of implant length, etc¹⁰. Then in 1986, Albrektsson introduced the criteria which is still applicable now¹¹.

At present, the success criteria resolved at Toronto Conference on Osseointegration in 1998 is adopted as the standard. Namely, vertical bone resorption height is regulated less than 0.2 mm per year after implant has started its function, which means infection on the osseointegrated interface leads to failure to accomplish this criterion, except similar resorbing condition caused

sono stati rilevati parodontopatici sulla superficie di impianti falliti. Tuttavia, bisogna valutare in modo comprensivo non solo la flora batterica e la sua conta totale, ma anche la percentuale di ogni specie batterica rilevata, lo status immunitario del paziente e altre condizioni fisiche tipiche dell'individuo prima di scegliere una terapia antibiotica. La scelta di antibiotici per via orale dovrebbe essere basata sulla pubblicazione condivisa dalla AAP e, in aggiunta⁹, dovremmo considerare questo step come un prerequisito obbligatorio prima di passare alla fase di pulizia della superficie implantare. Generalmente, per promuovere un'integrazione più stabile e veloce, sono realizzate



5. La fotografia di sinistra mostra il primo esame clinico, quella di destra mostra il risultato dopo il trattamento e dopo aver rifatto la protesi. È stato ottenuto nuovo tessuto cheratinizzato.

5. Left photos show first examination, and right ones show after treatment with re-fabricated prosthesis. Then, keratinized tissue and vestibule were obtained.

by the overload on implant. The fact that bacterial flora detected around the implant site is similar to that of natural teeth¹²⁻¹⁴ and that periodontopathic bacterial flora is often detected on a failed implant surface have convinced us that peri-implant infection originates from infected natural teeth¹⁵⁻¹⁷.

It is very important to treat periodontal disease completely or to eradicate the periodontopathic bacterial flora if it reveals excessive count by bacterial test. Another criterion of success is that no implant should be placed before completing periodontal treatment. It is necessary to detect infection or to check attachment loss. Before treating peri-implantitis, bleeding on probing and pus discharge should be eliminated after observing probing depths. These

are as essential and basic as ordinary periodontal treatment.

Lang et al accumulated these findings and summarized them in Cumulative Interceptive Supportive Therapy: CIST¹⁸, and this is considered as a guideline for peri-implantitis treatment. The bacterial flora of peri-implant is similar to that of natural teeth and the same periodontopathic bacterial flora with periodontitis is detected on a failed implant surface. Therefore, we have to give comprehensive consideration to the bacterial flora and its count, the ratio of each to total bacterial count, immune-status and other physical conditions of the patient before we start anti-bacterial therapy. Oral anti-bacterial medication should be based on the Position paper of AAP, and additionally⁹, we must

delle microporosità sulla superficie dell'impianto, le quali rendono particolarmente complessa la rimozione meccanica del tessuto infetto dalla superficie implantare. Molti impianti, ad oggi, hanno spire - a differenza di quelli cilindrici - e ciò rende pertanto difficile la pulizia della superficie senza l'utilizzo di strumenti di dimensioni molto piccole. Inoltre, quando si tratta di un dente, anche devitalizzato con grande perdita di supporto, l'effetto dell'antibiotico può essere esercitato passando attraverso il cemento, i tubuli dentinali o il plesso vascolare, mentre nel caso di un impianto, fatto completamente di metallo, la penetrazione è impossibile, anche imbevendone la superficie con prodotti antibatterici.

Questo fatto rende impossibile ai leucociti, agli anticorpi e alle citochine di lavorare correttamente nella zona perimplantare. Quando i tessuti sono distrutti dalla malattia perimplantare, infatti, la guarigione spontanea è impossibile. Inoltre, sarà necessario rimuovere la superficie implantare infetta quando la perimplantite sarà progredita sino a una certa gravità. Arrivati a questo punto, crediamo che il laser Er:YAG sia lo strumento ideale per le necessità terapeutiche. L'energia da lui scatenata viene assorbita dalle molecole d'acqua, con un minimo incremento di temperatura, permettendo un minor effetto di carbonizzazione¹⁹ e sterilizzando efficacemente la superficie irradiata con effetti minimi sulla superficie di titanio⁵.

Valutando queste sue capacità, gli Autori considerano il laser Er:YAG la prima scelta nella procedura di decontaminazione e rimozione del tessuto di granulazione dalla superficie implantare. Il metodo convenzionale basato sull'ablazione mediante spray ad aria compressa può essere efficace per la rimozione del tessuto infetto, ma i microgranuli possono penetrare e residuare nei tessuti molli.

consider this the prerequisite for the debridement of an implant body. In general, to facilitate fast and stronger integration with the bone, micro-structure is fabricated to the texture of implant surface. It is considered very difficult to remove micro-sized infected tissue of debris by mechanical debridement. Many implants these days have threads unlike cylindrical implants, which make it difficult to perform mechanical debridement when it has no micro-structure. In addition, even a pulpless tooth with large attachment loss can be supplied with antibiotics or chemotherapeutic agents to the cementum or to the inside of dental tubules through periodontal vascular plexus or through exudates from gingival sulcus. However, the implant body is made of metal and no agents can penetrate inside even if we

Il laser Er:YAG è in grado non solo di superare questo problema, ma può agire detossificando gli LPS^{5,20} e accelerando i fenomeni di guarigione tessutale se confrontato con gli altri metodi disponibili⁷. La foto-terapia, che include la terapia laser, non richiede il contatto diretto con gli oggetti, quindi il fascio può irradiare in diverse direzioni, lateralmente e frontalmente. Questa caratteristica rende il laser Er:YAG particolarmente efficace sulla complessa struttura implantare.

Conclusioni

La terapia rigenerativa dei tessuti perimplantari, persi a causa della

perimplantite, basata sui test batterici e terapia antibiotica, seguita da irradiazione del sito con laser Er:YAG, viene suggerita come un metodo terapeutico efficace.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Ringraziamenti/Acknowledgments

Gli Autori desiderano ringraziare fortemente la J. Morita Corp. per i fondamentali consigli sull'utilizzo del dispositivo laser.

Authors deeply thank to the J. Morita Corp. for effective advice on the laser device.

Corrispondenza/Correspondence

Toshiaki Yoshino
Yoshino-do@nifty.com

Bibliografia/References

1. Albrektsson T, et al. Proceedings of the First European Workshop on Periodontology. London: Quintessence, 1994:365-369.
2. Hale GM, Querry MR. Optical Constants of Water in the 200-nm to 200-microm Wavelength Region. *Appl Opt* 1973;12(3):555-63.
3. Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol 2000* 2004;36:59-97.
4. Folwaczny M, Benner KU, Flasskamp B, Mehl A, Hickel R. Effects of 2.94 microm Er:YAG laser radiation on root surfaces treated in situ: a histological study. *J Periodontol* 2003;74(3):360-5.
5. Tomoko Matsuyama, Akira Aoki, et al. Effects of the Er:YAG Laser Irradiation on Titanium Implant Materials and Contaminated Implant Abutment Surfaces. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery* 2003;21(1):7-17.
6. Folwaczny Met. *Al Removal of bacterial endotoxin from root surface with Er:YAG laser*. *Am J Dent* 2003;16(1):3-5.
7. Aleksić V, Aoki A, Iwasaki K, Takasaki AA, Wang CY, Abiko Y, Ishikawa I, Izumi Y. Low-level Er:YAG laser irradiation enhances osteoblast proliferation through activation of MAPK/ERK. *Lasers Med Sci* 2010;25(4):559-69. Epub 2010 Feb 26.
8. Takasaki AA, Aoki A, et al. Er:YAG laser therapy for peri-implant infection: a histological study. *Lasers Med* 2007;22:143-157.
9. Califano JV. Research, Science and Therapy Committee American Academy of Periodontology. Position paper: periodontal diseases of children and adolescents. *J Periodontol* 2003;74(11):1696-704.
10. Grunder U, Gracis S, Capelli M. Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25(2):113-9.
11. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1(1):11-25.
12. Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Bränemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6(2):142-6.
13. Quirynen M, Listgarten MA. Distribution of bacterial morphotypes around natural teeth and titanium implants ad modum Bränemark. *Clin Oral Implants Res* 1990;1(1):8-12.
14. Mombelli A, Marxer M, Gaberthüel T, Grunder U, Lang NP. The microbiota of osseointegrated implants in patients with a history of periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1995;22(2):124-30.
15. Pontoriero R, Tonelli MP, Carnevale G, Mombelli A, Nyman SR, Lang NP. Experimentally induced peri-implant mucositis. A clinical study in humans. *Clin Oral Implants Res* 1994;5(4):254-9.
16. Mombelli A, Lang NP. Antimicrobial treatment of peri-implant infections. *Clin Oral Implants Res* 1992;3(4):162-8.
17. Rosenberg ES, Torosian JP, Slots J. Microbial differences in 2 clinically distinct types of failures of osseointegrated implants. *Clin Oral Implants Res* 1991;2(3):135-44.
18. Lang NP, et al. Consensus statements and recommend clinical procedures regarding implants survival and complications. *Int Oral Maxillofac Implants* 2004;19 Suppl:150-154.
19. Yoshino T, Aoki A, Oda S, Takasaki AA, Mizutani K, Sasaki KM, Kinoshita A, Watanabe H, Ishikawa I, Izumi Y. Long-term histologic analysis of bone tissue alteration and healing following Er:YAG laser irradiation compared to electrosurgery. *J Periodontol* 2009;80(1):82-92.
20. Folwaczny Met. *Al Removal of bacterial endotoxin from root surface with Er:YAG laser*. *Am J Dent* 2003;16(1):3-5.
21. Folwaczny M. Antimicrobial effects of 2.94 microm Er:YAG laser radiation on root surfaces: an in vitro study. *J Clin Periodontol* 2002;29(1):73-8.

could soak the surface. This makes it impossible for white blood cells or antibodies and cytokines, which are produced by white blood cells, to work around the peri-implant site. Once peri-implant tissue destruction has occurred by infection, it never heals spontaneously. Thus we have to remove infected implant surface when peri-implantitis has progressed to some degree. At this point in time, we consider that Er:YAG laser is the most suitable and ideal armamentarium for these requirements. Er:YAG laser has high energy absorption rate by water molecules with minimum temperature

increase, which leads to less carbonization¹⁹, to effective sterilization of the irradiated surface and less effect on the titanium surface⁵. Because of these merits, the author uses Er:YAG laser as the first choice for debridement of implant body.

The conventional air ablation method may perform effective debridement, yet it scatters micro-granules that may penetrate and reside in the soft tissue. Er:YAG laser can solve not only this problem, but also detoxify LPS^{5,20}, and can accelerate the wound healing mechanism⁷, compared to the conventional method.

Photo-therapy, including laser therapy, does not require direct touch to the objects so that it can irradiate to various directions such as to lateral side and frontal-and-lateral side. This is very effective to the complicated structure of implant thread.

CONCLUSIONS

Regenerative therapy for the lost peri-implant tissue by peri-implantitis and antibiotics therapy based on bacterial test, followed by irradiation by Er:YAG laser is suggested to be an effective course of action.