

Il Laser nella Pratica Clinica Quotidiana: dalla Diagnosi alla Terapia

di Michelangelo Carano

La tecnologia laser applicata all'odontostomatologia suscita molta curiosità e altrettanta diffidenza. Scopo di questo lavoro è illustrare come l'utilizzo del laser possa essere un utile ausilio di cui avvalersi quotidianamente nella propria pratica clinica, con particolare riferimento all'odontoiatria conservativa.

Il laser nella diagnosi della carie

La tecnologia laser può migliorare la pratica clinica in conservativa sotto molteplici aspetti, a partire dal passo più importante, che è formulare una diagnosi corretta, precisa e possibilmente precoce dei processi cariosi.

Gli strumenti convenzionali a disposizione del clinico per diagnosticare le lesioni cariose hanno dimostrato negli anni una alta specificità ma contemporaneamente una bassa sensibilità.

Oltre alla specillazione, alle radiografie e alla transilluminazione, oggi possiamo contare sull'ausilio di sistemi ingranditori (videocamera endorale e microscopio operatorio) e di sistemi basati sulla luce laser.

Sappiamo dalla letteratura che superfici dello smalto occlusale apparentemente intatte, possono nascondere ampie lesioni della dentina, difficilmente riscontrabili con i mezzi diagnostici tradizionali. Il modello anatomico della carie occlusale si è evoluto rispetto a quello tradizionale.

Si richiedeva pertanto un mezzo diagnostico adeguato alle nuove e sempre più frequenti alterazioni anatomopatologiche dei tessuti duri del dente.

Sfruttando le proprietà della luce laser 655 nm, è stata realizzata un'apparecchiatura innovativa (Diagnodent, KaVo) che permette di rilevare la fluorescenza dei tessuti bersaglio (Fig. 1).



Figura 1

Se da un lato la diagnosi convenzionale possiede una bassa sensibilità, non essendo in grado di rilevare un'alta percentuale di lesioni cariose, dall'altro non produce nemmeno molti falsi positivi, garantendo un'alta specificità diagnostica. Rock e Kidd hanno dimostrato nel 1988 che “la carie è difficile da rilevare nelle radiografie a meno che non superi i 2-3 mm di profondità nella dentina ovvero $\frac{1}{3}$ della distanza bucco-linguale.”. Ne consegue che la carie interprossimale è molto più semplice da rilevare in una radiogramma, poiché la distanza bucco-linguale del dente a livello del punto di contatto è inferiore. Da molteplici ricerche emerge una crescente incidenza di un modello di lesione cariosa caratterizzato da smalto occlusale apparentemente intatto, sotto al quale si nasconde una più o meno ampia lesione della dentina, tanto che l'affidabilità della diagnosi mediante specillazione rispetto a quella basata sulla sezione trasversale istologica, risulta essere del 25% (White e Rainey, 1993).

L'attuale modello della carie del solco prevede quindi un tappo organico che occlude il solco; smalto ipocalcificato o decalcificato sottostante, attraverso il quale possono percolare gli acidi. Il fallimento del tappo organico porta alla colonizzazione batterica del fondo del solco e alla seguente decalcificazione dei tessuti duri sottostanti fino alla formazione della carie dentinale. Anche una ipocalcificazione congenita dello smalto che risulterà così più poroso, può portare ad una carie della dentina, impossibile da diagnosticare con metodi convenzionali.

Ecco allora che il clinico può avvalersi della tecnologia laser per diagnosticare correttamente anche questo tipo di lesioni.

L'apparecchio Diagnodent sfrutta le proprietà della luce laser di lunghezza d'onda 655 nm prodotta da un semiconduttore. Questa è capace di penetrare fino a 2 mm di profondità nella struttura dentale. I sensori presenti disposti attorno al puntale dello strumento rilevano la fluorescenza emessa dai tessuti bersaglio. Ciò conferisce una alta sensibilità e contemporaneamente una bassa specificità, poiché il Diagnodent risponde ad una già di per sé elevata fluorescenza del dente, a placca e tappi

organici, ai materiali compositi e a margini pigmentati, ai depositi di tartaro, ai residui di cibo e naturalmente allo smalto ipocalcificato e ai tessuti cariati.

Per interpretare correttamente i risultati è necessario conoscere l'anatomia dei solchi e i difetti legati allo sviluppo, l'anatomia patologica delle lesioni cariose e le fonti di possibili falsi positivi. Teniamo presente che il Diagnodent reagisce all'intensità della demineralizzazione più che alla profondità della lesione.

Clinicamente la punta va applicata senza esercitare alcuna pressione ma semplicemente appoggiandola alla superficie del dente. Per effettuare una lettura il più precisa possibile e poter dedurre così la morfologia della lesione è indispensabile ruotare la sonda, per permettere alla luce laser di diffondere a 360 gradi. Troviamo utile, pratico ed economico, proteggere il puntale con una guaina in plastica trasparente monouso, attraverso la quale dovremo calibrare il Diagnodent, prima del suo utilizzo (Fig. 2).



Figura 2

Per impedire la rilevazione di falsi positivi ed ovviare alla bassa specificità dello strumento, possiamo effettuare una accurata profilassi con bicarbonato di sodio prima della scansione, rimuovendo così dai solchi i detriti organici. Altrimenti Milicich suggerisce di annotare le aree con valore superiore a 15, di pulire selettivamente i detriti che danno valori elevati e di ripetere quindi la scansione di tali aree, tenendo presente che valori inferiori a 10 sono quasi sempre affidabili.

Per una diagnosi precisa, corretta e affidabile della carie dobbiamo perciò avvalerci di tutti i mezzi a nostra disposizione: sistemi di ingrandimento, eliminazione dei detriti, radiogrammi di ottima qualità e tecnologia laser.

Laser e Sigillature

La luce laser si rivela utile anche nelle sigillature. In base alle considerazioni precedenti sul Diagnodent, appare evidente l'opportunità di applicare la sonda su tutti i solchi che devono essere sigillati. Questo ci indicherà la presenza di smalto poroso o decalcificato, non adatto a formare un legame efficace con la resina, che potrà portare ad un'infiltrazione della sigillatura. Dovremo quindi rimuovere questo tessuto lesionato con opportune tecniche mini-invasive (air abrasion o laser Er-Yag).

Inoltre è possibile valutare con la luce laser 655 nm l'integrità dei sigillanti trasparenti, per verificarne perdite o infiltrazioni. Questo non è possibile con i sigillanti opachi che non permettono la penetrazione della radiazione.

L'impiego del laser per coadiuvare la diagnosi ci permette inoltre di monitorare in maniera standardizzata l'andamento clinico di una sospetta lesione cariosa. Se il valore misurato al primo controllo, aumenta all'esame successivo, ci indicherà una lesione in progressione, sempre che siano stati osservati i criteri per una corretta misurazione.

Inoltre il paziente può essere reso partecipe dell'atto diagnostico, in particolare il paziente pedodontico, che sarà invitato a tenere fra le mani il Diagnodent e a seguire sul display l'andamento dei valori misurati (Fig. 3-4).



Figura 3



Figura 4

Il Laser in Conservativa

I laser d'elezione in conservativa appartengono alla famiglia dell'Erbio. Le lunghezze d'onda 2940 nm e 2780 nm, rispettivamente Er:YAG e Er:YSSG, essendo estremamente selettive per l'acqua e in misura minore per l'idrossiapatite, ci permettono di operare sui tessuti duri con sicurezza e precisione.

Fondamentale è l'applicazione di uno spray d'acqua associato alla radiazione incidente il tessuto, non solo per evitare surriscaldamenti dell'organo pulpare ma anche per incrementare la capacità ablativa del laser.

L'azione ablativa è causata da un processo termicamente attivato. La lunghezza d'onda 2940 nm è altamente assorbita dall'acqua e dall'idrossiapatite. L'energia elettromagnetica assorbita dal tessuto, trasformata in energia termica, provoca l'aumento istantaneo della temperatura dell'acqua che passa rapidamente dallo stato liquido a quello di vapore, causando un aumento di pressione e una serie di microesplosioni che provocano la distruzione e la rimozione del tessuto duro. Appare fondamentale, tornando all'interazione laser-tessuto, l'effetto foto-acustico. Più gli impulsi della radiazione incidente sono brevi, più aumenterà la pressione intratissutale con formazione di vere e proprie onde acustiche, che determinano un'azione distruttiva sul tessuto indipendentemente dal rialzo termico. Questo spiega perché l'efficacia ablativa aumenta applicando lo spray d'acqua al fascio di luce laser. La pellicola d'acqua che si forma sul tessuto va incontro ad una serie di microesplosioni che vanno a scompaginare la struttura di smalto e dentina, implementando l'effetto intrinseco della lunghezza d'onda 2940 nm.

Gli effetti morfologici su smalto e dentina dopo irradiazione con laser Er:YAG sono molto diversi a seconda che lo si impieghi con o senza spray d'acqua.

Un nostro studio in vitro ha confermato che lo smalto irradiato solo dalla radiazione 2940 nm subisce profonde alterazioni strutturali, dovute alla prevalenza dell'effetto termico su quello fotoacustico, in quanto solo l'acqua del tessuto va incontro a microesplosioni. Avremo quindi evidenti zone di fusione e ricristallizzazione (aspetto a "colata lavica), con formazione di "bolle" e occasionali crack (Fig. 6-7).



Figura 5: smalto non irradiato

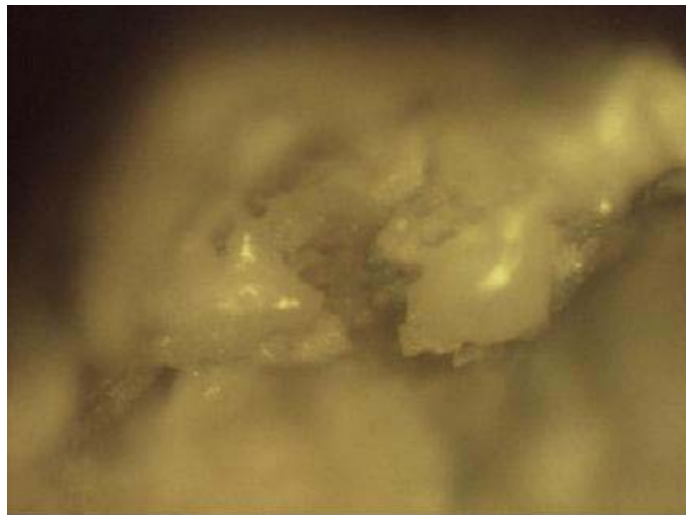


Figura 6

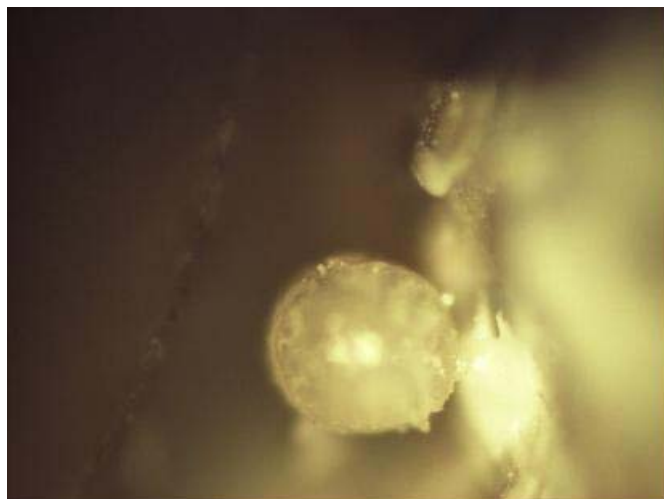


Figura 7

La formazione di bolle nello smalto è dovuta al processo di raffreddamento del tessuto dopo l'esposizione, così rapido da intrappolare nella struttura solidificata il vapore acqueo sprigionatosi in seguito all'esposizione alla luce laser.

Una tale alterazione del tessuto non è desiderabile in conservativa, tranne che in qualche caso, poiché andrebbe a compromettere inevitabilmente l'adesione dei materiali da restauro, a causa dell'occlusione dei tubuli dentinali. La cosiddetta "vetrificazione" del fondo della cavità non va mai effettuata, tranne che in contingenze cliniche particolari come l'incappucciamento diretto della polpa e comunque solo per alcune zone ben delimitate del tessuto dentinale (Fig. 8).



Figura 8

L'applicazione del raggio laser combinato con spray d'acqua porta invece ad un'efficace ablazione dei tessuti duri, senza alcun danno termico. Lo spray aiuta inoltre a rimuovere i microframmenti di tessuto risultanti dal processo di ablazione.

Naturalmente per operare correttamente, dobbiamo tenere conto delle caratteristiche del tessuto bersaglio e della lesione. Lo smalto presenta un contenuto in acqua inferiore a quello della dentina e richiederà pertanto una fluenza maggiore. La dentina cariata è ancora più ricca di acqua e l'azione del laser Er:YAG sarà ancora più efficace. L'azione selettiva del laser Er:YAG verso l'acqua porta quindi ad un'ablazione selettiva del tessuto. Questo ci permette di interagire con il tessuto bersaglio, rispettando il tessuto sano limitrofo.

La preparazione di cavità effettuata con strumenti rotanti ci pone invece spesso di fronte alla difficoltà di stabilire quanta sostanza dentale debba effettivamente essere rimossa.

Tenendo presente il principio generale che deve guidare la laser-terapia, cioè applicare la quantità minima di energia per ottenere l'effetto desiderato, andiamo ad osservare come si presentano smalto e dentina dopo l'irradiazione con Er:YAG e spray d'acqua (Fig. 9-10).

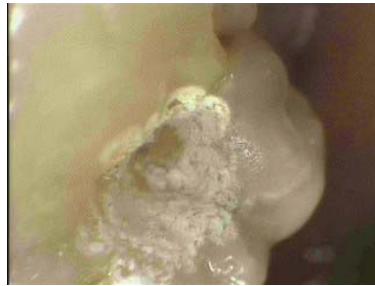


Figura 9



Figura 10

L'interazione laser-tessuto durante la preparazione di cavità dipende da molteplici fattori: energia, frequenza, durata dell'impulso, sistema di conduzione della radiazione, proprietà ottiche del tessuto.

La maggior parte dell'energia del laser Er:YAG è consumata nel processo di ablazione e la rimanente si diffonde nei tessuti adiacenti senza causarne un eccessivo rialzo termico. Questo a prescindere dalla macchina utilizzata e applicando la giusta fluenza.

Abbiamo illustrato il meccanismo di azione dell'Er:YAG sui tessuti duri e la sua sicurezza d'uso, dal momento che rispetta il tessuto pulpare. A questo punto disponiamo di uno strumento sicuro, efficace, che però pone il clinico di fronte ad un modo completamente nuovo di operare e che fa sorgere un'altra serie di interrogativi legati alla morfologia della cavità che andremo a preparare e al seguente restauro dell'elemento.

I sistemi di conduzione attuali ci consentono una maneggevolezza simile a quella degli strumenti rotanti. Diventa invece molto diverso l'approccio all'elemento dentario da restaurare, a seconda del tipo di apparecchiatura che andremo ad utilizzare. Potremo disporre di terminali che lavorano a contatto o a distanza. In ogni caso mancherà la percezione tattile durante la preparazione, in particolare dovremo saggiare con un escavatore la consistenza del fondo della cavità tenendo presente l'azione selettiva della lunghezza d'onda 2940 nm per l'acqua.

A seconda del tipo di lesione, l'azione del laser risulterà più o meno veloce ed incisiva. Un tessuto abbondantemente infiltrato verrà rimosso rapidamente, per il suo maggiore contenuto di acqua, permettendo di operare con energia inferiore a quella necessaria per abladere efficacemente lo smalto integro.

Materiali e Metodi

Nella nostra pratica clinica impieghiamo un laser Er:YAG 2940 nm (KaVo KEY III, Germania), in modalità non a contatto (manipolo 2060) con distanza focale variabile a seconda della morfologia della lesione e degli effetti che vogliamo ottenere (ablazione o mordenzatura). Diversi autori hanno evidenziato come sia più efficace operare a frequenze elevate e basse energie. Pertanto utilizziamo di routine con questo particolare laser i seguenti parametri: **400 mJ – 10 Hz**. Tali parametri ci permettono di preparare cavità di qualsiasi tipo, con buon confort del paziente e tempi operativi non dissimili da quelli di una preparazione cavitaria tradizionale.

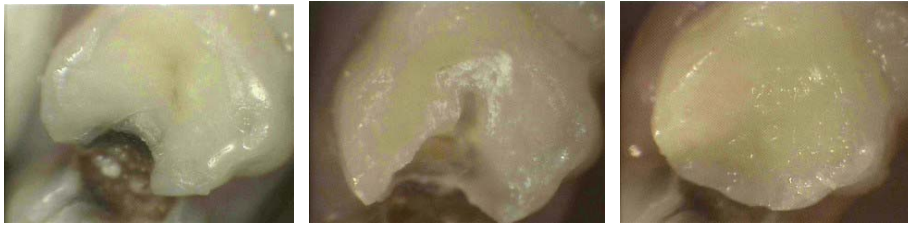


Cavità di I Classe



Nel caso di questa cavità di I classe su 2.5, il Diagnodent, applicato sulla lesione, ci ha fornito un valore compreso fra 40 e 45. Abbiamo aperto la cavità con il manipolo 2060, 400 mJ 10 Hz, e rifinito i bordi applicando 300 mJ 10 Hz. Abbiamo applicato un adesivo automordenzante (Adper Prompt L-Pop, 3M), con l'accortezza di strofinare bene tutta la superficie e i bordi della cavità, fino alla sparizione dell'aspetto "gessoso" conferito dalla preparazione laser. Questo ci garantirà un'alta resa estetica del restauro. Non è stato usato alcun strumento rotante se non nella rifinitura del composito (EsthetX-Dentsply).

Cavità di II Classe



Le procedure e i parametri adottati in questa lesione a carico di un 5.5 sono i medesimi. La maggiore quantità di tessuto infiltrato ha richiesto l'uso di un escavatore manuale alternato con la preparazione laser.



In questo caso è stato applicato sul fondo del box un primo strato di composito fluido.

Cavità di III Classe

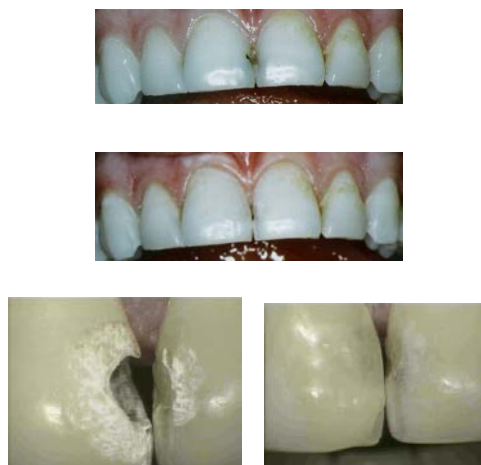
Anche in cavità di III e IV classe può essere impiegato efficacemente il laser Er:YAG. I problemi maggiori possono insorgere nell'integrazione estetica del restauro. La cavità preparata con il laser presenta margini meno regolari e dall'aspetto fortemente gessoso. Diminuendo la fluenza

applicata, siamo in grado di rifinire e bisellare i bordi cavitari senza l'utilizzo di frese.

Suggeriamo di applicare 200 mJ – 15 Hz per effettuare questa rifinitura marginale.



Nel caso seguente sono evidenti alcuni spot sulla superficie mesiale del 2.1 sulla quale dovremo comunque intervenire per rimuovere il vecchio restauro in composito. Abbiamo inoltre rimodellato la papilla interincisiva con il manipolo 2062, terminale 50\10, 100 mJ-15 Hz.



Cavità di IV Classe

Confortati dalle ultime ricerche sui valori di adesione dei materiali compositi con lo smalto e la dentina irradiati con la lunghezza d'onda 2940 nm, possiamo realizzare restauri esteticamente validi anche in situazioni di compromissione dell'angolo incisale.

Nel caso che segue (2.1) l'intera preparazione è stata effettuata esclusivamente con il laser Er:YAG, compresa la rimozione del precedente restauro, parte del quale era andata incontro a frattura.



Nel caso seguente abbiamo mantenuto la parte palatale del precedente restauro, mordenzato e rifinito i margini, applicato l'adesivo e il composito. Non è stata somministrata alcuna anestesia.



Cavità di V classe

Impieghiamo le medesime procedure anche per la realizzazione di cavità di V classe.

L'utilizzo clinico del laser Er:YAG richiede naturalmente un certo tempo di apprendimento. Tuttavia, grazie alle peculiarità della lunghezza d'onda 2940 nm, siamo in grado di risolvere situazioni complesse anche in una sola seduta, a tutto vantaggio del confort del paziente e della produttività dello studio. Possiamo gestire infatti anche i tessuti molli, qualora l'integrazione estetica del restauro lo richieda. Il laser Er:YAG si rivela particolarmente utile nell'allungamento di corona clinica, nell'eliminazione dell'ipertrofia papillare spesso presente in concomitanza di lesioni cariose interprossimali, nel rimodellamento gengivale.

Nel caso seguente la lesione cariosa a livello cervicale del 3.3 ha richiesto l'allungamento di corona clinica prima del restauro realizzato con il manipolo 2062, terminale 50/10, 100 mJ-15 Hz (Fig. 11).

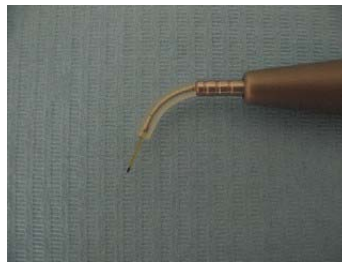


Figura 11



Caso Clinico

Il paziente, di anni 24, presenta l'agenesia degli incisivi laterali superiori. Sono ancora presenti i corrispondenti decidui, dotati di sufficiente supporto radicolare ma ipodimensionati rispetto agli elementi adiacenti. Ciò conferisce disarmonia al settore antero superiore.

Optiamo per un restauro diretto in composito dei due decidui in un'unica seduta. Senza aver somministrato alcuna anestesia locale, abbiamo prima effettuato l'allungamento di corona clinica e la gengivoplastica, manipolo 2062, terminale 50/10, 100 mJ -15 Hz, e subito dopo abbiamo preparato le superfici vestibolari degli elementi con il manipolo 2060, 300 mJ -10Hz. Abbiamo poi completato il veneering in composito dei due elementi.



In un'unica seduta siamo stati in grado di migliorare sensibilmente l'estetica del settore antero superiore del paziente, senza l'impiego di anestesia e di strumenti rotanti.

Particolarmente interessante è l'aspetto dei tessuti molli dopo la chirurgia laser, perfettamente armonizzati con i restauri (Fig. 12).



Figura 12

L'applicazione della luce laser risulta particolarmente utile nei casi di ricostruzioni preprotetiche, anche di elementi fortemente compromessi. In questi casi è ideale l'impiego di un laser chirurgico come un Nd:YAG o un diodo 810 nm, che ci permettono di lavorare in assenza di sanguinamento e di ricostruire l'elemento subito dopo la chirurgia.

Caso Clinico

Il paziente si è presentato in urgenza con una frattura coronale a carico del 4.6. L'elemento era già stato sottoposto a trattamento endodontico. Nella stessa seduta abbiamo effettuato, senza alcuna anestesia, la gengivectomia vestibolare e linguale con evidenziazione dei margini tramite laser a diodi 810 nm, fibra 400 micron, modalità superpulsata 10 KHz-3,5 watt, la gengivoplastica con laser Er:YAG e la ricostruzione preprotetica con tre perni endocanalari in fibra di vetro e composito autopolimerizzabile. Abbiamo poi realizzato la protesizzazione dell'elemento in oro-ceramica.



L'integrazione fra restauro e tessuti molli condizionata con il laser, utilizzato anche nell'apertura del solco pre-impronta, appare ottimale (Fig. 13).



Figura 13

Conclusioni

Oggi la tecnologia laser ci può accompagnare validamente dalla diagnosi alla terapia. Alla luce della nostra esperienza clinica, possiamo affermare che tale tecnologia può essere applicata quotidianamente garantendo al paziente maggior confort durante il trattamento, una diminuzione dei tempi operativi, una minor richiesta di anestetici, guarigioni più rapide.

Il progressivo miglioramento delle apparecchiature e dei sistemi di conduzione, ci permette di lavorare con strumenti sicuri, efficaci, precisi e di migliorare lo standard qualitativo della nostra odontoiatria.

BIBLIOGRAFIA

1. Keller, U., and Hibst, R. (1989). Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers Surg. Med.* 9, 345–351.
2. Hibst, R., and Keller, U. (1989). Experimental studies of the application of Er:YAG laser on dental hard substances: I. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers Surg. Med.* 9, 338–344.
3. Arimoto, N., Suzaki, A., Katada, H., et al. (1998). Acid resistance in lased dentin. Presented at the 6th International Congress on Laser in Dentistry, Hawaii.
4. Watanabe, H., Yamamoto, H., Kawamura, M., et al. (1998). Acid resistance of the human teeth enamel irradiated by Er:YAG laser. Presented at the 6th International Congress on Laser in Dentistry, Hawaii.
5. Hossain, M., Nakamura, Y., Kimura, Y., et al. (2000). Caries-preventive effect of Er:YAG laser irradiation with or without water mist. *J. Clin. Laser Med. Surg.* 18, 161–165.
6. Hossain, M., Nakamura, Y., Yamada, Y., et al. (1999). Ablation depths and morphological changes in human enamel and dentin after Er:YAG laser irradiation with or without water mist. *J. Clin. Laser Med. Surg.* 17, 105–109.
7. Hoke, J., Burkes, E., Gomes, E., et al. (1990). Er:YAG (2.94 mm) laser effect on dental tissues. *J. Laser Appl.* 2, 61–65.
8. Burkes, E.J., Hoke, J., Gomes, E., et al. (1992). Wet tissue versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. *J. Prosthet. Dent.* 67, 847–851.
9. Visuri, S.R., Walsh, J.T., and Wigdor, H.A. (1996). Erbium laser ablation of dental hard tissue: effect of water cooling. *Lasers Surg. Med.* 18, 294–300.

10. Matson J, Matson E, Navarro R, Bocangel J, Jaeger R, Eduardo C. (2002). Er:YAG Laser effects on enamel occlusal fissures: an in vitro study. *J. Clin. Laser Med. Surg.* 20, 27-35.
11. Ramos RP, Chinelatti MA, Chimello DT, Borsatto M, Pecora JD, Palma-Dibb RG. (2004). Bonding of self-etching and total-etch systems to Er:YAG laser irradiated dentin. Tensile bond strength and scanning electron microscopy. *Brasilian Dental Journal* 15, 9-20.
12. Ramos RP, Chimello DT, Chinelatti MA, Nonaka T, Pecora JD, Palma Dibb RG. (2002). Effect of Er:YAG laser on bond strength to dentin of a self-etching primer and two single bottle adhesive systems. *Laser Surg Med*; 31:164-170.
13. De Munck J, Van Meerbeek B, Yudhira R, Lambrechts P, Vanherle G. (2002). Micro-tensile bond strength of two adhesives to Er:YAG laser vs. bur-cut enamel and dentin. *Eur J Oral Sci* ; 110:322-329.
14. Schein MT, Bocangel JS, Nogueira GEC, Schein PAL. (2003). SEM evaluation of the interaction pattern between dentin and resin after cavity preparation using Er:YAG laser. *J Dent*;31:127-135.
15. Ceballos L, Toledano M, Osorio R, Tay FR, Marshall GW. (2002). Bonding to Er:YAG-laser-treated dentin. *J Dent Res*;81:119-122.
16. Hibst R, Paulus R, Lussi A. (2001). Detection of Occlusal Caries by Laser Fluorescence: Basic and Clinical Investigations. *Med. Laser Appl*;16:205-213.
17. Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E, Francescut P. (2001). Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci*;109 :14-19.
18. Scarpelli F, Vitale MC, Grandini R. Utilizzo dell'Er:YAG laser sui tessuti duri e molli. (2001). *Doctor Os*;4:473-478.
19. Benjamin SD, Laser in the dental office:treatment considerations for hard and soft tissue contouring. (2003). *Pract Proced Aesthet Dent*; 15(2):156.