

I Peau et lasers

Le laser Nd:YAG en usage conventionnel et non conventionnel



H. CARTIER¹, B. PUSEL², T. FUSADE³

¹ Centre médical Saint-Jean, ARRAS.

² Cabinet de Dermatologie, SAINT-PAUL-DE-VEUCE.

³ Cabinet de Dermatologie, PARIS.

Le laser Nd:YAG est un laser solide constitué d'un cristal, le YAG (*Yttrium Aluminium Grenat*), dopé avec un ion trivalent actif de terre rare, le néodyme. Deux types de fonctionnement peuvent être obtenus avec le laser Nd:YAG : continu ou impulsional. Il émet un faisceau d'une longueur d'onde de 1064 nm qui est peu absorbé par l'oxyhémoglobine et par la mélanine comparativement aux autres lasers mais

qui pénètre bien plus, ce qui est un avantage notamment en mode épilatoire mais aussi pour traiter un désordre vasculaire épais ou plus profond, au-delà du millimètre.

Les appareils disponibles diffèrent essentiellement par leur système de refroidissement (contact, spray ou froid pulsé), mais aussi par le train de pulse qui n'est jamais indiqué mais qui peut expliquer les différences de fluence ou de temps de pulse conseillés par les industriels.

■ Un usage conventionnel

1. Dans le domaine vasculaire

C'est le laser de référence pour le traitement des varicosités jambières, en complémentarité de la sclérose. Il faut néanmoins s'armer de patience pour traiter et suivre les téléangiectasies ou leurs veines réticulaires d'alimentation. On pourra s'aider de la transillumination afin de cartographier au mieux les zones à traiter. Au-delà de 2 à 3 mm de diamètre, le traitement, bien que possible,

devient douloureux. Dans tous les cas, il faut corréliser sans cesse les paramétrages et le système de froid de l'appareil au diamètre, à la couleur du vaisseau et aux zones plus ou moins sensibles à la douleur pour obtenir un résultat. Ainsi, le diamètre du spot va osciller entre 1,5 mm pour les fins vaisseaux des jambes ou des ailes du nez afin d'éviter les brûlures thermiques, 3 mm pour les veines plus larges comme les veines périorbitaires (**fig. 1 à 3**) (avec une main expérimentée et une protection absolue de tout le cadre orbitaire) et jusqu'à 5 mm pour les veinectasies ou les angiomes veineux de grande taille [1, 2].

Plus le diamètre du spot est grand – rarement au-delà des 5 mm – plus la fluence est basse et c'est le réglage du temps de pulse qui peut alors moduler la photocoagulation immédiate de la lumière vasculaire. Trop de froid, ou de façon trop prolongée, avant le tir réduit également l'impact thermique du tir laser.

Les ampoules veineuses, les nodules angiomateux (comme ceux de la lèvre) sont accessibles uniquement avec un



Fig. 1 : Veine périorbitaire avant laser Nd:YAG.



Fig. 2 : Veine périorbitaire juste après les tirs laser.



Fig. 3 : Veine périorbitaire 6 semaines après la session laser.

pulse long et une fluence modérée. L'anesthésie locale est néanmoins conseillée et il faut prévenir du risque d'œdème et d'ecchymoses les jours suivants.

En fait, quasiment toutes les indications vasculaires sont accessibles au laser Nd:YAG : angiomes rubis multiples, botryomycomes, grosses télangiectasies faciales dans le cadre d'une maladie de Rendu-Osler ou de part et d'autre de cicatrices, notamment pré-sternales. La limite est l'érythrose pure bien que certains optimisent leur laser en procédant à un balayage de plusieurs centaines de tirs avec des fluences de 4/5 joules, un diamètre de 5 mm, un temps de tir inférieur à 0,5 ms pour provoquer un "stress vasculaire" et un remodelage collagénique par une élévation thermique progressive et prolongée de quelques minutes, sécurisée dans certains cas par un capteur thermique continu qui indique la limite d'échauffement cutané à ne pas dépasser.

Le laser Nd:YAG peut aussi être associé, dans un même tir, au laser à colorant pulsé. Peu de praticiens maîtrisent néanmoins cette combinaison, la cantonnant à quelques indications bien particulières comme les zones malléolaires et certains angiomes plans ou dysplasies

vasculaires ou encore dans les rosacées résistantes [3-5]. L'usage du Nd:YAG dans les angiomes plans et celui de nanoparticules d'or, récemment révélé pour traiter l'acné, sont encore au stade de la prospection [6].

De même, dans un registre de LLT (*low level therapy*), le laser Nd:YAG a été proposé dans quelques *white papers* comme une aide intéressante dans la cicatrisation des ulcères de jambes : 35 J/cm², 20 ms et 1,6 ms, spot de 4 mm avec des passages successifs aidés pour une meilleure tolérance du froid pulsé et des séances répétées plusieurs semaines de suite [7]. Il en est de même pour le mal perforant dans le pied diabétique mais toujours avec de petites séries et des paramétrages empiriques.

2. En mode épilatoire

Le Nd:YAG est la référence pour les phototypes foncés et les peaux bronzées. Les nouveaux appareils avec des spots au-delà de 15 mm, des fréquences supérieures à 2 Hz ou, grâce à des scanners de quelques centimètres de surface, des temps de tir courts tout en gardant de fortes fluences permettant même de s'approcher des résultats des lasers alexandrites, qui sont reconnus comme étant la référence sur les peaux blanches.

■ Un usage off-label

Le laser Nd:YAG reste malgré tout méconnu dans d'autres indications, considérées comme non conventionnelles.

1. Maladie de Verneuil et pathologies périannexielles

L'usage du laser Nd:YAG dans la maladie de Verneuil et les pathologies périannexielles fait régulièrement l'objet de publications. Si on induit une destruction des poils, on améliore – sans que l'on sache réellement pourquoi – le processus inflammatoire des hidradénites suppurées. Comme les fluences et les temps de tir conseillés sont souvent élevés (35 J/cm², 20 ms), la douleur ressentie pendant les tirs n'est pas toujours bien acceptée par le patient d'autant qu'on l'utilise aussi bien sur des zones inflammatoires, abcédées que froides. Il n'est d'ailleurs pas toujours facile de distinguer des foyers inflammatoires quiescents profonds qui peuvent parfois même être réactivés par le laser.

Dans le même registre, le kyste pilonidal peut, dans certains cas – s'il n'est pas trop profond (moins de 5 mm) – être une indication du laser Nd:YAG. D'aucuns l'utilisent également dans les microkystes sébacés pour rompre et chauffer les parois [8, 9].

Crème ultra-réparatrice**
ANTI-MARQUES

- MARQUES RÉSIDUELLES
- POST-ACTES DERMATOLOGIQUES SUPERFICIELS

**Brevet déposé **des couches superficielles de la peau

A-DERMA
AVOINE RHEALBA®

MIEUX DANS SA PEAU, MÊME FRAGILE



EPITHELIALE A.H
DUO

I Peau et lasers



Fig. 4 : Utilisation du laser Nd:YAG pour une acné mixte en modé défocalisé 5J/cm², 0,3 ms.

De même, le mode balayage à faible fluence dans l'acné inflammatoire modérée (**fig. 4**) ou les rosacées acnéiformes est régulièrement proposé avec des résultats probants mais sur de petites séries de cas non contrôlés [10]. Il ne s'inscrit pas dans les habitudes françaises à la différence des pays asiatiques ou nord-américains qui le proposent couramment, sans risque d'effets de résistance bactérienne ou secondaires généraux contrairement aux médicaments classiquement proposés. Il pourrait aussi avoir un intérêt pour les acnés chéloïdiennes de la nuque [11] et l'activation de nanoparticules d'or qui s'incorporent dans les glandes sébacées afin de réduire les acnés inflammatoires.

2. Intérêt dans l'infection

Depuis quelques années, des résultats sont régulièrement publiés pour l'**onychomycose**. Bien que la FDA ne lui reconnait plus qu'un intérêt cosmétique et non thérapeutique, on recense des médecins convaincant et convaincus de son efficacité. On ne sait pas très bien quel effet a le laser Nd:YAG, les divers tests *in vitro* ne montrant pas d'efficacité sur les spores sauf à fluence élevée, ce qui est impossible en pratique clinique sans risque d'abîmer la matrice et le lit sous-unguéal. Il n'y a pas non plus d'explication rationnelle : stress vasculaire à moins que les lamelles de kératine chauffées par des

tirs successifs ne se transforment en socle hermétique à la progression des germes, un peu comme le moustique dans l'ambre... il suffit alors d'attendre que l'ongle pousse pour qu'il retrouve son intégrité [12].

Pour traiter **les verrues** isolées des plantes de pied, l'énergie délivrée en quelques dizaines de millisecondes permet à la fois de coaguler rapidement les vaisseaux intradermiques et de "cuire" le tissu dermique. La douleur ressentie est plus que cuisante et les suites peuvent être longues avec décollement tissulaire et bulle hémorragique sous le socle de la zone virale. Il est conseillé de se cantonner à des verrues isolées, de petit diamètre, plutôt que de vouloir traiter de larges myrmécies.

Par analogie à ces tumeurs virales vascularisées, on trouve une autre indication dans quelques publications pilotes menées par l'équipe de Rox Anderson : **le carcinome basocellulaire**. Il semble qu'il vaille mieux se cantonner au basocellulaire nodulaire, car il est parcouru par des télangiectasies et il est visuellement bien délimitable. Les fluences de l'ordre de 90 à 130 J/cm² et des temps de tir de 10 à 30 ms, avec une répétition des tirs sur la lésion et sur son pourtour, ont permis de retrouver un tissu indemne de carcinome dans 90 à 100 % selon la fluence utilisée (confirmation histologique de la disparition de tissu tumoral) au prix de cicatrices et d'un temps de cicatrisation acceptables. La maladie de Gorlin pourrait être une indication intéressante pour des lésions multiples, de petite taille... si on proposait une étude de faisabilité dans des centres universitaires [13].

3. Inflammation

Les dermatoses inflammatoires – **lichen scléreux** [14] et **ongle psoriasique** – pourraient également faire partie de ces indications mais des études contrôlées restent nécessaires. Pour cette dernière indication, au même titre que le laser à colorant pulsé, on trouve des articles

enthousiastes ; cependant, le risque matriciel, la douleur induite et l'absence de suivi suffisamment long ne peuvent qu'inciter à la prudence [15].

Dans la prise en charge **des cicatrices hypertrophiques et chéloïdiennes**, le laser Nd:YAG peut trouver sa place entre les lasers à colorant pulsé et les lasers fractionnés ablatifs ou non ablatifs. Utilisé seul ou en combinaison avec ceux-ci, il reste néanmoins en seconde ligne d'indication avec des séances qui doivent être répétées dans le temps [16].

4. Esthétique

Dans une dernière indication, **esthétique** cette fois, le laser Nd:YAG induit un effet thermique : le plus aveugle des lasers est absorbé un peu par la mélanine, un peu plus par l'hémoglobine mais bien plus par l'eau, contenu aussi dans les tissus conjonctifs et adipocytaires. La difficulté repose sur une charge énergétique délivrée par le laser qui doit être suffisamment prolongée pour induire une modification structurelle de la matrice collagénique, une mise en apoptose cellulaire – notamment adipocytaire – sans provoquer de nécrose tissulaire. Le but ultime est de pouvoir lutter contre le relâchement cutané et améliorer les cellulites superficielles œdémateuses. Les publications sont rares, les séances longues, voire très longues, et répétées sans qu'on puisse estimer la durée du bénéfice escompté hormis celui du praticien. Néanmoins, certaines photographies comparatives parues dans quelques publications donnent de l'espoir mais, au final, le laser Nd:YAG doit être couplé aux autres techniques (laser, ultrasons, radiofréquence). En effet, sa bande de traitement est limitée physiquement à une épaisseur cutanée de l'ordre de quelques millimètres [17, 18].

On pourrait continuer aussi avec l'hyperhidrose axillaire, l'herpès simplex, les notalgies, les ecchymoses sans oublier que, dans un autre registre, la source Nd:YAG couplée à une fibre spécifique

permet avec succès, en devenant invasive, de traiter les varices ainsi que d'être utilisée dans la lipolyse esthétique.

Conclusion

Finalement, il serait dommage de cantonner le laser Nd:YAG à la seule épilation des peaux mates et à quelques varicosités jambières.

Le Nd:YAG est en effet un solide compagnon sur la durée, capable de délivrer des énergies phénoménales (jusqu'à 400 J/cm²) avec des temps de tir de 0,1 ms à plus de 50 ms. Néanmoins, la maîtrise de la dispersion de la chaleur engendrée par les photons émis en 1064 nm conditionne à la fois ses nombreuses indications et l'obtention d'un résultat reproductible.

BIBLIOGRAPHIE

- MURTHY AS, DAWSON A, GUPTA D *et al.* Utility and tolerability of the long-pulsed 1064-nm neodymium:yttrium-aluminum-garnet (LP Nd:YAG) laser for treatment of symptomatic or disfiguring vascular malformations in children and adolescents. *J Am Acad Dermatol*, 2017;77:473-479.
- GOLDMAN A, LOTTI T, TCHERNEV G *et al.* Successful Treatment of Reticular Blue Veins of the Lower Eyelid by Long-Pulse Nd: YAG - Case Report with 8-Year Follow-Up. *Open Access Maced J Med Sci*, 2017;6:58-60.
- MORENO-ARRONES OM, JIMENEZ N, ALEGRE-SANCHEZ A *et al.* Glomuvenous malformations: dual PDL-Nd:YAG laser approach. *Lasers Med Sci*, 2018.
- KWON WJ, PARK BW, CHO EB *et al.* Comparison of efficacy between long-pulsed Nd:YAG laser and pulsed dye laser to treat rosacea-associated nasal telangiectasia. *J Cosmet Laser Ther*, 2018;1-5.
- KIM M, KIM J, JEONG SW *et al.* Long-pulsed 1064-nm Nd: YAG laser ameliorates LL-37-induced rosacea-like skin lesions through promoting collagen remodeling in BALB/c mice. *Lasers Med Sci*, 2018;33:393-397.
- XING L, CHEN B, LI D *et al.* Nd:YAG laser combined with gold nanorods for potential application in port-wine stains: an *in vivo* study. *J Biomed Opt*, 2017;22:1-10.
- WAHYUDI N, LEO R, VIZINTIN Z. High intensity Nd:YAG laser treatment for chronic wounds healing. White paper Fotona.
- ABDEL AZIM AA, SALEM RT, ABDELGHANI R. Combined fractional carbon dioxide laser and long-pulsed neodymium: yttrium-aluminum-garnet (1064 nm) laser in treatment of hidradenitis suppurativa; a prospective randomized intra-individual controlled study. *Int J Dermatol*, 2018;57:1135-1144.
- KELATI A, LAGRANGE S, LE DUFF F *et al.* Laser hair removal after surgery vs surgery alone for the treatment of pilonidal cysts: A retrospective case-control study. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2018.
- BAKUS AD, YAGHMAI D, MASSA MC *et al.* Sustained Benefit After Treatment of Acne Vulgaris Using Only a Novel Combination of Long-Pulsed and Q-Switched 1064-nm Nd:YAG Lasers. *Dermatol Surg*, 2018.
- WOO DK, TREYGER G, HENDERSON M *et al.* Prospective Controlled Trial for the Treatment of Acne Keloidalis Nuchae With a Long-Pulsed Neodymium-Doped Yttrium-Aluminum-Garnet Laser. *J Cutan Med Surg*, 2018;22:236-238.
- IBRAHIM SA, ALBALAT W, EBRAHIM HM. Evaluation of long pulsed Nd-YAG laser in the treatment of onychomycosis. *J Cosmet Laser Ther*, 2018;1-6.
- ORTIZ AE, ANDERSON RR, DiGIORGIO C *et al.* An expanded study of long-pulsed 1064 nm Nd:YAG laser treatment of basal cell carcinoma. *Lasers Surg Med*, 2018.
- BOSTANGI S, AKAY BN, ERTOP P *et al.* Lichen sclerosus associated with Nd:YAG laser therapy. *J Cosmet Laser Ther*, 2018;1:1-2.
- KARTAL SP, CANPOLAT F, GONUL M *et al.* Long-Pulsed Nd: YAG Laser Treatment for Nail Psoriasis. *Dermatol Surg*, 2018;44:227-233.
- KOIKE S, AKAISHI S, NAGASHIMA Y *et al.* Nd:YAG Laser Treatment for Keloids and Hypertrophic Scars: An Analysis of 102 Cases. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2015;2:e272.
- TRUITT A, ELKEEB L, ORTIZ A *et al.* Evaluation of a long pulsed 1064-nm Nd:YAG laser for improvement in appearance of cellulite. *J Cosmet Laser Ther*, 2012;14:139-144.
- LUKAC M, KUKOVIC J, TASIC MUC B *et al.* TightSculpting®. A Complete Minimally Invasive Body Contouring Solution; Part I: Sculpting with PIANO® technology. *J Laser Health Acad*, 2018;1.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.