

Umberto Romeo
Gianluca Gambarini¹
Maurizio Ripari²
Gaspere Palaia³
Gianluca Tenore³
Stefano Petti⁴

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
¹ Cattedra di Endodonzia I
² Cattedra di Clinica
Odontostomatologica IV
³ Dottorato di Ricerca
⁴ Cattedra di Igiene
Corso di Laurea in Odontoiatria
e Protesi Dentaria

Corrispondenza:
Prof. Umberto Romeo
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Dipartimento di Scienze
Odontostomatologiche
Viale Regina Elena, 287a
00161 Roma

Pervenuto in Redazione il 26 maggio 2005
Accettato per la pubblicazione il 15 settembre 2005

Attività antibatterica del laser Nd:YAG in endodonzia

Antibacterial activity of Nd:YAG laser in endodontics

RIASSUNTO

Scopo: valutare sperimentalmente l'effetto antimicrobico del laser Nd:YAG in endodonzia su denti estratti infettati sperimentalmente.

Metodologia: 36 radici dentarie, di lunghezza maggiore o uguale a 10 mm con canali dritti, sono state sottoposte a un Trattamento Preliminare (TP) standardizzato per ottenere diametri minimi di preparazione (04-20) e la loro sterilizzazione. In seguito sono state inoculate con dosi paritarie di *Streptococcus mutans* CCUG 6719. Sono state in seguito effettuate due sperimentazioni distinte ma correlate tra loro. Nella prima, 18 radici dentarie sottoposte a TP e contaminate con *S. mutans*, sono state in seguito suddivise in 3 gruppi da 6 radici ciascuno: gruppo controllo: no trattamento; gruppo A: irradiazione laser, no irrigazione; gruppo B: strumentazione meccanica con strumenti rotanti K3 in Ni-Ti (SybronEndo, Orange, Ca), irrigazione con soluzione fisiologica e irradiazione laser. Nella seconda sperimentazione 18 radici dentarie, sottoposte a TP e contaminate con *S. mutans*, sono state in seguito suddivise in 3 gruppi da 6 radici ciascuno: gruppo controllo: no trattamento; gruppo A: strumentazione meccanica con strumenti rotanti in Ni-Ti K3 e irrigazione con NaOCl; gruppo B: stesso trattamento del gruppo A + irradiazione laser.

Risultati: nella prima sperimentazione si è vista la notevole capacità antibatterica del laser, che è stata potenziata

dall'associazione con strumentazione rotante. Nella seconda sperimentazione l'incremento della disinfezione è stato maggiore, a causa dell'associazione con il NaOCl, essendo i campioni del gruppo B quelli più decontaminati ma comunque non completamente sterili.

Discussione: il laser Nd:YAG esplica una notevole azione antibatterica, potenziando l'attività di strumenti e irriganti canalari. Si può pertanto pensare di effettuare una endodonzia laser-assistita per risolvere in modo più efficace, anche in singola seduta, i casi infetti.

Parole chiave:

Endodonzia, laser, effetto antibatterico.

ABSTRACT

Aim: to experimentally evaluate the antibacterial activity of Nd:YAG laser in endodontics in artificially infected extracted teeth.

Methodology: 36 extracted single-rooted straight teeth with a length ≥ 10 mm have been subjected to a standardized Preliminary Treatment (PT) to achieve preliminary standard enlargement (04-20) and sterilization followed by inoculation of fixed amount of *Streptococcus mutans* CCUG 6719 to obtain infected teeth. Following PT teeth were divided and tested in two different ways. In the first test 18 contaminated teeth were divided in three groups (n=6) and treated as follows: group control had no treatment performed; group A was subjected to laser treatment alone, with no irrigation; group B specimens were in-

strumented with K3 (SybronEndo, Orange, Ca) NiTi rotary files, and irrigated with saline and laser irradiation. In the second test 18 contaminated teeth were divided into 3 groups and treated as follows: group control had no treatment performed; group A was instrumented with K3 and irrigated with NaOCl; group B had the same treatment as group A plus laser irradiation

Results: the first test showed that laser irradiation allowed good antimicrobial effect, which can be increased by Ni-Ti rotary instrumentation. Group B showed the best results. In the second test Group B showed the best results, due to the use of sodium hypochlorite for increased disinfection. Nevertheless no specimen exhibited complete disinfection.

Discussion: Nd:YAG laser provided good antimicrobial effect, which can enhance disinfection provided by instruments and irrigants. The combined use of laser and chemio-mechanical preparation can be helpful to treat more efficiently the infected cases, also in a single-visit approach.

Key words:

Endodontics, laser, antibacterial effect.

INTRODUZIONE

L'endodonzia moderna si avvale oggi di nuovi materiali e nuove metodiche che aiutano l'operatore a raggiungere in maniera sempre più frequente il successo terapeutico. Oltre agli strumenti in Ni-Ti – che di fatto sono ormai utilizzati

dalla maggior parte degli endodontisti puri, ma anche dagli odontoiatri generici nella sagomatura dei canali radicolari – si assiste infatti allo sviluppo di moderni mezzi diagnostici (radiovideografia), moderne metodiche di otturazione canalare (System B, Thermafil, Microseal) e via dicendo. Tra queste innovazioni tecnologiche, il laser merita un posto di rilievo.

Si è cominciato a parlare dell'impiego del laser in endodonzia fin dal 1970; sicuramente, però, il momento in cui questo dispositivo ha cominciato a suscitare sempre più l'interesse dei clinici e dei ricercatori è stato quando, negli ultimi decenni, è stata introdotta la fibra ottica che veicola la radiazione laser dal mezzo attivo al tessuto bersaglio. Da allora, infatti, si è assistito ad un incremento della ricerca ma anche alla nascita di associazioni e riviste specialistiche del settore che ormai da anni si interessano di studiare le possibilità e i limiti di queste apparecchiature in tutti i campi dell'odontoiatria.

La cosa che però colpisce è che anche le riviste non specialistiche hanno cominciato a studiare questa apparecchiatura, il che ci porta quindi a pensare che siamo di fronte ad uno strumento che, anche se discusso soprattutto per i suoi costi, può comunque dire la sua in un mondo in evoluzione come è quello dell'odontoiatria.

Esaminando, ad esempio, la Rivista internazionale più nota di endodonzia, si nota un notevole incremento degli studi sul laser negli ultimi anni, essendo il laser Nd:YAG quello più studiato (Fig. 1).

Spinta e incuriosita da questi dati, anche la nostra Scuola negli ultimi anni ha effettuato vari studi sull'impiego del laser in endodonzia, soprattutto per quanto riguarda il laser Nd:YAG e le sue possibili applicazioni nell'effettuare ritrattamenti canalari (19) e trattamenti di denti necrotici in un'unica seduta (20).

Il laser Nd:YAG (Fig. 2) è un laser che deve le sue proprietà soprattutto all'effetto termico della sua radiazione, emessa a 1064 nm di lunghezza d'onda. L'effetto termico stesso è responsabile del potere battericida che si esplica su vari ceppi, come ampiamente ripor-

Anno	Articoli	Nd:YAG	Er:Yb	CO ₂	Nd:YAP	Excimer	Ru:YAG	Argon	KTP:YAG	Verde
1990	1							1		
1991	1			1						
1992	2	1		1						
1993	5	1	1	1		2				
1994	4	2					1	1		
1995	7	2		1		1			1	
1996	3	1		1						
1997	5	2	1		2					
1998	8	1	1	2	1	1	1			1
1999	5	3	1	1						
2000	7	1	2		1					
2001	3	1	2							
2002	4	2	2							
TOTALE	55	17	10	5	4	4	2	2	1	1

Fig. 1 - Studi riguardanti le applicazioni del laser in campo endodontico dal 1990 al 2002 pubblicati sul *Journal of Endodontics*.



Fig. 2 - Laser Nd:YAG.

tato dalla recente letteratura (1-4, 7-12, 14-16, 18, 20).

Moritz e coll. (14) hanno dimostrato che esiste una stretta correlazione tra effetto antibatterico del laser Nd:YAG e struttura della cellula batterica bersaglio. Se, infatti, bastano poche irradiazioni per provocare la morte dei batteri Gram-negativi, i batteri Gram-positivi sembrano essere più resistenti e richiedono irradiazioni ripetute.

C'è però da dire che devono essere utilizzati parametri adeguati, per non avere danno di tipo termico alle superfici dentinali, come hanno dimostrato

Berkiten e coll. (1) in uno studio al SEM. I parametri che vengono utilizzati, infatti, non superano 1,5 W di potenza e 100 mJ di energia. A tali valori, infatti, si raggiungono risultati ottimi dal punto di vista microbiologico (4, 10), clinico (5, 12, 20, 21) e istopatologico (8, 11). Sulla base di questi presupposti, abbiamo quindi voluto dare il nostro contributo e abbiamo effettuato una sperimentazione *in vitro* sulle proprietà antibatteriche del laser Nd:YAG in endodonzia, con l'ausilio dell'Istituto di Igiene e Microbiologia "G. Sanarelli" dell'Università di Roma "La Sapienza".

MATERIALI E METODI

Dopo una fase preliminare standardizzata, scaturita da un'attenta revisione della letteratura e soprattutto da un lavoro di Berkiten del 2000 (1), si è passati a due diverse sperimentazioni distinte, ma che rappresentano in pratica una la conseguenza dell'altra.

Fase preliminare

- Sono state prese in considerazione 4 radici dentarie di lunghezza maggiore o uguale a 10 mm con canali di preferenza diritti.
- Sono state strumentate con K3 (Sybron-Endo, Orange, Ca) 04/20.
- Le radici sono state sottoposte a trattamento preliminare (TP) consistente in:



Fig. 3 - Posizionamento in provetta sterile.

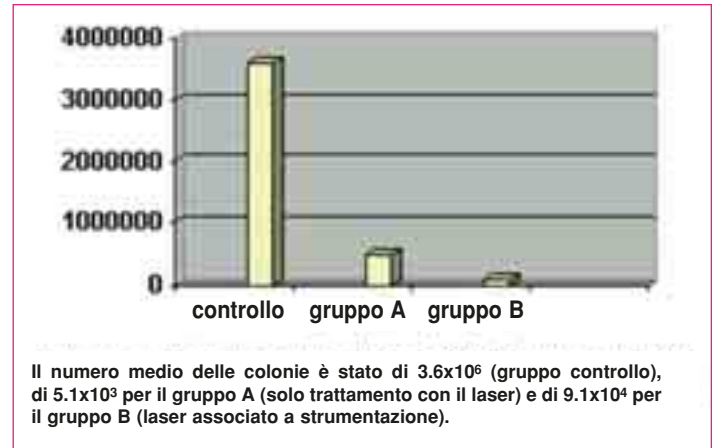


Fig. 4 - Sperimentazione I.

- immersione in una vasca con EDTA al 10% per 30';
- immersione in una vasca con NaOCl al 5% per 30';
- sciacqui con una soluzione tampone con fosfati a pH 7,2;
- trattamento in autoclave per 20' a 120°C;
- posizionamento in provetta sterile (Fig. 3).
- Le radici sono state inoculate con dosi paritarie di una sospensione di *S. mutans*.

Alla fine di questo trattamento si poteva evidenziare la totale assenza di germi nei canali radicolari; standardizzati questi passaggi, si procedeva quindi alle sperimentazioni vere e proprie.

Nella prima sperimentazione, abbiamo voluto valutare se il laser Nd:YAG, ai parametri suggeriti dalla letteratura, avesse da solo un'attività antibatterica su canali precedentemente svasati ma non trattati con irriganti.

Nella seconda sperimentazione abbiamo voluto vedere quale può effettivamente essere l'utilizzo del laser Nd:YAG nella pratica clinica quotidiana, e cioè in ausilio e a completamento della terapia endodontica convenzionale, da effettuarsi con strumentazione meccanica e irriganti al NaClO.

Sperimentazione I

Diciotto denti monoradicolati sono stati sottoposti a trattamento preliminare (TP) e poi contaminati con *S. mutans*, e

suddivisi in 3 gruppi da 6 denti ciascuno:

- gruppo controllo: no trattamento;
- gruppo A: irradiazione laser, no irrigazione;
- gruppo B: strumentazione meccanica con strumenti K3 in Ni-Ti, irrigazione con soluzione fisiologica e irradiazione laser (Parametri laser 1,5 W, 15 Hz, 100 mJ x 10" x 3 con pause di 10").

In seguito le radici sono state posizionate in provette contenenti una soluzione fisiologica salina al 0,9% e vortexate; 0,1 ml di questa soluzione e delle sue diluizioni da 10^{-1} a 10^{-4} sono state seminate in duplicato su un agar di *Mitis salivarius*. Il numero risultante di colonie mutanti è stato trasformato in logaritmi per normalizzare i dati. Le differenze tra i gruppi sono state analizzate attraverso l'analisi della varianza.

Sperimentazione II

Diciotto denti monoradicolati sono stati sottoposti a trattamento preliminare TP e poi contaminati con *S. mutans*, e suddivisi in 3 gruppi da 6 denti ciascuno:

- gruppo controllo: no trattamento
- gruppo A: strumentazione meccanica con strumenti k3 al Ni-Ti e irrigazione con NaOCl
- gruppo B: stesso trattamento del gruppo A + 3 irradiazioni laser (Parametri laser 1,5 W, 15 Hz, 100 mJ x 10" x 3 con pause di 10").

Dopo tale trattamento, le radici sono state posizionate in provette contenenti

una soluzione fisiologica salina al 0,9% e vortexate; 0,1 ml di questa soluzione e delle sue diluizioni da 10^{-1} a 10^{-4} sono state seminate in duplicato su un agar di *Mitis salivarius*. Il numero risultante di colonie mutanti è stato trasformato in logaritmi per normalizzare i dati. Le differenze tra i gruppi sono state analizzate attraverso l'analisi della varianza.

RISULTATI

I risultati della sperimentazione I sono indicati nella Figura 4 e qui di seguito elencati:

- gruppo controllo: no trattamento = 3.6×10^6 colonie batteriche;
- gruppo A: irradiazione laser, no irrigazione = 5.1×10^3 colonie batteriche;
- gruppo B: strumentazione meccanica con strumenti K3 in Ni-Ti, irrigazione con soluzione fisiologica e irradiazione laser = 9.1×10^4 colonie batteriche.

Si sono evidenziate delle differenze statisticamente significative fra i gruppi test e quelli controllo.

I risultati della sperimentazione II sono indicati nel grafico della Figura 5 e qui di sotto elencati:

- gruppo controllo: no trattamento = 6.6×10^6 colonie batteriche;
- gruppo A: strumentazione meccanica con strumenti K3 in Ni-Ti e irrigazione

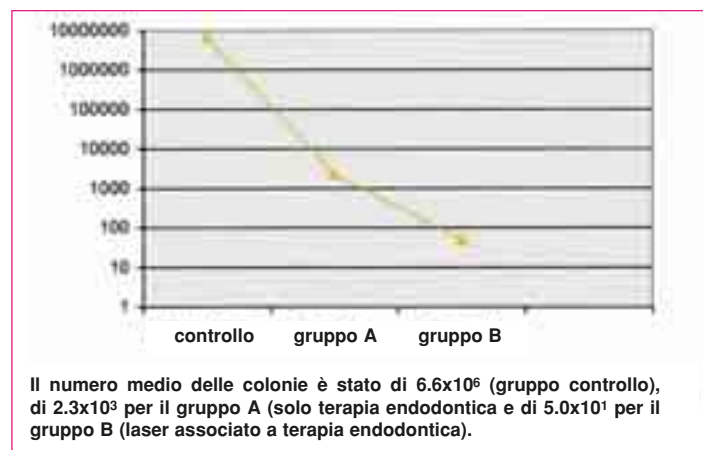


Fig. 5 - Sperimentazione II.

ne con NaOCl = $2,3 \times 10^3$ colonie batteriche;

- gruppo B: stesso trattamento del gruppo A + 3 irradiazioni laser = 5.0×10^1 colonie batteriche.

Si sono evidenziate delle differenze statisticamente significative fra i gruppi test e quelli controllo.

DISCUSSIONE

Dall'analisi della recente letteratura e della nostra esperienza sperimentale, risultano evidenti le proprietà antibatteriche del laser Nd:YAG che, con l'effetto termico della sua radiazione, è capace di uccidere diversi ceppi. Nel caso della nostra sperimentazione abbiamo

utilizzato Streptococchi di laboratorio, non mancano però dati in letteratura su altri ceppi e anche su batteri Gram-negativi (4, 7, 14).

I risultati della sperimentazione I ci indicano chiaramente che il laser Nd:YAG ha mostrato buona attività antimicrobica, ma l'associazione con strumentazione meccanica dà risultati più soddisfacenti. Va evidenziato il dato che nel gruppo B si è arrivati a una migliore disinfezione del sistema dei canali radicolari, con una riduzione di 1 logaritmo rispetto al gruppo A e di 2 logaritmi rispetto al gruppo di controllo. In sintesi, mentre nel gruppo A la carica batterica si è ridotta dell'86%, nel gruppo B essa si è ridotta del 97,5%.

Per quanto concerne la sperimentazione II, si è visto che l'associazione con il laser è in grado di migliorare l'azione degli

irriganti e degli strumenti canalari. Parimenti, è emerso che entrambe le tecniche hanno permesso di ottenere una notevole riduzione dell'infezione. In ogni caso una completa sterilizzazione del canale è un traguardo molto difficile da raggiungere, anche se nel gruppo B si è arrivati a una notevole disinfezione del sistema dei canali radicolari, con i risultati che ci indicano una riduzione di ben 2 logaritmi rispetto al gruppo A e di ben 5 logaritmi rispetto al gruppo controllo.

Un ulteriore aspetto che emerge da questo lavoro è che in nessun caso abbiamo ottenuto la sterilizzazione completa dei canali radicolari, ma comunque una disinfezione più accurata nei denti trattati con laser rispetto agli altri gruppi.

Se poi si valuta il fatto che *in vitro* le condizioni, per vari aspetti, sono molto più favorevoli che *in vivo*, viene spontaneo chiedersi quanti batteri, quotidianamente, lasciamo vivi nei canali dopo una terapia endodontica, e quanto sia possibile e doveroso cercare di fare il possibile per migliorare le nostre procedure ed i materiali per la disinfezione e detersione dello spazio endodontico, presupposti indispensabili per il successo endodontico.

In quest'ottica il laser, con le sue proprietà antibatteriche, può quindi aiutarci nell'aumentare le probabilità di successo, incrementando la disinfezione anche e soprattutto in quei casi in cui esiste una notevole flogosi batterica, come nei denti necrotici (20).

BIBLIOGRAFIA

1. Berkiten M, Berkiten R, Oker J. Comparative evolution of antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation in root canals and dentinal tubules. *J Endod* 2000; 26(5): 268-70.
2. Chila' A, Possenti A, Palaia G, Ripari A, Romeo U, Gambarini G, Moroni C, Tarsitani G, Petti S. Antimicrobial activity of Nd:YAG laser in endodontics. *J Dent Res* 82 (Spec Iss B) 2003; B-184, n°1378.
3. Farge P, Nahas P, Bonin P. In vitro study of a Nd:YAG laser in endodontic retreatment. *J Endod* 1998; 24(5):359-63.
4. Fegan Se, Steiman Hr. Comparative

- evolution of the antibacterial effects of intracanal Nd:YAG laser irradiation: an in vitro study. *J Endod* 1995; 21 (8): 415-7.
5. Gallottini L, Pongione G. Dolore postoperatorio dopo utilizzo di Nd:YAG laser nei ritrattamenti in un' unica seduta. *Atti 22° Congresso Nazionale S.I.E.* 2002.
6. Gambarini G, Testarelli L, De Rosa A. Antibiotico-terapia nel trattamento endodontico di lesioni periapicali. *Il Denti-sta Moderno* 2002; 5(XX): 51 - 56.
7. Gutknecht N, Kaiser F, Hassan A, Lampert F. Long-term clinical evolution of endodontically treated teeth by Nd:YAG la-

- sers. *J Clin Laser Med Surg* 1996; 14(1): 7-11.
8. Hardee Mw, Miserendino Lj, Kas W, Walia H. Evaluation of the antibacterial effects of intracanal Nd:YAG laser irradiation. *J Endod* 1994; 20(8): 377-80.
9. Hassan Fez. A new method for treating weeping canals: clinical and histopathologic study. *Egyptian Dental Journal* 1995; 41: 1403-8.
10. Kimura Y, Wilder-Smith P, Matsumoto K. Laser in endodontics: a review. *International Endodontic Journal* 2000; 3: 173-185.

11. Klinker T, Klimm W, Gutknecht N. Antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation within root canal dentin. *J Clin Laser Med Surg* 1997; 15(1): 29–31.
12. Koba K, Kimura Y, Matsumoto K, Takeuchi T, Ikaug T, Shinizen T, Saito K. Pulsed Nd:YAG laser application to one – visit treatment of infected root canals in dogs, a histopathological study. *J Clin Laser Med Surg* 1998; 16(4): 217–21.
13. Koba K, Kimura Y, Matsumoto K, Gomyoh H, Komi S, Harada S, Tsuzaki N, Shimada Y. A clinical study on the effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation on root canals immediately after pulpectomy and shaping. *J Clin Laser Med Surg* 1999; 17(2): 53–6.
14. Martelli Fs, De Leo A, Zimo S. Laser in odontostomatologia. Applicazioni cliniche. Ed. Masson. 2000.
15. Moritz A, Jakolisch S, Goharkhay K, Schoop U, Kluger W, Mellinger R, Sperr W, Georgopoulos A. Morphologic changes correlating to different sensitivities of *Escherichia Coli* and *Enterococcus Faecalis* to Nd:YAG laser irradiation through dentin. *Lasers in Surgery and Medicine* 2000; 26(3): 250–61.
16. Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Jakolisch S, Kluger W, Wenisch J, Sperr W. The bactericidal effect of Nd:YAG, Ho:YAG, and Er:YAG laser irradiation in the root canal: an in vitro comparison. *J Clin Laser Med Surg* 1999; 17(4): 161–4.
17. Moshonov J, Orstarvik D, Yamauchi S, Pettiette M, Trope M. Nd:YAG laser irradiation in root canal disinfection. *Endod Dent Traumatol* 1995; 11(5): 220–4.
18. Palaia G, Romeo U, Pacifici L, Ripari F, Gambarini G, Moroni C, Tarsitani G, Petti. In vitro antimicrobial activity of Nd:YAG laser in endodontic therapy. *J Dent Res* 82 (Spec Iss B) 2003, B-184, n°1376.
19. Ramskold Lo, Fong Cd, Stromberg T. Thermal effects and antibacterial properties of energy levels required to sterilize stained root canals with a Nd:YAG laser. *J Endod* 1997; 23(2): 96–100.
20. Ripari M, Romeo U, Perondi A, Ripari F. Nd:YAG laser in the endodontic re-treatment of three different types of canal fillings in vitro. *J Oral Laser Applications* 2002; 1: 37–43 .
21. Romeo U, Palaia G, Gambarini G, Berna N, Pacifici L. Applicazioni di laser a diversa lunghezza d'onda in campo endodontico. *Atti X Congr. Naz. Collegio dei Docenti di Odontoiatria* 2003.