Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

Phlébologie 2009, 62, 2. p. 9-14

Proposition d'un modèle mathématique du calcul de l'efficacité de la mousse sclérosante par analogie avec l'effet biologique du laser

A proposed mathematical model to calculate the efficacy of sclerosing foam by analogy with the biological effects of laser

Sadoun S.

Résumé

Depuis la mise au point du premier laser dans les années 1960, de nombreux de travaux ont permis de créer une théorie de l'action de la délivrance de photons hautement énergétiques sur les tissus vivants. L'action des molécules sclérosantes pour les parois variqueuses, dont le but est d'entraîner une disparition non sanglante des varices, a été étudiée principalement sur un versant clinique selon une méthodologie échec/succès.
La similitude de certaines actions du laser et de la mousse sclérosante nous amène à proposer un équivalent de l'Irradiance et de la Fluence - qui caractérisent tout laser - sous la forme d'une Efficacité sclérosante et d'une Puissance sclérosante respectivement.
Pour théorique que soit cette approche, elle constitue une première étape vers la construction d'un modèle mathématique permettant de comparer les mousses entre elles pour différentes molécules, différents procédés de fabrication et différents temps d'application.
Le résultat de nos calculs montre que le temps de contact entre la mousse et la paroi variqueuse a une action plus nette que la concentration du produit utilisé ou la modification de la surface traitée.

Mots clés : *Laser, mousse, temps de contact.*

Summary

Since the development of the first Laser in the 1960's, much work has been carried out so that it is possible to propose a theory on the action of the highly energetic photons delivered to living tissues. The action of molecules, with a sclerosing effect on the walls of varicose veins, which aim at causing a disappearance of the varicose veins, has been studied mainly on a clinical basis according to a methodology of failure/success.
The similarity of certain actions of Laser and of sclerosing foam, justify the proposal of an equivalence of Irradiance and Fluence – the hallmark of any Laser – with sclerosing Efficiency and sclerosing Power respectively.
However theoretical this approach may be, it establishes the first step towards the construction of a mathematical model allowing the comparison of different foams obtained from different molecules by different techniques and with different durations of contact.
The result of calculations showed that the duration of contact between the foam and the varicose wall had more effect than the concentration of the solution or than modification of the treated surface.

Keywords: Laser, foam, duration of contact.

Introduction

La médecine a toujours su s'emparer des découvertes scientifiques dans le but d'améliorer la prise en charge des patients.

Il existe un nombre infini de découvertes qui ont permis directement ou indirectement de faire avancer l'exploration des organes et les traitements : les rayons X, Les rayons gamma, la théorie quantique, le laser, l'informatique etc.

Les découvertes sont en général issues de la théorie pure, moteur de la recherche fondamentale.

Hôpital Tenon, 4 Rue de La Chine, 75020, Paris.
E-mail : drsadoun@wanadoo.fr
Accepté le 12 mars 2009

En 1905 **A. Einstein** écrit que : « ... lorsqu'un rayon de lumière est diffusé à partir d'un point, [l'énergie] ... consiste en un nombre fini de quanta d'énergie qui sont localisés en des points de l'espace, se déplaçant sans être divisés et qui peuvent être absorbés ou générés seulement comme un tout. » (1)
Cette phrase, fondamentale pour la physique des particules émane d'un physicien théoricien qui cherche à expliquer l'effet photo-électrique découvert par **Philipp Von Lenard** en 1887, un élève de **Rudolf Hertz**, si cher aux échographistes.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

De nos jours, il semble que la théorie des quanta a toujours existé.

Les différentes recherches vont aboutir à la mise au point au début des années soixante du premier LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) Rubis de 694 nm (16 mai 1960, par **Theodore Maiman**).

Depuis près de 50 ans, les **lasers** ont fait l'objet de recherches approfondies dans tous les domaines, aidées en partie par les recherches réalisées dans un but strictement militaire.

Les premières publications concernant la sclérothérapie remontent au début du XX^{e} siècle avec **J. Genevrier** et **JA. Sicard** qui réalisent chimiquement ce que **Hippocrate**, - cinq siècles av. JC - avait réalisé en incisant une varice : la sclérose.

La recherche de drogues de plus en plus efficaces et de plus en plus concentrées a fait place dans les années 1990 à une recherche de puissance basée sur une modification physique des solutions pour cibler l'effet sclérosant et maximiser l'effet d'une seule injection. (2).

Il nous a semblé que l'effet biologique des **lasers** avait certaines similitudes avec l'effet des mousses sclérosantes. Le développement d'équations permettant d'expliquer voire de prévoir l'effet des mousses sur la paroi variqueuse peut amener à quantifier le rôle respectif du temps de contact, de la concentration – si chère à nos maîtres - et de la quantité injectée sur le résultat attendu.

Matériels

Mousse sclérosante et puissance sclérosante : (Graphe 1)

De nombreuses études ont établi que la mousse sclérosante est un progrès indéniable dans la prise en charge de la maladie variqueuse de par l'action lytique ciblée sur l'endothélium variqueux.

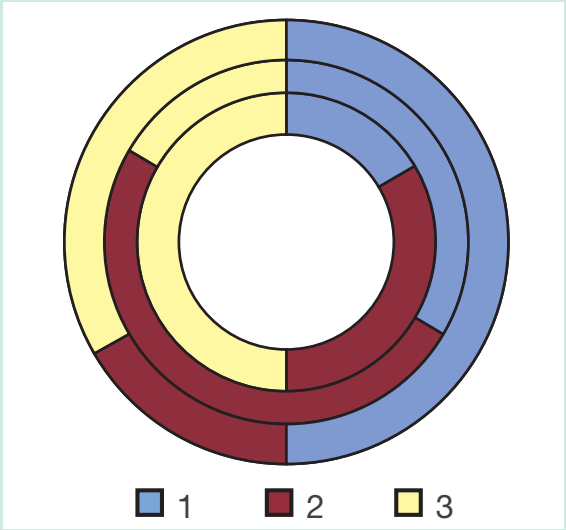
Sur un plan théorique, on peut considérer que la puissance sclérosante d'une mousse est fonction de trois paramètres au moins :

- La Concentration de l'agent sclérosant moussant
- Le pouvoir Couvrant
- Le temps de Contact mousse-endothélium

Concentration :

Il existe une concentration minimale en dessous de laquelle, le nombre de molécules de substance sclérosante est trop faible pour assurer la cohésion nécessaire au film tensioactif enserrant les molécules d'eau dans les conditions standard de fabrication.

De manière empirique, on considère qu'avec une concentration inférieure à 0,125% pour l'Aetoxisclérol® et à 0,05 % pour le Trombovar®, il est quasiment impossible d'obtenir une mousse stable injectable.



GRAPHE 1 : 1 = Concentration, 2 = Pouvoir Couvrant, 3 = Temps de Contact.

Pouvoir Couvrant :

Injecter de la mousse consiste à reconstituer la colonne de mousse contenue dans le volume de la seringue dans le volume vasculaire. Seule une mousse compacte, stable et fluide peut permettre un refoulement de la colonne sanguine et un remplissage correct.

Différents auteurs ont proposé une légère surpression – avec les risques de fuite vers le réseau des communicantes et des perforantes que cela suppose - pour optimiser le contact au plus près de la colonne de mousse et de l'endothélium.

Temps de contact :

Une fois la bonne concentration déterminée et une mousse de qualité obtenue, intervient un paramètre essentiel, probablement à l'origine de l'incroyable efficacité de la mousse : le temps de contact.

Si l'usage de solutions autorise un contact fugace avec la paroi variqueuse, la mousse permet – en théorie – un contact d'une durée au choix de l'opérateur. On passe ainsi à des temps de l'ordre de la minute voire pour certains auteurs de dix à 20 minutes.

Ces trois paramètres sont reliés de manière schématique par l'équation suivante.

Puissance Sclérosante = Concentration + Pouvoir Couvrant + Temps de Contact

L'établissement de cette égalité est intuitif et sert à démontrer que si l'on considère que la puissance

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

	P	Watts			Watt * secondes	Joules
I =	—	—	F =	I * t	———	—
	S	Cm^2			cm^2	cm^2

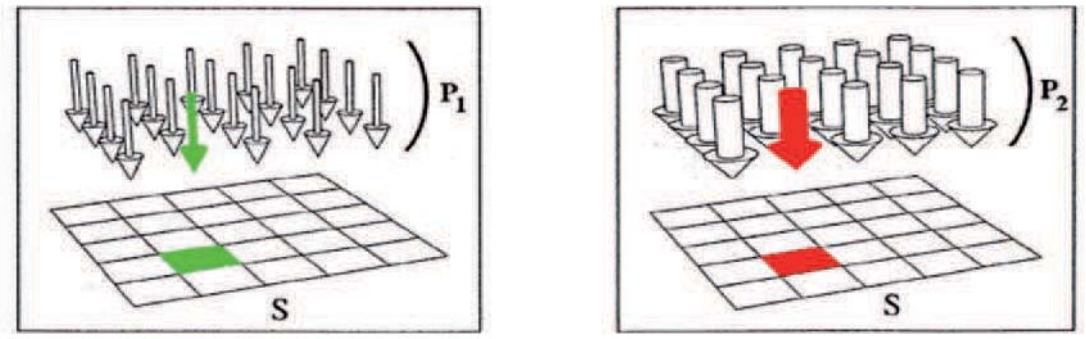
I = Irradiance
P = Puissance en Watts
S = Surface en cm2

F = Fluence
t = secondes

TABLEAU 1 : Irradiance.

En augmentant la puissance on augmente l'irradiance

P↗ I↗



En augmentant la durée d'illumination on augmente la fluence

T↗ F↗

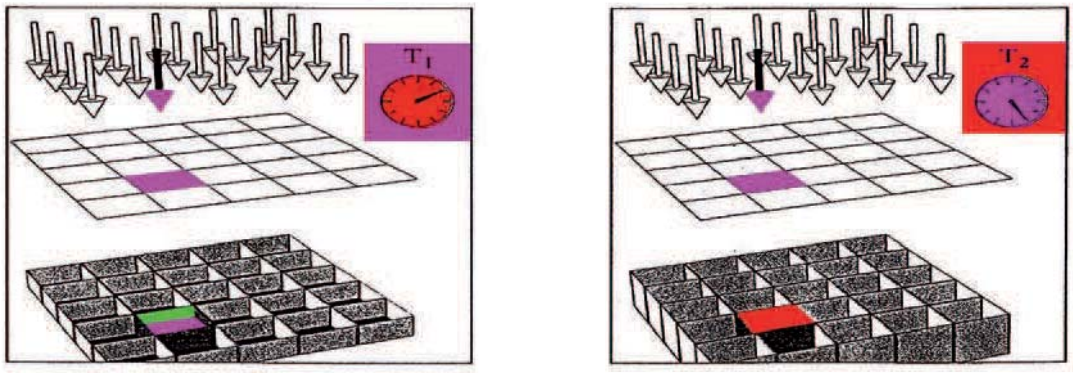


SCHÉMA 1 : (d'après G. Bourg-Heckly).

sclérosante est une constante, la variation de l'un quelconque des paramètres « C » doit entraîner une variation inverse de l'un ou l'autre des 2 autres paramètres.
Par exemple, l'utilisation d'une concentration plus faible sera compensée par une augmentation du temps de contact.

Données fondamentales sur les LASERS :
Un laser est défini par une Irradiance et une Fluence.
- *L'irradiance « I »* est la quantité de puissance délivrée par unité de surface, elle est exprimée en Watt par cm^2. (nb. 1 Watt = 1 joule par seconde)
- *La Fluence « F »* est un débit d'énergie, elle est exprimée en Joules par cm^2.