

LASERS

Peau et lasers : y a-t-il des idées reçues ?

Une histoire de tunnels et de chaleur



→ T. FUSADE¹, H. CARTIER²,
B. PUSEL³

Le premier laser fractionné fut commercialisé en 2005, le concept de fractionnement étant alors appliqué à un laser infrarouge non ablatif. Cette technique révolutionnaire n'a cessé, depuis lors, de se voir déclinée en association avec différents dispositifs "vecteurs" allant des micro-ondes aux ondes à radiofréquence, en passant par des lasers émettant dans les infrarouges – ablatifs ou non – et même, tout récemment, les lasers picosecondes !

Quel que soit leur mode de production de chaleur, l'ensemble de ces dispositifs repose sur un principe commun : infliger à la peau une multitude de microlésions thermiques de petite surface mais de profondeur importante, permettant d'induire des augmentations focalisées de la température dermique au-delà des seuils de remodelage et de destruction tissulaire respectivement évalués à 45 et 60 °C.

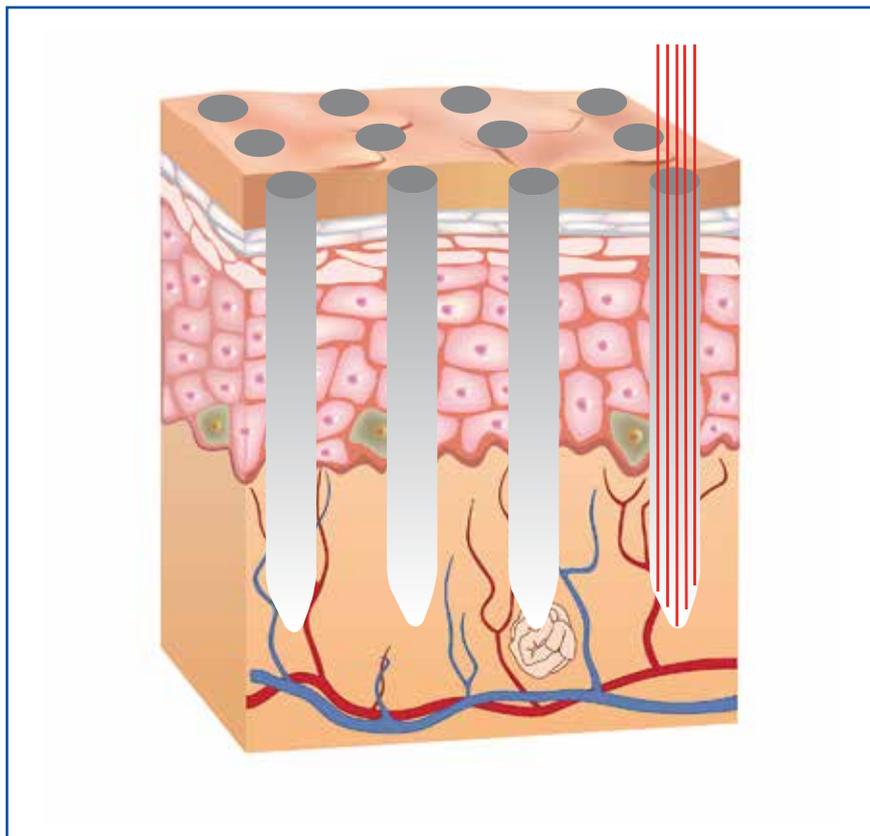
Cet apport de chaleur conduit à un remaniement tissulaire en profondeur, d'un diamètre suffisamment étroit pour

ne pas induire de risque cicatriciel par respect des zones interlésionnelles indemnes. C'est la forme de ces microlésions qui est à l'origine des termes de puits thermique ou MTZ (*microthermal zone*).

Parmi les matériels, lasers ou non, qui vont délivrer leur énergie sur un mode fractionné, seuls les lasers fractionnés ablatifs vont joindre à cet effet thermique une perte de substance réelle, que l'on pourrait comparer à l'empreinte que laisserait un pic à glace d'une centaine de microns de diamètre planté verticalement dans la peau.

La lésion unitaire résultante de ce double phénomène va prendre le nom de cône d'ablation thermique. Il faut avoir à l'esprit que les lasers fractionnés ablatifs ont été conçus primitivement pour corriger les effets du vieillissement cutané et estomper certaines cicatrices.

Comme souvent dans le domaine des lasers, mais ici sans doute plus qu'ailleurs, ils ont vu leur horizon d'application s'étendre progressivement, trouvant dans certaines des caractéristiques de notre petit cône d'ablation de nouveaux champs thérapeutiques.



Puits thermiques ou MTZ.

LASERS

Peau et lasers : y a-t-il des idées reçues ?

Si nous nous intéressons à ce stade au mécanisme de formation de ces cônes d'ablation (que ce soit par le biais d'un laser Erbium-YAG ou d'un laser CO₂), la production sur un temps très court d'un faisceau focalisé unitaire d'une centaine de microns – pendant une durée de l'ordre, disons, d'une dizaine de millisecondes – va aboutir à une séquence qui, si on la filmait à l'aide d'une hyper-caméra, se déroulerait de la façon suivante :

>>> Durant ces quelques millisecondes, le faisceau du laser ablatif traverse d'abord les couches externes de l'épiderme pauvre en eau, en ménageant un fin tunnel débouchant sur l'épiderme profond et les premiers microns dermiques. La plus forte teneur hydrique de ces derniers va accroître l'absorption du faisceau, entraînant une vaporisation tissulaire. Le transfert énergétique du rayonnement laser va porter instantanément à plusieurs centaines de degrés l'eau intra et extracellulaire. Le produit de vaporisation, constitué de débris tissulaires et de vapeur d'eau, s'évacue brutalement sous pression par le puits ménagé à travers l'épiderme. La poussée des gaz ainsi émis soulève latéralement en surface, au niveau de la couche cornée, les bords de notre puits, en créant des "becs" épidermiques que l'on observe sur les coupes histologiques post-interventionnelles. Prolongeant sa pénétration vers la profondeur en fonction de la puissance émise et de la durée de l'impact, le faisceau va ménager un vrai tunnel vertical, dont les parois ne sont pas parallèles mais confluent vers le fond.

>>> Dans une même synchronie, la chaleur intense dégagée par les tissus vaporisés va diffuser en périphérie, en pénétrant les parois du puits et en créant un gradient thermique décroissant au fur et à mesure que l'on s'éloigne du foyer central : on parle de transfert thermique par conduction ou diffusion thermique. Ce phénomène pourrait se comparer à de l'eau froide contenue dans un bol qui,

portée en une fraction de seconde à des milliers de degrés, partirait en vapeur en laissant un bol vide, rendu bouillant par cette diffusion de chaleur.

>>> La fin du tir laser laisse un orifice borgne qui va se remplir de liquide extracellulaire en quelques minutes, vite remplacé par un matériel fibrinoleucocytaire. Cliniquement, la fermeture par cicatrisation devient quasi invisible en 3 à 5 jours, tandis que des phénomènes de remodelage cicatriciel vont se poursuivre sur plusieurs semaines. Le scanner, couplé au laser ablatif, va ainsi répéter ce phénomène des milliers de fois à quelques centaines de microns d'intervalle, la densité des tirs unitaires variant en fonction des paramètres choisis.

Tunnel transépidermique, vaporisation tissulaire, ablation dermique, diffusion thermique autour des puits sont autant d'étapes d'un même processus. Qui aurait pu, à l'origine, imaginer tirer parti de chacune de ces phases de façon isolée et ouvrir ainsi de nouvelles voies d'application médicale ?

Tunnel transépidermique

Nous l'avons déjà évoqué dans ces pages : les trouées transépidermiques ménagent des canaux permettant d'envisager la traversée par des molécules médicamenteuses de cet obstacle naturel qu'est l'épiderme. Elles permettent maintenant, et à l'avenir, de faire pénétrer *in situ* de multiples molécules à visée thérapeutique dont la liste commence à peine à être écrite : corticoïdes, porphyrines et, demain, antitumoraux, facteurs anti-angiogéniques et immunosuppresseurs.

Ces mêmes trouées favorisent l'élimination des bulles de gaz créées au niveau de la jonction dermo-épidermique par les ondes de choc induites par les lasers déclenchés (Q-switched)

ou picosecondes utilisés en association, notamment dans les procédures de détatouage. Cette évacuation autorisée avec plus de sûreté l'utilisation de puissances élevées. Elle limite ainsi, par diminution du phénomène de feuilletage jonctionnel, les risques cicatriciels sur les tatouages très riches en pigment dermique superficiel.

Vaporisation-ablation dermique

Étonnamment, c'est la réinduction d'un processus de cicatrisation par les cônes d'ablation thermique qui va améliorer les cicatrices pathologiques : la phase terminale de remodelage de la cicatrisation consécutive à la vaporisation puits à puits génère un remaniement structurel du derme.

Cliniquement, il induit un nivellement du microrelief cutané, notamment au niveau des cicatrices de brûlure, cet effet de lissage étant suffisamment significatif pour encourager la répétition des séances.

De la même façon, le phénomène de recollagénisation dermique induit par le laser fractionné va provoquer une inversion des proportions collagéniques de type 1 au profit du type 3, ainsi qu'une redistribution multidirectionnelle de la trame collagénique devenue parallèle à la surface dans les séquelles de brûlure.

On a pu également démontrer, au travers de vidéos impressionnantes, le gain obtenu en termes de souplesse et d'allongement immédiatement post-opératoire de cicatrices scléreuses. Cet allongement est directement dû à cette juxtaposition de tunnels trans-cicatriciels, provoquant un véritable effet résille et l'expansion de la zone cutanée ainsi traitée. Nous apporterons toutefois une réserve quant au maintien de ce résultat sur le moyen terme.

Diffusion thermique

La diffusion de la chaleur du faisceau laser au travers des parois latérales des puits va, bien sûr, concourir au remodelage, et donc au remaniement structurel dermique décrit plus haut. Ce phénomène s'étend maintenant vers d'autres organes, en apportant une réponse aux atrophies vulvo-vaginales post-ménopausiques dyspareuniques sévères. À l'aide d'un laser CO₂ fractionné muni d'une pièce à main endo-vaginale, on restaure désormais en quelques semaines une fonction sexuelle normale au travers d'une réinduction de la trophicité muqueuse.

Sur le plan dermatologique, cette diffusion thermique va aussi permettre d'envisager une destruction non sélective de certaines lésions de localisation dermique. L'interposition des couches plus superficielles les rendaient jusqu'alors inaccessibles à des traitements d'abord direct, ou alors au prix de cicatrices importantes.

Ce peut être le cas pour des cibles sans chromophores spécifiques, comme le xanthélasma, des lymphangiomes circonscrits, les syringomes, ou des lésions hamartomateuses développées

aux dépens des annexes sudorales ou sébacées. La diffusion de chaleur transmise par les puits réalisés au sein de cavités lymphatiques, comme pour les lymphangiomes, ou de structures annexielles, vont permettre leur destruction au moins partielle et une diminution de leur impact visuel.

Voilà évoqués, en quelques paragraphes, les différents usages que l'on peut faire d'un concept ingénieux qui n'a peut-être pas encore dévoilé toutes ses potentialités. Tous ces éléments ont été découverts au fil du temps, en regardant une même technique avec un œil neuf... différent. Les progrès passent par de nouveaux concepts et par une succession de nouvelles idées qui vont s'y associer, véritables fruits de la réflexion.

À l'exemple du Maître de la Pomme, disparu il y a quelques années : *Think different*.

Pour en savoir plus

- OZOG DM, LIU A, CHAFFINS ML *et al*. Evaluation of clinical results, histological architecture, and collagen expression following treatment of mature burn scars with a fractional carbon dioxide laser. *JAMA Dermatol*, 2013;149:50-57.

- CAVALIÉ M, SILLARD L, MONTAUDIÉ H *et al*. Treatment of keloids with laser-assisted topical steroid delivery: a retrospective study of 23 cases. *Dermatol Ther*, 2015;28:74-78.
- MORDON S, CAPON A, FOURNIER N *et al*. Thermal lasers and skin cicatrization. *Med Sci (Paris)*, 2010;26:89-94.
- WEISS ET, GERONEMUS RG. Combining fractional resurfacing and Q-switched ruby laser for tattoo removal. *Dermatol Surg*, 2011;37:97-99.
- SALUJA S, PETERSEN M, SUMMERS E. Fractional carbon dioxide laser ablation for the treatment of microcystic lymphatic malformations (lymphangioma circumscriptum) in an adult patient with Klippel-Trenaunay syndrome. *Lasers Surg Med*, 2015;7:539-541.
- AU S, LIOLIOS AM, GOLDMAN MP. Analysis of incidence of bulla formation after tattoo treatment using the combination of the picosecond Alexandrite laser and fractionated CO₂ ablation. *Dermatol Surg*, 2015;41:242-245.
- SALVATORE S, NAPPI RE, PARMA M *et al*. Sexual function after fractional microablative CO₂ laser in women with vulvovaginal atrophy. *Climacteric*, 2015;18:219-225.

¹ Cabinet de Dermatologie, PARIS.

² Centre médical Saint-Jean, ARRAS.

³ Cabinet de Dermatologie, SAINT-PAUL-DE-VENCE.

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



SCIENCE. RESULTS. TRUST

SYNERON  CANDELA®

Pub SOOLANTRA