

# LASER IN ENDODONZIA: DIFFERENTI MODALITÀ DI IMPIEGO

LASER IN ENDODONTICS:  
DIFFERENT WAYS OF USE

**Moreno Bondi<sup>1</sup>**  
**Mario Mancini<sup>2</sup>**  
**Giacomo Bruzzesi<sup>3</sup>**  
**Chiara Brugnani<sup>4</sup>**  
**Daide Pugliese<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Dipartimento Chirurgico,  
Medico, Odontoiatrico  
e di Scienze Morfologiche  
con Interesse Trapiantologico,  
Oncologico e di Medicina  
Rigenerativa.

Università degli studi  
di Modena e Reggio Emilia

<sup>2</sup>Libero professionista, Rimini

<sup>3</sup>Libero professionista, Modena

<sup>4</sup>Libero professionista, Ancona

<sup>5</sup>Libero professionista, Rimini

Corrispondenza:  
[bondi.moreno@unimore.it](mailto:bondi.moreno@unimore.it)

*Il trattamento endodontico ha come obiettivo la pulizia, la disinfezione e la sigillatura tridimensionale del sistema di canali radicolari per prevenire possibili parodontiti. Le terapie endodontiche tradizionali non sempre raggiungono i risultati attesi. Gli Autori hanno realizzato uno studio che prevede l'impiego del laser in differenti modalità. I risultati suggeriscono che i trattamenti innovativi sperimentati potrebbero essere utilizzati efficacemente nella terapia endodontica per l'abbattimento della carica batterica nel canale radicolare e la sigillatura del delta apicale e dei tubuli dentinali in alternativa alle tecniche tradizionali*

**L**a parodontite, anche detta periodontite e parodontopatia, è un'infezione dei tessuti parodontali che determina una perdita d'attacco dei denti rispetto all'alveolo, con conseguente formazione di tasche parodontali, mobilità dentale, sanguinamento gengivale, ascessi e suppurazioni, fino alla perdita di uno o più denti. Tale patologia è provocata dalla comunicazione tra microrganismi e prodotti derivati dal canale radicolare con strutture parodontali; l'esposizione diretta della polpa dentale alla cavità orale o attraverso canali, tubuli dentinali aperti o tasche parodontali è la via più probabile di infezione<sup>1-3</sup>. Al fine di prevenire questa infiammazione il trattamento endodontico si pone come obiettivo la pulizia, la disinfezione e la sigillatura tridimensionale del sistema di canali radicolari, un risultato però non in tutti i casi raggiungibile. Per differenti ragioni si riscontra una percentuale dal 5 a 15% di insuccessi<sup>4,5</sup> da addebitarsi alla complessa struttura anatomica del distretto che, ostacolando la penetrazione degli irriganti canalari nei tubuli dentinali, ne limita l'azione<sup>6-8</sup>. È stato infatti dimostrato che i microrganismi a partire dal lume canale verso l'interno dei tubuli possono colonizzare fino a circa 1100 µm, mentre gli irriganti endocanalari penetrano nei tubuli dentinali solo fino a 300 µm<sup>9</sup>. Questa limitazione permette la sopravvivenza dei microrganismi e ne facilita lo sviluppo<sup>1</sup>.

Un altro fattore che sembra ostacolare il trattamento endodontico è la particolare flora microbica che alberga questa sede, spesso rappresentata da specie

dotate di patogenicità e in grado di promuovere la produzione di sostanze tossiche (endotossine, enzimi proteolitici, eccetera)<sup>10</sup>. In considerazione delle suddette problematiche, una concreta tecnica che si è andata sviluppando nel campo delle terapie endodontiche è quella che prevede l'impiego del laser<sup>4</sup>. Il laser (light amplification by stimulated emission of radiation) è un dispositivo che emette fasci intensi di luce nei campi dell'infrarosso, visibile e ultravioletto dello spettro elettromagnetico che, a contatto con il target, provocano fori o tagli estremamente precisi; questa caratteristica ne ha suggerito l'impiego in svariati campi.

In endodonzia il laser è stato utilizzato inizialmente come terapia complementare al classico trattamento antibatterico, ma l'avvento di fibre ottiche più sottili e flessibili ha reso possibile una migliore penetrazione nel terzo apicale e, quindi, una più facile decontaminazione dei canali radicolari<sup>11</sup>.

Questo strumento sembrerebbe dunque in grado di eradicare la carica batterica presente nel canale radicolare e di favorire la successiva sigillatura del delta apicale e tubuli dentinali. Tra i diversi tipi di laser disponibili in commercio, i laser Nd:Yag e i laser a diodi si sono dimostrati i più efficaci nel ridurre la carica batterica nei canali infetti<sup>12</sup>, mentre i laser Er:Yag e Er,Cr:Ysgg hanno palesato una buona efficacia nel potenziare l'azione degli irriganti impiegati comunemente. I dati di letteratura relativi a studi in vitro hanno evidenziato che le lunghezze d'onda più efficaci nella rimozione della carica

## PAROLE CHIAVE

laser, denti,  
trattamento  
endodontico,  
*Enterococcus faecalis*,  
attività antimicrobica

## KEY WORDS

laser, teeth,  
endodontic treatment,  
antimicrobial activity

batterica nei canali contaminati si attestano tra 810-980 nm per i laser a diodi e 1064 nm per il laser Nd:YAG<sup>12</sup>. Tali lunghezze d'onda appartengono alla regione dello spettro elettromagnetico della luce (near infrared) e agiscono prevalentemente per diffusione nei tessuti molli, inattivando i microorganismi per effetto fototermico<sup>13</sup> come dimostra la completa eradicazione della carica batterica nel canale principale osservata in diversi studi eseguiti con i laser Nd:YAG e a diodi<sup>14-16</sup>. In una successiva sperimentazione effettuata in vitro su un biofilm di microrganismi<sup>17</sup> è emerso che il laser a diodi (810 nm) associato a irriganti chimici chelanti è in grado di produrre una riduzione del 99,9% della carica batterica dal sistema endodontico. Altri tipi di laser (es. Erbium Er:Yag laser) appartengono alla regione del "medium infrared" (2780-2940 nm) e la loro luce esercita attività battericida prevalentemente a livello superficiale (tra 100-300 µm nel tessuto molle e fino a 400 µm nelle pareti dentinali)<sup>18</sup>. L'azione decontaminante del sistema endodontico provocata da questo tipo di laser non è quindi confrontabile a quella a near infrared poiché l'energia termica prodotta non agisce in profondità nei canali laterali<sup>18</sup>. Tuttavia, due diversi studi<sup>19, 20</sup> hanno testato l'efficacia del laser Erbium su un biofilm microbico sia a livello apicale che endodontico; sebbene l'azione del laser si limiti a 400 µm di profondità nello spessore della parete radicolare è stata evidenziata la disgregazione del biofilm e una considerevole diminuzione delle cellule batteriche.

## SCOPO DELLA RICERCA

A partire dalle suddette considerazioni e tenendo conto dei dati di letteratura, il nostro gruppo di lavoro, per sperimentare tecniche alternative e allo stesso tempo innovative di terapia endodontica, ha messo a punto uno studio che prevede l'impiego di laser in differenti modalità.

Un primo step eseguito in vitro su denti estratti e contaminati con un biofilm di *Enterococcus faecalis* doveva valutare l'azione antimicrobica dei laser Er:YAG e a diodi associati a soluzioni disinfettanti e chelanti impiegate per le irrigazioni; i laser avevano la funzione di potenziare l'azione del disinfettante. Un secondo step aveva il compito di studiare l'attività antimicrobica in vivo del laser a neodimio YAG sulla flora microbica di 30 monoradicoli necrotici con lesione periapicale di pazienti appartenenti alla comunità di San Patrignano. In questo studio l'azione del laser è stata coadiuvata da un lavaggio con soluzione fisiologica senza impiego di sostanze

disinfettanti. L'avanzamento della sperimentazione e i risultati ottenuti sono stati documentati da determinazioni cliniche e osservazioni microscopiche.

## MATERIALI E METODI

### Primo step. Valutazione in vitro dell'attività antibatterica nei confronti di biofilm di *Enterococcus faecalis* e comparazione tra tre diversi protocolli di irrigazione laser-attivati.

In questa prima parte dello studio sono stati messi a confronto due diversi tipi di laser (Er:YAG laser e diodo laser) abbinati a differenti soluzioni disinfettanti di irrigazione. Canali radicolari di 280 denti estratti sono stati strumentalizzati usando un rotary Ni-Ti system. I campioni di denti così trattati sono stati messi a contatto con una sospensione di 10<sup>7</sup> Unità Formanti Colonia (UFC) di *E. faecalis* ATCC 29212 (America Typing Culture Collection) allestita previa coltivazione del batterio per 24 ore a 37°C in Tryptic Soy Broth (TSB, Oxoid, Milano). I 280 denti sono stati suddivisi in quattro gruppi. Il Gruppo 0 (rappresentato da 40 denti) è stato utilizzato come controllo, mentre i Gruppi 1, 2, 3 (rappresentati ciascuno da 80 denti) sono stati sottoposti a trattamento con differenti laser e con diverse modalità di irrigazione che prevedono in tutti i casi l'uso di un disinfettante e di un composto chelante. Come indicato in Tabella I, il Gruppo 0 è stato utilizzato come controllo, il Gruppo 1 è stato trattato con ipoclorito di sodio (NaOCl) + acido etidronico (6% di NaOCl e 18% di acido etidronico), il Gruppo 2 con NaOCl + EDTA (3% di NaOCl e 17% di EDTA), il Gruppo 3 con NaOCl + EDTA + NaOCl (NaOCl al 3% seguito da EDTA al 17% e ancora da un flusso finale di NaOCl al 3%). I campioni dei quattro gruppi sono stati ulteriormente suddivisi in quattro sottogruppi in relazione al metodo di attivazione del disinfettante. Il sottogruppo A non ha subito attivazioni, il B è stato trattato con ultrasuoni, il C con diodo laser e il D con Er:YAG laser. Per valutare la vitalità dei microrganismi in situ è stato impiegato un microscopio laser confocale. A partire da campioni prelevati dai canali dentinali sono state seminate opportune diluizioni in piastre di Tryptic Soy Agar (TSA, Oxoid, Milan, Italy). Il conteggio della carica microbica residua di *E. faecalis* è stato registrato in UFC/ml dopo incubazione delle colture a 37°C per 24 h.

### Secondo step. Valutazione in vivo dell'attività antibatterica del laser Nd:YAG senza sovrapposizione di composti disinfettanti attivati.

Protocollo laser (schema di lavoro):

- apertura della camera pulpare;
- pulizia terzo medio e coronale con gates 1 2 3;

- lavaggi con fisiologica + fluorite di sodio;
- determinazione lunghezza di lavoro;
- preparazione del canale con strumenti rotanti;
- laser in bagno di fluoro liquido (N-Y 100 mj 10 Hz 3 volte da 30 secondi);
- asciugatura del canale con coni di carta;
- chiusura con guttaperca e cemento endodontico;
- ricostruzione del dente in composito.

Se fino a oggi il laser in endodonzia si è affermato come strumento in grado di potenziare l'azione del disinfettante usato per l'irrigazione (generalmente una miscela di ipoclorito di sodio e un agente chelante come ad esempio l'EDTA), in questo studio si è voluto testare la potenzialità antibatterica del laser neodimio YAG senza abbinarlo all'effetto di liquidi disinfettanti. Il laser Nd:YAG è un dispositivo a stato solido che sfrutta come mezzo laser attivo un cristallo di granato di ittrio e alluminio (YAG) drogato al neodimio (Nd:Y3Al5O12). Il neodimio, vicariante con l'ittrio, lo sostituisce parzialmente come catione trivalente nella struttura reticolare dello YAG. Per l'esecuzione della prova è stato preso in considerazione un gruppo di pazienti appartenenti alla comunità di San Patrignano e quindi a una corte omogenea e defedata. Da tali pazienti sono stati scelti 30 monoradicoli necrotici con lesione periapicale, che sono stati trattati in tutti i casi con tecnica di preparazione e otturazione verticale. L'apertura della camera pulpare è stata eseguita ad alta velocità con frese diamantate. Per rendere paragonabili i risultati è stato standardizzato un solo tipo di strumento: WaveOne Dentsply-Sirona, Charlotte, NC-USA con movimento reciprocante

e una unica tecnica di otturazione per tutti i casi (guttaperca calda veicolata da portatore anch'esso di guttaperca, Guttacore Dentsply-Sirona, Charlotte, NC-USA). I lavaggi sono stati eseguiti con soluzione fisiologica sterile esclusivamente per rimuovere la parte più grossolana di fango dentinale. Le conte batteriche totali aerobiche e anaerobiche rilevate prima e dopo trattamento operato con una soluzione chimica (fluorite di sodio) attivata dal laser Nd:YAG sono state confrontate in con quelle dei campioni trattati con tecniche tradizionali (solo ipoclorito).

**Tecniche di prelievo dei campioni e determinazione delle cariche batteriche totali**

Per ogni monoradicolo sottoposto a trattamento, dopo la sagomatura del canale e la disinfezione con il laser neodimio YAG e una soluzione a base di fluoro, sono stati operati due prelievi impiegando coni di carta sterili. Per impedire che i batteri strettamente anaerobi presenti nel materiale prelevato fossero inibiti dalla presenza di ossigeno, subito dopo l'esecuzione del prelievo le provette contenenti i campioni sono state stabulate in giara (GasPak, Oxoid, Milan, Italy) situazione nella quale l'aggiunta di idonei reattivi (AnaerobeGen, Oxoid, Milan, Italy) crea un adeguato ambiente anaerobico; i campioni sono stati conservati in queste condizioni fino al momento dell'allestimento delle analisi.

Una volta giunti presso il laboratorio di Microbiologia Applicata dell'Università di Modena e Reggio, i campioni sono stati sottoposti a trattamento per la determinazione delle cariche batteriche totali. Campioni di entrambi i gruppi di pazienti ottenuti prima e dopo l'azione del laser sono stati seminati sia in toto sia previa adeguate diluizioni ( $10^{-2}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-6}$ ) su piastre di Wilkins-Chalgren Anaerobe Agar (Oxoid, Milan, Italy) per la determinazione della carica batterica anaerobica e su piastre di Tryptic Soy Agar (Oxoid, Milan, Italy) per la carica batterica aerobica. Dopo una incubazione di 24-48 ore a 37°C, le colonie sviluppate nelle due serie di piastre sono state conteggiate ed espresse in UFC/ml di sospensione. Le cariche batteriche totali aerobiche e anaerobiche rilevate prima e dopo trattamento operato con una soluzione chimica (fluorite di sodio) sono state messe a confronto con quelle ottenute nei campioni prelevati prima e dopo trattamento con tecniche tradizionali (solo disinfettante ipoclorito); i dati finali sono stati elaborati mediante test statistici per determinarne la significatività (t-test). Per una conferma dei risultati i prelievi sugli stessi pazienti e le relative determinazioni microbiologiche sono stati ripetuti

**Tabella 1 - Confronto tra i diversi protocolli di irrigazione laser-attivati**

Gruppi	Sottogruppi
Gruppo 0 : controllo	A: non attivato C: attivato con diodo laser B: trattato con ultrasuoni D: attivato con Er:YAG laser
Gruppo 1: NaOCl e acido etidronico (6% di NaOCl e 18% di acido etidronico)	A: non attivato C: attivato con diodo laser B: trattato con ultrasuoni D: attivato con Er:YAG laser
Gruppo 2: NaOCl + EDTA (3% di NaOCl e 17% di EDTA)	A: non attivato C: attivato con diodo laser B: trattato con ultrasuoni D: attivato con Er:YAG laser
Gruppo 3: NaOCl + EDTA + NaOCl (NaOCl al 3% seguito da EDTA al 17% ed ancora da un flusso finale di NaOCl al 3%)	A: non attivato C: attivato con diodo laser B: trattato con ultrasuoni D: attivato con Er:YAG laser

seguendo l'identica metodologia. Dalle aspettative attese in base ai dati di letteratura l'uso del laser a neodimio YAG dovrebbe produrre un maggiore abbattimento delle cariche batteriche rispetto al trattamento tradizionale.

### Osservazioni al microscopio a scansione

Dopo inclusione in paraformaldeide 4%, i denti sono stati sezionati per tutta la loro lunghezza lungo la linea mediana e sulle due estremità sono state effettuate le prime analisi microscopiche.

Tramite microscopia a scansione è stato valutato il diametro dei canalicoli come risultato dell'azione combinata del laser con soluzione di fluoro liquido. Tale metodica permette di evidenziare anche eventuali occlusioni e presenza di contaminazioni batteriche. La microscopia elettronica accoppiata a un'analisi in XPS permette di valutare la presenza di sali di fluoro sia in prossimità dell'occlusione sia lungo tutto il canalicolo.

### Analisi istologica

I campioni sono stati inclusi in resina; dopo aver ottenuto sezioni seriali sono state eseguite colorazioni in ematossilina eosina per evidenziare la morfologia del canalicolo. Inoltre, colorazioni con blu di metilene e/o con rosso Congo hanno permesso di evidenziare la presenza di microrganismi lungo tutto il canalicolo.

## RISULTATI E CONSIDERAZIONI

### Valutazione in vitro dell'attività antibatterica nei confronti di biofilm di *E. faecalis* e comparazione di tre diversi protocolli di irrigazione laser-attivati

Tutti i protocolli di irrigazione sperimentati hanno provocato la completa eliminazione del biofilm di *E. faecalis* nel lume dei canali radicolari. All'interno dei tuboli dentinali i Gruppi, 1, 2, 3 (Tabella 1) hanno messo in evidenza una percentuale significativamente più elevata ( $p < 0,05$ ) di abbattimento batterico rispetto al controllo (Gruppo 0) trattato con soluzione fisiologica. Non è stata invece rilevata una differenza significativa ( $p > 0,05$ ) tra Gruppo 1 (NaOCl e acido etidronico) e Gruppo 3 (NaOCl + EDTA + NaOCl) che allo stesso tempo hanno evidenziato una maggiore riduzione rispetto al Gruppo 2 (NaOCl + EDTA) ( $p < 0,05$ ). Infine, mentre il confronto tra l'azione del diodo laser e del Er:YAG laser non ha messo in evidenza differenze significative, l'attivazione prodotta da entrambi i laser si è mostrata in tutti i casi più efficace ( $p < 0,05$ ) nel ridurre la carica microbica di *E. faecalis* rispetto all'azione degli ultrasuoni e della convenzionale irrigazione tramite siringa.

**Tabella 2 - Carica batterica totale a 37°C (prima serie)**

	Pre-trattamento laser	Post-trattamento laser
Paziente 1	$1,53 \times 10^5$	$2 \times 10^4$
Paziente 2 - Canale linguale	$1,84 \times 10^3$	$0,15 \times 10^2$
Paziente 2 - Canale distale	$1,78 \times 10^5$	$4,31 \times 10^3$
Paziente 2 - Canale vestibolare	$1,45 \times 10^2$	$0,2 \times 10^2$

**Tabella 3 - Carica batterica anaerobia (prima serie)**

	Pre-trattamento laser	Post-trattamento laser
Paziente 1	$1,16 \times 10^5$	$7,4 \times 10^3$
Paziente 2 - Canale linguale	$1,81 \times 10^3$	0
Paziente 2 - Canale distale	$2,46 \times 10^5$	$3,2 \times 10^3$
Paziente 2 - Canale vestibolare	$2,8 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$

**Tabella 4 - Carica batterica totale a 37°C (seconda serie)**

	Pre Laser	Post Laser
1.1	$6,7 \times 10^3$	10
1.2	$6,3 \times 10^2$	0
1.3	$10^3$	$4,8 \times 10^2$
2.1	$2,34 \times 10^3$	$2,7 \times 10^2$
2.2	$3,99 \times 10^3$	$3,28 \times 10^3$
3.5	$3,72 \times 10^3$	0
1.2	$3,46 \times 10^3$	20
D.22	$2,87 \times 10^3$	$1,72 \times 10^3$

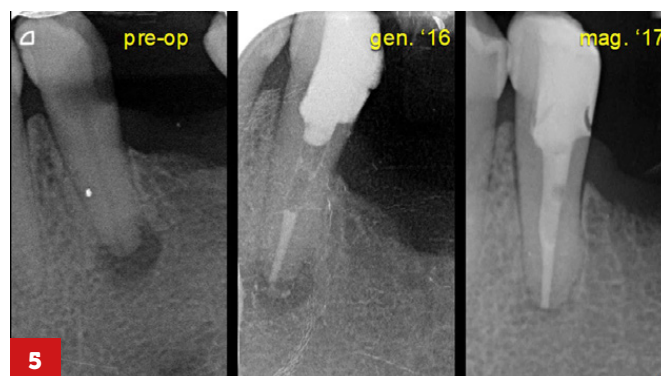
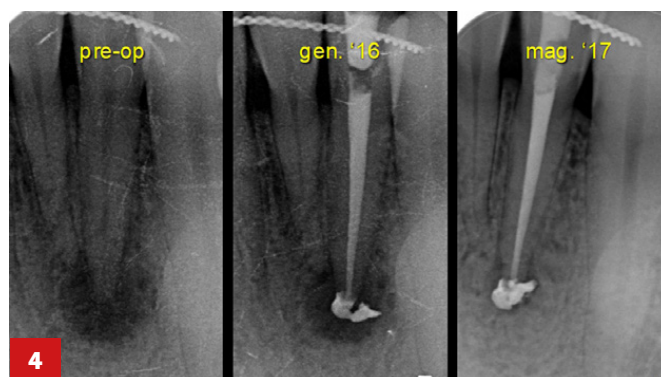
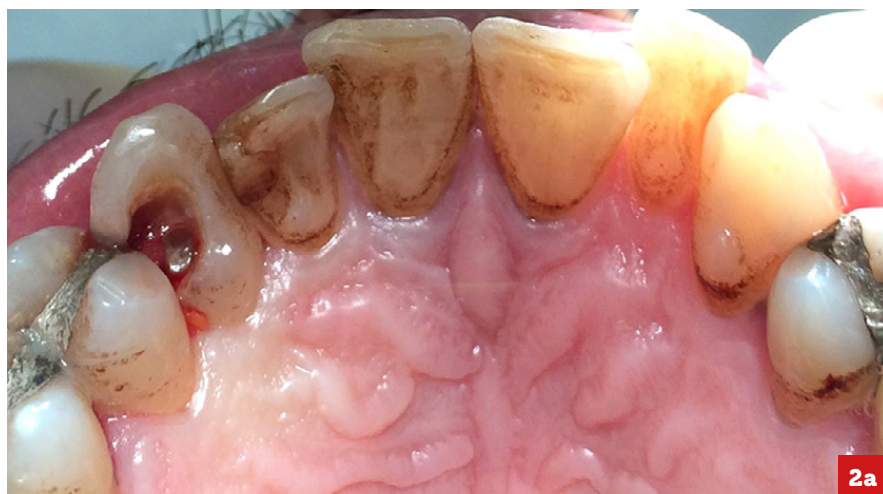
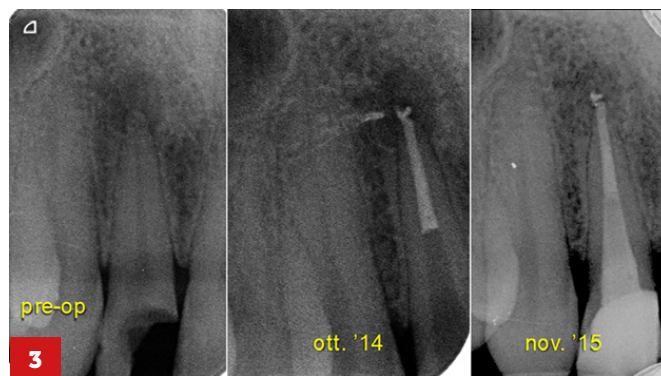
**Tabella 5 - Carica batterica anaerobia (seconda serie)**

	Pre Laser	Post Laser
1.1	$1,68 \times 10^3$	$2,6 \times 10^2$
1.2	$1,34 \times 10^3$	20
1.3	$1,3 \times 10^4$	$8,1 \times 10^2$
2.1	$2,5 \times 10^3$	$3,8 \times 10^2$
2.2	$5,08 \times 10^3$	$5 \times 10^2$
3.5	$5,57 \times 10^3$	60
1.2	$5,86 \times 10^3$	0
D.22	$2,7 \times 10^3$	$9 \times 10^2$

Riassumendo:

- l'uso di NaOCl dopo o in combinazione con agenti chelanti produce la maggiore riduzione di *E. faecalis*;
- entrambi i tipi di laser sperimentati provocano una più evidente attività disinfettante sui tuboli dentinali rispetto all'azione degli ultrasuoni.





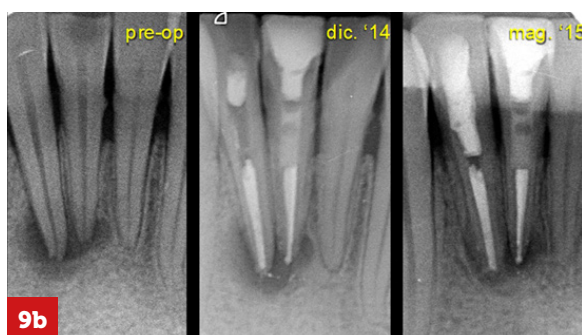
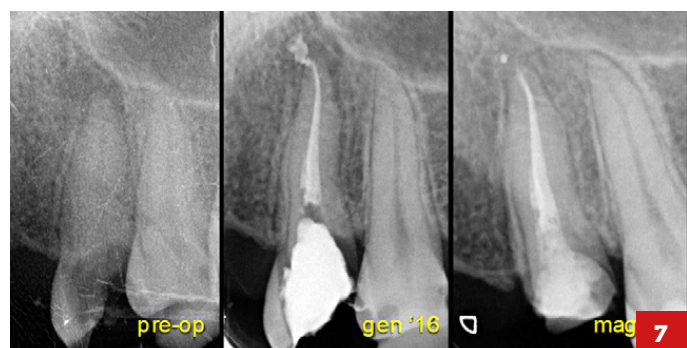
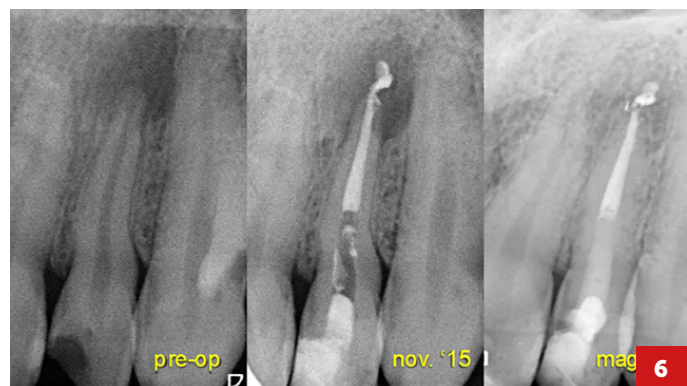
1. Terapia endodontica elemento 14 con completa guarigione a 22 mesi
- 2a, b. Terapia endodontica elemento 13, che presentava camera pulpare aperta, con completa guarigione a 2 anni circa
3. Terapia endodontica elemento 12 con completa guarigione a 12 mesi
4. Elemento 31, pigmentato a causa della polpa necrotica, con completa guarigione a 17 mesi
5. Terapia endodontica elemento 35 con completa guarigione a 17 mesi



**Valutazione in vivo dell'attività antibatterica del laser YAG senza sovrapposizione di composti disinfettanti attivati**

Nelle Tabelle 2-5 vengono riassunti i risultati dell'attività antimicrobica del Er:YAG laser sulle cariche batteriche aerobiche e anaerobiche comparati a quelli ottenuti con trattamenti tradizionali. È possibile rilevare che nella gran parte dei casi l'azione del laser senza attivazione di disinfettanti ha abbattuto notevolmente le cariche microbiche iniziali (diminuzioni da 1 a 3 log) azzerandole completamente in alcuni dei campioni (diminuzioni > 3 log). Questi dati dimostrano che il trattamento sperimentato potrebbe essere utilizzato routinariamente nella terapia endodontica per l'abbattimento della carica batterica presente nel canale radicolare e per la successiva sigillatura

del delta apicale e tuboli dentinali come tecnica alternativa a quelle tradizionalmente impiegate. Nelle Figure 1-9 vengono rappresentati i risultati di alcuni dei casi clinici trattati con terapia endodontica mediante laser che confermano una completa guarigione dei pazienti. Nella maggior parte dei casi (Figure 1a, b; 3; 5; 6; 7, 8) il risultato positivo è stato ottenuto nell'arco di tempo compreso tra 12 e 22 mesi; in un caso in particolare (Figura 9) la parziale guarigione degli elementi 31 e 41 è stata ottenuta in soli cinque mesi. Diversa la situazione riportata in Figura 2, dove viene mostrata la condizione di un paziente con camera pulpare aperta che ha raggiunto la completa guarigione a due anni e quella raffigurata nelle Figure 4a, b in cui il paziente con l'elemento 31 pigmentato causa polpa necrotica ha raggiunto la completa guarigione a 17 mesi.



6. Terapia endodontica elemento 22 con completa guarigione a 16 mesi
7. Terapia endodontica elemento 15 con completa guarigione a 15 mesi
8. Terapia endodontica elemento 44 con completa guarigione a 10 mesi
- 9a, b. Terapie endodontiche elementi 31 e 41 con parziale guarigione a soli cinque mesi



carica batterica presente nel canale radicolare e per la successiva sigillatura del delta apicale e tuboli dentinali.

Infatti, entrambe le prove eseguite hanno prodotto risultati molto incoraggianti anche in situazioni particolarmente difficili come nel secondo test che è stato condotto presso lo studio della comunità di San Patrignano.

Tale comunità è omogenea e defedata e proprio in questa situazione, per la complessità della patologia in essere, l'impiego del laser si è dimostrato essenziale nella risoluzione dei diversi casi.

Possiamo quindi concludere che tali trattamenti potrebbero essere utilizzati con ottimi riscontri nella terapia endodontica come tecnica alternativa a quelle tradizionalmente impiegate.

#### Dichiarazione

Non sussistono conflitti di interesse di ordine economico o di altro tipo sull'articolo presentato. Il lavoro non è soggetto a finanziamenti pubblici o privati.

È disponibile l'approvazione formale, da parte del Comitato Etico locale, della ricerca proposta per la pubblicazione e il consenso ottenuto dai pazienti alla pubblicazione dei casi e delle foto.

## CONCLUSIONI

Come precedentemente riportato, poiché le terapie endodontiche tradizionali non sempre raggiungono i risultati attesi, il nostro gruppo di lavoro ha messo a punto uno studio che prevede l'impiego di diversi tipi di laser in differenti modalità:

- azione antimicrobica in vitro dei laser Er:YAG e a diodi associati a soluzioni disinfettanti e chelanti impiegate su denti estratti e contaminati con biofilm di *E. faecalis*;
- attività antibatterica del laser Nd:YAG senza sovrapposizione di composti disinfettanti su 30 monoradicoli necrotici con lesione periapicale in pazienti scelti per diverse situazioni cliniche.

I risultati ottenuti confermano che il trattamento sperimentato potrebbe essere utilizzato efficacemente nella terapia endodontica per l'abbattimento della



**ABSTRACT**

**Scopo.** Il trattamento endodontico si pone come obiettivo la pulizia, la disinfezione e la sigillatura tridimensionale del sistema di canali radicolari al fine di prevenire lo sviluppo di possibili parodontiti. Poiché le terapie endodontiche tradizionali non sempre raggiungono i risultati attesi, si stanno sperimentando nuove tecniche innovative che prevedono l'impiego di laser (light amplification by stimulated emission of radiation). In base a tali considerazioni il nostro gruppo di lavoro ha messo a punto uno studio che prevede l'impiego di questo strumento in differenti modalità.

**Materiali e metodi.** Come primo step si è valutata l'azione antimicrobica in vitro dei laser Er:YAG e a diodi, associati a soluzioni disinfettanti e chelanti su un biofilm di *Enterococcus faecalis* impiegato per contaminare artificialmente un campione di 280 denti estratti. Un secondo step dell'indagine ha testato l'attività antimicrobica in vivo del laser a neodimio YAG senza impiego di soluzioni disinfettanti su un campione di 30 monoradicoli necrotici con lesione periapicale. L'avanzamento della sperimentazione e i risultati sono stati documentati da determinazioni cliniche ed osservazioni microscopiche.

**Risultati e conclusioni.** I protocolli sperimentati nel primo step hanno provocato la completa eliminazione del biofilm di *E. faecalis* nel lume dei canali radicolari e l'uso di NaOCl dopo o in combinazione con agenti chelanti ha prodotto la maggiore riduzione. Dai risultati del secondo step è emerso che nella gran parte dei pazienti trattati l'azione del laser ha abbattuto le cariche microbiche iniziali da 1 a 3 log azzerandole completamente in alcuni dei campioni analizzati. In base ai risultati ottenuti i trattamenti sperimentati potrebbero essere utilizzati efficacemente nella terapia endodontica per l'abbattimento della carica batterica presente nel canale radicolare e la sigillatura del delta apicale e tuboli dentinali in alternativa alle tecniche tradizionalmente impiegate.

**Aim.** Endodontic treatment aims at cleaning, disinfection, and three-dimensional sealing of the root canal system in order to prevent periodontitis development. Since traditional endodontic therapies do not achieve always the expected results, an innovative technique that involves the use of lasers (light amplification by stimulated emission of radiation) has been developed. Our working group has experimented the use of these tools in different ways.

**Materials and methods.** At first, was evaluated the in vitro antimicrobial activity of Er: YAG and diode lasers, associated with disinfectant and chelating solutions, on a bacterial biofilm artificially contaminant a sample of 280 extracted teeth. A second step of the study tested the in vivo antimicrobial activity of the YAG neodymium laser on a sample of 30 necrotic monoradiculates with periapical lesions of patients chosen for different clinical situations. In this survey, the action of the laser was not combined with disinfectant solutions. The results were documented by clinical determinations and microscopic observations.

**Results and conclusions.** All the protocols tested in the first step by activated laser irrigation produced the eradication of bacterial biofilm in the lumen of the root canals and the use of NaOCl after or in combination with chelating agents demonstrate the greatest reduction. The results of the second step showed that in most patients the laser activity without activated disinfectants, generally reduced the initial microbial loads by 1 to 3 logs with a total killing in some of the samples analyzed. Therefore the tested strategies could be used effectively in endodontic therapy as an alternative technique.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Nagaoka S, Miyazaki Y, Liu HJ, Iwamoto Y, Kitano M, Kawagoe M. Bacterial invasion into dentinal tubules of human vital and nonvital teeth. *J Endod.* 1995 Feb;21(2):70-3.
2. Moritz A, Schoop U, Kluger W, Jakolitsch S, Sperr W. Laser in endodontology. *Journal of Oral Laser Applications* 2001;1(2):87-97.
3. Ricucci D, Siqueira JF Jr. Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. *J Endod* 2010 Jan;36(1):1-15.
4. Crippa R, Ilaria G, Benedicenti S, Kaitsas V, DiVito E, Manconi FM. Utilizzo dei laser in endodonzia *Il Dentista Moderno* 2011 vol. 9, p. 164-182.
5. Camargo SCC. The antibacterial effects of lasers in endodontics. *Laser Endod* 2011; 48:1-5.
6. Kreisler M, Kohnen W, Beck M, Al Haj H, Christoffers AB, Götz H, Duschner H, Jansen B, D'Hoedt B. Efficacy of NaOCl/H2O2 irrigation and GaAlAs laser in decontamination of root canals in vitro. *Lasers Surg Med.* 2003;32(3):189-96.
7. León-López M, Cabanillas-Balsera D, Martín-González J, Montero-Miralles P, Saúco-Márquez JJ, Segura-Egea JJ. Prevalence of root canal treatment worldwide: A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2022 Nov;55(11):1105-1127.
8. Gulabivala K, NgYL. Factors that affect the outcomes of root canal treatment and retreatment-A reframing of the principles. *Int Endod J.* 2023 Mar;56 Suppl 2:82-115.
9. Berutti E, Marini R, Angeretti A. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *J Endod.* 1997 Dec;23(12):725-7.
10. Meryon SD, Brook AM. Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *Int Endod J.* 1990 Jul;23(4):196-202.
11. Weichman JA, Johnson FM. Laser use in endodontics. A preliminary investigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971 Mar;31(3):416-20.
12. Schoop U, Kluger W, Moritz A, Nedjelik N, Georgopoulos A, Sperr W. Bactericidal effect of different laser systems in the deep layers of dentin. *Lasers Surg Med.* 2004;35(2):111-6.
13. Moritz A. *Oral Laser Application.* Berlin, Quintessence Verlags-GmbH, 2006, 258-277.
14. Schoop U, Kluger W, Dervisbegovic S, Goharkhay K, Wernisch J, Georgopoulos A, Sperr W, Moritz A. Innovative wavelengths in endodontic treatment. *Lasers Surg Med.* 2006 Jul;38(6):624-30.
15. Wang QQ, Zhang CF, Yin XZ. Evaluation of the bactericidal effect of Er,Cr:YSGG, and Nd:YAG lasers in experimentally infected root canals. *J Endod.* 2007 Jul;33(7):830-2.
16. de Souza EB, Cai S, Simionato MR, Lage-Marques JL. High-power diode laser in the disinfection in depth of the root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Jul;106(1):e68-72.
17. Benedicenti S, Cassanelli C, Signore A, Ravera G, Angiero F. Decontamination of root canals with the gallium-aluminum-arsenide laser: an in vitro study. *Photomed Laser Surg* 2008 Aug;26(4):367-70.
18. Schoop U, Kluger W, Moritz A, Nedjelik N, Georgopoulos A, Sperr W. Bactericidal effect of different laser systems in the deep layers of dentin. *Lasers Surg Med* 2004;35(2):111-6.
19. Araki AT, Ibraki Y, Kawakami T, Lage-Marques JL. Er:Yag laser irradiation of the microbiological apical biofilm. *Braz Dent J* 2006;17(4):296-9.
20. Noiri Y, Katsumoto T, Azakami H, Ebisu S. Effects of Er:YAG laser irradiation on biofilm-forming bacteria associated with endodontic pathogens in vitro. *J Endod* 2008 Jul;34(7):826-9.