

Aggiornamento sull'uso dei laser in dermatologia: confronto fra la medicina umana e quella veterinaria

RIASSUNTO

In Medicina Umana, soprattutto in dermatologia, vengono utilizzati da tempo e con rilevanti benefici terapeutici diversi sistemi laser. Al contrario, in Medicina Veterinaria, le proprietà curative dei laser sono ancora poco note e le indicazioni d'uso conosciute riguardano la chirurgia dei tessuti molli, l'oftalmologia, l'endoscopia, la fisioterapia e solo marginalmente la dermatologia. Con il laser si possono asportare le masse cutanee benigne degli animali per diresi o per foto-vaporizzazione, bio-stimolare la cute con effetti antinfiammatori, anti-dolorifici e di rigenerazione del tessuto nell'ambito di numerose patologie dermatologiche. I pazienti trattati con laser hanno un decorso post-operatorio eccellente ed un buon risultato estetico. Gli effetti collaterali sono scarsi, a condizione che gli strumenti siano utilizzati con le necessarie competenze tecniche.

INTRODUZIONE

I laser biomedici hanno cominciato ad essere utilizzati in Medicina Umana negli anni '60; le prime strumentazioni avevano dimensioni ingombranti ed erano molto costose⁵. Sul finire degli anni '80, i laser sono stati sperimentati anche in Medicina Veterinaria, soprattutto in ambito chirurgico, tuttavia la diffusione si è presto arrestata a causa dei costi elevati^{1,46}.

Soltanto negli ultimi quindici anni, il progresso tecnico ha consentito l'immissione sul mercato di sistemi laser molto più maneggevoli e dal costo accessibile anche ai clinici veterinari.

Naturalmente, la diffusione di questi strumenti in veterinaria, deve essere accompagnata dall'approfondimento delle conoscenze tecnico-scientifiche; con una buona manualità, i sistemi laser sono semplici da utilizzare, ma non privi di rischi. L'espressione degli autori americani "we learn before we burn"^{2,11,12}, esprime molto chiaramente la necessità di avere un bagaglio di nozioni fisiche e tecniche, che consentano un utilizzo sicuro ed efficace.

Oggi in veterinaria, anche in dermatologia, il laser può costituire un interessante strumento alternativo o di supporto alle comuni terapie farmacologiche, oppure il trattamento d'elezione nei confronti di patologie che, invece, non rispondono affatto alle terapie tradizionali^{1,3,4,6,18,19}.

Questo è possibile grazie alle proprietà biologiche del raggio laser e ai suoi effetti anti-edemigeni, antinfiammatori, antisettici e biostimolanti sui tessuti. Da ultimo, il laser rappresenta uno strumento terapeutico che soddisfa le richieste dei clienti più esigenti, perché permette di unire rapidità di esecuzione a minore invasività, migliorando la *compliance*^{1,46}.

I LASER BIOMEDICI: NOZIONI FISICHE PRINCIPALI E MISURE DI SICUREZZA

Basi fisiche

La parola *laser* è l'acronimo della definizione inglese "light amplification by stimulated emission of radiation", cioè amplificazione di un raggio luminoso derivante dalla emissione stimolata di radiazioni¹.

Le leggi fisiche che governano i sistemi laser sono derivate dall'elaborazione delle teorie quantistiche di Planck, Einstein, dalla teoria della complementarità di Bohr, e dai principi della fisica elettromagnetica¹. Un qualsiasi sistema laser si compone di una camera di risonanza ottica, di un mezzo laser solido, liquido o gassoso, di una sorgente esterna

Lara Olivieri

Medico Veterinario, L'Ospedale degli Animali,
Via Zucchini 81-83, Ferrara

"Articolo ricevuto dal Comitato di Redazione il 05/11/2011 ed accettato per la pubblicazione dopo revisione il 13/02/2012".

di energia e di due specchi riflettenti situati alle opposte estremità del risonatore. Quando la sorgente di energia viene attivata, essa provoca l'eccitazione del mezzo laser contenuto nella cavità di risonanza: si genera così un raggio, che viene riflesso su uno specchio opaco e veicolato all'altra estremità (Fig. 1).

Questo, infine, viene portato fino al manipolo impugnato dall'operatore, attraverso un fascio di fibre ottiche (laser a diodi) oppure un sistema di specchi (laser CO₂)^{1,8}. Il raggio laser così generato è collimato, monocromatico e coerente: ciò significa che il fascio di onde si propaga nello spazio in modo unidirezionale, parallelo, senza divergere, che le onde hanno tutte la stessa lunghezza e si muovono in fase. Le lunghezze d'onda possono essere comprese nello spettro del visibile, tra 400 e 750 nm, o dell'invisibile, sotto i 380 nm oppure oltre i 780 nm (Fig. 2).

La lunghezza d'onda, la quantità di energia erogata e le caratteristiche proprie del tessuto influenzano l'interazione laser-tessuto. Quando il raggio

colpisce il tessuto bersaglio può venire riflesso, trasmesso, deviato o assorbito; affinché l'energia luminosa possa essere utilizzata per compiere un lavoro, occorre che vi sia assorbimento.

Ogni lunghezza d'onda viene assorbita in modo selettivo da un target chiamato *Cromoforo*; i principali *Cromofori* sono l'acqua, l'emoglobina e la melanina^{1,7,8,9,11,12} (Tab. 1).

L'interazione laser-tessuto può essere di tipo fototermico, quando l'energia luminosa si trasforma in calore, fotochimico, che sfrutta l'impiego di sostanze fotosensibilizzanti (es. terapia fotodinamica) o fotoacustico, quando cioè le onde luminose si trasformano in onde acustiche, che vanno a scomporre meccanicamente il tessuto bersaglio, disgregandolo (es. litotripsia)^{1,8}. Il processo di foto-termolisi comporta effetti sequenziali e progressivi, che vanno dalla denaturazione proteica a 60°C, alla coagulazione a 70-80°C, alla vaporizzazione a 100°C, alla carbonizzazione a 165°C, fino all'incandescenza a 350°C^{1,8,9}. È evidente che oltre i 60°C vi è un danno termico irreversibile sui tessuti, per questa ragione è necessario che la durata degli impulsi sia inferiore al *tempo di rilascio termico del tessuto (TRT)*. Questo è definito come il tempo necessario ad un tessuto irradiato per rilasciare il 50% del calore accumulato^{1,5}.

L'energia e la potenza sono misurate rispettivamente in Joules e in Watts. La quantità di energia applicata sull'unità di superficie (J/cm²), viene definita *fluenza*, mentre, la potenza applicata sull'unità di superficie (W/cm²) è detta *densità di potenza* o *irradianza*. Ne consegue che, a parità di potenza, aumentando la superficie da trattare diminuisce l'irradianza; lo stesso avviene per l'energia e la *fluenza*. Questi parametri concorrono a determinare l'effetto del raggio laser^{1,8}.

I laser possono essere classificati in base allo stato del mezzo laser, come detto sopra, oppure, in base alla potenza, in laser chirurgici (High level laser light treatment o HLLLT) e terapeutici (Low level laser treatment o LLLT). Al primo

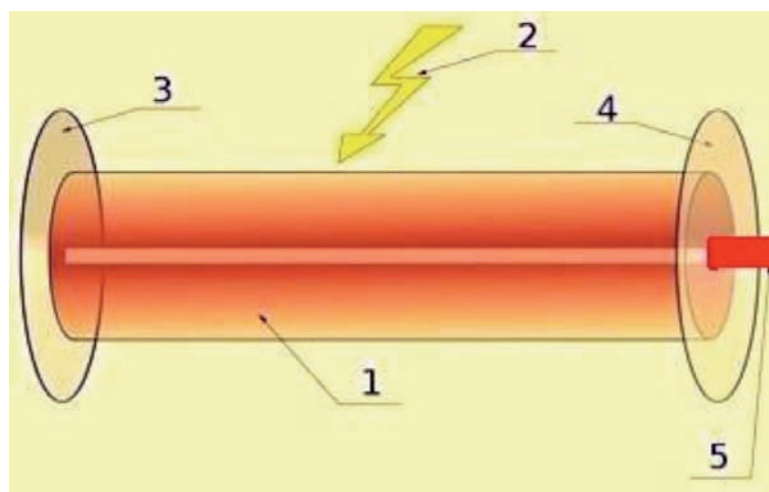


FIGURA 1 - Generazione del raggio laser all'interno della camera di risonanza: 1-mezzo laser attivo, 2-sorgente esterna di energia, 3-specchio, 4-specchio semi-riflettente, 5-raggio laser in uscita (modificato da Wikipedia).

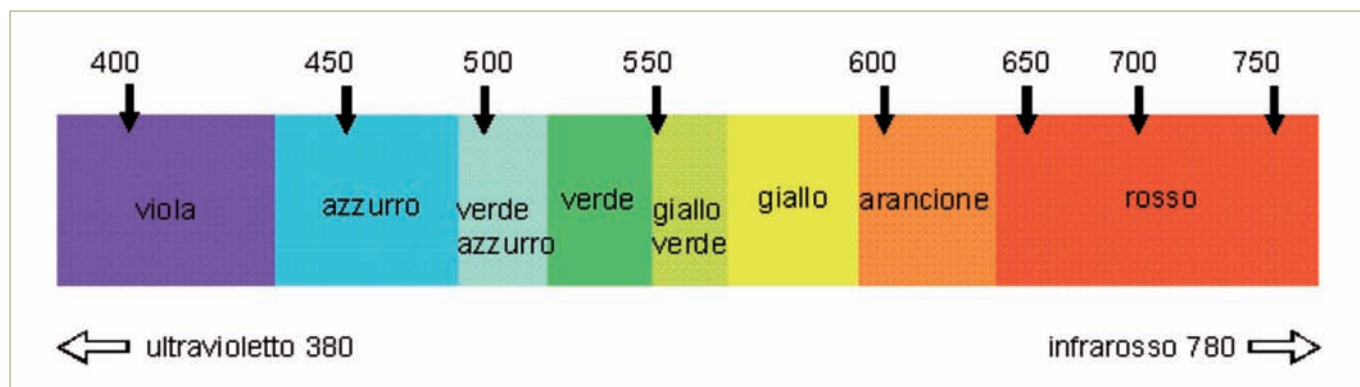


FIGURA 2 - Spettro di emissione delle onde elettromagnetiche: la luce è visibile tra 400 e 750 nm, in particolare fra 650 e 750 nm i raggi sono rossi, mentre al di sopra di 780 nm sono infrarossi (IR) e sotto i 380 nm sono ultravioletti (UV).

gruppo appartengono il CO₂, il Er:YAG e quelli vascolari superficiali come il laser ad Argon, il diodi, il Nd:YAG.

Linee guida sulla sicurezza

I laser biomedici appartengono alla classe IV, in termini di sicurezza la più elevata, cioè quella che comporta i più alti rischi biologici, termici ed elettrici^{1,2}. Tra questi i principali sono i danni alla vista, che possono portare alla cecità, l'irritazione delle vie aeree, con conseguenti infezioni o effetti cancerogeni per inalazione dei vapori, le ustioni. Per prevenire questi problemi occorre che ciascun operatore indossi gli appositi occhiali di protezione, le mascherine a copertura di bocca e naso e che sia in funzione un aspiratore di fumi. Un cartello di avviso radiazioni deve essere applicato sulla porta della stanza adibita al laser, a tutela del personale della struttura ed è opportuno che gli operatori seguano un training formativo sulla sicurezza^{1,2,47}. Inoltre, per evitare pericoli di combustione, dovuta al contatto fra gas laser e ossigeno, è bene proteggere i tracheotubi con garze bagnate ed utilizzare, al posto dell'acqua ossigenata, solo clorexidina o sali quaternari d'ammonio per la disinfezione^{1,47}.

SISTEMI LASER IN DERMATOLOGIA: MEDICINA UMANA E VETERINARIA A CONFRONTO

Osservando la grande varietà di sistemi laser disponibile presso i centri di dermatologia e medicina estetica, nonché la quantità di letteratura prodotta sull'argomento in Medicina Umana, appare subito chiaro che la Medicina Veterinaria in materia di laser, al confronto, è in ritardo di alcuni decenni.

Ciò non deve stupire se si pensa all'esiguo giro di affari che muove il nostro mercato in rapporto a quello umano, né se si considera la minore rilevanza dell'aspetto estetico nei nostri pazienti animali. In campo dermatologico umano oggi sono in uso diverse lunghezze d'onda, dai raggi ultravioletti, infrarossi, alle radiazioni nello spettro del visibile.

Alcuni strumenti davvero all'avanguardia, come il laser a eccimeri e il laser Er:YAG hanno promettenti risvolti terapeutici^{5,22,23,24}, ma a conoscenza dell'autore non sono ancora mai stati sperimentati in campo dermatologico veterinario.

Il laser a eccimeri o "ecciplesso" costituisce una scoperta recente. La prima applicazione risale al 1997. Il termine deriva dalla contrazione di *excited dimer* o *excited complex*. Si tratta di un laser a mezzo gassoso, Krypton-Fluoro o Xenon-Cloro, e le lunghezze d'onda, rispettivamente di 248 e 308 nm, appartengono ai raggi UV. Il bersaglio è rappresentato dal DNA dei cheratinociti, dei me-

TABELLA I				
Per ogni laser viene indicata la lunghezza d'onda ed il suo cromoforo				
Laser	Lunghezza d'onda (nm)	Acqua	Emoglobina	Melanina
KrF	248			•
XeCl	308			•
Argon	514		•	
KTP	532		•	•
Alexandrite	710-755-820		•	•
Dye Laser/Diode	640-780		•	•
Diode	810-980		•	•
Nd:YAG	1064		•	•
Ho:YAG	2120	•		
Er:YAG	2940	•		
CO ₂	10600	•		

(Legenda. KrF: Krypton Fluoride; XeCl: Xenon Cloro; KTP: Potassium Titanyl Phosphate; Nd:YAG: Neodymium Yttrium Aluminium Garnet; Ho:YAG: Holmium Yttrium Aluminium Garnet; Er:YAG: Erbium Yttrium Aluminium Garnet).

lanociti, dei fibroblasti e dei linfociti T. Le indicazioni terapeutiche attuali sono la psoriasi, la vitiligine, la dermatite atopica, la micosi fungoide e l'alopecia areata; si utilizza per lesioni che non oltrepassano il 20% della superficie corporea totale^{22,24}. Nella psoriasi esso consente di ottenere una risoluzione delle lesioni con periodi di remissione di 3-4 mesi, limitando al massimo gli effetti collaterali, quali eritema e iperpigmentazione, soprattutto se la dose irradiata viene adattata su ogni singola lesione. Una meta-analisi ha paragonato questo trattamento con le terapie tradizionali, mostrandone i benefici terapeutici^{22,24}. Nel trattamento della vitiligine il laser a eccimeri viene sfruttato per il suo duplice effetto immunosoppressore e pro-pigmentante, grazie all'induzione della migrazione melanocitaria. Nelle zone così dette UV-sensibili, come viso e collo, si registra un'efficacia dal 75% al 100%, mentre a livello di prominenze ossee ed estremità, zone dette UV-resistenti, il risultato è peggiore. Nella micosi fungoide, due applicazioni settimanali hanno consentito un miglioramento delle lesioni cliniche e istopatologiche del 90%, grazie all'effetto apoptotico sui linfociti T^{22,24}. Nella dermatite atopica, su lesioni localizzate, l'effetto di questo laser è paragonabile a quello dei corticosteroidi topici, occorre quindi fare una valutazione costi-benefici di tale terapia^{22,24}. Infine, alcuni studi recenti, condotti sia su pazienti pediatrici che adulti, hanno messo in luce l'effetto positivo sulla ricrescita dei capelli in corso di alopecia areata nei soggetti sottoposti a trattamento con laser a eccimeri^{22,23,24}. Complessivamente, gli effetti collaterali di questo laser sono molto ridotti nell'immediatezza del

trattamento, tuttavia, non si conoscono ancora a sufficienza quelli a lungo termine, come potrebbe essere l'effetto carcinogenetico²².

Per quanto concerne il laser Er:YAG, si tratta di uno strumento altamente professionale, che rappresenta, nell'ambito della chirurgia dermatologica, l'evoluzione tecnologica del laser a diossido di carbonio. Deve essere considerato uno strumento di pura ablazione o vaporizzazione con minimi effetti di danno termico, da utilizzare nella chirurgia estetica del viso o di altre zone anatomiche particolari, come collo, décolleté, mani. I punti di forza di questo laser sono rappresentati dall'estrema precisione e dalla pressoché totale riduzione di effetti collaterali, quali eritema e cicatrizzazione eccessiva; essendo uno strumento indolore non richiede l'anestesia del paziente⁵.

In campo veterinario, per alcune indicazioni dermatologiche sono attualmente utilizzati alcuni laser chirurgici, come il CO₂ (Fig. 3), il diodi, il Nd:YAG ed il laser terapeutico, di seguito descritti.

Laser a diossido di carbonio-CO₂

Il primo laser chirurgico a CO₂, fu introdotto da Patel e Polanyi nel 1964¹⁰; da allora la tecnologia e le performance del laser a diossido di carbonio sono molto migliorate, tanto che ancora oggi rappresenta il sistema più versatile ed utilizzato nell'uomo in chirurgia cutanea. Questo laser ha una lunghezza d'onda di 10600 nm, il suo cromoforo è rappresentato dall'acqua tissutale, di cui la cute è particolarmente ricca; per questa ragione, il CO₂ è il laser d'elezione per il tessuto cutaneo^{1,12}.

Le proprietà principali del laser CO₂ sono la capacità di sigillare le terminazioni nervose, per inflessione della guaina mielinica, senza tagliarle co-

me con la lama fredda, con conseguente riduzione del dolore post-operatorio, la capacità di sigillare i piccoli vasi linfatici con riduzione dell'edema, di coagulare i vasi ematici fino a 0,5 mm di diametro per contatto e, defocalizzando il raggio, anche quelli fino a 2 mm per effetto termico di denaturazione proteica e formazione del trombo^{1,5}.

Fino a metà degli anni '90 i laser CO₂ lavoravano in *continuous wave* (CW) o modalità continua, mentre oggi è possibile avere dispositivi pulsati (PW) o super pulsati (SPW), che emettono una sequenza controllata di pulsazioni brevi e dieci volte più potenti. Essi sono in grado di vaporizzare, asportare e coagulare i tessuti in modo efficace e con minimo danno termico residuo⁵.

Il processo di vaporizzazione consiste nel portare ad ebollizione l'acqua intracellulare in modo da provocare l'esplosione della cellula stessa; da questa distruzione residuano dei vapori e una sorta di cenere, composta dai detriti cellulari¹ (Fig. 4). I vantaggi della vaporizzazione rispetto ad altre metodiche sono la precisione, il ridotto danno termico residuo, la velocità, lo scarso o assente sanguinamento, la riduzione dell'edema e del dolore post-operatorio. Se l'energia applicata non è adeguata ad ottenere la vaporizzazione, la cute coagula, secca e carbonizza, per effetto dell'accumulo del calore^{1,5}. Utilizzando lo strumento per il *debulking*, l'eccesso di calore ceduto al tessuto, per un uso scorretto da parte dell'operatore o inappropriato, rispetto alla scelta della lesione da trattare, può esitare nella carbonizzazione dei margini, con conseguente rischio di deiscenza ed infezione della ferita, lunghi tempi di guarigione ed estese cicatrici^{1,12}. In campo umano, è competenza del dermatologo la valutazione e la rimozione di numerose neoformazioni cutanee, di natura tumorale, infiammatoria/infettiva o metabolica, come per esempio adenomi sebacei, carcinomi squamocellulari, carcinomi basocellulari, cheratosi seborroiche, idrocistoma apocrino, tricoepitelioma, verruche volgari, granuloma piogenico, cheilite attinica, cheratosi attinica, nevi epidermici, cheloidi, rinfoma, xantomi cutanei e molte altre ancora⁵. Inoltre, il laser CO₂ ultrapulsato e fractale, come il già citato laser Er:YAG, vengono utilizzati per gli interventi estetici di foto-ringiovanimento.

Nel cane anziano l'impiego del laser CO₂ risulta particolarmente interessante per la vaporizzazione di tutte quelle piccole neoformazioni cutanee, a diffusione multicentrica, spesso di origine epiteliale sebacea, che tendono facilmente a sanguinare; in questi pazienti, dopo un'accurata mappatura delle lesioni, previa indicazione citologica, è possibile intervenire con laser, impiegando una semplice sedazione e/o un'anestesia locale^{1,27}. Questa procedura ha l'innegabile vantaggio di ridurre i rischi anestesologici per un paziente che, per l'età, ha probabilità di essere affetto da qualche insuffi-



FIGURA 3 - Laser a diossido di carbonio.

cienza d'organo o patologia sistemica concomitante; vengono inoltre soppressi i costi di tutti gli eventuali accertamenti pre-anestetici.

In uno studio su 28 cani affetti da lesioni nodulari ricorrenti interdigitali, palmari e plantari, che non rispondevano alla terapia antibiotica, Duclos *et al.* (2008) hanno provato l'efficacia della vaporizzazione con laser CO₂, evidenziando una risoluzione della patologia in 25 soggetti, senza presentare recidive nel lungo periodo^{3,8,13}. Questo risultato è particolarmente rilevante dal momento che si tratta di lesioni spesso frustranti per il clinico, a causa delle frequenti recidive; l'iter corretto antecedente la procedura laser prevede, tuttavia, che venga effettuato un raschiato cutaneo, gli esami citologico, istologico, batteriologico, colturale e, se indicato, anche la PCR per micobatteriosi e leishmaniosi dalle lesioni stesse.

Il laser CO₂ è stato impiegato con successo anche nell'ablazione della lesione in corso di dermatite acrale da leccamento^{11,12}.

Nel cane e nel gatto, inoltre, è possibile trattare le placche virali, i papillomi virali, la cheratosi attinica, il carcinoma squamoso *in situ*, le lesioni granulomatose a diversa eziologia e quelle di natura neoplastica o infiammatoria del padiglione auricolare^{13,14}.

Nel cavallo il laser CO₂ è utilizzato per l'asportazione dei sarcoidi e di altre masse cutanee, tra cui il carcinoma squamoso, i fibromi, i melanomi, i granulomi con buoni risultati terapeutici e cosmetici, bassi tassi di recidiva ed occasionali complicazioni, come la deiscenza post-operatoria^{15,17}.

In questa specie, il calore generato dal laser utilizzando lo strumento in modo defocalizzato è sfruttato per trattare le ulcere traumatiche. Il calore, infatti, determinando un incremento della perfusione cutanea e dell'apporto di ossigeno e nutrienti, favorirebbe il processo di riparazione tissutale¹⁶.

In seguito agli interventi possono rendersi necessarie delle fasciature, una terapia antibiotica locale o sistemica, mentre raramente è necessario ricorrere ad analgesici o antinfiammatori. I tempi di guarigione variano in base alla profondità della vaporizzazione, all'abilità ed all'esperienza dell'operatore¹. Nella Tabella 2 sono riassunte e messe a confronto le indicazioni d'uso del laser CO₂ in dermatologia umana e veterinaria, sulla base dei dati raccolti in bibliografia.

Nd:YAG laser

I primi dati sperimentali in medicina umana con questo tipo di laser risalgono al 1970, ma soltanto vent'anni dopo questa tecnologia si è affermata come caposaldo nella terapia delle lesioni venose degli arti inferiori^{28,29}.

Il laser vascolare ideale deve avere alcune caratteristiche fondamentali: la sua lunghezza d'onda deve avere affinità maggiore per l'emoglobina rispet-



FIGURA 4 - Trattamento con laser CO₂ di lesioni nodulari palmari in un bulldog inglese: notare i fumi che si originano per effetto della fotovaporizzazione.

TABELLA 2
Indicazioni terapeutiche del laser CO₂ secondo la letteratura: confronto fra la medicina umana e quella veterinaria

	Dermatologia Umana	Dermatologia Veterinaria
Laser CO₂	<ul style="list-style-type: none"> • Adenoma sebaceo • Tricoepitelioma • Idrocistoma apocrino • Neurofibroma • Cheratosi seborroiche • Verruche • Cheratosi attinica • Carcinoma a cellule squamose in situ • Carcinoma basocellulare • Lentigo maligna • Leucoplachia • Rinofima • Nevi epidermici • Xantelasma • Cheloidi e cicatrici ipertrofiche • Resurfacing cutaneo 	<ul style="list-style-type: none"> • Pododermatite nodulare interdigitale • Cheratosi attinica • Carcinoma squamoso in situ • Placche virali • Papillomi • Basaliomi • Adenomi/Epiteliomi sebacei • Cisti/Tumori follicolari • Granulomi • Xantomi • Sarcoidi • Dermatite da leccamento • Cheloidi

to ai cromofori vicini, deve poter penetrare la cute in profondità per raggiungere il vaso, avere un'energia sufficiente per danneggiare la parete vasale senza ledere l'epidermide ed avere una durata d'impulso abbastanza lunga da coagulare il vaso senza danneggiare le strutture adiacenti⁵.

Il laser Nd:YAG ha una lunghezza d'onda di 1064 nm ed è capace di penetrare la cute fino a 3 mm di profondità, raggiungendo il derma. Proprio i vasi dermici, con diametro compreso fra 0,5 e 3 mm, sono i target dello strumento^{5,28,29,30}.

Recentemente, esso ha subito delle modifiche tecniche che hanno portato sul mercato dei sistemi

raddoppiati in frequenza ed a lunghezza d'onda dimezzata, 532 nm. Il sangue a questa lunghezza d'onda ha picchi di assorbimento elevatissimi e, sebbene la potenza di picco di ogni impulso sia alta, la bassa energia corrispondente ad ogni impulso determina un danno minimo al tessuto non vascolare. Questa combinazione si è rivelata molto efficace nel trattare lesioni vascolari superficiali, telangectasie ed angiomi⁵.

Nel cane e nel gatto vi sono diverse lesioni vascolari cutanee, caratterizzate da uno sviluppo cavernoso dei vasi coinvolti; alcune di queste sono comuni, come l'emangioma, altre invece molto rare, come l'angiomasiosi cutanea progressiva, per la quale non esiste attualmente terapia farmacologica né chirurgica efficace. Nell'esperienza di alcuni autori, il laser Nd-YAG 1064 long-pulsed e quello raddoppiato in frequenza sono stati risolutivi nel trattamento di un ridotto numero di casi di angiomasiosi progressiva cutanea canina e felina, consentendo di ottenere la guarigione clinica e funzionale della parte affetta insieme ad un buon risultato estetico^{4,6} (Fig. 5).

Trattandosi di una patologia infrequente nei nostri animali e di strumenti molto costosi, al momento non sono disponibili ulteriori dati sul trattamento laser di queste lesioni.

Laser a diodi

Le applicazioni chirurgiche di questo laser a fibre ottiche sono note fin dagli anni '60; oggi, i più usati sono i sistemi ad arseniuro di gallio (GaAlAs). I laser a diodi moderni sono molto interessanti



FIGURA 5 - Laser vascolare a 532 nm, trattamento dell'angiomasiosi cutanea progressiva localizzata al tartufo di un cane: il raggio luminoso, di colore verde, viene assorbito dal sangue contenuto nei vasi ectasici, determinandone la coagulazione.

perché offrono un'efficienza paragonabile all'Nd:YAG, ma molti vantaggi rispetto a quest'ultimo, fra cui la maneggevolezza ed il costo inferiore³¹. La lunghezza d'onda tra 810 e 980 nm ha come target i pigmenti, quindi melanina ed emoglobina, mentre l'assorbimento da parte dell'acqua è di gran lunga inferiore rispetto al laser CO₂; per queste ragioni, la cute non è un buon organo bersaglio per il diodi. Inoltre, questo laser ha la capacità di penetrare molto in profondità nei tessuti, provocando una notevole cessione di calore ed un importante danno termico residuo; è un ottimo coagulatore, poiché arriva a coagulare vasi del calibro di 3-4 mm.

Queste caratteristiche ne fanno un sistema adatto alla chirurgia dei parenchimi e delle mucose, come il cavo orale, mentre, da un punto di vista dermatologico le sue applicazioni sono piuttosto limitate ed il suo utilizzo appare ingiustificato sulla cute, se non su masse iperpigmentate¹. Analogamente, in dermatologia umana, lunghezze d'onda di questo tipo sono utilizzate per la rimozione dei tatuaggi⁵.

Un'applicazione molto promettente è sicuramente rappresentata dall'utilizzo in otoscopia, in virtù della capacità dei diodi di agire in ambiente acquoso: l'acqua immessa nel canale auricolare per il lavaggio aiuta a prevenire un eccessivo riscaldamento dell'epidermide a contatto con il laser^{1,31}. In otoscopia, com'è noto, vi è un'ottima visualizzazione delle diverse porzioni dell'orecchio e, mediante il diodi, potrebbe essere possibile, ad una mano esperta, l'ablazione delle masse tumorali *in toto* per escissione. In alternativa, si può vaporizzare la massa, ottenendo dapprima una sorta di devitalizzazione; il tessuto residuo può essere poi rimosso in modo tradizionale con le pinze¹. Naturalmente, la procedura corretta prevede che sia prelevato un campione biotico da destinare all'esame istopatologico, prima di effettuare l'ablazione. Il principale aspetto critico è dato dal rischio di danneggiare, per contatto diretto o per surriscaldamento, le strutture nervose auricolari^{1,31}.

Low Level Laser Therapy

I laser terapeutici hanno lunghezze d'onda comprese tra 630 e 905 nm, che vanno cioè dallo spettro del rosso all'infrarosso; le sonde possiedono dei puntatori luminosi, che consentono di visualizzare i tessuti sottoposti alla biostimolazione. A questo gruppo di strumenti appartiene il laser He-Ne (elio-neon), tra i primi ad essere utilizzati in dermatologia, ma oggi sostituito dai più moderni sistemi ad arseniuro di gallio.

Le prime osservazioni sugli effetti benefici di questi strumenti risalgono al 1967, quando uno studioso ungherese, Endre Mester, si accorse che le applicazioni su topi di laboratorio, a cui era stato tosato il pelo, inducevano la ricrescita del mantello¹⁹. Le pro-

prietà di biostimolazione si esplicano a diversi livelli sulle cellule: in particolare, vi è un aumento della permeabilità delle membrane cellulari, per stimolazione delle pompe Na^+/K^+ , un aumento della sintesi di proteine, per effetto di stimolazione su RNA e DNA, che porta alla proliferazione cellulare, un aumento pari al 150% dell'attività intracellulare di ATP, un aumento dei recettori di membrana e a livello ematico un aumento dei livelli di serotonina, una inibizione della produzione di bradichinine e leucotrieni. Altri effetti della biostimolazione riguardano l'aumento del microcircolo, della proliferazione di fibroblasti, cheratinociti e cellule endoteliali e l'attivazione dei macrofagi tissutali.

Queste proprietà esitano nella diminuzione dell'infiammazione tissutale, del dolore e nell'accelerazione dei processi di guarigione^{18,19,20}. Esse vengono sfruttate nel cane e nel gatto per trattare le ulcere da decubito, le dermatiti piotraumatiche, le dermatiti acrali da leccamento (Fig. 6A, B), le ustioni, le ferite traumatiche con estesa perdita di sostanza, le otiti esterne acute, le cicatrici e, più in generale, tutte le aree focali dove sia presente una chiara componente infiammatoria¹⁹. In modo analogo, le ferite e le ustioni possono essere trattate anche nel cavallo²¹.

La potenza erogata è dell'ordine di alcune centinaia di milliwatts, mentre il raggio laser arriva a profondità di 3-4 cm al massimo. È interessante rilevare che vi è un effetto di accumulo dell'energia nei tessuti irradiati e che vi può essere guarigione tissutale persino a distanza dal punto di applicazione^{18,20}.

L'utilizzo della LLLT è sconsigliato in caso di neoplasia, poiché potrebbe esserci il rischio di una biostimolazione anche sulle cellule tumorali; mentre, il limite più evidente di questo tipo di trattamento è legato alla disponibilità dei proprietari a fare più sedute settimanali, necessarie per ottenere un buon risultato²⁰.

In dermatologia umana in un recente studio viene dato risalto al beneficio offerto dalla LLLT nel trattamento della malattia di Raynaud, la cui esistenza è stata ipotizzata anche nel cane. La malattia di Raynaud è una forma di disordine vascolare che colpisce il microcircolo a livello delle dita di mani e piedi; il freddo rappresenta il fattore scatenante, ma alcune malattie autoimmuni, come l'artrite reumatoide o il lupus eritematoso sistemico, possono fungere da fattori predisponenti. Le più colpite sono le donne in età fertile, che presentano dapprima pallore, poi cianosi e dolore delle dita²⁵. Alla luce di queste osservazioni, i laser terapeutici potrebbero essere impiegati nelle patologie del microcircolo anche negli animali d'affezione.

In aggiunta, sembra che la laserterapia fornisca promettenti risultati nella ricrescita dei capelli, nei pazienti affetti da calvizie androgenetica o per altre cause, che non rispondono a terapia con finasteride o minoxidil; sebbene siano necessari studi ulteriori in grado di suffragare questi risultati²⁶. Sulla base di queste premesse, potrebbe essere interessante proporre l'uso anche in certe forme di alopecia infiammatoria o non-infiammatoria del cane e del gatto.



FIGURA 6A - Dermatite acrale da leccamento in un setter inglese: la lesione è estesa, rilevata a placca, edematosa ed ulcerata per l'autotraumatismo (foto del dr. Damiano Cavina).



FIGURA 6B - Stesso cane della Fig. 6A dopo un trattamento quotidiano con LLLT per una settimana: la riduzione della lesione è ben visibile (foto del dr. Damiano Cavina).

APPLICAZIONI NON DERMATOLOGICHE IN MEDICINA VETERINARIA

Negli ultimi dieci anni numerosi sistemi laser sono stati utilizzati sugli animali d'affezione nell'ambito di diverse discipline^{1,32-45}.

In oftalmologia, il laser a eccimeri, il diodi, il CO₂, possono essere impiegati per il trattamento delle patologie corneali, dell'iride, dei corpi ciliari e del glaucoma con risultati soddisfacenti^{33,34}.

L'utilizzo dei laser chirurgici, come il CO₂ ed i diodi, è riportato nel trattamento ablativo delle neoformazioni del cavo orale, sia benigne che maligne, nonché come terapia della stomatite linfoplasmacellulare felina, in associazione all'uso di ciclosporina o altri immunomodulatori, soprattutto in quei pazienti dove non è possibile praticare l'estrazione dentaria^{37,38}.

Negli animali esotici i laser chirurgici, in particolare il laser a diodi, consentono di operare sui tessuti molli con minima emorragia e grande rapidità, riducendo il rischio anestesilogico³⁹. Il problema su questi pazienti, proprio a causa delle loro dimensioni, potrebbe essere rappresentato da un'eccessiva cessione di calore ai tessuti. A tal fine è utile una buona esperienza tecnica da parte dell'operatore.

La chirurgia dei tessuti molli è l'ambito in cui le esperienze documentate nella letteratura sono più numerose. Autori americani, per primi, hanno utilizzato diversi laser chirurgici per interventi di sterilizzazione in entrambi i sessi, di onichectomia nel gatto, di stafiloplastica e plastica delle narici^{1,2,7,11,12}, ma anche per la chirurgia perianale^{1,7}. In quest'ultimo caso, per l'ablazione dei tumori perianali e rettali, per le sacculectomie e le fistole perianali, il laser ha dimostrato di ridurre le emorragie, il dolore, l'edema, la contaminazione batterica in una zona dove la cute è sottile, molto ricca di terminazioni nervose e vascolari oltre che di una microflora batterica residente^{1,7,35,36}. Attualmente, una delle applicazioni più innovative dei laser chirurgici è rappresentata dalla chirurgia endoscopica dell'ectopia ureterale intramurale³².

In fisioterapia, la terapia biostimolante con laser a infrarossi è, invece, indicata nella riabilitazione post-operatoria, per favorire la ripresa funzionale dei segmenti muscolo-scheletrici ed articolari trattati⁴⁰. Infine, merita attenzione l'impiego dei laser nella terapia fotodinamica, utilizzata per il trattamento dei carcinomi della prostata, del carcinoma squamocellulare del naso e di altri tumori cutanei, orali o nasali del cane e del gatto^{41,42,43,44,45}. Le sostanze foto-sensibilizzanti iniettate si vanno a localizzare nelle cellule tumorali, che vengono poi irradiate con una lunghezza d'onda da 400 a 680 nm. I risultati della terapia fotodinamica sono variabili: mentre, alcuni autori hanno descritto periodi di sopravvivenza media di un anno in percentuali dal 60 al 70% dei casi trattati⁴⁵, altri hanno riportato

la completa remissione del tumore⁴¹. Queste terapie sono di norma ben tollerate: il principale effetto secondario è rappresentato da un transitorio edema della parte affetta, che tende spontaneamente a risolversi in 72 ore⁴².

CONCLUSIONI

In conclusione, alla luce dei dati raccolti in letteratura, l'impiego dei sistemi laser in dermatologia veterinaria rappresenta una scelta terapeutica innovativa, ma ancora poco praticata.

I laser sono attualmente utilizzati con risultati molto promettenti nel cane, nel gatto e nel cavallo per diverse indicazioni, tra cui, per esempio, la rimozione delle masse cutanee, il trattamento delle pododermatiti nodulari interdigitali, delle ulcere da decubito e delle ferite traumatiche. I principali vantaggi sono riassunti nella minore invasività d'intervento associata a buoni risultati estetici ed al minore disagio post-operatorio per il paziente. Mentre gli svantaggi sono scarsi e gli insuccessi legati soprattutto all'inesperienza dell'operatore.

Tra i diversi laser biomedici, il laser CO₂ ed i laser terapeutici (LLLT) appaiono i più interessanti e versatili in dermatologia negli animali da affezione. Tuttavia, il laser CO₂ non offre alcun beneficio sulle lesioni vascolari, né per gli interventi all'interno del canale auricolare; per questi ultimi, lo strumento d'elezione è il laser a diodi. Infatti, il criterio più corretto per scegliere un laser biomedico è quello che si basa sulla lunghezza d'onda, poiché questa influenza direttamente l'assorbimento del raggio ed il suo effetto sul tessuto bersaglio.

Dall'analisi della letteratura umana è possibile trarre dei nuovi spunti di riflessione ed aprire la strada a diverse prospettive di utilizzo dei laser anche nella dermatologia degli animali da affezione, sia per quanto riguarda la scelta del sistema laser più opportuno, sia per indicazioni d'uso finora mai sperimentate.

Parole chiave

Laser chirurgia, laser terapia, foto-vaporizzazione.

Update on the use of laser in dermatology: a comparison between human and veterinary medicine

Summary

In human medicine, especially in dermatology, different laser systems have been used for long time with significant therapeutic benefits. On the contrary, very few information are available in veterinary medicine regarding the healing properties of the different type of lasers. In addition, the information available are mainly concerning the use of

laser in soft tissue surgery, ophthalmology, endoscopy, physical therapy, and only marginally dermatology. The laser is extremely useful for removing benign skin masses by cut or photo-evaporation, moreover it bio-stimulates the skin exerting anti-inflammatory, pain-relieving properties and tissue regeneration. Patients treated with lasers

have an excellent postoperative course and a good cosmetic result. Side effects are limited, provided that the instruments are used with the necessary technical skills.

Key words

Laser surgery, laser therapy, photo-vaporization.

BIBLIOGRAFIA

1. Berger N, Eeg PH. Veterinary Laser Surgery. A practical guide. Blackwell Publishing, 2006.
2. Bartels KE. Lasers in medicine and Surgery. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002; vol. 32, xiii-xv.
3. Duclos DD, Hargis AM, Hanley PW. Pathogenesis of canine interdigital palmar and plantar comedones and follicular cysts, and their response to laser surgery. Vet Dermatol. 2008; 19(3): 134-41.
4. Olivieri L, Nardini G, Pengo G, Abramo F. Cutaneous progressive angiomas on the muzzle of a dog, treated by laser photocoagulation therapy. Vet Dermatol. 2010; 21(5): 517-21.
5. Follador E, Marini F, D'Angelo D. Atti del Corso di Tecniche laser, Società Italiana di Medicina e Chirurgia Estetica, Bologna 2006.
6. Peavy GM, Walder EJ, Nelson JS et al. Use of laser photocoagulation for treatment of cutaneous angiomas in one dog and two cats. J Am Vet Med Assoc. 2001; 219: 1094-7.
7. Holt TL, Mann FA. Soft tissue application of lasers. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002; 32(3): 569-99.
8. Peavy GM. Lasers and laser-tissue interaction. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002; 32(3): 517-34.
9. Reid R. Physical and surgical principles governing carbon dioxide laser surgery on the skin. Dermatol Clin. 1991; 9: 297.
10. Polanyi TG, Bredemeir HC, Davis TJ jr. CO₂ laser for surgical research and medical and biological engineering, New York, 1970, Pergamon.
11. Bartels KE. Basics of Laser Surgery, Proceedings of the 73rd Annual Western Veterinary Conference, Las Vegas, Nevada. Febbraio 2001, pp. 11-15.
12. Eeg PH. CO₂ laser use in small animal clinics, Proceedings of The North American Veterinary Conference, Small animal and exotics, Orlando, Florida, USA, 2003, pp. 1047-48.
13. Duclos D. Lasers in veterinary dermatology. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2006 Jan; 36(1): 15-37.
14. Boord M. Laser in dermatology. Clin Tech Small Anim Pract. 2006 Aug; 21(3): 145-9.
15. McCauley CT, Hawkins JF, Adams SB, Fessler JF. Use of a carbon dioxide laser for surgical management of cutaneous masses in horses: 32 cases (1993-2000). J Am Vet Med Assoc. 2002 Apr 15; 220(8): 1192-7.
16. Bergh A, Nyman G, Lundeborg T, Drevemo S. Effect of defocused CO₂ laser on equine tissue perfusion. Acta Vet Scand. 2006; 47: 33-42.
17. Schwarz B, Burford J, Knottenbelt D. Cutaneous fungal granuloma in a horse. Vet Dermatol. 2009 Apr; 20(2): 131-4.
18. Tuner J, Hode L. The Laser Therapy Handbook. Grangesberg, Sweden, Prima Books AB, 2004.
19. Silver RJ. Low level laser therapy: background and applications. Proceedings of The North American Veterinary Conference, Small animal and exotics, Orlando, Florida, USA, 2009, pp. 77-80.
20. Baltzer W. Therapeutic lasers in small animals. Proceedings of The North American Veterinary Conference, Orlando, Florida, USA, 2009, pp. 995-97.
21. Petersen SL, Botes C, Olivier A, Guthrie AJ. The effect of low level laser therapy (LLLT) on wound healing in horses. Equine Vet J. 1999 May; 31(3): 228-31.
22. Passeron T, Ortonne JP. Le laser excimer à 308 nm en dermatologie. Presse Med. 2005; 34: 301-9.
23. Al-Mutairi N. 308-nm excimer laser for the treatment of alopecia areata in children. Pediatr Dermatol. 2009 Sep-Oct; 26(5): 547-50.
24. Nisticò SP, Saraceno R, Schipani C, Costanzo A, Chimenti S. Different applications of monochromatic excimer light in skin diseases. Photomed Laser Surg. 2009 Aug; 27(4): 647-54.
25. Hirschl, Katzenschlager et al. Low Level Laser Therapy in primary Raynaud's Phenomenon-Results of a placebo controlled, double blind intervention study. J Rheumatol. 2004; 31: 2408-12.
26. Avram MR, Rogers NE. The use of low-level light for hair growth: part I. J Cosmet Laser Ther. 2009 Jun; 11(2): 110-7.
27. Thompson S. Veterinary technicians and practice managers. Proceedings of The North American Veterinary Conference, Orlando, Florida, USA, 2007, Vol. 21, pp. 142-44.
28. Sadick NS. Laser treatment of leg veins. Skin therapy lett. 2004 Nov; 9(9): 6-9.
29. Omura NE, Dover JS, Amdt KA. Treatment of reticular leg veins with 1064 nm long-pulsed Nd:YAG laser. J Am Acad Dermatol. 2003 Jan; 48(1): 76-81.
30. Eremia S, Li CY. Treatment of face veins with 1064 Nd:YAG laser: a prospective study of 17 patients. Dermatol Surg. 2002 Oct; 28(10): 971.
31. Sullins KE. Diode laser and endoscopic laser surgery. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002, 32(3): 639-48.
32. Berent AC, Mayhew PD, Porat-Mosenco Y. Use of cystoscopic-guided laser ablation for treatment of intramural ureteral ectopia in male dogs: four cases (2006-2007). J Am Vet Med Assoc. 2008 Apr 1; 232(7): 1026-34.
33. Gilmour MA. Laser applications for corneal disease. Clin Tech Small Anim Pract. 2003 Aug; 18(3): 199-202.
34. Sapienza JS, van der Woerd A. Combined transscleral diode laser cyclophotocoagulation and Ahmed gonioplasty in dogs with primary glaucoma: 51 cases (1996-2004). Vet. Ophthalmol. 2005 Mar-Apr; 8(2): 121-27.
35. Shelley BA. Use of the carbon dioxide laser for perianal and rectal surgery. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002 May; 32(3): 621-37.
36. Ellison GW, Bellah JR, Stubbs WP, Van Gilder J. Treatment of perianal fistulas with Nd:YAG laser: results in twenty cases. Vet Surg. 1995 Mar-Apr; 24(2): 140-7.
37. Bellows J. Laser use in veterinary dentistry. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002; 32(3): 673-92.
38. Lyon KF. Gingivostomatitis. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2005, Jul; 35(4): 891-911.
39. Rupley AE, Parrott-Nenezian T. The use of surgical lasers in exotic and avian practice. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002; 32(3): 703-21.
40. Shumway R. Rehabilitation in the first 48 hours after surgery. Clin Tech Small Anim Pract 2007 Nov; 22(4): 166-70.
41. Tanabe S, Yamaguchi M, Iijima M, Nakajima S, Sakata I, Miyaki S, Takemura T, Furuoka H, Kobayashi Y, Matsui T, Uzuka Y, Sarashina T. Fluorescence detection of a new photosensitizer, PAD-S31, in tumour tissues and its use as a photodynamic treatment for skin tumours in dogs and cats: a preliminary report. Vet J. 2004, May; 167(3): 286-93.
42. Lucroy MD, Long KR, Blaik MA, Higbee RG, Ridgway TD. Photodynamic therapy for the treatment of intranasal tumours in 3 dogs and 1 cat. J Vet Intern Med. 2003, Sep-Oct; 17(5): 727-9.
43. Thomson M. Squamous cell carcinoma of the nasal planum in cats and dogs. Clin Tech Small Anim Pract. 2007, May; 22(2): 42-5.
44. Chevalier S, Anidjar M, Scarlata E, Hamel L, Scherz A, Ficheux H, Borenstein N, Fiette L, Elhilali M. Preclinical study of the novel vascular occluding agent WST11, for photodynamic therapy of the canine prostate. J Urol. 2011, Jul; 186(1): 302-9.
45. Osaki T, Takagi S, Hoshino Y, Okumura M, Kadosawa T, Fujinaga T. Efficacy of antivascular photodynamic therapy using benzoporphirin derivative monacid ring A (BPD-MA) in 14 dogs with oral and nasal tumours. J Vet Med Sci. 2009, Feb; 71(2): 125-32.
46. Bartels KE. Lasers in veterinary medicine-where have we been, and where are we going? Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002, 32(3): 495-515.
47. Fry TR. Laser safety. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002, 32(3): 535-47.