

*Lucrare comunicată la Sesiua de Comunicări Științifice STRATEGII XXI cu tema: „Securitatea și apărarea spațiului sud-est european, în contextul transformărilor de la începutul mileniului III”*

*Universitatea Națională de Apărare „Carol I”, București 13-14 aprilie 2006*

## **EVALUAREA GRADULUI DE REFLEXIE A ȚESUTURILOR ORGANISMULUI UMAN IN INFRAROȘU PRIN LASER-BIOFOTOMETRIE *IN VIVO***

Ala Bondarciuc<sup>1</sup>, Sorin Simion<sup>2</sup>, Silvi Ifrim<sup>3</sup>, Marius Petruțescu<sup>4</sup>,  
Bogdan Mastalier<sup>5</sup>, Constantin Tihon<sup>6</sup>.

The objective of the study is the research of the interaction particularities of the in vivo close infrared spectrum (850nm) with the tissues of the human organism, assessment of the medium reflexion coefficient in the intact tissues and in the pathologically modified tissues (edemas, hematoma, abceses). The determined medium reflexion coefficient in infrared in the intact tissues it is an index with medium values (between 55,7 - 68 ± 2,1 mVt), stabil in time. The determined medium reflexion coefficient in infrared determined in the pathologically modified tissues (edemas, hematoma, abceses) it's between 42+58 mVt ± 3,4 and it varies in time according to the evolution of the pathological process. In vivo laser-biophotometry allows finding the pathological processes, the evaluation and the monitorization of their evolution.

### **ÎNTRUDUCERE**

Medicina modernă nu mai poate fi concepută fără noile tehnologii, bazate pe principiile fizicii cuantice. Una din cele mai importante descoperiri din acest domeniu este laserul. Laserul s-a impus cu succes în medicină și biologie, atât ca instrument de cercetare, dar în mod special în diagnosticare, terapie și chirurgie. Astfel, în ultimul deceniu s-a constituit o nouă știință, multidisciplinară - BIOFOTONICA, care utilizează tehnologia fonică în proceduri și produse cu aplicabilitate în medicină și biologie [1, 6].

Dezvoltarea și diversificarea aplicațiilor medicale ale laserelor a elucidat o mulțime de aspecte privind interacțiunea radiației laser cu materia vie, dar și a adus în prim plan o serie de probleme necunoscute, legate de proprietățile de absorbție, dispersie și reflexie *in vivo* [4].

Țesutul biologic este neomogen, cu variații individuale semnificative, de care depinde răspunsul biologic și în final - efectul terapeutic. Proprietățile de absorbție sunt determinate de biochimia țesutului, iar proprietățile de dispersie de morfologia țesutului. În organismul uman, principalul substrat de absorbție în spectrul infraroșu apropiat este apa, oxigenul, hemoglobina și melanina [2].

Modificările patomorfologice și biochimice din țesuturi, însoțite de acumulare de lichid duc la modificarea semnificativă a coeficientului de absorbție și reflexie [3].

Din aceste considerente, una din problemele majore cu care se confruntă marile companii, producătoare de lasere terapeutice din întreaga lume este optimizarea metodologiilor și tehnologiilor terapeutice, găsirea unor soluții pentru dozarea individuală, controlul și monitorizarea efectului terapeutic. Abia în anul 2000 „United Space Device Corporation”, a ajuns la realizarea unor echipamente laser terapeutice cu dispozitive eficiente de biofotometrie [5]. Astfel, laser biofotometria bazată pe fenomenul de absorbție și reflexie a spectrului infraroșu din țesuturi, concepută și utilizată inițial pentru dozarea și monitorizarea terapiei laser, s-a dovedit a fi extrem de utilă în depistarea și monitorizarea evoluției proceselor inflamatorii acute [7].

**Obiective :** Cercetarea particularităților de interacțiune a spectrului infraroșu apropiat ( 850 nm ) cu țesuturile organismului uman . Determinarea coeficientului de reflexie în infraroșu (*in vivo*), din țesuturi intacte, care va fi luat ca punct de referință, în stabilirea coeficientului de reflexie în infraroșu din țesuturile modificate patologic (edeme, hematoame, abces). Evaluarea parametrilor optici a țesuturilor în funcție de particularitățile individuale constituționale ale organismului care vizează structura țesuturilor și gradul de pigmentare cutanată.

## MATERIAL ȘI METODĂ

Pentru stabilirea coeficientului mediu de reflexie în infraroșu (CMR IR) în *vivo*, din țesuturile intacte, nemodificate patologic, a fost luat în studiu un lot de 180 de persoane (elevi, studenți și alte categorii de persoane considerate practic sanatoase), 96 bărbați, 84 femei, cu vârsta cuprinsă între 14-80 ani. Pentru stabilirea coeficientului mediu de reflexie în infraroșu (CMR IR), în *vivo*, din țesuturile modificate patologic, a fost luat în studiu un lot de 120 de persoane: 52 bărbați, 58 femei, cu vârsta cuprinsă între 24-80 ani (72 edeme, 22 hematoame și 26 abcese).

Coeficientul de reflexie în infraroșu (IR), *in vivo* (transcutanat), din țesuturile intacte, și modificate patologic a fost determinat cu un aparat laser terapeutic «MILTA-F-8-01» dotat cu biofotometru. Sonda de emisie-recepție a biofotometrului în IR este calibrată la 100 mVt - valoare afișată inițial pe display. Prin aplicarea sondei pe pielea intactă, energia emisă de fotodiode penetrează învelișul cutanat, se dispersează în țesuturi (la o profunzime de 5-7cm), parțial se absoarbe, iar restul se reflectă. Această doză de energie care se reflectă din țesuturi este recepționată de sonda biofotometrului și afișată pe display (Coeficientul de reflexie).

Valoarea coeficientului de reflexie reprezintă: 100 mVt – minus energia absorbită în țesuturi. În mod similar se poate determina coeficientul de absorbție: 100 mVt - coeficientul de reflexie (afișat pe display). Astfel, coeficientului de absorbție și reflexie a spectrului infraroșu în țesuturi este un parametru obiectiv, măsurabil în milivați (mVt).

Pentru evaluarea proprietăților optice a țesuturilor *in vivo* și o prelucrare cât mai obiectivă a rezultatelor am realizat o hartă topografică a corpului uman cu desemnarea punctelor obligatorii pentru măsurarea coeficientului de reflexie. Cartografierea realizată permite înregistrarea mai rapidă și exactă a valorilor obținute și analiza lor comparativă în același plan.

Evaluarea proprietăților optice de absorbție dispersie și reflexie din țesuturile modificate patologic s-a efectuat în corelare cu țesuturile intacte adiacente zonei afectate și a zonei simetrice a corpului. Inițial s-a determinat Coeficientul Mediu de Reflexie în Infraroșu (CMR IR) din țesuturile intacte, apoi din zona afectată. În timpul investigației trebuie menținut același grad de apăsare a sondei asupra țesuturilor. Variațiile mai mici de 3-4 mVt (este marja de eroare a dispozitivelor digitale) și se încadrează în particularitățile de investigație a țesuturilor *in vivo*, iar variațiile, mai mari de 3-4 mVt, sunt considerate semnificative în evaluarea modificărilor țesutului investigat.

## REZULTATE

Parametrii de evaluare a rezultatelor investigațiilor Laser-biofotometrie *in vivo* din țesuturile modificate patologic, în corelare cu țesuturile intacte.

Tipul modificării tisulare	Forma clinică	Nr cazuri	Pondere %	CMR IR din zonele intacte	CMR din țesuturile modificate
<b>Edem local</b>	Insuficiență venoasă periferică, din care:	72	60		
	Tromboflebită superficială	5	4,17	62 ± 2,3	53 ± 4,2
	Tromboflebită profundă	18	19,98	61 ± 4,1	52 ± 3,2
	Tromboflebită cu angiodermită pigmentară	7	5,83	60 ± 3,1	44 ± 2,2
	Nefropatie diabetică	34	28,33	61 ± 2,3	53 ± 3,2
	Nefropatie gravide	8	6,66	62 ± 2,1	54 ± 4,2
<b>Edem inflamator</b>	Mastită	4	3,33	61 ± 4,2	52 ± 2,2
	Paraproctită	4	3,33	63 ± 3,2	51 ± 4,2
	Abces picior (Picior diabetic)	12	13,33		51 ± 3,2
	Fasceită necrozantă	6	6,66	63 ± 3,2	53 ± 2,2
<b>Hematom superficial</b>	Posttraumatic subcutanat	12	13,32	61 ± 4,2	43 ± 2,2
	Postoperator tromboflebită	8	6,66	62 ± 2,3	43 ± 2,2
<b>Hematom profund</b>	Posttraumatic, leziune mușchi gambă	2	1,65	60 ± 2,3	48 ± 2,2

## DISCUȚII

Prelucrarea statistică a rezultatelor conferă precizie și relativitate în aceeași măsură. Din acest considerent, analiza individuală a cazurilor are o mare pondere în sistematizarea datelor obținute și formularea unor concluzii cât mai obiective.

Comentariile în acest sens ar fi următoarele:

- Repartiția lotului pe sexe nu este relevantă. Coeficientul Mediu de Reflexie (CMR) în IR este la fel la bărbați și femei, înregistrându-se atât valori minime, cât și maxime. Analiza individuală a cazurilor a permis o corelare a valorilor obținute cu factorii cauzatori: la bărbați se înregistrează mai frecvent valori minime ale CR IR din cauza pilozității corporale abundente, iar la femei din cauza IMC (Indice al Masei Corporale) mai mare.
- Analiza mai atentă a cazurilor în corelare cu Indicele Masei Corporale mai mare a scos în evidență un fapt interesant: CR IR nu este relevant în cazurile când creșterea masei corporale este cauzată de obezitate (lipidele fiind transparente în spectrul IR 0,85-0,89 mkm), dar este semnificativ în creșterea masei corporale cauzate de retenția de lichide. În lotul martor investigat am depistat 14 asemenea cazuri (cu edeme ale membrilor inferioare), remarcând o scădere considerabilă (graduală) a CMR IR.
- Evaluarea rezultatelor în funcție de vârstă. Din datele obținute rezultă: Valorile CMR IR variază în funcție de vârstă între 59-66  $\pm$  2,3 mVt, în medie 7  $\pm$  2,3%. Însă această diferență se regăsește în structura țesutului: la vârstnici predomină într-o măsură mai mare țesutul lax, adipos, hidrofil.
- Dintre toți parametrii individuali de care s-a ținut cont în acest studiu mai semnificativ s-a dovedit a fi *gradul de pigmentare a învelișului cutanat*. Diferența de la gradul minim la maxim este de 13  $\pm$  1,4 %.
- Variațiile diurne ale CMR IR au fost studiate pe un lot de 25 persoane, la care a fost determinat CMR la un interval de 3 ore timp de 5 zile. Nu s-au remarcat variații semnificative, CMR IR fiind un indice stabil în timp.
- Dacă valorile medii ale CMR la lotul luat în studiu sunt de 55,7- 68  $\pm$  2,1 mVt (Variații 12, 6  $\pm$  2,1 %), în schimb variațiile individuale ale țesuturilor intacte în cadrul aceluiași organism nu depășesc 3  $\pm$  2,1 %, și zonele simetrice ale corpului nu diferă semnificativ.
- Coeficientul Mediu de Reflexie (CMR) IR în edeme aseptice ale membrilor inferioare cauzate de nefropatii, fara alte complicații scade gradual de sus în jos, de ex., de la 65 mVt – 63-62-60-58-57-56-55-53, simetric, la ambele membre
- O scădere graduală a CMR IR se constată și în tromboflebitele profunde. Valorile scad semnificativ în cazul complicațiilor, cum ar fi angiodermita pigmentară, până la 47- 42 mVt .

- În tromboflebita superficială se remarcă o scădere a CMR IR asimetrică – doar în zona afectată, dacă nu există alte complicații, sau o scădere la ambele extremități, dar menținându-se asimetria.
- În cazul edemelor inflamatorii, scăderea semnificativă se constată în centrul formațiunii patologice, cu creșterea indicelui spre periferie. Zona intactă se delimitează și corespunde valorilor CMR IR din zonele intacte adiacente sau simetrice.
- CMR IR în abcese, crește gradual în faza postoperatorie, pe măsura asanării focarului patologic și regenerării țesuturilor.
- Cea mai mare scădere a CMR IR se constată în hematoame, atât superficiale cât și profunde (43+48 mVt).
- Pe măsura reabsorbției hematoamelor, CMR IR crește gradual.
- Diferența semnificativă a CMR IR în hematoame față de edeme permite o evaluare rapidă a situației în cazuri urgente (traumatisme).
- Investigațiile prin Laser-biofotometrie pot fi repetate, de câte ori este necesar.
- Simplitatea și rapiditatea cu care se efectuează această investigație reprezintă unul din marile sale avantaje în urgențe, deoarece diagnosticul complicațiilor postoperatorii rămâne o problemă de actualitate în chirurgia abdominală. Metodele utilizate în prezent pentru monitorizarea evoluției proceselor inflamatorii acute de la cele clasice cum ar fi simpla termometrie, analizele clinice de laborator, radiografie - până la cele mai moderne - ultrasonografie, endoscopie, termografie, tomografie computerizată, ș.a., în primul rând necesită timp – timpul, care poate fi fatal pentru sănătatea și viața bolnavului în cauză. În al doilea rând necesită aparatură costisitoare și personal calificat, care nu pot fi accesibili oricând oricărei secții de chirurgie și în al treilea rând – nici una din metodele menționate nu poate fi repetată la nesfârșit pentru monitorizarea evoluției procesului inflamator.

### **CONCLUZII**

1. CMR IR determinat în țesuturile intacte este un indice cu valori medii cuprinse între  $55,7- 68 \pm 2,1$  mVt, stabil în timp.
2. CMR IR determinat în țesuturile modificate patologic (edem, hematom, abces) sunt cuprinse între  $42+58$  mVt  $\pm 3,4$ , și variază în timp, în funcție de evoluția procesului patologic.
3. Laser-biofotometria *in vivo* permite localizarea, evaluarea și monitorizarea evoluției proceselor patologice însoțite de retenție de apă în organism, diferențierea proceselor ce țin de acumularea de grăsime (în obezitate, Sindrom X metabolic, etc)
4. Laser -biofotometria este o metoda neinvazivă, obiectivă, cu un înalt grad de informativitate, este inofensivă - poate fi repetată de câte ori este

necesar, ușor de realizat - asemenea termometriei și nu necesită personal calificat.

5. Metodologia propusă are un aport direct la: depistarea la timp a unei complicații, infecții, necesitatea continuării terapiei medicamentoase sau a unei reintervenții. Dacă în abdomenul acut decizia unei intervenții chirurgicale este iminentă, aportul metodologiei propuse la monitorizarea postoperatorie este inestimabil.
6. În situații de calamități, catastrofe, datorită accesibilității, simplității și rapidității realizării laser-biofotometria în infraroșu poate fi utilizată ca screening pentru localizarea unor procese patologice grave (ruptură de mușchi, organ , hematom intern etc) situat în profunzime (5-7 cm).

### BIBLIOGRAFIE

1. Alexandrov M.V., Barâbin V.I. Barâbin M.V., Primenenie sovremennoi biospectrofotometriceskoii lasernoii diagnostiki v kliniceskoi practice. Naucino-tehniceskii sbornik „Ispolizovanie laserov dlia diagnostiki i lecenia zabolevanii”, №1, 31-33. 1996.
2. Alexandrov M T. Osnovî lasernoii kliniceskoi biofotometrii, Soci, 10-16, 1991.
3. Alexandrov M T. Razrabotka metodov lasernoii biofotometrii dlia diagnostiki i lecenia hirurghiceskih zabolevanii. Diss doct.med., 154, 1992.
4. Balakov V. F., Iliin Y. V., Polonskii A. K. Magnito-Infrakrasnâi lazernâii terapevticeskii aparat «Milta-F» - instrument dlya diagnostiki, profilaktiki, lecenia i prognozirovania. Naucino-tehniceskii sbornik «Ispolyzovaniia laserov dlya diagnostiki i lecenia zabolevanii» Nr 1.S.47-52. 1996
5. Builin V. A., Alexeev yu. V., Antonova G. A. i dr. Primenenie lecebno-diagnosticeskih magnito-IR-lazernâh terapevticeskih apparatov «Milta-F» v mediținskoii practice. Posobie dlya vracei. Izadanie vtoroie, pererabotanae dopolnitelinoe. Moskva. **Vol. 1. S. 85.** 2001
6. Golubinskaia I. N. Biotehniçeskaia sistema fotometriceskoii diagnostiki sostoianie kojnâh pokrorob. Avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. S. 17. 1984
7. Isaev A K Lazernaia biofotometria v diagnostike i prognozirovanii tecenia vospalitelinâh zabolevanii pridatkov matki Metodiceskoe posobie Ministerstvo zdrazvohronenia Rossiiskoi Federatții, Moskva, P 28, 2002

Doctor în Științe Medicale, Spitalul Clinic Colentina

<sup>2</sup> Conferentiar, Doctor în Științe Medicale, Spitalul Clinic Colentina

<sup>3</sup> Doctor în Științe Medicale, Spitalul Clinic Colentina

<sup>4</sup> Doctor în Științe Medicale, Spitalul Clinic Colentina

<sup>5</sup> Doctor în Științe Medicale, Spitalul Clinic Colentina

<sup>6</sup> Doctor în Științe Medicale, Spitalul Clinic Colentina