

LASERTERAPIA

La terapia con Laser si fonda sulla possibilità di fornire ai tessuti energia elettromagnetica.

L'espressione LASER rappresenta l'acronimo di Light Amplificator by Stimulated Emission of Radiation (amplificazione di luce per mezzo di emissione stimolata di radiazioni).

La luce laser, che è stimolata e non riscontrabile in alcun fenomeno naturale, è **polarizzata**, cioè vibra coerentemente su un solo piano, è **monocromatica**, in quanto prodotta da una sola frequenza e con un'unica lunghezza d'onda, è in **coerenza di fase**.



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA

Un'apparecchiatura laser è un sistema essenzialmente formato da tre elementi:

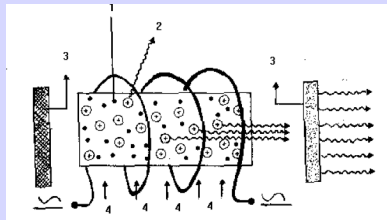
- il mezzo attivo,
- la sorgente di attivazione,
- il risonatore ottico.

Il mezzo attivo è formato da materiale solido, liquido o gassoso che, opportunamente stimolato, emette una radiazione; esso è responsabile della lunghezza d'onda di emissione.



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA



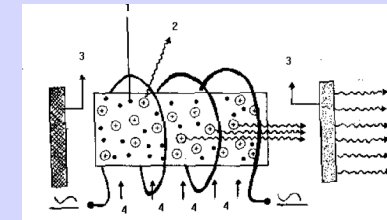
La sorgente di attivazione, indispensabile per innescare la reazione, fornisce al materiale attivo l'energia che permette l'emissione della radiazione.

Il risonatore ottico è formato da un sistema di specchi che permette di amplificare le onde elettromagnetiche della luce laser.



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA

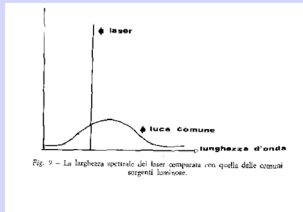


I fotoni liberati dal processo di stimolazione sono dotati di caratteristiche di coerenza, collimazione, monocromaticità e brillantezza: in altri termini sono in fase nel tempo e nello spazio, percorrono direzioni di propagazione parallele, hanno la stessa frequenza e possono raggiungere intensità di energia elevate in aree molto ristrette.



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA - Monocromaticità

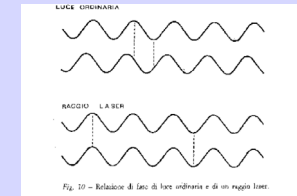


Solo una certa lunghezza d'onda viene amplificata in modo che la radiazione è rappresentata, spettrograficamente, da una riga estremamente stretta (vedi Fig. 6); perciò, parlando in termini di colore, l'irraggiamento laser è di una « purezza » che normalmente non ha riscontro in natura.



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA - Coerenza

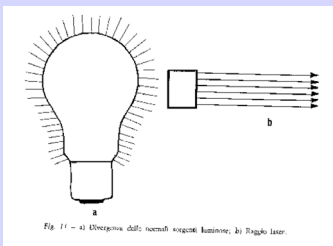


Nel caso del raggio laser, tutte le onde oscillano con la “stessa cadenza”, il che non avviene con la luce ordinaria dato che durante la emissione i singoli “emettitori di luce” irradiano la loro luce indipendentemente uno dall'altro (ad esempio parti dello stesso filamento di lampadina). Il raggio laser dimostra quindi un “livello d'ordine” non ottenibile con la luce ordinaria.



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA - Direzionalità



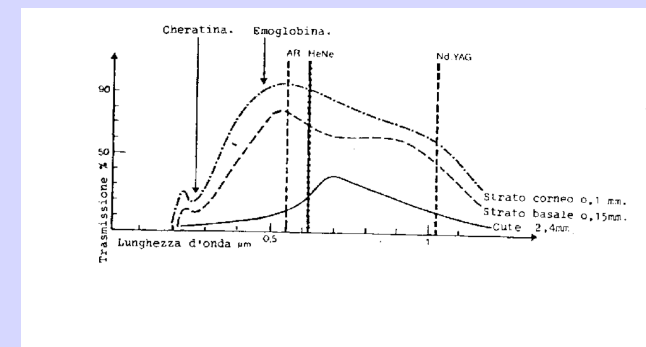
Dato che viene amplificato solo il raggio che passa vicino agli assi del risonatore il raggio emesso è decisamente “parallelo” (o come suol dirsi direzionale).

Mediante lenti e specchi è possibile produrre un punto focale estremamente piccolo (diametro da 3 a 10 volte più grande della lunghezza d'onda)



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA - Assorbimento

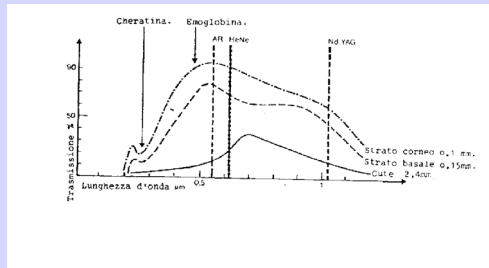


A seconda del tipo di sostanze e del contenuto d'acqua, il raggio laser presenta differenti coefficienti di assorbimento nei vari tipi di tessuto.



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA - Assorbimento

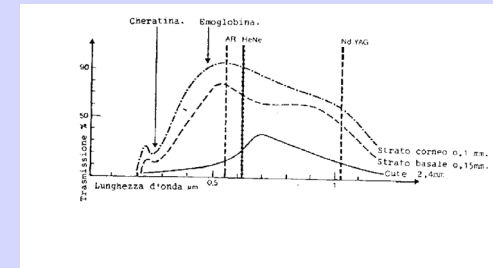


Naturalmente questo effetto dipende in gran parte dalla lunghezza d'onda. L'esempio dato in figura mostra il differente assorbimento di alcuni componenti della pelle. Durante l'assorbimento, la maggior parte dell'irraggiamento laser viene trasformata, dopo qualche processo intermedio, in vibrazioni caloriche.



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA - Assorbimento

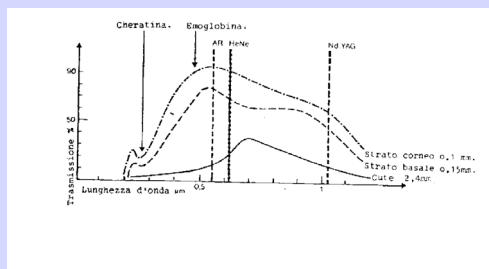


La figura mostra come la capacità di penetrazione dei laser nei tessuti è particolarmente alta nella regione spettrale da 0,6 a 1,1 micron (rosso-vicino infrarosso)



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA - Assorbimento

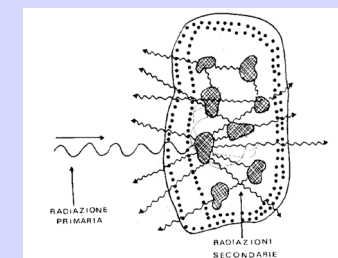


I laser che emettono sotto 0,4 micron (ultravioletto) o sopra 1,8 micron (infrarosso lontano) sono invece completamente assorbiti in un sottile strato di tessuto. Ne consegue che l'energia irraggiata viene convertita entro un piccolo volume tissutale.



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA - Dispersione

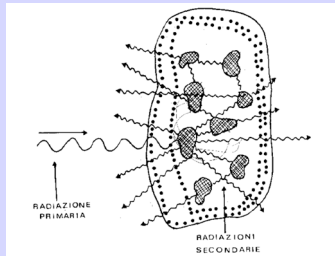


A causa delle disomogeneità ottiche del tessuto, il raggio laser in gran parte non si propaga in linea retta, come in aria, ma si verificano numerosi processi di dispersione che causano frequenti cambi di direzione.



University of Naples "Federico II" - Dept. of Biomedical, Electronic and Telecommunications Engineering
Biomedical Engineering Unit - Via Claudio, 21 80125 Napoli tel: +39 081 7683788 fax: +39 081 5934448
Prof. Antonio FRATINI - e-mail: a.fratini@unina.it

LASERTERAPIA - Dispersione



La dispersione allo stesso modo dipende in gran parte dalla lunghezza d'onda e dal tipo di tessuto. In generale, la luce rossa o infrarossa viene dispersa solo leggermente se confrontata con la luce blu o ultravioletta. La dispersione coinvolge la zona adiacente anche nel caso di un irraggiamento estremamente localizzato.



LASERTERAPIA

I parametri che devono essere considerati per definire le caratteristiche fisiche del laser sono:

1. lunghezza d'onda,
2. potenza,
3. modalità di emissione.



LASERTERAPIA – lunghezza d'onda

A seconda del materiale attivo, oggi i laser possono essere attivati praticamente a tutte le lunghezze d'onda dall'ultravioletto all'infrarosso lontano.

In alcuni tipi di laser (ad esempio: laser a coloranti) è possibile sintonizzarsi (tuning) su diverse lunghezze d'onda con continuità entro una certa banda di emissione.

Secondo il tipo di laser la fonte dell'energia di pompaggio può essere o una scarica elettrica, o una reazione chimica, o un'energia luminosa che proviene da una lampada, o anche da un altro laser.



LASERTERAPIA - lunghezza d'onda

Se la lunghezza d'onda di emissione si trova nel campo di trasmissione dei vetri ottici (praticamente il visibile) l'irraggiamento laser può essere effettuato guidandolo attraverso sistemi ottici quali: lenti, fasci di fibre, fibre ottiche, ecc. Nel punto focale del sistema ottico possono essere ottenute alte densità di potenza, in modo che tutti i materiali noti possono essere evaporati in questo punto, naturalmente utilizzando un laser di adeguata potenza.



LASERTERAPIA - potenza

Per quanto concerne la potenza (Watt) occorre fare una distinzione fra potenza di picco (potenza massima di emissione per ogni pulsazione) e la potenza media registrata al puntale in 1 sec. E' inoltre importante rapportare la superficie irradiata con la potenza in uscita (densità di potenza Watt/cm²) o con l'energia ceduta (densità di energia J/cm²).

L'emissione laser può essere continua, pulsata (scariche ripetute a frequenze più o meno elevate), a flash o Q-switched (brevi emissioni di alta potenza di picco).



LASERTERAPIA – modalità di emissione

L'emissione laser può essere:

1. continua,
2. pulsata (scariche ripetute a frequenze più o meno elevate),
3. a flash o Q-switched (brevi emissioni di alta potenza di picco).



LASERTERAPIA

Trattandosi in buona sostanza di un'onda elettromagnetica che attraversa un mezzo disomogeneo (come è il substrato biologico) è importante ricordare per una migliore comprensione del fenomeno le caratteristiche generali del passaggio della luce attraverso i tessuti.

L'onda elettromagnetica in parte attraversa i tessuti non modificata grazie al fenomeno della trasmissione, che si osserva prevalentemente nel rosso e infrarosso per lo scarso assorbimento cellulare a queste lunghezze d'onda, in parte viene diffusa, data l'eterogeneità del mezzo, anche in senso retrogrado (back scattering).



LASERTERAPIA

Le interazioni laser-tessuto possono essere suddivise in quattro categorie principali:

Fotofisiche: viene sfruttata la monocromaticità del laser per eccitare il cromoforo bersaglio (emoglobina, mioglobina, acqua ecc.),

Fotochimiche: il processo di assorbimento è seguito da una serie di reazioni chimiche che modificano il substrato biologico,

Fototermiche: dovute alla conversione dell'energia utilizzata in calore,

Fotomeccaniche: focalizzando impulsi ultracorti di elevata potenza di picco su volumi molto piccoli si ottengono vere e proprie vibrazioni meccaniche.



LASERTERAPIA

Le strutture maggiormente interessate dall'azione del laser in terapia fisica sono:

1. Nocicettori e fibre nervose periferiche
2. Vasi sanguigni e linfatici
3. Muscoli
4. Tendini, capsula articolare fibrosa, legamenti
5. Membrane sinoviali, borse e liquido sinoviale



LASERTERAPIA

Gli effetti biologici della Laserterapia consistono :

- effetto biostimolante ed eutrofico su tessuti danneggiati e su quelli cicatriziali
- azione antiflogistica e antiedemigena
- aumento della vascolarizzazione e del drenaggio linfatico
- effetto antalgico

Uno dei limiti dell'utilizzo della Laserterapia è rappresentato dalla scarsa capacità di penetrare in profondità, ciò è dovuto alla forte interazione dell'energia con la materia biologica, ricca di acqua.

Per questo i gli effetti terapeutici sono forzatamente limitati ai tessuti molli superficiali.

