

## **Traitement laser des cicatrices post-traumatiques et post-chirurgicales et algorithme de prise en charge**

*Laser Therapy of Traumatic and Surgical Scars and an Algorithm for Their Treatment.*  
Kauvar ANB, Kubicki SL, Suggs AK, Friedman PM.  
*Lasers Surg Med.* 2020 Feb;52(2):125-136

### **Revue de littérature et expérience clinique personnelle**

#### **Introduction :**

- Rappel : Laser à colorant pulsé (T. Alster 1993), laser ablatifs mode traditionnel de dermabrasion (début des années 90) intéressants pour le visage mais impossible à utiliser pour de zones extra-faciales, mode fractionné des laser (D. Manstein, 2004), leur utilisation efficace et sûre pour des cicatrices complexes de zones extra-faciales puis pour y faire pénétrer par les micro-colonnes des molécules telles que des stéroïdes ou du 5-FU (J Waibel, 2013)
- En raison de l'hétérogénéité des cicatrices (localisation, type de traumatisme, couleur, épaisseur, tension, durée d'évolution et activité), pour optimiser leur prise en charge il faudra combiner différents laser, et autres techniques chirurgicales ou non
- La nomenclature est importante et il ne faut pas confondre hypertrophie (HT) et chéloïdes (K)

#### **Les phases de la cicatrisation**

- 3 étapes :
  - o Hémostatique/inflammatoire : 1-6 jours
  - o Proliférative : 4-21 jours
  - o Remodelage : 21 jours-1 an
- Rôle de multiples cellules et cytokines (CK) et facteurs de croissance (FDC) notamment TGF- $\beta$ , PDGF et leurs interactions
- Cicatrisation excessive :
  - o Excès de CK pro-inflammatoires (IL-6 ou 8) et diminution de CK : anti-inflammatoires (IL-10) et ... inversement
  - o Arrêt en phase inflammatoire ou proliférative : persistance des néo-micro-vaisseaux avec rougeurs puis hypertrophie cicatricielle
- Les TGF- $\beta$ 1 et  $\beta$ 2 sont surexprimés dans les cicatrices excessives hypertrophiques ou chéloïdiennes alors que le TGF- $\beta$ 3 est bas
- D'autres facteurs interviennent : présence de tissus nécrotiques, infection, tensions cutanées

#### **Les laser**

- Les cicatrices stables, matures sont capables de supporter des interventions par laser invasifs.
- Il y a une pénurie d'études contrôlées sur l'utilisation des lasers pour les cicatrices instables/immatures mais dans l'expérience de l'auteur les lasers vasculaires à basse fluence sont bénéfiques très précocement avec ou sans combinaison à d'autres traitements mais les traitements plus agressifs tels que les laser colorant pulsé à haute fluence, les Laser Ablatif Non Fractionné (NAFL) ou Laser Ablatif Fractionné (AFL) forte densité peuvent au contraire les déstabiliser, les aggraver.

- **Laser vasculaires :**

- Le laser à colorant pulsé (LCP) (585 ou 595 nm) est un pilier du traitement des cicatrices érythémateuses, comme le KTP 532 nm, mais les études l'ont été essentiellement pour le LCP. Il agit sur la micro-vascularisation et diminue l'érythème. On conseille de larges spots et de faibles fluences. Il est également efficace sur les cicatrices hypertrophiques peu sévères < 3 mm et les résultats sont majorés par la combinaison à des injections intra-lésionnelles (IL) d'acétate de triamcinolone (TAC) et/ou 5-FU. IL est suppresseur de la prolifération fibroblastique (FB), diminue le TGF- $\beta$  et le CTGF, promeut la voie de l'ERK et augmente l'apoptose FB médiée par la p-38. Si l'hypertrophie fait plus de 3 mm d'épaisseur on conseille l'association du LCP et de laser fractionnés. NAFL à faible densité pour des cicatrices immatures/instables, NAFL ou AFL pour des cicatrices matures/stables. Les séances sont espacées de 4 à 6 semaines en général.
- **Laser fractionné non ablatif- NAFL (1540, 1550, 1565, 1400 nm)**
  - Ils chauffent la peau à une température de 50-70°C induisant une coagulation irréversible des protéines du collagène. Ils sont plus sécuritaires mais induisent moins de remodelage que les AFL. C'est pour ce profil que les auteurs les indiquent en priorité pour les cicatrices immatures/instables qui sont plus à risque de déstabilisation ainsi que pour les peaux ethniques
  - Il y a 2 paramètres fondamentaux : fluence et densité
    - Lorsque l'on traite des cicatrices, on doit utiliser de basses fluences (10-20%). Elles sont aussi efficaces et plus sûres pour minimiser le risque d'effets secondaires.
    - La fluence détermine la profondeur de traitement qui doit correspondre à l'épaisseur de la cicatrice. La palpation est en général suffisante pour l'apprécier ou si possible l'échographie...
- **Laser fractionné ablatif- AFL :**
  - Mode traditionnel de relissage /abrasion
    - Er:YAG 2940 nm : très absorbé par l'eau – 5-20  $\mu$ m d'ablation, très peu de dommage thermique résiduel (RTD)
    - ou CO2 10600 nm : moins absorbé – 20-30  $\mu$ m ablation et 50 à 130  $\mu$ m de RTD
  - Mode fractionné depuis 2008 :
    - On retrouve des micro-colonnes de RTD plus épaisses avec un CO2 versus un Er:YAG
    - Les AFL induisent une réponse proliférative plus intense (néocollagénèse et remodelage) que les NAFL et sont considérés comme les lasers les plus appropriés pour les cicatrices hypertrophiques matures et stables non prolifératives.
    - L'utilisation de faible densité (5-10%) minimise les complications
    - L'énergie par MTZ qui détermine la profondeur doit correspondre à l'épaisseur de la cicatrice
    - L'espacement entre les séances doit être de 8 à 12 semaines pour laisser le temps complet pour le processus cicatriciel post-laser
    - La délivrance assistée de molécules utilise des paramètres plus faibles d'énergie par MTZ et de densité et peut être effectuée toutes les 4 à 6 semaines
    - Le moment optimal où intervenir avec un AFL sur une cicatrice reste controversé :
      - Pour des cicatrices instables (immatures avec prolifération) l'utilisation de paramètres élevés peut conduire à une déstabilisation du lit de la cicatrice mais de faibles énergie et densité avec ou sans délivrance assistée de molécules sont sécuritaires.

- Pour des cicatrices stables l'utilisation de paramètres élevés (énergie et densité) est sécuritaire et permet d'améliorer épaisseur, pliability et apparence.
- **Pigmentaire QS ns ou ps** (moins d'inconfort et réparation plus rapide) : pour les tatouages post-traumatiques, le QS-Nd :YAG 1064 nm est préférable au rubis ou à l'alexandrite (moins de compétition avec la mélanine, moins d'hypopigmentation et pénétration plus profonde).

### Traitement laser des cicatrices

- **Tatouages traumatiques** après un traumatisme abrasif ou explosif avec inclusion dermique de corps étrangers dont le temps de relaxation thermique (100 ps-250 ns) excède celui des laser millisecondes tels que les laser vasculaires. Il faut donc traiter d'abord ces zones de « tatouage » avec les laser—pigmentaires déclenchés Q-switch ns (ou mieux ps) ou d'autres méthodes mécaniques de dermabrasion appropriées pour ne pas ajouter des dégâts thermiques à la cicatrice. En général ces tatouages traumatiques requièrent peu de séances de laser déclenché : 2 ou 3 maximum.
- **Cicatrices matures stables de suture post-chirurgicales ou post-lacération**
  - o Pour le visage on peut utiliser les deux types de modes fractionné ou ablatif traditionnel sur toute la surface, en raison de la richesse des annexes
  - o Pour les zones extra-faciales ou faciales étendues, pauvres en annexes pour la cicatrisation il ne faut utiliser que les modes fractionnés ablatifs ou non ablatifs. Pour les lasers ablatifs des micro-colonnes profondes à 8-12 semaines d'intervalle, pour les lasers non ablatifs des séances plus nombreuses à 4-6 semaines d'intervalle avec de faible densité si risque de pigmentation post-inflammatoire
- **Cicatrices rouges très récentes (3-6 semaines) ou sans hypertrophie** : les lasers vasculaires (LCP, KTP) améliorent la couleur et l'hypertrophie. Une monothérapie à faible fluence est très efficace en 2 à 4 séances mensuelles.
- **Cicatrices rouges avec une hypertrophie légère < 3 mm et peu de tension** : On utilise de même les lasers vasculaires à faible fluence associés à une corticothérapie intra-lésionnelle avec ou sans 5-FU. L'association est plus efficace que les injections seules pour améliorer la taille de la cicatrice, l'érythème, la pliability et le prurit. En pratique on fait d'abord le laser puis l'injection.
- **Cicatrices rouges immatures/instables avec une hypertrophie modérée à sévère > 3 mm ou soumise à de fortes tensions** : lasers vasculaires associés au NAFL. On commence par des séances associant laser vasculaire et TAC/5-FU intra-lésionnel notamment pour les cicatrices récentes (<60 jours). Puis quand la cicatrice est stabilisée on peut associer dans la même séance un NAFL à faible densité (15-20%) avec une énergie corrélée à l'épaisseur de la cicatrice. Quand l'hypertrophie cicatricielle est plus importante ou après 60 jours ou sous force de tension élevées on peut associer d'emblée LCP, NAFL et injection intra-lésionnelle de TAC et/ou 5-FU à 4-6 semaines d'intervalle. Les AFL peuvent aussi être utilisés mais à faibles paramètres pour délivrer du TAC et/ou du 5-FU. Les NAFL sont la référence pour les cicatrices sous tension notamment post réduction mammaire, abdominoplastie ou lifting car les AFL peuvent déstabiliser le lit de la cicatrice avec aggravation.
- **Cicatrices hypertrophiques matures/stables (non érythémateuses)** : Elles vont répondre aux AFL CO2 et Er:YAG. L'ablation induit une réponse collagénique et de remodelage plus efficace que les NAFL. On les recommande donc en première ligne avec des séances espacées de 8 à 12 semaines. La délivrance assistée de corticoïdes et/ou de 5-FU peut être combinée et ils vont pénétrer plus

profondément qu'avec les paramètres habituels pour la simple délivrance assistée et plus uniformément qu'avec les injections intra-lésionnelles.

- **Cicatrices atrophiques (hors cicatrices d'acné)** : Il faut induire une néocollagénogenèse. Les AFL améliorent la texture et les irrégularités de surface des cicatrices atrophiques post-brûlures et post-traumatiques mais les NAFL sont recommandés en raison de leur profil de sécurité supérieur. Les cicatrices atrophiques ont un derme fragile et vont moins résister aux dégâts thermiques induits, le choix des paramètres est donc crucial, des paramètres trop élevés peuvent aggraver les lésions. En termes de délivrance assistée les AFL à faible énergie et faible densité peuvent permettre la délivrance d'inducteur tissulaire tel que l'acide polylactique. Le micro-photodébridement par AFL-CO2 peut également être utilisé pour des plaies avec retard de cicatrisation selon le protocole de Shumaker.
- **Cicatrices hyperpigmentées** : mélanine (le plus souvent) ou hémossidérine. Pour la mélanine les mécanismes en cause ne sont pas élucidés mais elle répond en général à l'application d'hydroquinone (HQ) ou d'association HQ, trétinoïne et corticoïde. En cas d'inefficacité les lasers déclenchés ns ou ps 694, 755 ou 1064 nm peuvent être proposés. Les dépôts d'hémossidérine répondent aux lasers déclenchés rubis et alexandrite. Les NAFL peuvent être utiles en éliminant de manière non-spécifique de petits volumes de tissus pigmentés à chaque séance.
- **Cicatrices hypopigmentées** : les AFL et NAFL améliorent la couleur et la texture de ces cicatrices. Les AFL sont plus efficaces. L'application d'analogues des prostaglandines (latanoprost, bimatoprost) peut être couplée : immédiate puis 2 fois/jour. Certains auteurs ajoutent des rétinoïdes topiques pour améliorer la distribution de la mélanine dans l'épiderme. Les AFL dans cette indication sont utilisés à faibles paramètres d'énergie par MTZ et de densité.
- **Cicatrices complexes** : protocoles – points clefs
  - o Anderson et al, 2014, cicatrices post-brûlures :
    - LCP uniquement pour les zones d'atrophie
    - LCP +/- IL TAC +/- 5-FU +/- NAFL pour les zones d'hypertrophie
  - o AFL à faibles paramètres pour la délivrance assistée
  - o AFL à plus forte énergie quand la croissance de la cicatrice est stabilisée
  - o AFL +/- TAC +/- 5-FU qui améliore à la fois les zones d'atrophie et d'hypertrophie
  - o Plasties en Z
  - o Matures et stables : AFL +/- IL TAC +/- 5-FU en première ligne surtout si contractures au voisinage des articulations
  - o AFL : Densités toujours faibles dans les zones d'atrophie
  - o AFL améliorent l'atrophie, l'hypertrophie, les contractures, l'hypopigmentation, l'hyperpigmentation et peut parfois induire une repousse pileuse dans des zones d'alopécie cicatricielle

### **Facteurs liés au patient**

- Localisation faciale versus tronc ou extrémités : attention aux paramètres pour les zones extra-faciales ou post-brûlures ou post-greffes pauvres en annexes sébacées et aux membres inférieurs en cas de facteurs de retard de cicatrisation (insuffisance veineuse)
- Peau ethnique : les désordres pigmentaires (hypo et hyper) sont plus à craindre et il faut adapter le choix des paramètres et des laser. Quelques règles
  - o Le risque de pigmentation est plus élevé pour les AFL que NAFL
  - o Pour les cicatrices planes ou atrophiques : NAFL faible densité, picosecondes et radiofréquence avec micro-aiguilles isolées sont plus sûrs mais attention à la densité

- o Même si les AFL sont plus à risque ils restent recommandés en première intention pour l'amélioration de cicatrices matures stables (de faibles densités minorent les risques)
- o Après délivrance assistée de corticoïdes +/-5-FU on recommande aussi l'application quotidienne d'un dermocorticoïde (+ photoprotection pré et post-laser ...)
- Isotétinoïne : pas d'arguments pour retarder les traitements sauf pour un relissage ablatif en mode traditionnel (6 mois)
- Zone d'expression dynamique : la toxine botulique va pouvoir diminuer les forces de tension et favoriser les processus des différentes phases de cicatrisation. Recommandations : 1 à 2 semaines avant l'intervention laser, 1 à 2 UA / cm linéaire ou cm<sup>2</sup>
- Durée d'évolution : quand traiter ? il y a des controverses
  - o La revue de Karmisholt *et al.*, (2018 JEADV) sur les interventions laser précoces définit une marge temporelle de 3 mois pour agir au mieux avec globalement malgré des limitations fortes (hétérogénéité des types de laser, des protocoles, du nombre de séances, de la durée du suivi...) globalement une amélioration significative des cicatrices, en faveur des traitements précoces, dans :
    - 3 études sur 4 si laser en phase inflammatoire
    - 6 sur 16 si laser en phase proliférative
    - 2 sur 5 en phase de remodelage
  - o Etude Randomisée Contre Témoin (RCT) de Karmisholt *et al.*, (2018 Laser Surg Med) : punch biopsie de 5 mm non suturés et NAFL 1540 nm faible, moyenne ou forte énergie la veille, juste après ou 2 semaines après cicatrisation :
    - Améliorations subtiles pour toutes les cicatrices sauf celles traitées par haute fluence
  - o RCT héli-cicatrice AFL : amélioration significative à 6 mois (non significative à 3 mois) d'où l'importance de la durée du suivi
  - o Cicatrice de thyroïdectomie, 3 séances de NAFL débutées à 3 semaines, 3 mois ou 6 mois après l'intervention : résultats les meilleurs si début à 3 semaines. Pour les cicatrices stables une intervention précoce est donc préconisée mais pas pour les cicatrices instables ou sous forte tension.
  - o Timing de la prise en charge :
    - Avant 3 semaines :
      - Cicatrice fine, érythémateuse de 3 à 6 semaines : LCP plus que lasers fractionnés pour éviter de déstabiliser la cicatrice.
      - Cicatrices de brûlures ou post-traumatiques : AFL faible énergie, faible fluence avec ou sans délivrance assistée.
    - Cicatrice 3 sem-3 mois ou hypertrophie stable : NAFL ou AFL
    - Attendre 3 mois, ou stabilisation de la cicatrice pour les AFL à paramètres plus agressifs

## Résultats de prise en charge

- 4 cas photos cliniques représentatives avant-après :
  1. Cicatrice érythémateuse, hypertrophique avec inclusion de particules de goudron large de la face externe de cuisse : combinaison de laser Q-switch 755 nm, LCP 595 nm et NAFL 1550 nm
  2. Cicatrices post-traumatiques du visage chez une enfant : combinaison de NAFL (anciennes, stables, fibreuses)
  3. Cicatrices post-traumatiques visage : LCP et AFL (récentes, érythémateuses)

4. Cicatrices atrophiques et hypochromiques : 6 séances de NAFL  
 Avec ces combinaisons de traitements selon l'algorithme présenté à la fin de l'article  
 La chirurgie garde sa place pour les cicatrices avec contractures et gêne fonctionnelle : plasties en Z  
Complications :  
 Après les séances NAFL et AFL : érythème et œdème, micro-points de saignement pour l'Er:YAG surtout  
 Le risque de complications est faible mais on peut observer : érythème prolongé, pigmentation post-inflammatoire, résurgence herpétique, empreintes des micro-points ;

### Discussion : Algorithmes

1. Considérations préalables au traitement :
  - a. Tatouage traumatique : laser déclenché "Q-switch" 1064, rubis ou alexandrite, ns ou ps
  - b. Zone d'expression dynamique : prétraitement par toxine botulique A
  - c. Peau de couleur : photoprotection préopératoire pour prévenir la pigmentation post-inflammatoire
2. Algorithme valable ensuite pour tous les cas :

Erythème	Minime/pas HT	LCP	Intervalle 4-6 sem
	HT < 3 mm	LCP + TAC IL	4-6 sem.
	HT > 3mm <b>Instable</b>	LCP + TAC IL +/- 5-FU +/- NAFL	4-6 sem.
	HT > 3 mm <b>Stable</b>	LCP + TAC IL +/- 5-FU +/- AFR	1-3 mois
Pas d'érythème	HT	AFL + topical TAC	1-3 mois
	HT et contractures	AFL +/- chirurgie	1-3 mois
	Complexes avec zones d'atrophie et HT	AFL / NAFL	1-3 mois
Atrophie		NAFL	4-6 sem.

**Conclusion :** Le traitement laser est en première ligne pour le traitement des cicatrices post-traumatiques et post-chirurgicales. Il doit être guidé par les caractéristiques de la cicatrice (localisation, type de traumatisme, couleur, épaisseur, tension, durée d'évolution et activité) pour choisir le laser ou la combinaison de laser ou à d'autres techniques chirurgicale ou non chirurgicale les plus appropriées.

### Commentaires des lecteurs :

- Article très complet et précis qui remet parfaitement en place les bases fondamentales de la cicatrisation, du mode d'action des laser avant de les appliquer aux différents types de cicatrices et qui inclut dans son algorithme les autres techniques conventionnelles ou émergentes comme l'intérêt de la toxine botulique. Un article précieux donc pour tous les dermatologues « interventionnels » soucieux d'appliquer les techniques « esthétiques » au domaine médical.

- La classification utilisée est très « pratique » notamment pour le choix des laser, même si l'on en a moins l'usage dans les pays francophones : érythémateuses ou non, immature-instable/mature-stable/instable, hypertrophique < ou > à 3 mm
- Points forts et émergents / littérature antérieure
  - o Comme J Waibel dans la même revue : il faut traiter précocement les cicatrices récentes et dans cet article par laser vasculaire basse fluence seul en première intention si elles ne sont pas hypertrophiques. Il faut traiter précocement les cicatrices quand on les reçoit sauf les cicatrices instables sous fortes tensions.
  - o Seules les cicatrices matures et stables anciennes peuvent tolérer de forts paramètres AFL
  - o Les cicatrices immatures, instables peuvent être aggravées par de trop forts paramètres y compris des laser non invasifs (vasculaires, NAFL ou AFL) qui peuvent déstabiliser le lit de la cicatrice
  - o Paramètres
    - Densités : Basses (pour un NAFL = 10-20% et pour un AFL = 5-10%)
    - Energie
      - En règle générale que ce soit NAFL ou AFL : à adapter à l'épaisseur de la cicatrice pour la traiter sur toute sa hauteur
      - Faible pour la simple délivrance assistée par AFL
  - o Les cicatrices tatouées : il faut d'abord détatouer les zones de dépôts avec des lasers déclenchés ou par techniques mécaniques pour les explosifs avant d'utiliser des lasers vasculaires qui peuvent aggraver les cicatrices par création d'effets thermiques (domaine de la milliseconde non adapté au traitement des particules incluses)
  - o Espacement des séances 4 à 6 semaines pour les traitements non invasifs (LCP, KTP, NAFL, délivrance assistée) de 8 à 12 semaines pour les traitements plus invasifs (dans le texte bien que dans le tableau les auteurs notent un suivi entre 1 et 3 mois ?)
  - o Pour les cicatrices post-chirurgicales précoces du visage, et en particulier du nez, en raison des caractéristiques de ces localisations plus riche en annexes, une combinaison de traitement LCP+AFLCO2/ou NAFL est possible dans la même séance. Cette stratégie combinée est décrite dans la littérature et nous l'utilisons depuis des années, pour un grand nombre de patients, exérèses-plasties carcinomes, apportant des résultats appréciés, avec une facilité de mise en œuvre et très peu d'effets secondaires. Le traitement est débuté très précocement, à l'ablation des sutures ou peu après (J7-J10) avec un total de 3 séances à 1 mois d'intervalle.
  - o Ces auteurs évoquent aussi l'intérêt la toxine botulique 1 à 2 semaines AVANT l'intervention laser pour diminuer les tensions post-opératoires, on parle en général de « chémo-immobilisation » (alors que jusqu'à présent pour les cicatrices post-chirurgicales dans la littérature on trouvait des protocoles étranges : juste après suture ou dans les 9 jours qui suivaient ???), en rappelant que cette utilisation est hors AMM pour ce produit.

**Anne Le Pillouer-Prost & François Will**