

VALUTAZIONE MORFOLOGICA DELLE SUPERFICI IMPLANTARI DOPO TRATTAMENTO CON ER:YAG LASER (2940 NM) E LASER A DIODI (810 NM)

MORPHOLOGIC EVALUATION OF IMPLANT SURFACE AFTER TREATMENT WITH ER:YAG LASER (2940 NM) AND DIODE LASER (810 NM)

Marina Consuelo Vitale*
Maurizio Maggioni**
Francesco Scarpelli**
Riccardo Destro**
Roberto Crespi***
Riccardo Benzi****
Georgios E. Romanos*****

*Università di Pavia, CLSOPD, Dipartimento di Pedodonzia
**Università di Firenze, CLSOPD, Dipartimento di Chirurgia Orale
***Università di Milano, Dipartimento di Patologia umana,
Ospedale San Raffaele
**** Consulente a Vigevano e Milano
***** Department of Periodontics and Implant Dentistry
New York University, College of Dentistry (USA)

PAROLE CHIAVE

Laser, impianti, superficie.

RIASSUNTO

Scopo del lavoro. Scopo di questo lavoro è stato quello di valutare la morfologia delle superfici implantari mediante l'esame al microscopio elettronico a scansione (SEM) dopo l'utilizzo di due diversi tipi di laser.

Materiali e metodi. Nel presente studio sono stati utilizzati un Er:YAG laser (2940 nm, Kavo Key 3, Kavo, Biberach, Germania) ed un laser a Diodi (810 nm, KDL10, Kavo, Biberach, Germania). Venti dischi di titanio (3 mm di spessore and 6 mm di diametro), ottenuti da impianti (ASTM-F-67, Ferrari Technology, Comm. Odontotechnology, Italia) sono stati divisi in 4 gruppi. Per ciascun gruppo è stata effettuata una irradiazione con parametri differenti: Erbium:YAG laser (200mJ 10 Hz) a contatto e non con irrigazione d'acqua; laser a diodi (2W in modalità continua per 15 sec) a contatto con irrigazione d'acqua; Erbium:YAG laser (200 mJ 10 Hz) a contatto e non senza irrigazione; laser a diodi (2W in modalità continua per 15 sec) a contatto senza irrigazione. Le superfici sono state quindi sottoposte a una valutazione morfologica tramite SEM LEO 420 (Leo Electron Microscopy Ltd).

Risultati e conclusioni. Le osservazioni effettuate alla microscopia elettronica a scansione non hanno mostrato alcun cambiamento morfologico sulle superfici irradiate in tutti i gruppi, confermando l'innocuità dell'utilizzo di tale tecnologia nel trattamento delle perimplantiti e della chirurgia laser-assistita in implantologia.

ABSTRACT

Aim of the work. The purpose of this study was to evaluate the morphology of implant surface by SEM observation after the use of two different lasers.

Materials and methods. Er:YAG laser (2940 nm, Kavo Key 3, Kavo, Biberach, Germany) and diode laser (810 nm, KDL10, Kavo, Biberach, Germany) have been used in this study. Twenty Titanium discs (3 mm thick and 6 mm of diameter), obtained by implants (ASTM-F-67, Ferrari Technology, Comm. Odontotechnology, Italy) have been divided in 4 groups. Each group has been irradiated by a laser light with different parameters: Erbium:YAG laser (200 mJ 10 Hz) in contact and in no contact with no water-spray; diode laser (2W cw for 15 sec) in contact and with water-spray; Erbium:YAG laser (200 mJ 10 Hz) in contact and in no contact without water-spray; diode laser (2W cw for 15 sec) in contact without water-spray. Morphological evaluation of the treated surfaces has been carried out by SEM LEO 420 (Leo Electron Microscopy Ltd).

Results and conclusions. The scanning electron microscopic observations have not shown any morphological alteration on the irradiated surfaces of all groups, confirming the innocuousness of this technology in the treatment of perimplantitis and of laser assisted surgery in implant dentistry.

KEY WORDS

Laser, implants, surface.

INTRODUZIONE

L'utilizzo degli impianti osteointegrati ha raggiunto negli ultimi venti anni una grande diffusione grazie agli innumerevoli studi prospettici che ne hanno decretato l'alta affidabilità ed un successo a lungo termine estremamente soddisfacente (1, 2). Tuttavia, sono state descritte complicanze di tipo biologico e biomeccanico che possono portare a fallimenti precoci e tardivi come le mucositi perimplantari, le perimplantiti, fino al completo rigetto (3, 4, 5). Vari studi (6, 7, 8, 9) hanno evidenziato la possibilità di utilizzare differenti tecniche di decontaminazione implantare e di ottenere una re-osteointegrazione. Tra i trattamenti proposti si evidenziano anche i trattamenti laser come strumenti decontaminanti (10, 11, 12, 13).

Scopo del lavoro è stato quello di verificare la possibilità di utilizzare le proprietà decontaminanti di due tipi di laser a diodi (810 nm) e ad Erbium:YAG (2940 nm) nel trattamento delle perimplantiti, nel rispetto dell'integrità della superficie implantare.

MATERIALI E METODI

Sono stati preparati 20 dischi di titanio (3 mm di spessore e 6 mm di diametro) ricavandoli da impianti presenti comunemente sul mercato (ASTM-F-67, Ferrari Technology. Comm. Odontotechnology, Italia).

Questi dischi sono stati divisi in quattro gruppi ed ogni gruppo è stato irradiato mediante due tipi di laser: Er:YAG laser (2940 nm, Kavo Key 3, Kavo, Biberach, Germania) e laser a diodi (810 nm, KDL10, Kavo, Biberach, Germania) con i tempi e le modalità qui di seguito riportate.

- Gruppo 0: gruppo di controllo, non trattato.
- Gruppo 1: laser Er:YAG (2940 nm) 200 mJ 10 Hz; (G1CT) a contatto con presenza di spray d'acqua; (GNCT) non a contatto con presenza di spray d'acqua.
- Gruppo 2: (G2CT) laser a diodi (810 nm) 2 W in CW per 15 secondi a contatto con presenza di spray d'acqua.
- Gruppo 3: Er:YAG laser (2940 nm) 200 mJ 10 Hz; (G3CT) a contatto senza spray d'acqua; (G3NCT) non a contatto senza spray d'acqua.
- Gruppo 4: (G4CT) laser a diodi (810 nm) 2 W

in CW per 15 secondi, a contatto senza spray d'acqua.

Al termine delle prove, i dischi di titanio sono stati inviati al laboratorio dove, per minimizzare eventuali artefatti da manipolazione non corretta, sono stati bloccati su porta campioni mediante pinze in titanio. Le osservazioni al microscopio elettronico a scansione (SEM) sono state eseguite mediante un SEM LEO 420 (Leo Electron Microscopy Ltd) per valutare l'effetto che tali irradiazioni possono determinare sulla loro superficie.

Per facilitare la lettura, la tabella sottostante (tab. 1) correla nome dei file e tipologia di trattamento. Per ciascun campione è stata realizzata un'immagine d'insieme a basso ingrandimento (200 x), quindi sono state realizzate immagini a 1000, 2500 e 5000 ingrandimenti.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Dall'esame delle immagini (fig. 1-16) analizzate al SEM a basso ingrandimento (200 x) e ad ingrandimenti maggiori (1000 x, 2500 x, 5000 x) si può affermare che non si sono evidenziate lesioni strutturali sulle superfici dei dischetti in titanio né differenze sostanziali tra superfici trattate con il laser e gruppo di controllo.

Per quanto concerne il rispetto della superficie implantare durante i trattamenti con laser Er:YAG, Kreisler e coll. (14) hanno sottolineato come questo tipo di laser debba essere usato con un buon controllo dei parametri, in quanto al SEM si evidenziano danni della struttura in titanio ogni qual volta la fluenza superi valori tra 9 e 28 J/cm², a seconda del tipo di superficie implantare. In tal sen-

Nome file	Trattamento	N.
LNT1,2 001.tif	Controllo non trattato	2
G1C1,2,3 001.tif	G1 Er:Yag contatto con waterspray	3
G1NC1,2,3 001.tif	G1 Er:Yag non contatto waterspray	3
G3C1,2,3 001.tif	G3 Er:YAG a contatto	3
G3NC1,2,3 001.tif	G3 Er:YAG non a contatto	3
G2A,B,C.tif	G2 DIODO contatto con waterspray	3
G4A,B,C.tif	G4 DIODO a contatto	3

Tab. 1: gruppi dei dischi di titanio trattati con laser a Er:YAG e a diodi.

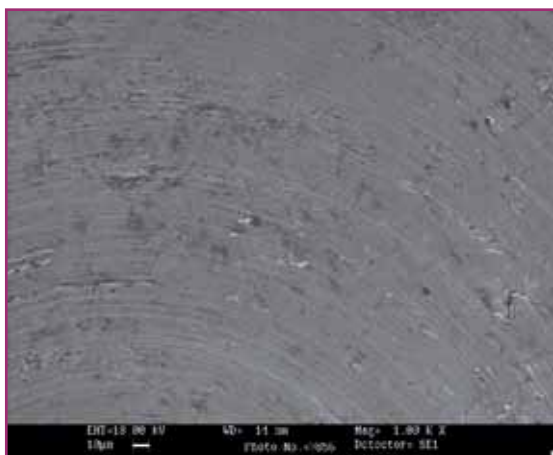


Fig. 1: gruppo di controllo LNT. Superfici dischetti titanio non trattati SEM 1000x.

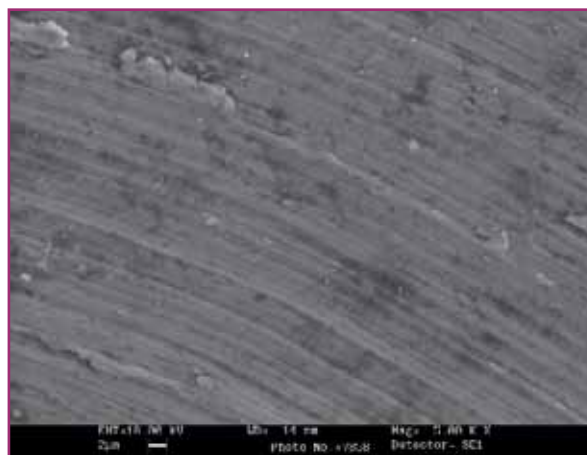


Fig. 2: gruppo di controllo LNT. Superfici dischetti titanio non trattati SEM 5000x.



Fig. 3: gruppo G1CT; a contatto Er:YAG, 200 mJ 10 Hz, con water-spray SEM 200x.

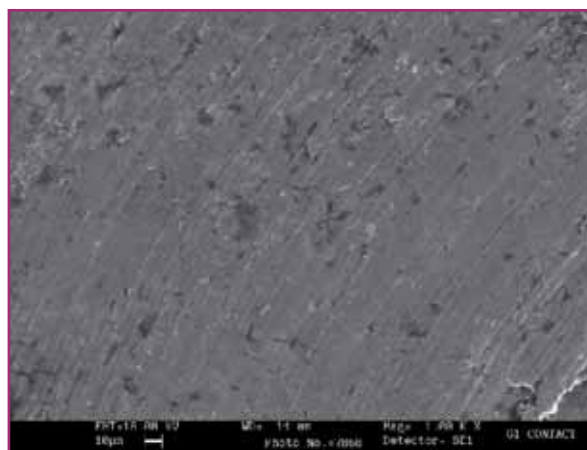


Fig. 4: gruppo G1CT; a contatto Er:YAG, 200 mJ 10 Hz, con water-spray SEM 1000x.

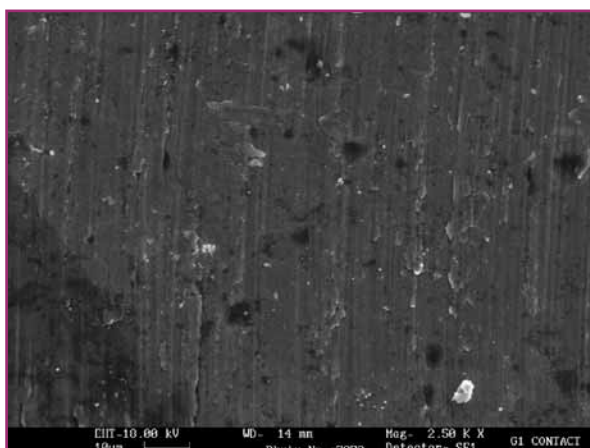


Fig. 5: gruppo G1CT: a contatto Er:YAG, 200 mJ 10 Hz, con water-spray SEM 1000x. Non si notano significative alterazioni strutturali.

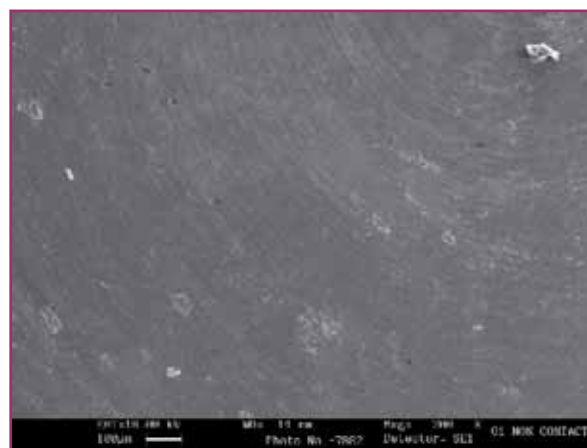


Fig. 6: gruppo G1NCT: a contatto Er:YAG, 200 mJ 10 Hz, con water-spray SEM 200x .

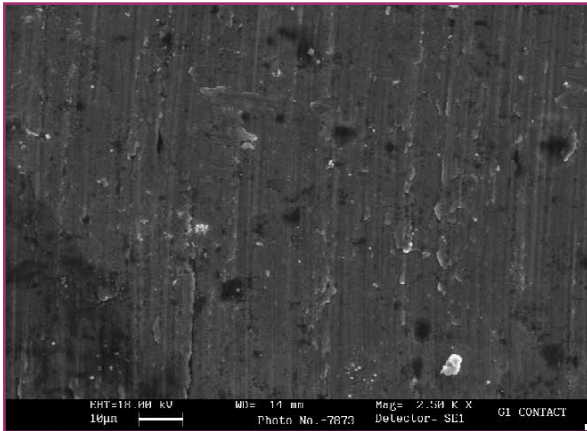


Fig. 7: gruppo G1NCT; a contatto Er:YAG, 200 mJ 10 Hz, con water-spray SEM 2500x.

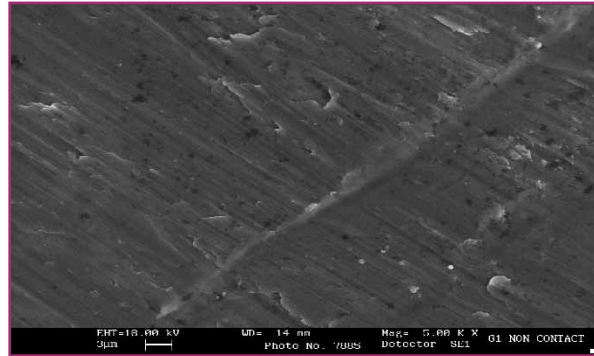


Fig. 8: gruppo G1NCT; a contatto Er:YAG, 200 mJ 10 Hz, con water-spray SEM 5000x. Non si evidenziano alterazioni strutturali.

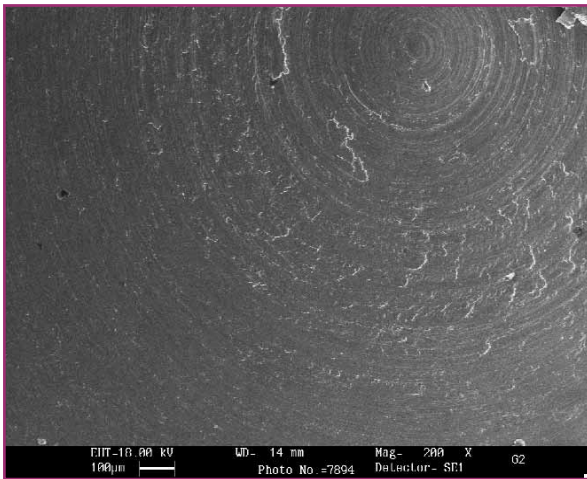


Fig. 9: G2CT. Diodo, 2W-CW 15 sec. a contatto con water-spray, SEM 200x.

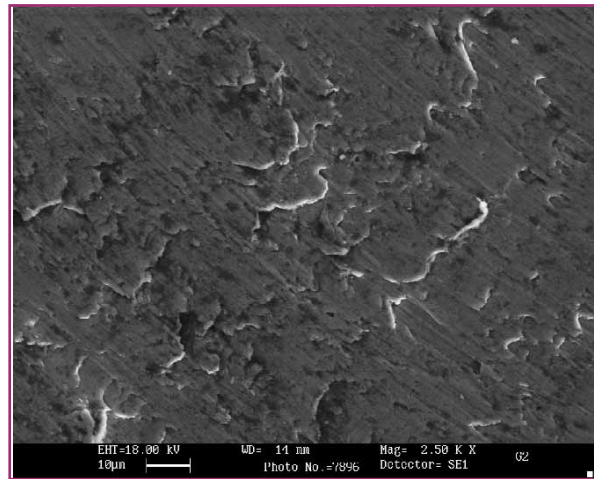


Fig. 10: G2CT. Diodo, 2W-CW 15 sec. a contatto con water-spray, SEM 2500x. Non si evidenziano alterazioni strutturali.

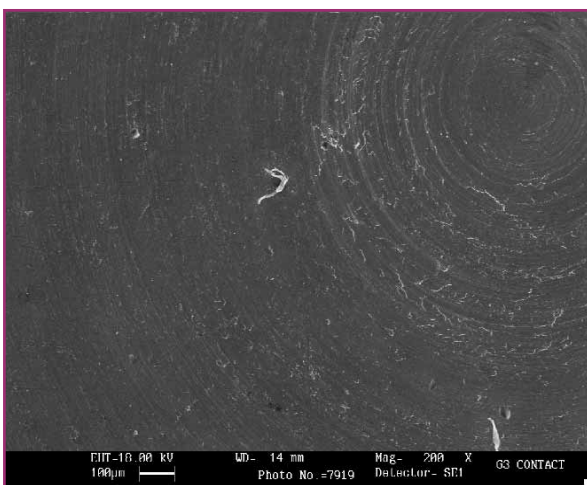


Fig. 11: G3CT. Er:YAG, 200mJ 10 Hz a contatto senza acqua, SEM 200x.

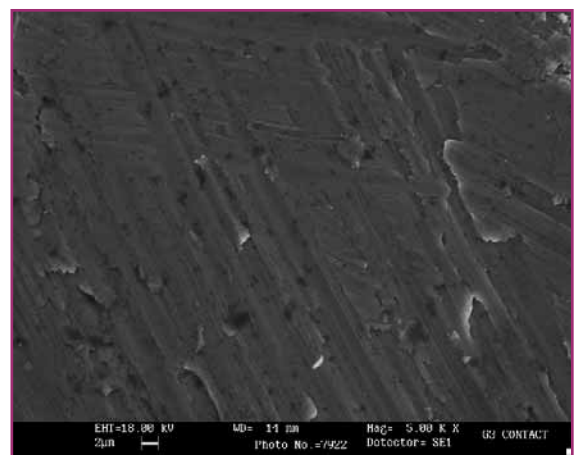


Fig. 12: G3CT, Er:YAG, 200mJ 10 Hz a contatto senza acqua, SEM 5000x. Non si evidenziano alterazioni strutturali.

so, il TPS sembrerebbe il meno resistente, mentre una superficie tornita tenderebbe ad essere danneggiata solo a potenze alte.

In altri lavori, Kreisler e coll. (10, 15) hanno messo in evidenza le capacità battericide del laser ad Erbium. Dopo aver messo in incubazione con una sospensione di *S. Sanguinis* 72 piastrine in titanio, caratterizzate da 3 diverse superfici (TPS, HA e SA), gli autori hanno effettuato una irradiazione con laser Er:YAG a 60 mJ e 120mJ a 10 pps. Dopo il trattamento sono state fatte le conte batteriche e prese in considerazione l'innalzamento della temperatura

e gli eventuali danni provocati alla superficie di titanio. Comparandoli con i campioni non sottoposti a trattamento laser, con entrambe le potenze e su tutte le superfici si è ottenuta una riduzione batterica media variabile dal 98,39% al 99,94%. Le termocoppie utilizzate non hanno rilevato variazioni significative; inoltre al SEM non sono apparsi segni di danneggiamenti delle superfici irradiate.

Un recente lavoro di Schwarz e coll. (16) ha messo a confronto due differenti tipi di trattamento nel caso di perimplantite. Un totale di 20 pazienti con almeno un impianto affetto da perimplantite sono

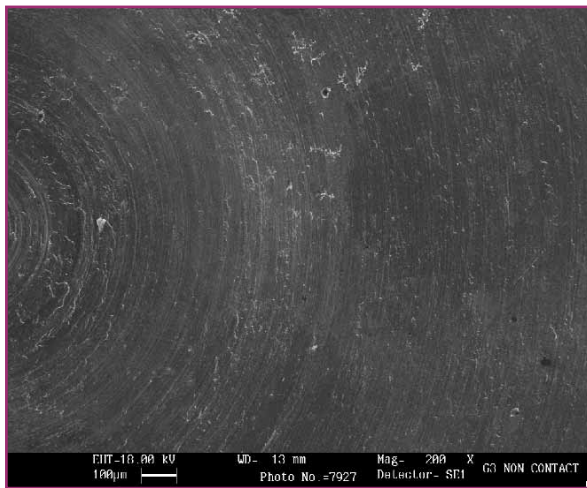


Fig. 13: G3NCT, Er:YAG 200mJ 10 Hz non a contatto senza acqua. SEM 200x.

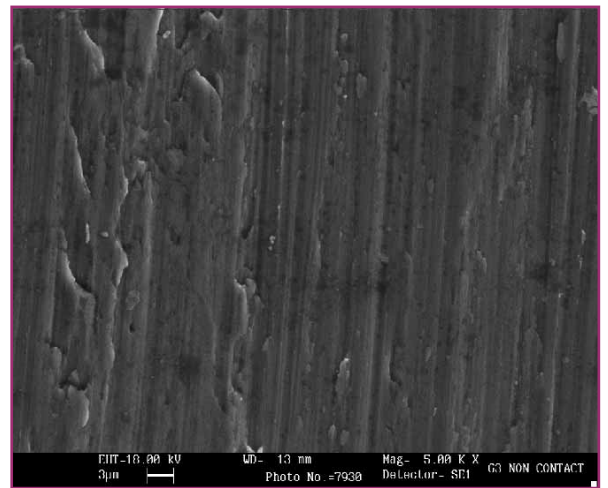


Fig. 14: G3NCT, Er:YAG 200mJ 10 Hz non a contatto senza acqua SEM: 5000x. Non si evidenziano alterazioni strutturali.

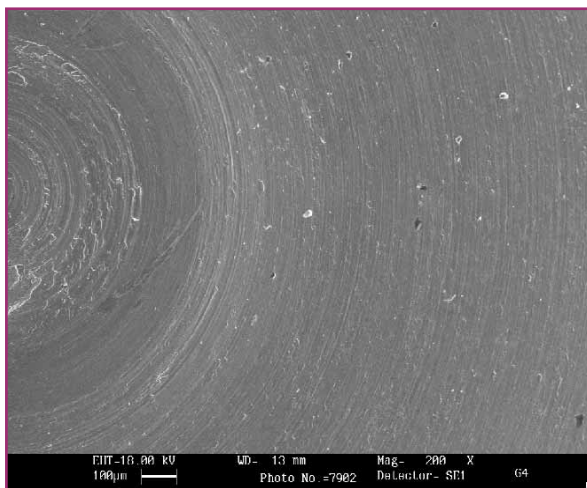


Fig. 15: G4CT, Diodo 2W in CW 15 sec. a contatto senza acqua SEM: 200x.

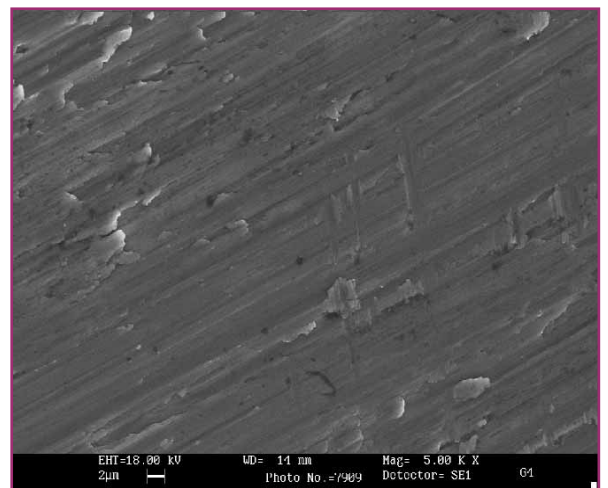


Fig. 16: G4CT, Diodo 2W in CW 15 sec. a contatto senza acqua SEM: 5000x.

stati selezionati in maniera random per essere sottoposti a trattamento con scaler e applicazioni di gel alla clorexidina, oppure a trattamento con un laser ad Erbium (100 mJ e 10 pps). All'inizio, dopo 3 e 6 mesi sono stati rilevati sanguinamento al sondaggio (BOP), profondità di sondaggio (PD) e livello clinico d'attacco (CAL). Al completamento del follow-up, tutti i parametri presi in considerazione hanno ottenuto un miglioramento statisticamente significativo con entrambi i tipi di trattamento. Tuttavia, il sanguinamento al sondaggio ha ottenuto un miglioramento nettamente superiore nel gruppo trattato con luce laser. Tutti questi dati sembrano supportare l'uso di tale laser nel trattamento della malattia perimplantare; ciononostante, sono ancora necessari studi sia clinici che in vitro per valutare l'applicabilità e l'efficacia di questa tecnica nella pratica quotidiana.

Anche per quanto concerne il laser a diodi, Bach e coll. (11) hanno pubblicato un lavoro che ha visto coinvolti 30 pazienti affetti da perimplantite seguiti per un periodo di 5 anni. Il campione è stato diviso in due gruppi di 15 soggetti ciascuno: nel primo, dopo una terapia iniziale basata su un debridement meccanico, si è proceduto a terapia recettiva o rigenerativa e, quindi, ad una fase di mantenimento con un richiamo semestrale. Nel secondo gruppo sia la fase chirurgica che quella di mantenimento è stata laser-assistita attraverso l'irradiazione con un laser a diodo (810 nm) in modalità continua (1 W per 20 sec a impianto con fibra da 600 μ). Alla fine del follow-up un impianto del gruppo 1 è stato rimosso mentre nel secondo gruppo il 100% degli impianti era in situ.

Un'altra esperienza clinica viene riportata da Maiora e coll. (12), nel cui lavoro descrivono un protocollo applicato in 21 pazienti affetti da perimplantite. Dopo una sessione di debridement meccanico con laser a diodo (1 W per 20 sec, modalità continua a contatto e sotto irrigazione), i pazienti sono stati sottoposti a procedure rigenerative laser assistite (Innesto di Bio-Oss coperto da membrana Bio-Guide; stessi parametri laser). Dopo 12 mesi gli autori hanno riportato la perdita di 5 impianti su 23 trattati ed un guadagno medio del PAL di 4,9 mm con un range tra 3 e 7 mm.

Haas e coll. (17, 18,)), invece, hanno sottolineato l'utilizzo di laser a diodi (906 nm) per decontaminare le superfici implantari preventivamente trattate con blu di Toluidina al fine di potenziare l'effetto battericida della luce laser. Successivamente gli im-

pianti sono stati sottoposti a procedura rigenerativa per mezzo di innesto di osso autologo e membrana e-PTFE perforata al centro in corrispondenza dell'emergenza dell'impianto. Nonostante la costante esposizione precoce della membrana verificatasi in tutti i casi, gli autori riportano una riduzione media del difetto osseo di 2+1,9 mm dopo 9,5 mesi.

Uno dei principali problemi che si incontrano nella decontaminazione degli impianti affetti da perimplantite è il rispetto della superficie implantare esposta ed il controllo della temperatura a livello dell'interfaccia osso-impianto. In tal senso uno studio in vitro di Romanos e coll. (19) ha messo a confronto gli effetti dell'irradiazione laser su dischi di titanio da parte del laser a diodi (980 nm) e di quello Nd:YAG (1064 nm) senza riportare alcun danno alla superficie implantare.

Per quanto concerne le variazioni di temperatura, risulta molto interessante il lavoro pubblicato di recente da Kreisler e coll. (20): gli autori hanno simulato una situazione clinica inserendo degli impianti Frialit 2 in blocchi di osso ottenuti da femore di maiale e immersi in acqua a temperatura costante di 37° C. In corrispondenza della zona coronale, media e apicale dell'impianto sono quindi state inserite delle termosonde per rilevare i cambiamenti di temperatura con un intervallo di un secondo tra un rilevamento e l'altro. Quindi gli impianti sono stati irradiati con laser a diodi a 809 nm in modalità continua e con una potenza d'uscita tra 0,5 e 2,5 W. La temperatura critica di 47 gradi viene superata dopo 9 sec a 2,5 W, dopo 13 sec a 2 W, dopo 18 a 1,5 W e dopo 30 sec a 1W. Non è stata osservata alcuna alterazione della superficie implantare.

Dall'analisi di questi studi pubblicati risulta evidente che il laser a diodo è dotato di una lunghezza d'onda che lo rende promettente nel trattamento della malattia perimplantare; difatti non solo ha dato risultati incoraggianti nelle esperienze cliniche riportate, ma ha anche mostrato una totale innocuità nei confronti della superficie implantare ed un controllo della temperatura d'esercizio ai parametri di comune utilizzo.

CONCLUSIONI

È generalmente accettato che la produzione di calore prodotta dai laser dentali è correlabile ad una diminuzione della carica batterica associata ad una

patologia parodontale. Dal momento che nelle tasche parodontali e nei difetti perimplantari la carica batterica è simile (21), i risultati ottenuti nel trattamento delle tasche parodontali attraverso l'irradiazione laser può essere applicata quando trattiamo una perimplantite specialmente in gravi difetti, dove una disinfezione elevata è indicata. In questi casi, l'uso di laser Er:YAG e a diodi può essere efficace nella decontaminazione delle superfici implantari, senza il rischio di alterare la superficie implantare stessa, come dimostrato da questa nostra ricerca.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Van Steenberghe D, Quirynen M, Naert I. Survival ad success rates with oral endosseous implants. In: Lang NP, Karring T, Lindhe J, editors. Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology. Berlin: Quintessence Books; 1999. p.242-55.
- 2) Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I) Success criteria and epidemiology. Eur J Oral Sci 1998; 106: 527-551.
- 3) Quirynen M, De Soete M, Van Steenberghe D. Infectious risks for oral implants: a review of the literature. Clin Oral Implants Res 2002; 13: 1-19.
- 4) Heydenrijk K, Mejer HJ, van der Reijden WA, Raghoebar GM, Vissink A, Stegenga B. Microbiota around root-form endosseous implants: a review of literature. Int Oral Maxillofac Implants 2002; 17: 829-838.
- 5) Romeo E, Ghisolfi M, Carmagnola D. Peri-implant diseases. A Systematic review of the literature. Minerva Stomatologica 2004;53: 215-230.
- 6) Romeo E, Ghisolfi M, Murgolo N, Chiapasco M, Lops D, Vogel G. Therapy of peri-implantitis with resective surgery. A 3-year clinical trial on rough screw-shaped oral implants. Part I: clinical outcome. Clin Oral Implants Res 2005;16:9-18.
- 7) Albrektsson T, Isidor F. Consensus report of session IV. In: Lang NP, Karring T, editors. Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology. London: Quintessence; 1994. p.365-9.
- 8) Roos-Jansaker A-M, Renvert S, Egelberg J. Treatment of peri-implant infections: a literature review. J Clin Periodontol 2003; 30: 467-485.
- 9) Schou S, Berglundh T, Lang NP. Surgical treatment of peri-implantitis. Int J Oral Maxillofac Implants 2004;19(suppl):140-149.
- 10) Kreisler M, Kohnen W, Marinello C, Gotz H, Duschner H, Jansen B, d'Hoedt B. Bactericidal effect of the Er:YAG laser on dental implant surfaces: an in vitro study. J Periodontol 2002;73:1292-1298.
- 11) Bach G, Neckel C, Mall C, Krekeler G. Conventional versus laser-assisted therapy of periimplantitis: a five-year comparative study. Implant Dent 2000;9:247-251.
- 12) Maiorana C, Salina S, Santoro F. Treatment of perimplantitis with diode laser: a clinical report. J Oral Laser Applications 2002;2:121-127.
- 13) Dortbudak O, Haas R, Bernhart T, Mailath-Pokorny G. Lethal photosensitization for decontamination of implant surfaces in the treatment of peri-implantitis. Clin Oral Impl Res 2001;12:104-108.
- 14) Kreisler M, Gotz H, Duschner H, d'Hoedt B. Effect of Nd:YAG, Ho:YAG, Er:YAG, Co2 and GaAIs laser irradiation on surface properties of endosseous dental implants. J Oral Maxillofac Implants 2002;17:202-211.
- 15) Kreisler M, Kohnen W, Christoffers A-B, Gotz H, Jansen B, Duschner H, d'Hoedt B. In vitro evaluation of the biocompatibility of contaminated implant surfaces treated with an Er:YAG laser and an air powder system. Clin Oral Impl Res 2005;16:36-43.
- 16) Schwarz F, Sculean A, Rothamel D, Schwenzer K, Georg T, Becker J. Clinical evaluation of an Er:YAG laser for nonsurgical treatment of peri-implantitis: a pilot study. Clin Oral Impl Res 2005;16:44-52.
- 17) Haas R, Dortbudak O, Mensdorff-Pouilly N, Mailath G. Elimination of bacteria on different implant surfaces through photosensitization and soft laser. An in vitro study. Clin Oral Impl Res 1997;8:249-254.
- 18) Haas R, Baron M, Dortbudak O, Watzec G. Lethal photosensitization, autogenous bone, and e-PTFE membrane for the treatment of peri-implantitis: preliminary results. Int J Oral Maxillofac Implants 2000;15:374-382.
- 19) Romanos GE, Everts H, Nentwig GH. Effects of diode and Nd:YAG laser irradiation on titanium discs: a scanning electron microscope examination. J Periodontol 2000;71:810-815.
- 20) Kreisler M, Al Hai H, d'Hoedt B. Temperature changes induced by 809-nm GaAIs laser at the implant-bone interface during simulated surface decontamination. Clin Oral Impl Res 2003;14:91-96.
- 21) Mombelli A., Lang NP. Microbial aspects of implant dentistry. Periodontol 2000 1994;4:74-80.