

« MID » OU « MYTHE » LASER ET PATHOLOGIE ABARTICULAIRE

PAR

C. GOBELET*, J.-L. MEIER**, H. VOLKEN***

Avant de définir le Laser, rappelons quelques notions d'histoire de la physique.

En 1917, Einstein avait déjà pensé à la possibilité d'émission stimulée. Cette hypothèse fut par la suite oubliée, et ce n'est qu'en 1954 que Townes construit le premier amplificateur et oscillateur à émission stimulée qu'il dénomme M.A.S.E.R. (Microwave Amplifier by Stimulated Emission of Radiation).

En 1958, Schawlow et Townes postulent la possibilité de faire fonctionner un tel système à des fréquences très élevées correspondant aux radiations visibles.

* Service de médecine physique et rééducation fonctionnelle, Hôpital régional, Sion.

** Service universitaire d'orthopédie et de traumatologie de l'appareil moteur, Hôpital Orthopédique, Lausanne.

*** Faculté des sciences sociales et politiques, Secteur statistiques, Université de Lausanne.

Ainsi naît le L.A.S.E.R. (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). En 1960 est fabriqué le premier modèle de Laser optique à rubis (Maiman) et en 1961 apparaît le premier Laser à gaz Hélium-Néon.

PRINCIPE DU LASER

Quelques notions de physiques fondamentales s'imposent pour comprendre le principe du Laser. Que sont : la lumière ? l'amplification de lumière par émission stimulée ?

La lumière. — Il s'agit d'une radiation électromagnétique et elle représente un mode de propagation de l'énergie dans l'espace. Selon Maxwell, les radiations électromagnétiques sont conçues comme des oscillations d'un champ électrique et d'un champ magnétique orthogonales entre elles et transversales par rapport à la direction de propagation de la lumière. Elles s'expriment graphiquement par une sinusoïde ayant une période (T), une fréquence (ν), une vitesse (C : 300 000 km/sec.).

Depuis Planck, on sait que l'énergie d'une radiation n'est pas distribuée de façon continue, mais subdivisée en corpuscules énergétiques nommés « quanta » dont l'énergie est donnée par la formule $E = h\nu$ ou h est la constante de Planck $6,55 \cdot 10^{-27}$ erg/sec. et ν la fréquence de radiation.

L'amplification de lumière par émission stimulée. — L'atome est constitué d'un noyau formé de protons et de neutrons autour duquel gravitent, sur des orbites différentes, des électrons. Si l'on soumet un atome à une radiation de fréquence déterminée, un électron se chargera d'énergie incidente et passera à un niveau énergétique supérieur. Ensuite, dans un délai de quelques nanosecondes, l'électron reviendra à son niveau énergétique fondamental émettant l'énergie préalablement acquise ($e = h\nu$).

De même si un rayon lumineux d'une certaine longueur d'onde frappe un atome qui se trouve en phase d'excitation, le système retournera à l'état fondamental en émettant une radiation qui va amplifier l'onde lumineuse initiale.

Pour causer le phénomène Laser, le photon doit posséder une énergie égale à la différence entre l'état fondamental et excité de l'atome. De cette façon, chaque photon désexcitant l'atome en produit un autre. Ce procédé permet d'obtenir un rayon composé d'un nombre élevé de photons (expliquant la puissance du Laser) et ayant les mêmes caractéristiques physiques (longueur d'onde, énergie, direction de propagation) définissant les caractères propres de la lumière Laser :

- *monochromie* : une seule longueur d'onde principale ;
- *cohérence* : ondes électromagnétiques émises en phase et oscillant à la même cadence ;

— *émission directionnelle* : très faible divergence (imposée par la cavité résonnante).

La puissance d'émission de la source Laser se quantifie en *brillance* (puissance de la source rapportée à l'angle solide d'émission).

MODE DE PRODUCTION

Les éléments actifs Lasers peuvent être stimulés par une énergie sous forme : d'onde lumineuse, de décharge électrique ou de réaction chimique. Suivant le mode de production, on aura un Laser à gaz, solide, ou colorants liquides dont l'émission peut être continue ou, pulsée, focalisée ou non.

Ces appareils peuvent se présenter sous forme de : *Power-Laser* (quelques dizaines de watts d'intensité. Ils sont utilisés en chirurgie. L'émission est en général continue). *Mid-Laser* (puissance intermédiaire (quelques milliwatts de puissance moyenne). Utilisé en médecine de rééducation et *Soft-Laser* (surtout utilisé en dermatologie et en acupuncture. Efficacité ?).

Les Mid-Lasers utilisés en pathologie abarticulaire sont essentiellement : à *Infra-Rouge* (I.R.) (de 904 nanomètres de longueur d'onde et dont la pénétration tissulaire est de 3 cm environ) et à *Infra-Rouge* et *Hélium-Néon* (I.R. + He-Ne). (He-Ne : longueur d'onde 632,8 nanomètres ; pénétration supposée 1-3 millimètres ?)

Ces Mid-Lasers ont une puissance moyenne d'émission pulsée (200-4000 Hz) variant suivant les modèles et comprise entre 0,1 et 20 milliwatts. L'impulsion rectangulaire dure en général 200 nanosecondes.

EFFETS BIOLOGIQUES

Vibration calorique : le coefficient d'absorption, différent en fonction des tissus, est relatif à la longueur d'onde. Durant l'absorption la plus grande partie de l'onde Laser est transformée en vibration calorique [1]. La quantité d'énergie distribuée aux tissus par les Mid et Soft-Lasers est insuffisante pour provoquer des lésions thermiques.

Accélération des processus métaboliques in vitro : sur des cultures de cellules humaines traitées par Mid-Laser à basse densité d'énergie on constate une augmentation de l'incorporation d'uridine (constituant du R.N.A.), donc de la synthèse du R.N.A. Il s'ensuit une augmentation de la vitesse de la mitose [2]. Cette activité est utile dans la cicatrisation.

Diminution du seuil de perception des terminaisons ou des voies de conduction algogènes : cet effet amène une analgie [3,4,5].

Action propre de la lumière Laser : non encore élucidée [6]. Production de radicaux libres ?

Sur la base de ces observations le Mid-Laser a été utilisé dans le traitement des affections de l'appareil locomoteur en misant sur l'effet antalgique, l'émission se faisant soit sur les trigger-points [7], soit sur les tendons, ligaments, voire sur les articulations ou sur les hématomes superficiels [8,9].

Ces rappels fondamentaux nous amènent à nous poser la même question que Servot-Viguier sur l'efficacité de la laserthérapie en pathologie abarticulaire [10] : « Mid » Laser ou « Mythe » Laser ? La littérature foisonne de publications alternant des résultats thérapeutiques favorables avoisinant 90 % avec des observations beaucoup plus pessimistes signalant 10 % d'effets favorables [10]. Les études publiées sont cependant difficilement comparables car utilisant des Lasers différents ou introduisant la laserthérapie dans un schéma thérapeutique multiple. Il nous a paru intéressant d'évaluer l'efficacité d'un rayonnement Mid-Laser dans le traitement de certaines affections abarticulaires.

RÉSULTATS PERSONNELS

*Cross-over
randomized
clinical trial*

16 patients présentant un rhumatisme abarticulaire en phase aiguë (moins de deux mois d'évolution) ont été étudiés. Ils ont été traités au moyen d'un Laser à émission Hélium-Néon (He-Ne) de 1 milliwatt de puissance maximale (longueur d'onde 632,8 nanomètres). Ce type de Laser émet également, à la demande, un rayonnement Infra-Rouge (I.R.) dont la longueur d'onde est de 904 nanomètres et la puissance maximale de 60 watts pour une puissance moyenne réelle théorique à 800 Hz de 9,6 milliwatts (Levellaser M 101^B). Chaque malade a subi 12 séances, 6 se faisant sur la position ON (He-Ne + IR) et 6 sur OFF (He-Ne). Tant le médecin que le patient n'étaient au courant de la séquence thérapeutique (OFF/ON ou ON/OFF), celle-ci ayant été déterminée par randomisation. Par ailleurs le rayonnement Laser visible dû à l'émission He-Ne était toujours présent masquant au patient la séquence thérapeutique. L'évaluation clinique, réalisée avant traitement et après 6 et 12 séances, était basée sur un score de 0 à 3 (tableau I).

Les patients soumis à la séquence OFF présentaient avant traitement 75 % de score 0 et 1 et 25 % de 2 et 3 ; après 6 séances 68,75 % avaient encore un score de 0 et 1 et 31,25 % de 2 et 3. Pour la séquence ON les scores 0 et 1 représentaient avant traitement 87,5 % et les 2 et 3, 12,5 %. Après 6 séances nous notions 25 % de score 0 et 1 et 75 % de 2 et 3 ($p < 0,01$) (tableau II).

Le score moyen pour le groupe ON est passé de $0,87 \pm 0,61$ à $2,06 \pm 0,93$ (amélioration moyenne $1,19 \pm 0,75$ ($p < 0,001$)). Pour le groupe OFF le score a évolué de $0,93 \pm 0,77$ à $1,25 \pm 0,48$ soit une amélioration moyenne de $0,32 \pm 0,48$ (NS) (tableau III).

L'analyse des résultats met en évidence une différence nette d'efficacité entre les 2 séquences thérapeutiques et qu'il faut attribuer à l'émission IR. Cette efficacité (6,25 % pour OFF contre 64,5 % pour ON) nous paraît pour le moins aussi bonne que celle que l'on obtient avec d'autres méthodes thérapeutiques.

TABLEAU I. — EVALUATION CLINIQUE

Score	Paramètres
0	<ul style="list-style-type: none"> — Douleur vive. — Diminution d'un tiers de la mobilité articulaire. — Activité sportive impossible. — Incapacité professionnelle totale.
1	<ul style="list-style-type: none"> — Douleur modérée. — Mobilité articulaire complète. — Activité sportive nulle. — Capacité professionnelle complète.
2	<ul style="list-style-type: none"> — Douleur occasionnelle. — Mobilité articulaire complète. — Activité sportive légère. — Capacité professionnelle complète.
3	<ul style="list-style-type: none"> — Pas de douleur. — Mobilité articulaire complète. — Activité sportive complète. — Capacité professionnelle complète.

TABLEAU II. — EVOLUTION CLINIQUE AVANT ET APRES LE TRAITEMENT

	Avant	Après
« Off »	0 : 5 1 : 7 12 = 75 % 2 : 4 3 : 0 4 = 25 %	0 : 2 1 : 9 11 = 68,75 % 2 : 4 3 : 1 5 = 31,25 %
« On »	0 : 4 1 : 10 14 = 87,5 % 2 : 2 3 : 0 2 = 12,5 %	0 : 1 1 : 3 4 = 25 % 2 : 6 3 : 6 12 = 75 %

Cependant la population restreinte étudiée demande une interprétation nuancée de l'analyse statistique des résultats. En faveur de nos observations, signalons qu'une étude ouverte réalisée sur 70 patients présentant une affection abarticulaire a donné des résultats identiques, à traitements semblables, à ceux obtenus dans la séquence ON de cette étude.

Ainsi donc, si l'utilité du Mid-Laser semble établie en pathologie abarticulaire, il nous paraît que d'autres travaux en double aveugle sont nécessaires pour mieux cerner son efficacité.

TABLEAU III. — SCORE CLINIQUE MOYEN AVANT ET APRÈS LE TRAITEMENT

	Avant	Après
« Off »	0,93 ± 0,77	1,25 ± 0,77
amélioration moyenne :	0,32 ± 0,48	p < 0,001
« On »	0,87 ± 0,61	2,06 ± 0,93
amélioration moyenne :	1,19 ± 0,75	

RÉSUMÉ

Le L.A.S.E.R. (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) est une forme relativement nouvelle de thérapie en pathologie abarticulaire. Les Lasers utilisés appartiennent au groupe des Mid-Lasers à Hélium-Néon et Infra-Rouge dont la puissance moyenne est de quelques milliwatts en émission pulsée. L'usage d'un tel Mid-Laser nous a permis d'observer, en pathologie abarticulaire, un résultat prometteur pour une durée de traitement limitée.

SUMMARY

« Mid » or « Myth » Laser and abarticular rheumatism. — The L.A.S.E.R. (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) is a relatively new therapeutical modality in abarticular rheumatism. The most commonly used Lasers are in the Mid-Laser group with Helium-Neon and Infra-Red emissions. The average intensity is in Milliwatts with pulsed emission. The use of Mid-Laser permits us to observe, in the treatment of abarticular rheumatism, very encouraging results during a very short period of treatment.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] SCARDIGNO A. — *Laser. Elementi di terapia e di radioprotezione*. Ed. Marrapesa D.E.M.I., Roma, 1983. [2] MESTER E. — Effects of laser-rays on wound healing. *Am. J. Surg.*, 1971, 122, 532. [3] BENEDICENTI A. — Biostimolazione con laser a semi conduttore : Ipotesi riguardante i meccanismi che presidono alla sua azione analgesica a breve termine. *Paradontologia et Stomatologia*, 1979, 3. [4] POWERS S.K., ADAMS J.E., EDWARDS M.S.B., BOGGAN J.E., HOSOBUCKI J. — Pain relief from dorsal root entry zone lesions made with argon and carbon dioxide microsurgical lasers. *J. Neurosurg.*, 1984, 61, 841-847. [5] LOPATEGUI J.M. — Laser et traumatologie sportive. *These. Med. Marseille*, 1984. [6] GOLDMAN L. — Laser action at the cellular level. *JAMA*, 1966, 198, 641. [7] KROY W. — *Principles of stimulation therapy by laser radiation*. Int. Acupuncture Congress, Buenos-Aires, November 1976. [8] CIGOLINI M., SALA G., VAN WESTHEROUT

G. — Relatione clinica sperimentale preliminare sul l'effeto terapeutico di un biostimolatore laser CO² in pazienti di pertinenza reumatologica. *La Riabilitazione*, 1979, 12, 4. [9] CIGOLINI M., COLOMBO I., VELLUTI C. — La laserterapia CO² in medicina sportiva : nuove prospettive di terapia. *La Riabilitazione*, 1980, 1-13. [10] SERVOT-VIGUIER D., MORAND B. — *Le « Mythe Laser »*. Journée Nationale de Physiothérapie, Lyon, p. W₁-W₃, 1984.