

Laser e' la sigla dell'espressione inglese Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Da sempre questo vocabolo ha eccitato la fantasia popolare, tanto che esiste oggi un farmaco antinfiammatorio che porta il suo nome ed innumerevoli oggetti e metodiche cosi' denominate, da laser-line, alla vela laser ed altro.

Inventato dall'umile fisico trentaduenne Theodore Maiman il 16 maggio 1960, il laser non e' stato accettato immediatamente dal mondo accademico-scientifico "ufficiale", che dalle teorizzazioni dei suoi principi dovuta ad A. Einstein e risalente al 1917, aveva speso ingenti risorse economiche e intellettive inutilmente (*T. Maiman, Laser Odyssey, 2000*).

Maiman, cosi', non ebbe mai il Nobel, assegnato invece ad altri scienziati quali Townes, Schawlow e Prokhorov, che del laser avevano studiato solo alcune applicazioni.

In medicina i laser hanno seguito la stessa strada di tutte le nuove scoperte tecnologiche, quali ad esempio i raggi x: dapprima rifiutati perche' inutili, poi benedetti come panacea, quindi messi al bando perche' dannosi ed infine accettati pian piano, dopo adeguata sperimentazione clinica. Gli Rx hanno poi avuto enorme sviluppo da quando e' stata istituita una specializzazione medica apposita, e per i laser accadrà verosimilmente la stessa cosa in un futuro ormai prossimo. Ad oggi, ancora ciascuna specializzazione considera i laser soltanto strumenti da impiegare come tanti altri, per cui il progresso della tecnologia medica laser sta evolvendo in modo rapido ma disordinato, con spreco enorme di risorse intellettuali ed economiche.

Per questo motivo 51 pionieri nell'impiego dei laser nelle varie discipline, incluso Maiman, hanno fondato a Firenze un'Accademia Internazionale, che tenta di evitare la frammentazione delle conoscenze, in linea con quanto si propongono i progetti di ricerca della Comunita' Europea e quelli Internazionali, mettendo a confronto ogni anno in un Congresso mondiale realta' scientifiche e culturali totalmente differenti. Dal 1997 ad oggi questo appuntamento ha sempre portato nuovi dati per la comunita' scientifica internazionale, e per comodita' si cercherà di enunciarli sinteticamente suddividendoli per gruppi di specialita'.

A seconda delle applicazioni, i laser possono essere distinti in **laser diagnostici, terapeutici e chirurgici** (*L. Longo, 1986*). Ad essi vanno aggiunti i **fasci di luce pulsata intensa**, impiegati da qualche anno per scopi terapeutici. Come si sa, i laser sono emissioni di radiazioni elettromagnetiche non corpuscolari, con la peculiarita' di essere contemporaneamente monocromatiche, coerenti, brillanti e direzionali. Nessuna altra sorgente di radiazioni possiede in fisica le quattro caratteristiche suddette contemporaneamente. Le radiazioni a base di luce pulsata intensa possiedono la brillantezza ed una certa direzionalita', ma non sono ne' coerenti ne' perfettamente monocromatiche. Questo fa si' che, mentre il raggio laser si puo' preventivamente dosare a livello dei tessuti e se ne puo' prevedere la quantita' di assorbimento da parte di essi, lo stesso non puo' essere fatto con le lampade a luce intensa, poiche' la radiazione non e' perfettamente monocromatica, non e' coerente e non perfettamente direzionale. Percio' la quantita' di radiazione realmente irradiante il tessuto ed assorbita da esso sara' sempre diversa, in ogni momento, a parita' di tessuto.

La radiazione laser, cosi' come la radiazione luminosa pulsata intensa, sono composte da fotoni e non da corpuscoli solidi, a differenza dei raggi X, ad esempio, per cui non e' cancerogena ne' mutagena. Lo puo' diventare solo se e' emessa nella banda ultravioletta di tipo A, in quanto, da studi di foto biologia che risalgono agli anni 50, quella lunghezza d'onda puo' dare delle mutazioni geniche anche in senso oncogeno. (*Fleury, Traite' de physique, 1957*)

## **LASER DIAGNOSI**

**Tipi di laser adoperati: Eccimeri- Diodi - Elio/Neon**  
**(da 280 a 1000 nm)**

Tutti gli attuali impieghi dei laser diagnostici sono riassunti nella **tabella**. Si possono distinguere impieghi ormai codificati da quelli sperimentali. Durante Laser Florence 2000 il Prof. A. Hielscher della Columbia University di New York ha fatto vedere le immagini tridimensionali del corpo umano ottenute con la tomografia ottica, che e' una specie di TAC dove i laser sostituiscono i raggi x. Dal 1997 il Prof. Tomasini dell'Universita' di Ancona ha mostrato le misurazioni della vibrometria delle strutture del cavo orale ottenute con i laser ed utili per lo studio dello stato della dentizione. Il laser doppler per misurare la microcircolazione in vivo e' ormai accettato da tutti, mentre gli studi di spettrofotometria Raman e la misurazione dell'effetto Kirlian sono ancora sperimentali. In sintesi, le principali applicazioni dei laser diagnostici sono: **LASER DOPPLER**: studia lo stato della microcircolazione capillare in vivo, e' codificato.

**LASER SCAN MICROSCOPY**: permette lo studio microscopico tridimensionale dei tessuti, non e' ancora un esame di routine (*P. Benedetti, Laser Florence 2003*)

**DIAGNOSI FOTODINAMICA: PDD**, permette l'individuazione selettiva di cellule neoplastiche tramite una sostanza che si lega ad esse e poi viene attivata dal laser.

Si puo' accoppiare alla terapia fotodinamica (**PDT**), quando la sostanza attivata dal laser elimina selettivamente la cellula neoplastica, oltre ad identificarla.

Solo alcuni centri al mondo utilizzano realmente questa metodica, soprattutto . **Inghilterra**, Germania, USA, Francia, Giappone, Lituania . E' stata proposta per la prima volta al mondo da Tom Dogherty alla fine degli anni 60. Non si e' ancora diffusa nella routine per una serie di inconvenienti e limitazioni: tempo di decadimento della fluorescenza delle sostanze piuttosto basso e quantita' di fluorescenza primaria e secondaria variabili per la stessa sostanza a seconda del momento di impiego (scarsa stabilita'); costi alti e difficile reperibilita' in molti Paesi dove tali terapie non sono permesse, se non a livello sperimentale; impossibilita' di irradiare molti tessuti profondi con il laser, ed "effetto scudo" dei primi strati piu' superficiali del complesso sostanza-tessuto che necrotizzandosi durante l'irradiazione impediscono la penetrazione dei raggi a livelli piu' profondi; selettivita' sostanza-tessuto solo relativa, con possibilita' della sostanza fotodinamica di legarsi ad altre cellule ad alto indice mitotico come quelle epatiche e cutanee, oltre a quelle neoplastiche e/o di non legarsi a cellule neoplastiche poco o mal vascolarizzate. PDD e PDT sono comunque impiegate soprattutto per la diagnosi e terapia dei tumori cutanei e degli organi cavi. Oggi si sta tentando di impiegare queste metodiche anche nella cura di

dermopatie quali acne, cheratosi pigmentate, vitiligo ed eczemi.(Lancet)

**TOMOGRAFIA OTTICA:** *e' una specie di TAC dove i raggi X sono sostituiti da raggi laser, che possono dare una visione tridimensionale dell'area irradiata. Solo pochi centri al mondo ne sono provvisti, ma e' il futuro prossimo. USA, Germania, Francia, Svezia, Giappone. L'immagine tridimensionale permette un accurato studio delle ossa e degli apparati muscolari, non ancora delle strutture fini (A. Hielscher,2000)*

**BIOPSIA OTTICA:** *permette di individuare le cellule in trasformazione maligna con una semplice scansione luminosa, senza alcun taglio. Utile ad es. per il cancro della mammella, ma ancora non impiegata nella routine. Viene utilizzata soprattutto come guida della biopsia tradizionale. Harvard, Boston e molti altri*

**SPETTROMETRIA RAMAN:** *ogni tessuto ha una sua propria mappa di assorbimento dei vari colori. I laser permettono di tracciare queste mappe, che cambiano per ogni tessuto poco prima che questo si ammali. Sperimentale in Germania, USA, Svezia, Giappone, Australia*

**SPETTROMETRIA KIRLIAN:** *ogni essere vivente emette radiazioni luminose, che possono essere misurate ed influenzate dai raggi laser, e possono continuare ad essere emesse per un periodo piu' o meno lungo anche dopo la morte. Sperimentale. USA, Russia, Cina, Arabia Saudita, Giappone .*

## LASER TERAPIA

**Tipi di laser impiegati: CO2 - Neodimio-YAG - Elio/Neon - Diodi (10600 nm, 1064, 632 nm , 532-1000 nm)**

Le applicazioni non chirurgiche dei laser sono state in passato le piu' discusse, per una serie di motivi: l'effetto era meno immediato e dimostrabile che nel caso della chirurgia, e poi venivano proposte solo dai paesi dell'Est europeo (Mester, Alma Ata, etc), dove i laser costavano meno delle terapie farmacologiche e quindi si tentava di usarli piu' frequentemente. Negli Stati Uniti la sperimentazione delle terapie fisiche non chirurgiche e' iniziata solo dopo l'avvento della presidenza Clinton, perche' prima non era consentita dall'industria farmaceutica; i primi laser terapeutici erano poco costosi e commercializzati in Europa in modo selvaggio, comprese le televendite, per cui spesso finivano nelle mani sbagliate. Da alcuni anni pero' e' iniziata una ricerca scrupolosa e condotta secondo le regole scientifiche internazionali, e questo, insieme alla revisione delle innumerevoli casistiche cliniche presenti in letteratura, (Hode e Turner), ha portato a delle conclusioni piuttosto sorprendenti. Per esempio, durante il Laser Florence 2001 e' stato impiegato con successo il laser a diodo per ridurre la glicemia nei diabetici insulino-dipendenti. E' un caso di medicina basata sulle evidenze cliniche, in quanto l'autore, il Prof P. Ramdawon, residente alle Isole Mauritius, non ha supportato tale evidenza clinica con l'adeguata dimostrazione scientifica condotta secondo i dettami della dichiarazione di Helsinki. Peraltro la stessa metodica e' impiegata da circa venti anni in molti Paesi dell'EST Europa, in Cina ed in Finlandia, e da circa un anno nelle riserve indiane dell'Arizona. Durante Laser Florence 2002 e 2003 altri gruppi hanno discusso su quest'argomento, anche se ancora manca una sperimentazione che permetta di ottenere dei dati inconfutabili. Durante Laser Florence 2002 e' stato dimostrato l'effetto dei laser sulla cicatrizzazione di un modello di ulcera sperimentale, dove i fattori di crescita dei fibroblasti sono aumentati del 98%. Cio' e' una concausa che spiega l'effetto clinico estremamente positivo dei laser non chirurgici sulla cicatrizzazione delle ulcere e delle ferite sperimentali. (Longo, Anders, Hode, Karu)

Importantissimo il fatto che ciascun effetto dei laser non chirurgici e' strettamente dose-dipendente, tanto che uno stesso tipo di laser sullo stesso tessuto puo' indurre effetti opposti. Ed infatti i laser impiegati per stimolare la cicatrizzazione possono anche inibirla, e cio' e' utile nel caso di cicatrizzazione patologica, come per le cicatrici ipertrofiche ed i cheloidi, o per collagenopatie come l'induratio penis plastica. In questi casi e' stato visto che la proteinasi metallo-sensibile del collagene aumenta fino all'80% dopo ogni irradiazione laser, raggiungendo il suo massimo dopo circa tre settimane di irradiazione, mentre il Fattore di trasformazione fibroblastica, TGF, rimane invariato fino alla terza o quarta applicazione, condotta con dosaggi almeno doppi rispetto a quelli impiegati per stimolare la cicatrizzazione (Longo, LSM). Laser e luce pulsata vengono impiegati poi in medicina estetica, secondo la metodica del ringiovanimento cutaneo: in questi casi un'applicazione di questa radiazione ogni 3-4 settimane, per una media che va da quattro ad otto applicazioni, riesce a eutrofizzare zone di cute distrofica, riassorbendo discromie e piccole rugosita', e conferendo al tessuto un aspetto piu' tonico e piu' resistente agli insulti esterni. Gli Autori anglosassoni hanno effettuato diversi rilievi istologici con la tecnica del punch, evidenziando il riassorbimento del collagene danneggiato e delle altre impurita' cutanee e la sostituzione con collagene giovane e tessuto rivitalizzato (LSM). Gli stessi Autori hanno ipotizzato un' infiammazione dermo-ipodermica lieve alla base di questi fenomeni, ma la stessa infiammazione provocata da espressioni violente come degli schiaffi non produce lo stesso effetto. Percio' abbiamo proposto un meccanismo totalmente differente (Lubart, 2003): in vitro e' stato visto che la luce di lunghezza d'onda rossa viene assorbita dai mitocondri cellulari, quella infrarossa vicina dalle pareti cellulari, oltre che dai tessuti di lunghezza d'onda complementare. Cio' fa si' che i mitocondri producano una maggiore quantita' di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, con conseguente aumento dei radicali ossigeno-attivati, detti ROS, per degradazione della stessa H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, poco stabile. Le piccole quantita' di ROS "pulirebbero" il citoplasma cellulare, mettendo la cellula nelle condizioni di riprendere le sue funzioni al meglio. Quantita' maggiori di ROS creano nel tessuto una infiammazione con relativa iperemia attiva, fino ad arrivare ad una dose tossica, che provoca la denaturazione dei citoplasmici e la morte cellulare. In sintesi, dunque, l'accelerazione del metabolismo tissutale con conseguente accelerazione del ricambio e rigenerazione cellulare sarebbe mediata dai ROS indotti dalla luce. Un meccanismo simile a livello mitocondriale e' stato riproposto anche da altri autori (Naviaux, Passerella, Wilden), per altri tipi di azione dei laser non chirurgici, per esempio sul riassorbimento dell'infiammazione dell'orecchio.

Diversi dati clinici emergono poi dalla sperimentazione in doppio cieco condotta da vari gruppi per molte patologie di interesse reumatologico e nella medicina dello sport. Ogni anno durante Laser Florence viene discusso lo stato dell'arte

di questo tipo di applicazioni, alla presenza dei rappresentanti dell'OMS e della FDA, che illustrano le loro linee guida. . L'elenco completo delle applicazioni laser in reumatologia e medicina sportiva e' riproposto nella **tabella** In sintesi, i laser sono degli ottimi antinfiammatori locali, utili dovunque esista un'inflammazione in grado di essere irradiata. Secondo alcuni autori russi i laser avrebbero anche effetto antibatterico, antivirale, antiparassitario, stimolando le difese immunitarie ed in particolare i linfociti (*Samoilova, Ovsiannikov*). Ma queste affermazioni andrebbero verificate con sperimentazioni adeguate, al momento assenti.

Gli stessi Autori propongono anche la terapia laser endovenosa, dove un laser in fibra ottica e' inserito in una agocannula venosa su una vena brachiale, con irradiazione di tutto il sangue intracorporeo. E' stato visto che questa metodica aumenta il numero e l'attivita' dei linfociti e influenza tutti i parametri emato-chimici.

*Toshio Oshiro* (Laser Florence 2003 Proceedings) impiega i laser a livello di punti iriflessogeni che comandano tutta l'attivita' microvasomotoria dell'emisoma interessato. L'Autore controlla teletermograficamente la mappa del paziente prima dell'irradiazione, evidenziando ipoperfusioni delle aree lese, e dimostra come queste aree si normalizzino dopo applicazione laser. A livello pratico clinico questa terapia si applica a tutti i tipi di infiammazioni e di patologie ove esista una ipoperfusione locale.

Tale terapia accelera anche il drenaggioveno-linfatico dei tessuti, in zone particolarmente soggette alla stasi, come gli arti inferiori. E facilita la restitutio ad integrum di zone sottoposte a traumi acuti, come quelli sportivi.

*J Anders et Al* (Laser Florence 2004) hanno dimostrato l'incremento della crescita e la riproduzione delle fibre nervose in vitro, ricollegandosi alla scoperta della Levi-Montalcini. Questo dato potrebbe portare a qualche beneficio per i pazienti affetti da paresi e nevralgie.

#### **LASER CHIRURGIA**

**Tipi di laser adoperati: CO2 - Argon - Dye - Neodimio/YAG - Erbium/YAG – Diodi – ProYellow - Nd-YAG Q-switch – KTP, Luce pulsata nm 10600, 488-510, 2094, 532-1000, 511-578, 755, 1064, 1320,**

Il primo impiego dei laser in medicina riguardava proprio la chirurgia oculare (*Towns?*), nel 1962.

Da allora molta strada e' stata percorsa e moltissima e' ancora da percorrere. Trattare tutti gli impieghi chirurgici dei laser sul corpo umano richiederebbe un trattato specifico. Qui ci limitiamo ad elencare le principali indicazioni di questi raggi per il trattamento chirurgico di patologie dove il loro impiego si e' dimostrato realmente piu' efficace e meno invasivo, rispetto alle altre terapie chirurgiche tradizionali. C'e' da sottolineare soltanto una serie di concetti generali applicabili sempre, tutte le volte che si utilizza un laser un chirurgia.

Intanto i laser chirurgici possono tagliare e/o coagulare il tessuto bersaglio, con diversi meccanismi: *foto-termico*, dove la luce viene trasdotta in calore, *foto-meccanico* isotermico, dove c'e' una trasduzione di fotoni da energia luminosa a energia meccanica, *foto-acustico*, con trasduzione dell'energia luminosa in energia acustica, *foto-ablativo*, dove l'energia luminosa isotermica fa cambiare di fase il tessuto, da solido a gassoso. La microchirurgia ha i maggiori vantaggi dall'impiego sdi questi strumenti, tanto da permettere di esemplificare molti interventi altrimenti complessi. Ad esempio l'ernia discale, trattata con decompressione percutanea tramite un ago da anestesia infisso sotto controllo radiografico, in cui una fibra ottica trasporta un raggio laser diodico o Nd-YAG: l'irradiazione controllata innalza fino all'evaporazione una piccolissima porzione di disco, che cosi' evapora, riducendo la pressione intradiscale e quindi decomprimendo il tessuto erniato (*Choy, Ascher*). Questa metodica diffusa in tutto il mondo dal 1984 e' stata applicata in Italia per la prima volta durante Laser Florence 2002. Sono state descritte recidive nel 3-5 % dei casi, tra l'altro ritrattabili anche con lo stesso metodo. Miniinvasivo e' anche l'intervento sull'induratio penis plastica calcificata, dove, con lo stessa procedura impiegata per le ernie discali, un ago da siringa punge la placca calcifica sotto controllo radiografico od ecografico, ed un laser fotoacustico e/o isotermico disintegra immediatamente la placca medesima, senza recare danno al tessuto immediatamente circostante) Questo tipo di intervento e' stato eseguito per la prima volta nel 1986 proprio da noi in Italia. Molto in voga e' oggi l'impiego dei laser per via endoscopica o comunque intravenosa, per la fotocoagulazione delle vene safene degli arti inferiori. Questo tipo di intervento ha pero'una logica solo se si pone prima una accurata diagnosi e si tiene conto della fisiopatologia circolatoria degli arti inferiori. In caso contrario le recidive sono obbligatorie (*Corcos, etc*). La disostruzione laser degli organi cavi occlusi da processi vegetanti e' ormai accettata e codificata, cosi' come l'eliminazione delle metastasi9 intraepatiche per via percutanea. Il trattamento laser degli angiomi cutanei di diversa classificazione e' un altro punto fermo, resta da stabilire la procedura da seguire nei singoli casi. Le telangiectasie del viso sono un'altra indicazione specifica di alcuni tipi di laser, segnatamente quelli con lunghezza d'onda complementare con l'emoglobinas tissutale. Rimangono invece pochi i tipi di telangiectasie degli arti inferiori trattabili con il laser, senza scleroterapia associata. Cio' perche questo tipo di telangiectasie riconosce una diversa genesi e diverse eziologie, oltre ad essere piu' difficilmente aggredibile, perche' si tratta di vasi piu' profondi e di maggior calibro, rispetto a quelli del viso. Percio si preferisce impiegare dei sistemi laser non specifici per l'emoglobina, ma che possano penetrare maggiormente, pur non riconoscendo i tessuti. La differenze tra il trattamento con questi laser rispetto al trattamento con il bisturi elettrico sta nel fatto che il danno necrotico provocato da questi laser (diodo, neodimio-YAG) e' immediatamente evidente e limitato ai tessuti pigmentati, mentre il bisturi elettrico da' la necrosi post-termica che si presenta dopo circa 48 ore e puo essere doppia, rispetto alla lesione evidente immediatamente. La differenza tra marchio elettrico e marchio laser e' stata dimostrata anche sul cadavere (*Graev, Medicina Legale*).

In dermatologia ci sono due tipi di laser molto utili per le dermoabrasioni, in quanto vengono assorbiti dall'acqua tissutale, per cui l'evaporazione dei diversi strati epidermici non si accompagna obbligatoriamente a carbonizzazione e. oltre ad essere estremamente superficiale preprogrammabile, permette anche di vedere i diversi strati epidermici gia' durante l'intervento, in campo praticamente esangue. Si tratta dei laser CO2 computerizzato e del laser Erbium-YAG. L'Erbio e' impiegato per le dermoabrasioni piu' superficiali, in quanto il suo picco di assorbimento nell'acqua e' circa dieci volte maggiore del laser CO2 e i piccoli vasi non vengono coagulati, mentre il laser CO2 si utilizza maggiormente per le

dermoabrasioni piu' profonde e dove e' utile un effetto di microcoagulazione vassale diretta e contrazione del collagene (effetto "shrinkage"). . Cio' interessa la medicina estetica, con il cosiddetto laser resurfacing di rughe, ridule, cicatrici post-acneiche profonde, rinofima, Xantomi, Xantelasma ed altre imperfezioni cutanee superficiali; ma la stessa metodica e' applicata anche in altri settori, come per la detersione chirurgica delle ulcere cutanee e dei decubiti, che viene effettuata con anestesia topica e con enorme risparmio di tessuto sano e di sangue. Le fotoescissioni dei nei sono giustificate solo se non accompagnate da sutura chirurgica, altrimenti la guarigione dopo taglio termico tramite laser e' piu' lenta che dopo taglio meccanico con bisturi. E' sempre possibile effettuare l'esame istologico del prelievo bioptico di i margini del tessuto asportato sono sempre ben evidenti. Il vantaggio rispetto al bisturi normale sta nel risparmio di tessuto sano e nella minore evidenza della cicatrice post-chirurgica.

Il laser CO<sub>2</sub> e' un ottimo fotoescissore oltre che coagulatore selettivo, per cui e' impiegato nell'eliminazione di verruche e condilomi e per il trattamento dell'unghia incarnita senza onissectomia completa.

Una serie di laser che emettono soprattutto nel visibile vengono assorbiti solo da tessuti detti cromofori, di colore di lunghezza d'onda complementare ai diversi laser, ed agiscono solo su questi cromofori, che sono quindi il loro bersaglio, secondo la teoria della fototermolisi selettiva. La relativita' di questa teoria sta nel fatto che l'organismo umano e' composto da tessuti di diverso colore che si embricano tra di loro, per cui una selettivita' assoluta e' rara, e d'altronde non basta che il raggio arrivi ad essere assorbito da un tessuto di colore complementare, ma bisogna anche che la dose di radiazione sia tale da avere su quel tessuto l'effetto desiderato, sia esso un effetto chirurgico o solo "terapeutico". Inoltre, non sempre il tessuto cromoforo coincide con il bersaglio: e' il caso per esempio dei vasi degli arti inferiori, dove il cromoforo per i laser di lunghezze d'onda compresa tra 532 e 577 e' l'emoglobina ma il bersaglio e' la parete del vaso, per cui l'Hb permette solo la maggior concentrazione del raggio nel lume vasale, innesca un processo di microtrombosi e dunque distrugge in via indiretta il bersaglio.

La teoria della fotolisi selettiva e' validissima nel trattamento delle pigmentazioni cutanee e dei tatuaggi, dove si adoperano quasi sempre laser di lunghezza d'onda complementare al colore delle lesioni. Per concentrare ancora di piu la radiazione sul bersaglio si cerca di ridurre l'esposizione della radiazione al minimo indispensabile, in modo da rispettare il tempo di rilassamento termico cutaneo, definito come il tempo in cui un tessuto diffonde ai tessuti circostanti il 50% del calore che riceve per irradiazione. Tale tempo di rilassamento termico cutaneo cambia per ciascun tessuto ed e' enormemente influenzato da una serie di fattori esogeni ed endogeni, incluso lo stato neuroendocrino del paziente. A livello epidermico, comunque, piu' si rispetta il tempo di rilassamento termico cutaneo e piu' e' rispettata anche la stessa epidermide. Trattando le lesioni cutanee con sostanze colorate, si puo' influenzare enormemente l'assorbimento e la concentrazione dei raggi laser che emettono nel rosso e nel vicino infrarosso, arrivando a circoscrivere la lesione in superficie e permettendo di abbassare le dosi di radiazione e quindi i disagi per i pazienti, durante e dopo l'intervento, con riduzione del tempo di guarigione. Questo concetto e' applicato per esempio nella cura delle leucoplachie del cavo orale, dove la soluzione Mashberg, normalmente adoperata per la diagnosi, viene utilizzata anche come fotoassorbente, per cui basta una dose minima di laser di lunghezza d'onda complementare per distruggere selettivamente il tessuto leucoplasico, senza disagi per il paziente (Longo e Marangoni). Nel trattamento delle lesioni pigmentate sono spesso utilizzati i laser Q-Switch, che al momento sono sostanzialmente due, il laser a neodimio-YAG e quello ad alexandrite. Il Q-Switch e' un particolare tipo di emissione per cui tutta l'energia della sorgente laser si sprigiona contemporaneamente sul tessuto per tempi di nanosecondi o picosecondi. Il vantaggio e' che la lesione e' estremamente selettiva e superficiale, lo svantaggio e' che, se la patologia di base e' spessa, solo il primo strato di essa verra' coagulata, per cui necessitano molte applicazioni prima di eliminarla.

La depilazione per ipertricosi ed irtsutismo e o comunque per motivi estetici e' oggi spesso eseguita con laser emettenti nel vicino infrarosso e con luce pulsata da 590 a 1200 nm. Nessuno di questi sistemi da' risultati permanenti e definitivi, perche' la ricrescita dei peli dipende soprattutto dalla loro natura: mentre i peli malformativi una volta eliminati non ricrescono mai, quelli sensibili agli ormoni steroidi ricresceranno sempre e comunque, poiche le cellule staminali totipotenti presenti nel derma, sotto stimolo ormonale si differenzieranno sempre in bulbi piliferi in quella determinata zona. Il vantaggio nell'uso di queste metodiche e' dato dal fatto che sono ben tollerate soggettivamente ed oggettivamente dal paziente, permettono di trattare anche tutta la superficie cutanea contemporaneamente e richiedono relativamente poche applicazioni diluite nei mesi per avere dei risultati.

Vitiligo e psoriasi sono oggi trattate con laser ad eccimeri, enfatizzando il fatto che queste tecniche darebbero meno pericoli di cancerogenesi rispetto alle tecniche tradizionali, perche' la luce e' piu' filtrata e direzionale e ogni applicazione dura meno, ma dimenticando il fatto che si tratta sempre di raggi ultravioletti, che colpiscono con maggior concentrazione relativa il bersaglio, per cui sono tutte da dimostrare la loro minore pericolosita' e la loro maggiore efficacia.

Il trattamento laser degli angiomi e' invece da considerare elettivo per questo tipo di patologie. Si tratta solo di scegliere di volta in volta il tipo di laser da adoperare, in base al caso specifico. (Apfelberg ed Aster)

In ginecologia il laser e' adoperato di routine per le conizzazioni della cervice uterina in caso di cancro cervicale, con l'enorme vantaggio di preservare la normale funzionalita' della cervice in caso di gravidanza. Viene adoperato altresì per la chirurgia miniinvasiva nella displasia cervicale, per escidere condilomi, e sperimentalmente nella distrofia vulvare. I laser possono anche monitorare la funzionalita' endometriale durante il ciclo ed in gravidanza (Vaitkuvienė et Al), ed in via sperimentale vengono impiegati anche per accrescere la fertilita' (Oshiro).

In gastroenterologia ed in broncologia i laser vengono impiegati in endoscopia, per disostruire soprattutto esofago e colon-retto occlusi da processi vegetanti cronici quali i cancri, per escidere processi neoformati come polipi e papillomi, e per coagulare le piccole emorragie. In proctologia si adoperano per l'escissione completa delle emorroidi e delle fistole anali, per la coagulazione delle ragadi e per la dissezione sacrale nel trattamento del cancro del retto. I vantaggi principali in queste patologie consistono nei ridotti tempi di guarigione e in un miglior decorso post-operatorio. Nel caso delle fistole, c'e' anche l'assenza pressochè totale di recidive. (Longo- Corcos)-Lanzafame et Al impiegano i laser anche per il trattamento della calcolosi del Coledoco e per l'asportazione della colecisti per via per cutanea, di solito laser a Nd-YAG o diodo 810 nm, piu' raramente alexandrite.

*In otorinolaringoiatria l'impiego dei laser su specifiche indicazioni e' ormai entrato nell'uso comune. In dettaglio, il trattamento laser e' indicato per l'ipertrofia dei turbinati, Polipi nasali, Sinusiti croniche, Patologia laringea, Patologia delle corde vocali, Vertigini, Acufeni, Sindrome dell'ATM, "Sonno rumoroso" Otologia. Un ottimo trattato sui laser in otologia e' stato scritto recentemente da V. Oswal e Coll. Neoplasie del cavo orale. Si impiegano prevalentemente laser 532 nm, 1064 nm, 810 nm e 1064 nm. L'oftalmologia e' il settore dove i laser hanno rivoluzionato ogni sistema di diagnosi e cura, tanto che oggi ogni oftalmologo dovrebbe essere in grado di adoperarli. Le indicazioni sono molteplici, dalla cura della miopia al trattamento delle degenerazioni maculari retiniche e delle emorragie, della cataratta secondaria e moltissime altre indicazioni ultraspecialistiche, che quindi esulano dalla presente trattazione. L'odontoiatria sta mostrando sempre nuove indicazioni e ogni anno in Laser Florence si confrontano i principali gruppi mondiali (Lynn-Powell, Brugnera, etc), per stabilire le linee guida da adottare aldilà delle mode. In urologia A. Hofstetter e Reza Malek hanno mostrato gli impieghi pratici della terapia fotodinamica dei tumori della vescica e del basso uretere, la prostatectomia laser con laser 532 nm e Nd-YAG, e il calcolo dell'ultimo tratto ureterale trattato con laser. Nell'ambito cardiovascolare, i laser sono adoperati per la disostruzione coronarica ma anche delle arterie periferiche, ed in via sperimentale per la dissoluzione delle placche aterosclerotiche.*

## **LASER TISSUE WELDING**

SALDATURA LASER DEI TESSUTI, SI USA SPERIMENTALMENTE IN MICROCHIRURGIA PER SALDARE I PICCOLI VASI SENZA PUNTI DI SUTURA, IN USA, Germania, Israele, Giappone, Australia e altri

In conclusione, il laser in medicina e chirurgia è in continua e rapida evoluzione, ma non sono ancora state messe a punto linee guida veramente valide per tutte le applicazioni, a parte le regole della Food and Drug Administration americana su efficacia, oltre che su sicurezza d'impiego e protezione. Utilizzato in situazioni non indicate e da mani inesperte, il laser può causare danni anche gravi. Da qui la necessità di istituire a livello universitario una scuola di specializzazione post-laurea che si occupi esclusivamente di tecnologie laser medico-chirurgiche, che formi medici in grado di affiancare altri specialisti facendo loro adoperare questi raggi in maniera ottimale, esattamente come fanno i radiologi con i raggi X.