

# Utilizarea radiatiilor Laser

## TERAPIE LASER

Eficiența, viteza, absența durerii, caracterul aseptice, lipsa limitelor de vârstă și a efectelor secundare - acestea sunt caracteristicile excepționale ale laseroterapiei. Abstractie făcând de folosirea de data relativ recentă a laserilor în medicina, în ultimii ani literalmente sfera de utilizare a acestora a crescut atât de mult încât acum a apărut ideea de a delimita domeniile în care se folosește laseroterapia :

- 1) în clinica bolilor interne ( la îmbolnăvirea sistemelor cardiovasculare, respiratorii, genito-urinare, organelor digestive);
- 2) în chirurgie, traumatologie și ortopedie;
- 3) în clinica neurologică (în bolile și traumele sistemului nervos central și periferic, afecțiunile vegetative);
- 4) în bolile de piele ;
- 5) în practica pediatică;
- 6) în unele boli ale sistemului endocrin și afectării metabolismului;
- 7) în obstetrică și ginecologie;
- 8) în stomatologie;
- 9) în otorinolaringologie;
- 10) în oftalmologie.

Urmare nenumăratelor cercetări, s-a constatat că radiația laser de nivel energetic mic are acțiune antiinflamatorie, desensibilizatoare, de alinare a suferinței, spasmolitice, anti-edematoasă, stimulează procesele metabolice, regenerative și imunizatoare. Aprobarea laseroterapiei făcută în diverse condiții clinice a evidențiat existența unui specific anume al influenței ei. S-a constatat că metoda respectivă, înainte de toate, și-a demonstrat eficiența în vindecarea bolilor la baza cărora stă afectarea trofică neurovasculare. Acesta este un cerc larg de boli neurogene și vasculare de durată îndelungată. Laseroterapia poate să îmbunătățească substanțial eficiența vindecării complexe a multor boli cronice, activând procesele de sanogeneză. Laseropunctura s-a recomandat singură într-o manieră deosebită - stimularea cu raze laser a zonelor de acupunctură. Acesta este unul din domeniile laseroterapiei. O direcție cu mari perspective este craniopunctura cu laser ( laseroterapia cerebrală), care are frecvent un efect ridicat în cazul unor boli neuro-psihice și traumei craniocerebrale. În practica clinică tot mai pe larg se introduce una din modalitățile de eficiență ale laseroterapiei - tratamentul intravenos cu raze laser al sângelui. Astfel, laseroterapia este o ramură a medicinei cu laser ce se dezvoltă dinamic. Perspectivele de utilizare a ei sunt evidente, iar introducerea ei în practica medicală de fiecare zi este doar o chestiune de timp.

Nu este departe momentul în care cu ajutorul radiației laser de nivel energetic scăzut va fi posibilitatea de a influența selectiv diversele ingrediente chimice ale celulelor și țesuturilor. Cum molecula fiecărei substanțe are propriul ei spectru de absorbție, se poate alege în mod dirijat radiația cu lungimea de undă corespunzătoare și să se procedeze la stimularea combinației biologice active necesare. Drept rezultat al desfășurării acestei acțiuni procesul metabolic se

accelereaza sau se încetinește, ceea ce se manifesta benefic asupra evolutiei procesului patologic.

## PREMISELE SI PRINCIPIILE DE BAZA ALE LASEROTERAPIEI

Spre deosebire de chirurgia cu laser, care foloseste instalatii laser de mare intensitate ( zeci de wati si peste ), în laseroterapie se foloseste radiatia laser a carei putere se masoara în miliwati. Fara a afecta celula si tesutul, ea are un efect biostimulator pronuntat, care activeaza cele mai importante procese vitale ale organismului. O asemenea actiune nu a fost neasteptata pentru cercetatori. În medicina diverselor perioade de timp, începând cu antichitatea, s-au cunoscut bine caracteristicile terapeutice ale luminii.

În cadrul primelor cercetari stiintifice din domeniul terapiei cu lumina intra si experimentele lui I. Moleschott, datând din 1854. În cadrul lor s-a demonstrat ca schimbul de gaze ( la generarea bioxidului de carbon gazos) la broaste are loc mai intensiv la lumina decât în întuneric. Totusi lucrarea respectiva a fost supusa criticii din partea unor cunoscuti fiziologi ai vremii respective Flugger si Brown-Sekar, care au considerat ca lumina poate actiona asupra animalelor numai prin intermediul ochilor. Dupa aproape 30 de ani ( în anul 1881 ) I.Moleschott a repetat din nou propriile sale experimente. S-a demonstrat ca la lumina generarea de bioxid de carbon gazos la animalele care vâd este cu 20-45% , iar la cele care sunt oarbe cu 10-30% , mai mare decât în întuneric. El a tras concluzia ca prezenta organului vazului doar modifica efectul de baza. În afara de aceasta, s-a constatat actiunea de activizare a luminii în cazul unei iluminari directe a unui tesut de muschi izolat.

Aceste date au o valoare principiala si în zilele noastre, deoarece exista parerea ca mecanismul actiunii luminii vizibile asupra organismului animal conduce la reactia reflex ce apare ca raspuns la excitarea centrilor foto din organul vazului.

De la sfârșitul secolului al XIX-lea au început sa se dezvolte intens diverse metode de fototerapie, ceea ce a fost legat de aparitia surselor artificiale de lumina. O contributie mare la dezvoltarea tratamentului cu lumina a adus-o savantul danez N.R.Finsen ( 1860 - 1904 ) laureat al premiului Nobel în 1903. Au fost elaborate bazele fototerapiei cu lumina rosie, si cu ultravioletul apropiat si violet-albastru. O conditie deosebita pentru patrunderea profunda a luminii s-a dovedit a fi sângerarea pielii urmare strivirii ei cu sticla, ceea ce poate fi considerat ca prototipul metodicii contemporane prototip de actionare prin laseroterapie ( G.A. Askarian, 1982).

O etapa calitativ noul în dezvoltarea fototerapiei a început cu anii 60 din secolul al XX-lea legat de aparitia surselor de radiatie laser. Chiar în ajunul elaborarii în serie a laserilor heliu-neon (lungime de unda a radiatiei 632,8 nm), V.M. Iniusin cu colaboratorii au studiat activitatea biologica a luminii rosii ( lampile cu neon cu lungimi ale radiatiei 630-650 nm). S-a înregistrat o actiune pozitiva a acesteia asupra unei serii întregi de procese : accelerarea cicatrizarii ranilor, îmbunatatirea evolutiei bolilor de radiatii la animalele de experienta, o mai rapida cicatrizare a elementelor auto-transplantate s.a.m.d. Tot atunci s-a exprimat ipoteza ca radiatia rosie a laserului heliu-neon va avea o mai mare activitate biologica. Cele ce au urmat au confirmat pe deplin acest lucru.

### Natura biostimularii cu laser

Deoarece organismele vii si biosfera în ansamblu nu sunt sisteme izolate, ci deschise, care schimba substante si energie cu mediul ambiant, la doze optime de actiune cu radiatie laser se realizeaza o pompare energetica a organismului. Drept rezultat al acestui lucru se activeaza procesele sanogenetice.

Exista punctul de vedere potrivit caruia la nivel de sistem mecanismul biostimularii cu laser este

legat de reacțiile de homeostaza la acțiunea luminoasă. Cum în procesul evoluției organismul nu a fost supus acțiunii laserului, rezulta că el nu este adaptat la el și reacționează ca la un factor ce conduce la revoltare. Pe de altă parte lumina monocromatică din compoziția luminii albe nu are același efect biostimulator, ea fiind un factor obișnuit ( P.Greguss, 1985). Evident că densitatea puterii la lumina solară ( oscilează de la 10 la 100 mW/ cm<sup>2</sup> ) corespunde aproximativ marimii folosite în laseroterapie , dar efectul biostimulator al acesteia din urmă este mult mai mare. În ultimul timp se elaborează intens concepția acțiunii directe asupra organismului prin absorbția de rezonanță la nivel molecular (.T.Karu, 1989). În favoarea acestui model de laseroterapie există o serie de circumstanțe.

În primul rând, experimentele in vitro, cercetările spectroscopice cantitative au arătat caracterul rezonator al acțiunii radiației laser de nivel energetic redus asupra diferitelor celule funcție de lungimea de undă a radiației, doza și densitatea de putere.

Generalizând datele din literatura cu privire la influența radiației laser asupra obiectelor biologice, T.Karu și coautorii ( 1990) deosebesc următoarele nivele de realizare a reacției de răspuns :

1) **Subcelular** - apariția stărilor excitate ale moleculelor, formarea unor radicali liberi, reconstrucția stereochemică a moleculelor, creșterea vitezei de sinteză a albuminei, accelerarea sintezei colagenului și precursorilor acestuia, modificarea echilibrului oxigenului și activizarea proceselor de oxidare- refacere.

2) **Celular** - modificarea încărcării câmpului electric al celulei, a potențialului membranei sale, creșterea activității de proliferare s.a.

3) **Tisular** - modificarea pH-ului lichidului intercelular, activității morfo-funcționale și microcirculației .

4) **Organic** - normalizarea funcției unui organ oarecare.

5) **Sistemic și modificador de organizare** - apariția reacțiilor de răspuns complexe de adaptare neuro-reflexoare și neuro-humorale cu activizarea sistemelor simpatoadrenalinic și imunitar. Rezultatul final al biostimulării cu laser este creșterea rezistenței organismului și extinderea limitelor de adaptare a lui, adică reducerea sensibilității la diversele îmbolnăviri.

De regulă, laseroterapia se folosește în cazul bolilor cronice, care sunt însoțite de distrugerea troficii neurovasculare , în cazul unor procese îndelungate și de ofilire, când este necesar să se intensifice procesele de sanogeneză prin bioactivizarea direcționată. Pentru astfel de cazuri laseroterapia se poate considera ca o metodă specifică ( cu elemente de nespecificitate ).

Sucesiunea modificărilor ce au loc în cazul bioactivizării cu laser se poate reprezenta schematic în felul următor : interacțiunea radiației laser cu nivel energetic redus cu fotoacceptorii specifici și nespecifici → declanșarea unui complex de reacții fotofizice și fotochimice → activizarea sistemelor fermentative celulare cu amplificarea proceselor bioenergetice și biosintetice → intensificarea proliferării celulelor → amplificarea regenerării, formării celulelor sângelui, activității sistemului imunitar și a sistemului microcirculației → generalizarea efectelor locale ale laseroterapiei prin intermediul mecanismelor neurohumorale și neuro-reflexoare .

#### 4. Clase de laseri și standardizare

Institutul Român de Standardizare a preluat în 1996 standardul european al CENELEC din 1993 cu referire la securitatea aparatelor laser. Standardul român SR EN 60 825-1 împarte laserii în 4 clase după riscurile asociate în funcție de lungimea de undă, durata de emisie și puterea sau energia emisă. Standardul stabilește limite precise ale puterii și energiei pentru fiecare clasă de laseri, sub forma unor tabele, în funcție de lungimea de undă și durata de emisie a laserului.

Clasa 1 (fără riscuri cunoscute): sunt laserii ai căror parametri de funcționare nu implică pericole

in urma expunerii, si au puteri in unda continua  $< 0.39 \mu W$ .

Clasa 2 include laserii ce emit radiatie vizibila in domeniul 400...700 nm, cu puteri in unda continua ( $t > 0.25$  s) mai mici de 1mW, dar mai mari de  $0.39 \mu W$ . Laserii din aceasta clasa nu prezinta risc de incendiu, iar radiatia lor imprastiata nu este periculoasa. Ochiul este protejat de leziuni numai daca functioneaza reactia defensiva la lumina orbitoare, adica reflexul de clipire. Acest reflex apare la persoanele normale cu o intarziere de 0.25 s.

Clasa 3 (risc coborat si moderat) contine laserii a caror risc de incendiu este scazut iar expunerea de scurta durata a pielii nu este insotita de distrugeri. Clasa 3 este divizata in 2 subclase:

- clasa 3A (risc coborat): radiatia in spectrul vizibil a laserilor are puteri in unda continua ce nu depasesc 5mW, iar pentru laserii in impulsuri repetitive sau cu fascicul scanat limita de putere este de 5 ori mai mare fata de cea a laserilor de clasa 2; iradianta in orice punct al fascicului laser nu depaseste  $25 \text{ mW/m}^2$ ; pentru laserii ce emit inafara spectrului vizibil, radiatia nu trebuie sa depaseasca de 5 ori limitele clasei 1;

- clasa 3B (risc moderat): privirea direct in fascicul este totdeauna periculoasa; laserii in unda continua nu depasesc puterea de 0.5W, iar expunerea radianta a laserilor in impulsuri trebuie sa fie mai mica de  $10^5 \text{ J/m}^2$ . Reflexiile difuze nu prezinta risc daca distanta minima de privire depaseste 13 cm, iar timpul maxim de privire este sub 10s.

Clasa 4 (risc inalt): este clasa in care se incadreaza laserii de putere mare, care prezinta risc biologic prin expunerea la radiatia directa si difuza.

Expunerea maxima permisa poate fi determinata pentru diverse situatii concrete utilizand programe de calcul specializate.

In standardele de expunere se utilizeaza 2 termeni de referinta:

→ limita de emisie accesibila (AEL-accessible emission limit) = nivelul maxim de emisie accesibila permis pentru o anumita clasa de laseri;

→ expunerea maxima permisa (MPE - maximum permissible exposure) = nivelul radiatiei la care poate fi expus omul, fara a suferi efecte nedorite; in principiu organele sensibile sunt ochiul si pielea, care nu trebuie sa sufere raniri sau alterari imediate sau tardive. Aceste niveluri depind de lungimea de unda a radiatiei, de durata impulsului sau timpul de expunere, de tesutul expus si de dimensiunea imaginii pe retina pentru radiatia din vizibil si infrarosu apropiat (400-1400 nm).

## 5. Protectia laser

Ochelarii de protectie reprezinta mijlocul principal impotriva accidentelor produse de fasciculele directe sau reflectate. Sticla obisnuita protejeaza ochiul numai impotriva lungimilor de unda mai scurte de cca. 300 nm si mai lungi de cca. 2700 nm. Regiunea spectrala dintre cele 2 limite trebuie acoperita utilizand filtre optice speciale. Exista o larga varietate de ochelari de protectie, iar ei au inscrise lungimile de unda pentru care se aplica si densitatile optice corespunzatoare acestor lungimi.

Ochelarii folositi in protectia laser sunt caracterizati de urmasorii parametri:

- lungimea de unda sau domeniul spectral la care pot fi folositi;  
LI>expunerea radianta accesibila maxima sau iradianta maxima;
- expunerea maxima permisa;
- densitatea optica necesara a ochelarilor la o anumita lungime de unda;
- cerintele de transmisie a luminii vizibile;

- expunerea radiantă sau iradiantă la care are loc distrugerea ochelarilor;
- necesitatea unor lentile de vedere;
- confortul și ventilația;
- degradarea sau modificarea mediilor absorbante, chiar dacă este temporară sau tranzitorie;
- rezistența mecanică a materialelor;
- cerințele de vedere laterală;
- orice reglementare națională relevantă.

De exemplu ochelarii din plastic transparent realizați din policarbonat sunt adecvați pentru protecția în cazul utilizării laserului cu CO<sub>2</sub>, dar trebuie marcați pentru densitatea optică corespunzătoare. Ei pot fi folosiți până la puteri de 100 W, probabilitatea de străpungere prin ardere fiind redusă, deoarece purtătorul lor va reacționa într-un timp de 1 s după ce a detectat flama pe suprafața lentilei.

Echipament de protecție special: este destinat personalului din cercetare, întreținere, și în general personalului expus la radiație laserilor din clasa 4.

## 6. Recomandări

Luând în considerare riscul laser, și în România există reglementări și norme generale de protecția muncii cu privire la laseri. Acestea sunt specificate în „Norme Generale de Protecție a Muncii”, și fac referiri concrete la:

- valorile maxime admise ale expunerii energetice/iluminării energetice la nivelul corneei pentru expunerea oculară directă;
- valorile maxime admise ale expunerii energetice/iluminării energetice a ochilor la reflexii difuze ale fasciculelor laser sau la surse laser extinse;
- unghiurile limită ale surselor extinse;
- valorile maxime admise ale expunerii energetice/iluminării energetice a pielii.

Există de asemenea un set de norme specifice de securitate a muncii în cazul radiațiilor vizibile cu referire specială la laser, editate într-o culegere a Ministerului Aparării Naționale din România.