

*Gianluca Menegazzi

*Giacomo Cavalleri

*Roberto Gerosa

*Alessandro Fanti

**Carlo Prati

**Maria Chiara Montanari

* Università degli Studi di Verona
Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
Titolare: Prof. Giacomo Cavalleri** Università degli Studi di Bologna
Istituto Policattedra di Clinica Odontoiatrica
Reparto di Conservativa
Titolare: Prof. G. Montanari

Utilizzo del laser Nd: YAG in Endodonzia

Use of the Nd: YAG laser in Endodontics

RIASSUNTO

Sulla base dei risultati ottenuti in un precedente lavoro, si è voluto approfondire l'effettiva azione del laser al Neodimio sulla superficie dentinale del canale radicolare, alla fine del trattamento endodontico convenzionale.

Parole chiave: Laser Nd: YAG. Endodonzia.

ABSTRACT

Based on the results obtained from previous research, we investigated the efficiency of the Nd: YAG laser on the dentinal surface of the root canal immediately following conventional endodontic treatment.

Key words: Nd: YAG laser. Endodontics.

Corrispondenza:

Dr. Gianluca Menegazzi
Clinica Odontoiatrica
Università degli Studi di Verona
37134 Verona - Via delle Menegonne
Tel. 045/8074251 - Fax 045/8202142

Menegazzi GL, Cavalleri G, Gerosa R, Fanti A, Prati C, Montanari MC. Utilizzo del laser Nd: YAG in Endodonzia. *G It Endo* 1993; 4: 183 - 187

INTRODUZIONE

L'idea di utilizzare il laser nel trattamento dei canali radicolari, derivava dal fatto che numerosi autori avevano dimostrato sia l'assoluta precisione di lavoro del raggio laser che la sua azione estremamente delicata, infatti la bassa energia emessa dal laser pulsato consente di non danneggiare i tessuti adiacenti (1-2-3-4-5).

Indagini precedenti al S.E.M. hanno suggerito ed in qualche caso dimostrato che il laser Nd: YAG è in grado di sigillare i tubuli dentinali, grazie all'effetto di "cristallizzazione" indotto dall'azione propria del raggio laser.

L'effetto di "cristallizzazione" del laser sulla dentina si associa ad una ridotta permeabilità ai fluidi e quindi un risultato significativo ai fini del trattamento canalare (6).

Non esistono dati chiari circa l'utilizzo del laser in Endodonzia allo scopo di sigillare i tubuli dentinali prima della chiusura del canale endodontico: pochi studi hanno valutato l'effetto del laser Nd: YAG su frammenti di dentina endocanalare (7-8-9) ed esistono inoltre dubbi e incertezze sulla tecnica da applicare e sul reale effetto del laser sullo smear layer endodontico e sul tessuto pulpare.

I risultati da noi ottenuti in un precedente lavoro hanno dimostrato una modificazione strutturale della dentina del canale radicolare che porta alla chiusura parziale di tubuli dentinali; la ristrutturazione non è comunque omogenea sulla superficie dentinale,

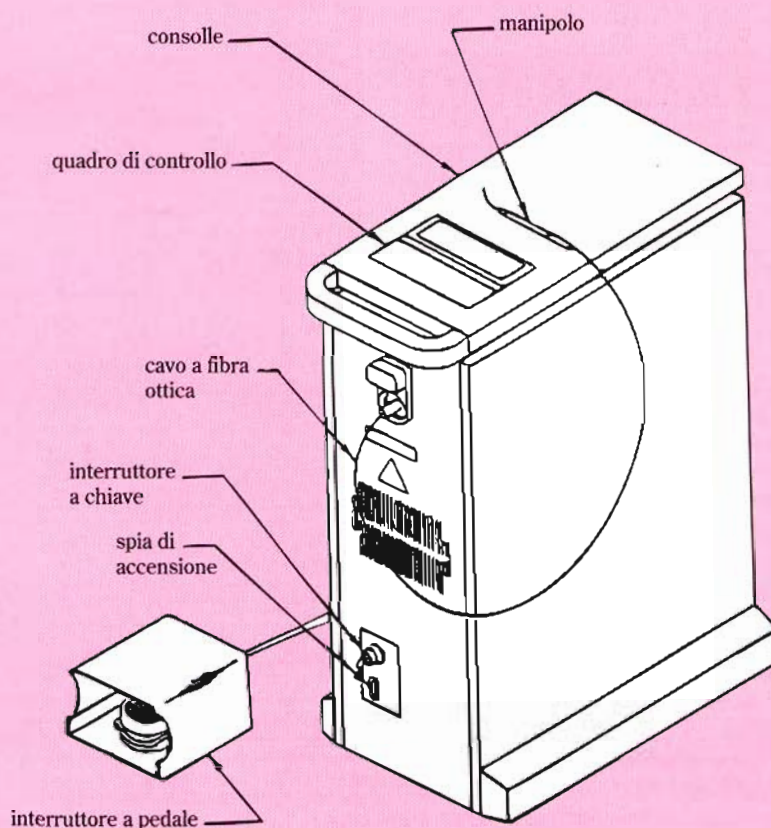


Fig. 1 - Sistema Laser Nd: YAG a regime pulsato SunLase 800; dettagliata immagine frontale

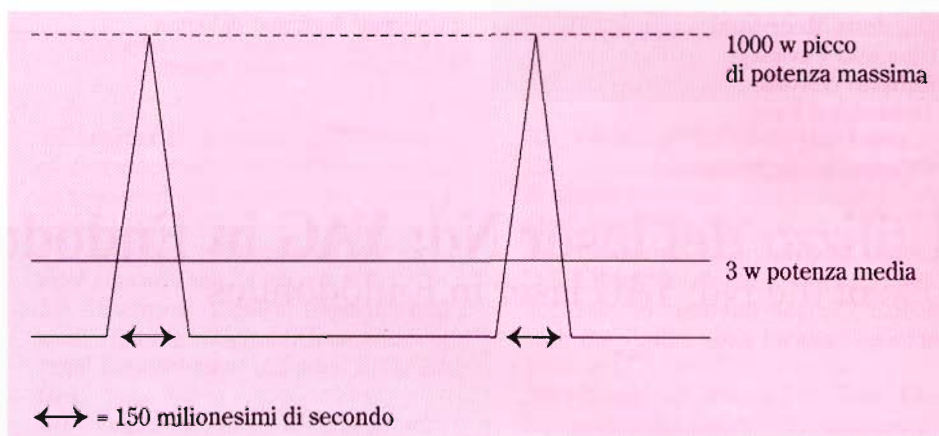


Fig. 2 - Caratteristiche della luce infrarossa pulsata ad alta energia di picco.

dove si alternano zone non trattate, zone ristrutturate e zone completamente alterate da un'azione eccessiva del raggio laser (soprattutto al livello del terzo apicale) (10). Tale comportamento è imputabile alla modalità di emissione della radiazione attraverso la fibra ottica (assiale alla stessa) ed al fatto che la regione apicale è sottoposta ad una maggiore densità di energia.

Scopi del presente studio sono stati:

■ mettere a punto una tecnica di utilizzo del laser Nd: YAG in Endodonzia

■ valutare l'estensione dell'azione del laser sulla superficie dentinale utilizzando per tale scopo il S.E.M.

■ valutare la morfologia della dentina canolare (smear layer, tubuli, dentina inter ed intra tubulare) utilizzando il S.E.M.

Tab. 1 - Variando la frequenza (Hz o pps) e l'energia irradiata (mj), possiamo variare la potenza media da 0,3 a 8 W.

	10 PPS	15 PPS	20 PPS	30 PPS	50 PPS
.30 (W)	30				
.40	40				
.50	50	33.33			
.60	60				
.70	70				
.75		50.00	37.50		
.80	80				
.85	85				
.90	90				
.95	95				
1.00	100	66.67	50.00	33.33	
1.25	125	83.33	62.50	41.67	
1.50	150	100.00	75.00	50.00	
1.75	175	116.67	87.50	58.33	
2.00	200	133.33	100.00	66.67	40
2.25	225	150.00	112.50	75.00	45
2.50	250	166.67	125.00	83.33	50
2.75	275	183.33	137.50	91.67	55
3.00	300	200.00	150.00	100.00	60
3.50				116.67	70
4.00		266.67	200.00	133.33	80
4.50		300.00		150.00	90
5.00		333.33	250.00	166.67	100
5.50		366.67	275.00	183.33	
6.00		400.00	300.00	200.00	
7.00			350.00	233.33	
8.00			400.00		

PPS x W = millijoules

MATERIALI E METODI

Nel nostro studio è stato utilizzato il sistema Sun Lase™ 800, prodotto dalla Sunrise Technologies, Inc. 47257 Fremont Boulevard, FREMONT, California 94538 USA, importato dalla Demax (consociata Castelli-ni).

Il Sunlase emette un raggio di luce invisibile per il trattamento ed un raggio guida di luce visibile per il puntamento.

L'emissione pulsata Nd: YAG è un raggio di luce ultravioletta invisibile (lunghezza d'onda 1064 nm); il raggio guida è prodotto da un piccolo laser elio-neon (0,5 mW: 328 nm).

L'energia laser è sviluppata all'interno di una cavità a risonanza ottica; un cristallo di Ittrio Alluminio Garnet rivestito di Neodimio, collocato in mezzo a due specchi, è pompato da una lampada che eccita gli ioni di Neodimio nel cristallo YAG. Dallo stato eccitato viene stimolata l'emissione fotonica. L'energia laser esce dalla cavità attraverso uno specchio a trasmittanza parziale ed entra nel cavo a fibra ottica lungo il quale è trasmessa fino all'estremità della fibra, dove un apposito manipolo consente di impugnare convenientemente la fibra ottica (Fig. 1). Il laser produce un'emissione concentrata di luce infrarossa pulsata ad alta energia di

picco, questa pulsazione luminosa ha una durata di 150 milionesimi di secondo, troppo breve perché si verifichi un accumulo di calore nei tessuti (Fig. 2).

La frequenza di pulsazione viene scelta dall'operatore, per cui variando la frequenza (Hz o pps) da 10 a 50 e l'energia irradiata

(mj) possiamo variare la potenza media da 0,3 W a 8 W (Tab. 1).

È importante inoltre conoscere la densità energetica di emissione della fibra (j/cm) per poter scegliere il diametro di fibra più idoneo al trattamento in corso (Tab. 2). Bisogna inoltre ricordare che con la fibra

200 micron non bisogna superare i 266 mj di energia di pulsazione in quanto si potrebbe danneggiare sia la fibra stessa che l'apparecchio.

Preparazione dei campioni

Sono stati utilizzati 10 elementi monoradicolati estratti per motivi parodontali e conservati in fisiologica a temperatura ambiente per circa un mese; i canali radicolari sono stati preparati manualmente secondo la tecnica convenzionale; la preparazione in apice si è ottenuta con il n°25 in quanto la fibra usata era da 200 micron.

Durante l'alesatura abbiamo alternato lavaggi con ipoclorito di sodio al 2,5% e acqua ossigenata; 2 elementi sono stati tenuti come controllo, i restanti sono stati divisi in 2 gruppi di 4 elementi ciascuno trattati con diverse potenze. Nel nostro studio sono stati variati i valori della frequenza di impulso (Hz), della potenza (W) e della durata di irradiazione (Tab. 3).

Trattamento con il laser Nd: YAG

Il trattamento laser è stato effettuato con la tecnica già utilizzata nel precedente studio (10). La fibra ottica viene introdotta fino all'apice ed una volta messo in azione il laser, con leggeri movimenti di va e vieni, in senso apico-coronale, si cerca di ottenere il trattamento completo della superficie interna del canale.

Naturalmente nel gruppo di controllo è stato eseguito il solo trattamento endodontico convenzionale.

Analisi al S.E.M.

Gli elementi radicolari così trattati sono stati intaccati con un disco diamantato, e quindi sezionati trasversalmente per frattura, ottenendo quindi due campioni da esaminare: ogni campione è stato essiccato con tecnica del "critical dried point" e metallizzato con lega aurea sottovuoto.

I singoli campioni sono stati poi analizzati al S.E.M. (Jeol 5400, Japan), con ingrandimenti a x 70 ed oltre fino a x 10.000.

Ogni fotografia è stata successivamente valutata da almeno tre differenti operatori, analizzando con particolare riguardo la zona centro-coronale e apicale di ogni emisezione di radice.

Tab. 2 - Il diametro di fibra sarà scelto in base alla densità energetica (J/cm^2) che si vuole raggiungere.

Diametri di fibra					
Energia	200 μ	320 μ	400 μ	500 μ	600 μ
Energia di emissione (mJ)	Densità energetica (J/cm^2)	Densità energetica (J/cm^2)	Densità energetica (J/cm^2)	Densità energetica (J/cm^2)	Densità energetica (J/cm^2)
30	95	37	24	15	11
40	127	50	32	20	14
50	159	62	40	25	18
60	191	75	48	31	21
70	223	87	56	36	25
80	255	99	64	41	28
90	286	112	72	46	32
100	318	124	80	51	35
110	350	137	88	56	39
120	382	149	95	61	42
130	414	162	103	66	46
140	446	174	111	71	50
150	477	187	119	76	53
175	557	218	139	89	62
200	637	249	159	102	71
225	716	280	179	115	80
250	796	311	199	127	88
275		342	219	140	97
300		373	239	153	106
325		404	259	166	115
350		435	279	178	124
375		456	298	191	133
400		497	318	204	141

Tab. 3 - Valori di frequenza (Hz), di potenza (W) e di durata di irradiazione dei singoli campioni esaminati.

Campioni	Hz	W	mj	Durata
1-2-3-4	controllo	controllo	controllo	controllo
5-6-7-8	15	1,50	100	2x30 sec.
9-10-11-12	15	1,50	100	2x30 sec.
13-14-15-16	10	1,00	100	2x30 sec.
17-18-19-20	10	1,00	100	2x30 sec.
N.B. Da ogni elemento trattato si sono ricavati due campioni da esaminare				

RISULTATI

L'analisi al S.E.M. ha dimostrato che il raggio laser produce diverse modifiche alla morfologia dentinale.

La dentina e lo smear layer appaiono cristallizzati e fusi formando uno strato di materiale omogeneo, con rigonfiamenti ed aspetti a "lava" (Figg. 3-4).

La dentina assume un aspetto a "ciottolato" con solchi e fessure che suddividono questa dentina collassata e cristallizzata; riteniamo comunque che, almeno i solchi, siano artefatti di preparazione per il S.E.M. (Fig. 5).

Sulla superficie dentinale sono visibili alcune porosità di diametro variabile dai 2 ai 10 micron (Fig. 6). Tali porosità hanno un aspetto simile ai tubuli dentinali; i tubuli dentinali sono in realtà completamente scomparsi in quanto fusi e collassati nella matrice dentinale cristallizzata.

In tal modo sia l'idrossiapatite che il collagene dentinale vengono ad essere trattati simultaneamente dal laser.

Tuttavia non tutta la superficie dentinale del canale radicolare viene ad essere trattata dal laser; infatti alternate alle zone colpite dal laser, appaiono anche zone in cui lo smear layer endodontico risulta integro e di aspetto del tutto analogo a quello osservato nel gruppo di controllo (Fig. 7).

Il gruppo di controllo presenta infatti lo smear layer omogeneamente distribuito e disteso su tutta la superficie del canale radicolare, chiudendo solo parzialmente i tubuli dentinali alternati a zone non strumentate (Fig. 8).

DISCUSSIONE

La valutazione morfologica eseguita al S.E.M. ha evidenziato che il laser al Nd:YAG produce profonde modificazioni sullo smear layer endodontico prodotto durante la fase manuale di preparazione canalare. Nelle zone colpite dal raggio laser lo smear layer scompare completamente lasciando una superficie porosa, costituita da colla-

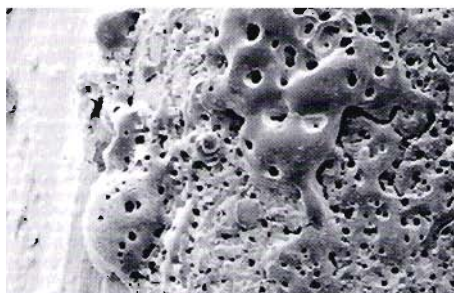


Fig. 3 - Campione trattato con laser. L'immagine al S.E.M. illustra la superficie dentinale in cui lo smear layer appare cristallizzato e apparentemente fuso. La struttura della dentina è omogenea e non si apprezzano fibre collagene. È completamente assente, inoltre, la caratteristica struttura granulare dello smear layer.



Fig. 4 - L'immagine al S.E.M. mostra i caratteristici aspetti della dentina trattata con il laser. Si apprezzano rigonfiamenti, legati forse all'azione del calore, e la completa mancanza di fibre collagene visibili.

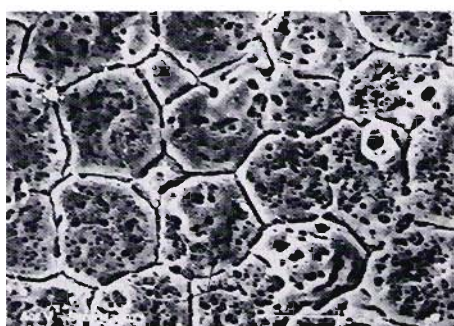


Fig. 5 - La dentina appare, dopo il trattamento con il laser, con un aspetto a "ciottolato" con solchi e fessure che suddividono la parete dentinale. Tali aspetti, visibili solo nella dentina trattata con laser, sono probabilmente degli artefatti di preparazione del campione. Tuttavia è caratteristico solamente di tale dentina. È probabile che la destrutturazione della matrice organica e inorganica provochi tali fenomeni dinamici durante la metallizzazione sottovuoto o durante il bombardamento di elettroni al S.E.M.



Fig. 6 - Porosità presenti a livello della dentina trattata con il laser; tali porosità possono simulare la presenza di tubuli dentinali, che tuttavia hanno una differente morfologia e dimensioni più omogenee.

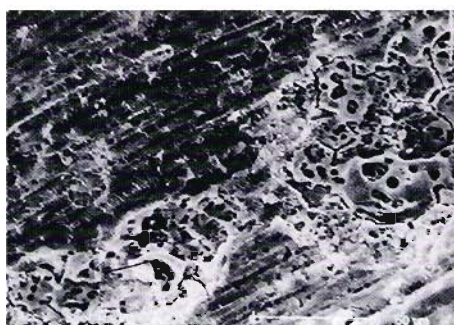


Fig. 7 - Dentina canalare non trattata con il laser; lo smear layer ha il suo aspetto convenzionale e del tutto analogo a quello che si osserva nella figura successiva.

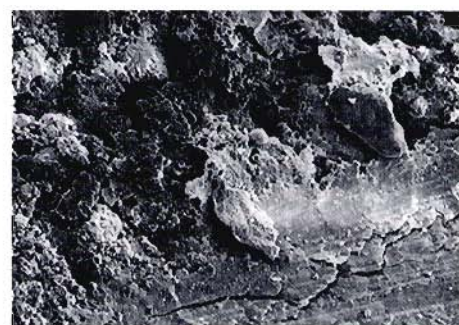


Fig. 8 - I tubuli dentinali appaiono ricoperti e nascosti dallo smear layer prodotto dalla strumentazione canalare.

ne ed idrossiapatite entrambi profondamente rimaneggiati.

Il presente studio viene perciò a confermare ciò che avevamo osservato in uno studio preliminare per la messa a punto della tecnica di utilizzo del Nd:YAG laser in Endodonzia (10) ed in altri campi di applicazione riguardanti la dentina (11).

La nostra analisi morfologica ha confermato quello già visto in precedenti studi al S.E.M. (6-7-8), dimostrando inoltre il completo collasso e destrutturazione della matrice dentinale; questo aspetto può essere ben utilizzato in Endodonzia in quanto la chiusura dei tubuli dentinali permette la riduzione della permeabilità dentinale e quindi un ambien-

te ideale per la successiva fase di otturazione canalare (12).

Il limite più importante, ma probabilmente superabile con un disegno adeguato della punta della fibra ottica, è l'impossibilità di trattare in modo tridimensionale tutta la superficie del canale radicolare.

CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati ottenuti utilizzando il laser Nd: YAG con le modalità appena descritte, appare chiaro come il raggio laser sia in grado di determinare delle alterazioni significative sulla superficie dentinale; queste modificazioni portano ad una destrutturazione della matrice dentinale con successiva chiusura di tubuli dentinali, che si associa ad

una diminuzione della permeabilità dentinale. L'azione del raggio laser non è in grado di trattare in maniera omogenea l'intera superficie del canale radicolare per cui l'alternarsi di zone trattate, zone eccessivamente destrutturate e zone non colpite dal raggio laser non permettono di ottenere quelle condizioni ottimali (sigillo dei tubuli dentinali e riduzione permeabilità dentinale) per la successiva fase di otturazione canalare.

Probabilmente solamente un adeguato disegno della fibra ottica o il raffreddamento della stessa consentiranno di sfruttare completamente l'azione del laser sulla superficie dentinale.

Si ringrazia il Sig. Paolo Ferrieri per la consulenza al microscopio elettronico a scansione.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Odontoiatria Laser 1991. Seminario di formazione clinica. Istituto di Odontoiatria Laser Giugno 1991
- 2 - Gutknecht N, Behrens V G. Laser Nd: YAG, applicazioni cliniche. Trattamento dei canali radicolari. *Dent Cadmos* 1992; 6: 103-108
- 3 - Midda M. Laser Nd: YAG. Applicazioni in Odontoiatria. *Dent Cadmos* 1990; 19: 81-85
- 4 - Weichman J, Johnson F. Laser use endodontics. A preliminary investigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971; 31: 416-420
- 5 - Weichman J, Johnson F, Nitta L. Laser use in endodontics. Part II. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972; 34: 828-30
- 6 - Dederich D, Zakariasen K, Tulip J. Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentine following Nd: YAG Laser irradiation. *J Endod* 1984; 10: 428-31
- 7 - Dederich D, Zakariasen K, Tulip J. S.E.M. analysis of dyed canal dentine following Nd: YAG Laser irradiation. *J Dent Res* 1985; 64: 239 (Abstract 581)
- 8 - Khayat A, Stabholz A, Weeks D, Torabinejad M. Studio al microscopio a scansione di denti recisi usando un laser Nd: YAG. *J Endod* 1991; 17: 196 (sommario 39)
- 9 - Levy G. Pulizia e forma del canale radicolare impiegando un raggio laser a Nd: YAG: uno studio comparativo. *J Endod* 1992; 18: 123-27
- 10 - Menegazzi GL, Cavalleri G, Gerosa R, Manfrini F, Zerman N. Trattamento delle esposizioni pulpari con il Nd: YAG Laser. Atti del XXIII Congresso Nazionale S.I.O.C.M.F., Bologna 30 novembre - 3 dicembre 1992
- 11 - Menegazzi GL, Fanti A, Gerosa R, Lombardo G, Faccioni F. Il Laser al Neodimio nella ipersensibilità dentinale. Atti II Convegno Nazionale S.I.D.O.C., Cagliari 6-8 maggio 1993
- 12 - Fogel HM, Marshal FJ, Pashley DH. Effects of distance from the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. *J Dent Res* 1988; 67: 1381-5