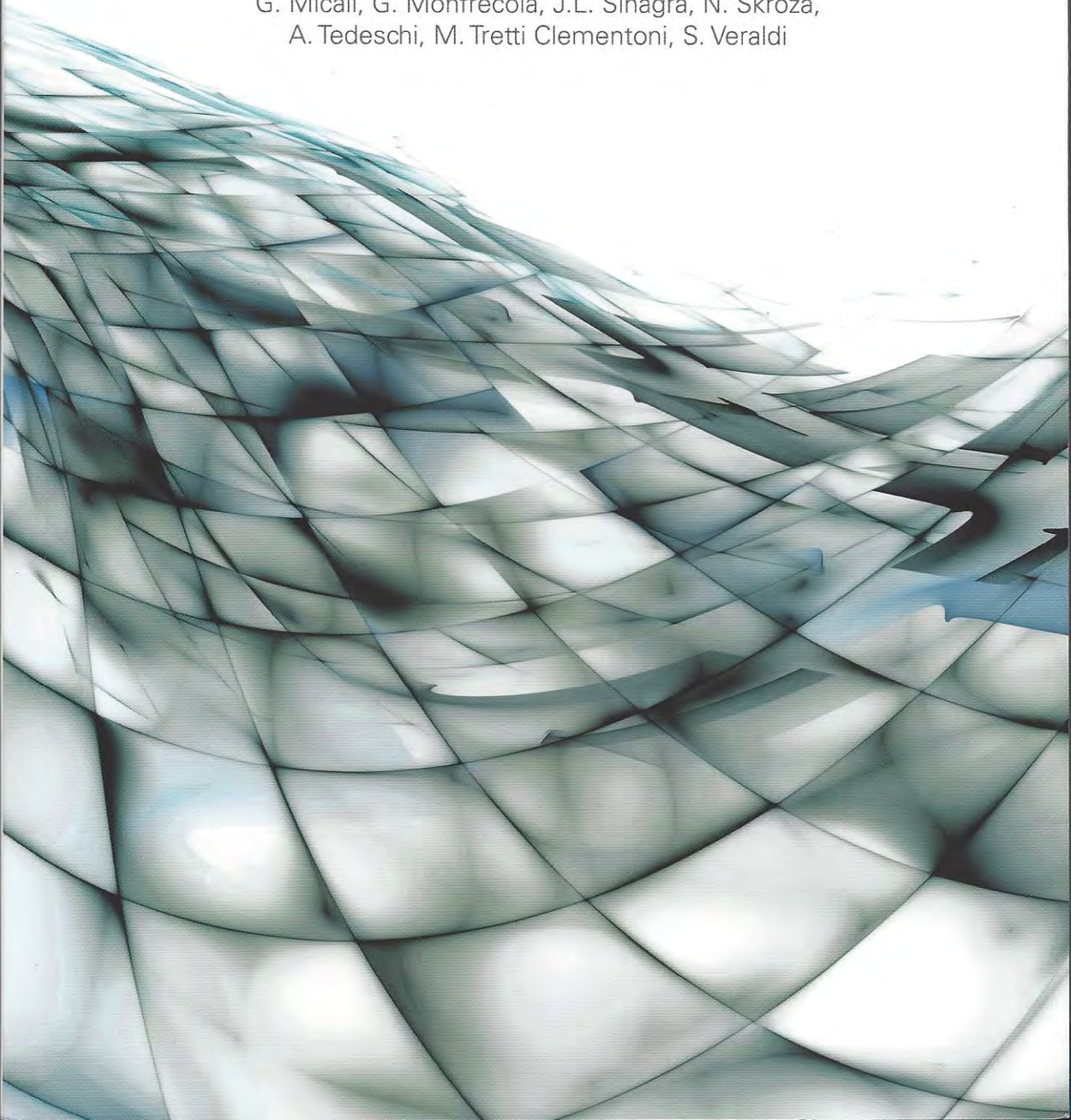




DERMOCOSMETOLOGIA DELL'ACNE

M. Barbareschi, V. Bettoli, B. Capitanio, G. Fabbrocini,
G. Micali, G. Monfrecola, J.L. Sinagra, N. Skroza,
A. Tedeschi, M. Tretti Clementoni, S. Veraldi



Cicatrici post-acneiche: terapia chirurgica e laserterapia

Matteo Tretti Clementoni

Istituto Dermatologico Europeo, Milano

Introduzione

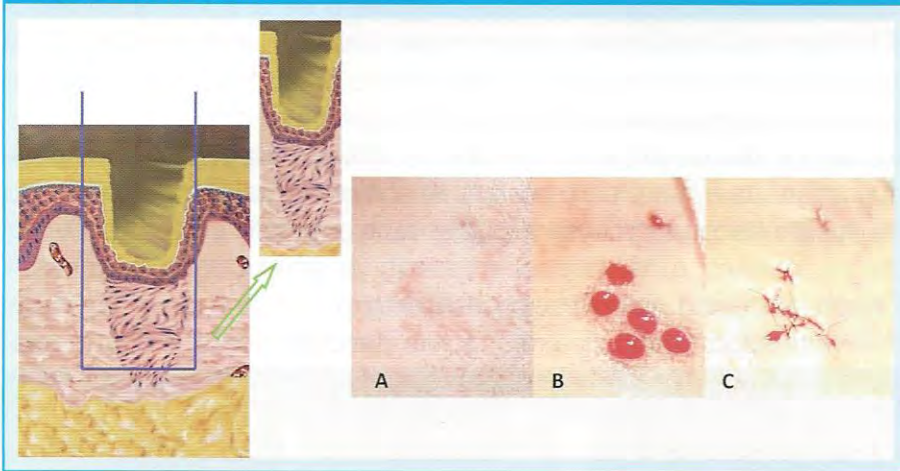
La malattia acneica può esitare nella presenza di cicatrici deturpanti che, molto frequentemente, modificano la vita sociale dei pazienti. Il processo cicatriziale, che a volte segue la fase attiva della malattia, è spesso, per sua natura, retraente e può quindi esitare in cicatrici profonde e vaste, che necessitano di un trattamento chirurgico e/o di trattamenti laser. Le cicatrici derivanti dalla malattia acneica possono, in alcuni, essere asportate anche se, molto più di frequente, possono solo essere rese meno visibili. La cute con cicatrici da acne può essere figurativamente considerata come una regione caratterizzata da montagne con scoscesi dirupi e profonde valli, il cui fondo è tenacemente adeso agli strati più profondi. Il trattamento di un'area come quella appena descritta ha, come scopo, quello di abbassare le montagne, sollevare le valli e rendere più dolce il dislivello tra queste.

Approccio chirurgico

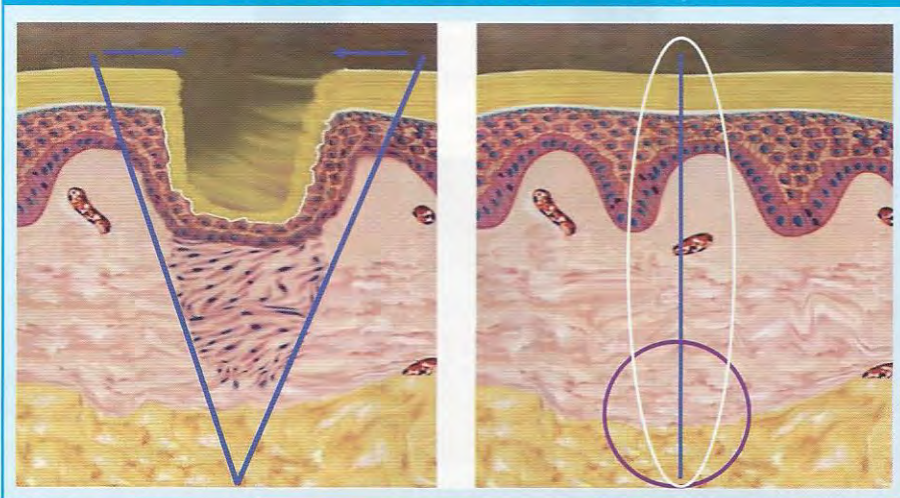
Isolate cicatrici "ice-pick", profonde cicatrici "boxcar" o cicatrici "rolling", larghe e tenacemente adese alla profondità, necessitano di un trattamento chirurgico. I trattamenti noti sono la "punch" o "elliptical excision", la "punch elevation", la "punch excision", con innesti autologhi, e la "subcutaneous incision" o "subcision".

Punch o elliptical excision

In anestesia locale le cicatrici vengono asportate mediante un bisturi rotondo o "punch". Il diametro dello strumento deve essere uguale o

Figura 1. *Punch excision.*

leggermente superiore a quello della cicatrice da asportare. Con movimento rotatorio, e mediante leggera pressione sulla cute, si asporta un cilindro di cute a tutto spessore contenente la cicatrice. I margini vengono quindi suturati con fili di materiale non riassorbibile estremamente sottili. Le suture vengono rimosse, sul volto, dopo 5-7 giorni.

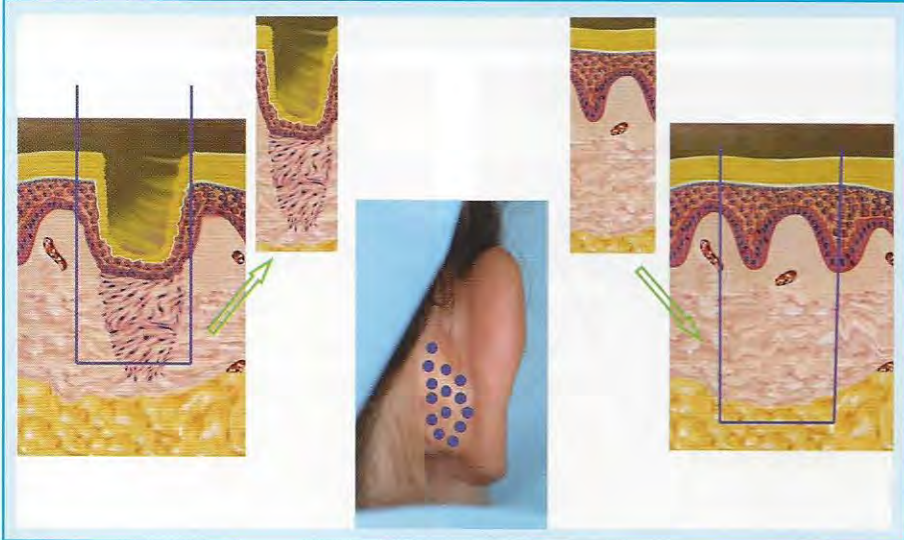
Figura 2. *Asportazione ellittica e chiusura per prima intenzione.*

Si crea, in questo modo, una cicatrice lineare non atrofica e non frastagliata, che si cerca di orientare lungo le linee di minor tensione (o di Langer), al fine di ottenere un miglior risultato estetico (Fig. 1). Al posto di punch rotondi e per il trattamento di cicatrici profonde lineari od ovalari è possibile utilizzare punch a forma ellittica. Anche in questo caso è necessario utilizzare strumenti leggermente più grandi della cicatrice da trattare ed è preferibile orientare l'asse maggiore dello strumento secondo le linee di minor tensione della cute (Fig. 2).

Punch excision con innesti autologhi

Una volta asportata la cicatrice, come descritto sopra, il difetto residuo può essere suturato, oppure in esso può essere inserito un innesto cutaneo a tutto spessore, prelevato da regioni corporee nascoste e prive di peli. Per il prelievo dell'innesto si utilizza un punch delle stesse dimensioni di quello utilizzato per l'asportazione della cicatrice. Il trattamento è molto rapido e riduce la tensione che può generarsi nel suturare l'escissione direttamente. La cute innestata non ha, mai, però, le stesse caratteristiche di colore e tessitura di quella

Figura 3. Punch excision con innesti autologhi di cute a tutto spessore prelevati dalla regione retro-auricolare.



asportata e quindi il risultato estetico può non essere brillante. Questa tecnica, inoltre, determina la formazione di altre cicatrici nella zona donatrice ed è quindi utilizzata estremamente di rado (Fig. 3).

Punch elevation

Questa tecnica è definita anche escissione a telescopio. È indicata per quelle rare cicatrici profonde non adese ai piani profondi e consiste nell'eseguire una doppia escissione circolare concentrica, utilizzando due strumenti di diametro leggermente diverso. In tale modo si asporta solo la spalla della cicatrice (la parte scoscesa a

Figura 4. *Punch elevation.*



picco che unisce il piano cutaneo normale al fondo della cicatrice), mentre la parte centrale della stessa viene sollevata e suturata ai margini dell'asportazione. È una tecnica lunga e laboriosa ma offre buonissimi risultati (Fig. 4).

Subcutaneous incision o subcision

È la tecnica chirurgica probabilmente più utilizzata e che offre molto di frequente ottimi risultati. Le cicatrici profonde quasi sempre sono tenacemente adese ai piani sottocutanei mediante tralci fibrosi che, dal fondo della cicatrice, si spingono in profondità. In anestesia locale e mediante aghi particolari (di Nokor) si cerca di interrompere questi tralci. Posizionando la cicatrice da trattare al centro di un ipotetico triangolo di circa 1-1,5 cm di lato con l'ago si

Figura 5. La tecnica della subcision.



penetra la cute a ogni vertice dello stesso. Si esegue quindi un movimento di avanti e indietro a ventaglio, mantenendo l'ago parallelo alla superficie. In tale modo si stacca la cicatrice dai piani profondi permettendone l'elevazione. Onde evitare una recidiva dell'adesione ai piani profondi è poi possibile impiantare o materiali alloplastici (ad es. acido ialuronico) o tessuto adiposo al di sotto della cicatrice stessa. La metodica è a volte gravata da edema, che può durare anche 2 settimane e da ematomi che devono essere attentamente gestiti nell'immediato post-operatorio per mezzo di compressione prolungata (Fig. 5).

I trattamenti laser

Cenni storici

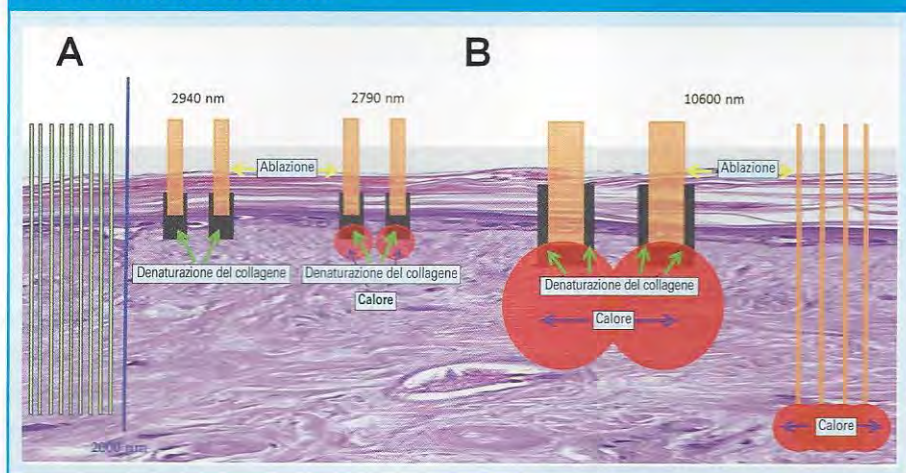
L'uso delle tecnologie laser per il trattamento delle cicatrici post-acneiche ha vissuto, nel tempo 3, svolte epocali. La prima è l'avvento dei laser ablativi a CO_2 , a Er-YAG e al loro uso combinato, nella seconda si assiste all'utilizzo di laser con lunghezze d'onda non ablativo, mentre nella terza e più recente svolta si assiste all'uso di una diversa metodologia di somministrazione dell'energia. L'uso di tecnologie ablativo (CO_2 ed Er-YAG) determinava risultati ad oggi ancora ineguagliati, ma era gravata da un'alta, eccessiva, incidenza di effetti collaterali (iperpigmentazioni, cicatrici, eritema persistente). L'utilizzo di lunghezze d'onda non ablativo era estremamente sicuro (i casi di effetti collaterali erano molto rari) ma i risultati ottenibili erano modesti e, soprattutto, non erano riproducibili. La terza svolta epocale è consistita, quindi, nella modificazione della modalità con la quale l'energia emessa dalle apparecchiature impatta la cute e

non nella modificazione delle lunghezze d'onda. Al posto di colpire il 100% della superficie le apparecchiature emettono energia, che colpisce solo una parte (o frazione) dei tessuti. In tale modo si lasciano dei punti di cute sana, dai quali partono i processi di guarigione e che riducono enormemente l'incidenza degli effetti collaterali.

Proprietà e meccanismo d'azione

Una netta distinzione deve essere fatta tra i sistemi non ablativi e quelli ablativi. I sistemi non ablativi, utilizzati nel trattamento delle cicatrici post-acneiche, sono sistemi con lunghezza d'onda superiore ai 1100 nm e inferiore ai 2000 nm. In questo range di lunghezze d'onda i cromofori emoglobina e melanina non vengono colpiti e l'unico obiettivo rimane l'acqua. L'assorbimento e la specificità per l'acqua sono ancora però basse e quindi queste lunghezze d'onda sono in grado di penetrare profondamente nella cute, determinando una denaturazione delle proteine dermiche senza vaporizzare o asportare gli strati epiteliali più superficiali (1). Il tessuto denaturato è quindi sostituito da nuovo collagene e questo processo è alla base del miglioramento delle cicatrici atrofiche post-acneiche (1). Fanno parte di questa categoria i laser Nd:YAG 1320 nm e 1440 nm, i laser a diodi 1450 nm e i laser Er-Glass 1540 nm e 1550 nm. I più recenti laser frazionali 1440 nm, 1540 nm e 1550 nm determinano (2) la denaturazione di colonne di derma definite MTZ del diametro non superiore ai 400 μm . Queste colonne cilindriche di denaturazione delle proteine vengono sostituite da nuovo tessuto collagene e sono solo minimamente circondate da aree di stimolazione termica. I laser ablativi (CO_2 10.600 nm, Er-YAG 2940 nm e Er-YSGG 2790 nm) sono invece tecnologie con una maggiore selettività per l'acqua. L'interazione laser-tessuti determina, perciò, essenzialmente ablazione dei tessuti. Entità e profondità dell'ablazione sono strettamente correlate all'energia e al diametro dello spot utilizzato. Le tecnologie ad Erbium sono talmente selettive per l'acqua che la loro azione è quasi esclusivamente ablativa. I laser a CO_2 presentando, invece, una minore affinità per l'acqua oltre a determinare ablazione (se con fluence $>$ di 5 J/cm^2) sono anche in grado di determinare denaturazione dei tessuti circostan-

Figura 6. La diversa liberazione di calore dei diversi sistemi frazionali. (A) laser non ablativi (B) laser ablativi.



ti all'ablazione e infine uno stimolo termico non coagulativo alle proteine dermiche ancora più periferico. Sia per i laser a Erbium che per quelli a CO₂ allungando i tempi di somministrazione dell'energia si ottiene un maggior effetto riscaldante. Accorciando tali tempi si determina un maggior effetto ablativo (1-19). Gli effetti di un laser a CO₂ sulla cute sono sostanzialmente 3: ablazione degli strati epiteliali superficiali, contrazione del derma (shrinkage) e stimolazione termica della produzione di nuovo collagene (20). I laser ablativi a Erbium sono, invece, prevalentemente ablativi, nonostante allungando il tempo di somministrazione dell'energia si ottenga anche una minima produzione di calore (21). I concetti appena descritti sono validi sia per laser non frazionali sia per laser a emissione frazionale. I laser a Erbium determinano colonne di ablazione tissutale con minimo danno termico circostante. I laser a CO₂ determinano un maggior danno termico e una maggiore stimolazione alla produzione di nuovo collagene (Fig. 6). I micro-fori creati da queste apparecchiature vanno incontro a rapidissima guarigione, che inizia con una invaginazione epiteliale e si conclude 9 mesi dopo il trattamento, quando alla sintesi di nuovo collagene è anche seguita una fase di ri-arrangiamento dello stesso (22,23).

Indicazioni terapeutiche

Sono candidati al trattamento laser tutti quei pazienti con cicatrici di tipo boxcar (superficiali o profonde) o rolling (24) classificati sino a 4B secondo la classificazione qualitativa di Goodman e Baron (25). I pazienti con esiti cicatriziali gravi otterranno buoni risultati dal trattamento con sistemi laser solo se associati a trattamenti chirurgici descritti precedentemente in questo testo. I pazienti affetti da esiti cicatriziali a punteruolo di ghiaccio (ice-pick) non sono candidati ideali per i trattamenti con sistemi laser, ma beneficranno piuttosto di trattamenti chirurgici o chimici (CROSS technique) (26).

Selezione del paziente e controindicazioni

Il candidato a un trattamento laser, per cicatrici post-acneiche, deve presentare un quadro cutaneo con malattia acneica spenta da almeno 1 anno; deve aver sospeso l'assunzione di isotretinoina orale almeno da 1 anno (questa condizione è obbligatoria se si intende eseguire un trattamento ablativo non frazionale in quanto la guarigione dei tessuti avviene principalmente dalle ghiandole sebacee; risulta invece pura cautela se si intende sottoporre il paziente a un trattamento non ablativo o ablativo frazionale); non deve aver presentato infezioni cutanee da *Herpes virus* nei 6 mesi precedenti il trattamento (in caso di infezione pregressa è necessario l'utilizzo di una terapia profilattica con antivirali); non deve presentare o essere stato affetto da malattie sistemiche gravi con spiccato coinvolgimento cutaneo (endocarditi batteriche, malattie del collagene quali per es. il lupus e la sclerodermia, disordini immunologici quali per es. la vitiligine, HIV); non deve in alcun modo presentare un'anamnesi positiva per cicatrizzazione cheloidea o ipertrofica; non deve essersi sottoposto a impianto di fillers non riassorbibili.

Il paziente di fototipo elevato è esposto a un rischio di iperpigmentazioni post-trattamento nettamente superiore al paziente di fototipo basso e deve quindi essere reso edotto con dovizia di particolari dei rischi a cui si espone.

La maggiore difficoltà nel selezionare i pazienti da sottoporre a trattamenti laser riguarda però la valutazione della compliance del paziente e, soprattutto, delle sue aspettative. Bisogna capire se il pa-

ziente si atterrà scrupolosamente alle indicazioni fornitegli dopo il trattamento, ma soprattutto comprendere quanto il paziente si aspetta dal trattamento. Quasi sempre le aspettative sono estremamente elevate e i risultati valutati sempre peggiori rispetto a quanto fatto dall'operatore. Appare opportuno quindi utilizzare termini quali "miglioramento" e "cicatrici ancora visibili" piuttosto che "soluzione" e "scomparsa delle cicatrici".

Preparazione del paziente

I pazienti che decidono di sottoporsi a un trattamento laser per cicatrici post-acneiche non devono essersi esposti alla luce solare nei 30 giorni precedenti il trattamento né devono presentare una cute abbronzata. Devono assumere, se desiderosi di sottoporsi a un trattamento ablativo (tradizionale o frazionale), antibiotici e antivirali iniziando dalla sera antecedente il trattamento stesso. Gli antibiotici devono essere assunti per almeno 5 gg (o fino a riepitelizzazione completa), mentre gli antivirali devono essere assunti per almeno 8 gg dopo il trattamento.

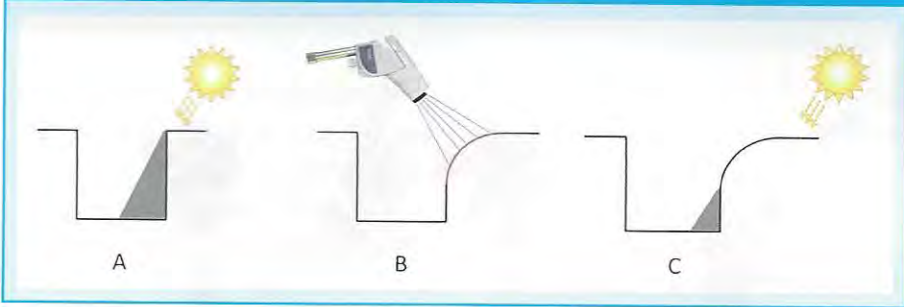
Nonostante ripetutamente nella letteratura internazionale siano apparsi lavori scientifici (27,28), nei quali si consiglia l'applicazione di tretinoina e idrochinone topici per almeno 1 mese prima del trattamento (con sospensione degli stessi 3 settimane prima del trattamento) non esistono dati certi in letteratura del fatto che tale pratica riduca l'incidenza di effetti avversi quali le iperpigmentazioni. È convinzione però dell'Autore che tale pratica possa essere efficace e quindi fa parte del Suo protocollo terapeutico.

Tecnica

La tecnica differisce da tecnologia a tecnologia

Alcune sorgenti non ablativo non richiedono anestesia, altre necessitano di un'anestesia topica in occlusione, così come alcune tecnologie ablativo frazionali. Lo skin resurfacing non frazionale richiede una sedazione farmacologica associata a infiltrazione con xylocaina dei nervi sovraorbitario, infraorbitario e mentoniero. Le tecniche non-ablativo possono richiedere passaggi multipli (29) sull'intera regione da trattare. Le tecniche non-ablativo richiedono, usualmente, sedute multiple (30) separate da un intervallo di tempo della durata media di 1 mese.

Figura 7. Una cicatrice a boxcar, se illuminata da una luce a 45°, risulta molto evidente poiché si genera un'ombra (A). Il trattamento laser abbatte la spalla della cicatrice (B) in modo che l'ombra generata sia nettamente inferiore (C).

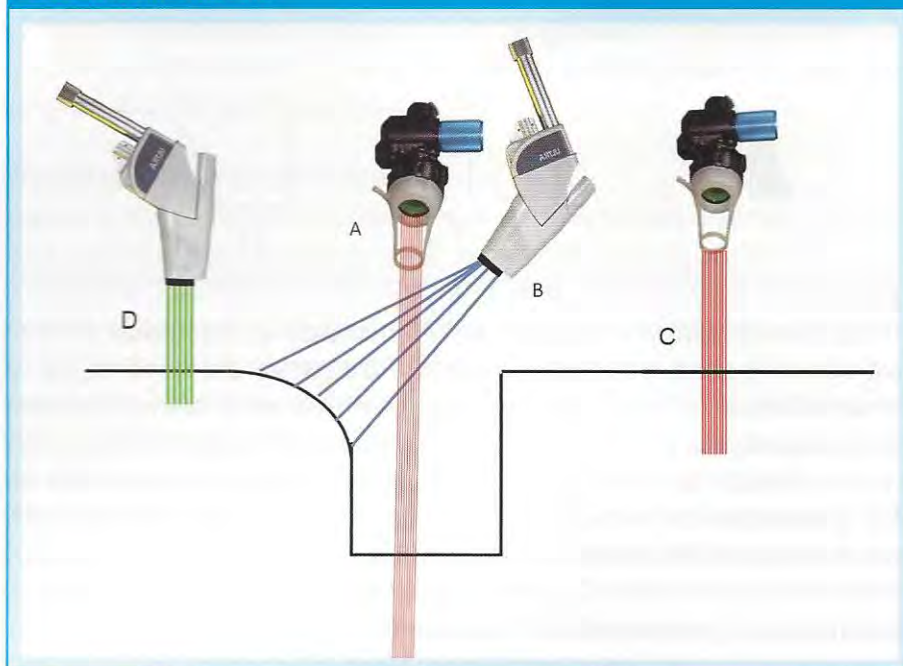


Il resurfacing ablativo con laser Er-YAG richiede un'anestesia infiltrativa con xylocaina, eseguita all'emergenza ossea dei nervi sovra- e infraorbitario e del nervo mentoniero bilateralmente previa sedazione farmacologica del paziente. I passaggi sono multipli (31,32): con il primo si asporta la spalla della cicatrice da trattare, mentre con gli altri si esegue un trattamento che deve interessare l'intera unità estetica nella quale le lesioni cicatriziali post-acneiche sono presenti. Il resurfacing con laser CO₂ non frazionato richiede lo stesso tipo di anestesia del precedente. Il numero dei passaggi varia nelle diverse regioni corporee da 2 a 3 con fluence decrescente (33,34). Questi passaggi possono essere preceduti da un trattamento esclusivamente ablativo nel quale, inclinando il manipolo a 45°, si cerca di asportare la spalla della cicatrice (Fig. 7).

I passaggi successivi comportano l'asportazione dell'epitelio, lo shrinkage del derma e quindi la riduzione delle cicatrici.

Il resurfacing frazionale con laser CO₂ richiede, invece, un'anestesia esclusivamente topica, eseguita con crema anestetica lasciata in occlusione per almeno 1 ora. Il primo passaggio si effettua con un manipolo che determina un'asportazione di soli 120 µm ma una profonda ablazione che raggiunge i 2000 µm sul fondo delle cicatrici. Ciò comporta una ridottissima asportazione tissutale, una sua notevole contrazione stimolando, inoltre, in modo imponente la produzione di collagene. L'effetto desiderato è una contrazione della cicatrice, ma soprattutto un suo innalzamento dovuto alla produzione

Figura 8. Con il primo passaggio (A) si stimola la produzione di collagene e si determina la contrazione del fondo della cicatrice. Con il secondo passaggio (B) si abbattano le spalle delle cicatrici, mentre con il terzo (C) si regolarizza il risultato precedentemente ottenuto.



di collagene che segue lo stimolo termico. Il secondo passaggio è invece eseguito con un manipolo che determina un'asportazione tissutale di 1300 μm in modalità esclusivamente ablativa (CPG 139, fluence 50 mJ, frequency 450 Hz). Questo passaggio ha lo scopo, come già in precedenza descritto, di abbattere o ridurre la spalla della cicatrice, onde permetterne una sua minore visibilità con luce incidente a 45°; questi due primi passaggi sono quindi eseguiti su ogni singola cicatrice. Il terzo passaggio viene, invece, eseguito su tutta l'area affetta dalle cicatrici mediante il manipolo che determina ablazioni estremamente piccole. Riducendo l'energia applicata, ma incrementando la densità degli shot, si ottiene un'imponente contrazione tissutale, che comporta una riduzione del diametro delle cicatrici. Il quarto e ultimo passaggio è eseguito con il manipolo

che mette shot di 1,3 mm di diametro ma con parametri che determinino solo una leggera ablazione e, al contempo, una stimolazione dermica alla produzione di collagene (CPG 163, fluence 125 mJ, frequency 125 Hz) nella Grenz's zone (Fig. 8).

Procedure post-trattamento

Anche le procedure post-trattamento variano al variare della tecnologia usata. In generale si può affermare che, mentre le tecnologie non ablative richiedono solo il continuo uso di creme a protezione solare massima i laser ablativi prevedono un protocollo di trattamento un poco più complesso. Il soggetto che si è sottoposto a un trattamento ablativo dovrà applicarsi sulla cute un unguento sino alla completa riepitelizzazione. Eritemi persistenti potranno essere risolti utilizzando cortisonici topici fluorati, mentre le eventuali iperpigmentazioni post-trattamento possono essere, nella quasi totalità dei casi, risolte facendo applicare al paziente una preparazione di Kligman (35). Anche i pazienti sottoposti a trattamenti ablativi dovranno evitare l'esposizione alla luce solare e applicare creme solari a protezione massima.

Effetti collaterali e complicanze

Gli effetti collaterali dei laser ablativi di prima generazione possono essere classificati in "a breve termine" e "a lungo termine". Tra i primi si annoverano le infezioni batteriche, da *Herpes simplex* o da funghi. Non è raro osservare, qualche giorno dopo il trattamento, la milia che, però, deve più essere imputata alle medicazioni con unguento che non al trattamento vero e proprio. Le complicanze a lungo termine comprendono gli eritemi persistenti, le iperpigmentazioni transitorie e non transitorie (più tipiche dei soggetti con fototipo alto) e le cicatrici. L'uso di antimicrobici e antivirali orali a partire dalla sera prima del trattamento scongiura, di solito, il rischio di infezioni. La milia deve essere trattata sospendendo l'applicazione topica di unguenti e incidendo con una lama da bisturi n° 11 le lesioni. Gli eritemi persistenti possono essere trattati con cortisonici fluorati topici, mentre le iperpigmentazioni, che di solito insorgono 40-50 gg dopo il trattamento, possono essere quasi totalmente risolte facen-

do applicare al paziente una preparazione di Kligman. Cicatrici, ipopigmentazioni o iperpigmentazioni persistenti si configurano come esiti a lungo termine solo in parte risolvibili.

Le tecnologie frazionali sono nate anche allo scopo di ridurre l'incidenza di questi effetti collaterali. Non sono, ad oggi, descritte complicanze a breve o lungo termine nell'utilizzo dei laser ablativi frazionali, mentre è descritta un'incidenza non superiore al 12% di iperpigmentazioni, eruzioni acneiche o eruzioni erpetiche nell'utilizzo dei laser frazionali non ablativi (36,37).

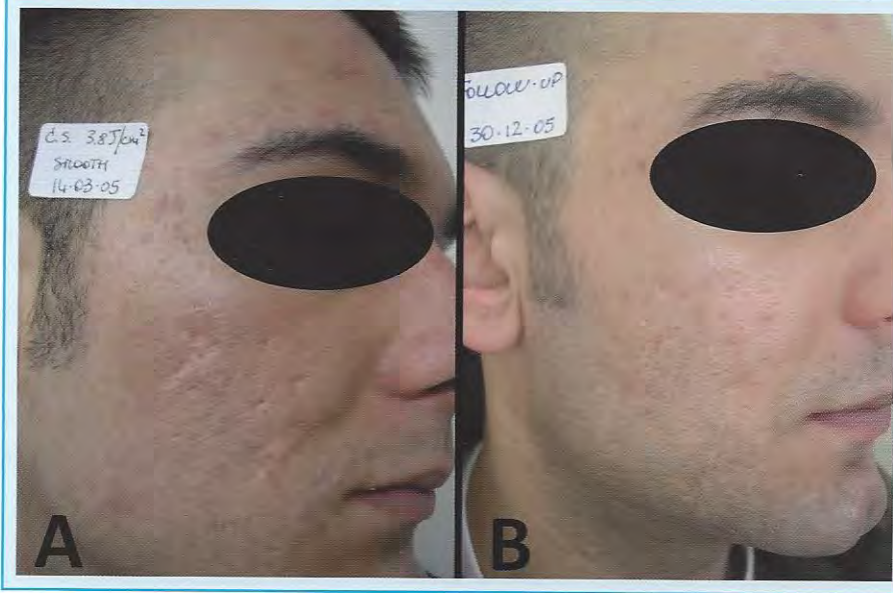
Vantaggi e svantaggi

I trattamenti laser devono essere considerati come i trattamenti maggiormente in grado di migliorare le cicatrici post-acneiche di tipo rolling o boxcar. I laser non ablativi non frazionali comportano risultati

Figura 9. Pre- (A) e post-trattamento eseguito con laser frazionale Er-Glass 1540 nm, 3 sessioni di trattamento (per gentile concessione della Dott.ssa Francesca De Angelis).



Figura 10. Pre- (A) e post-trattamento (B) eseguito con laser Er-YAG Smooth, singola sessione, 2 passaggi, no overlapping, $3,8 \text{ J/cm}^2$, 750 microsec., spot 5 mm (Per gentile concessione del Dott. Ivano Luppino).



modesti, ma sono accompagnati da un modestissimo downtime. I trattamenti non ablativi frazionati comportano risultati eccellenti con un downtime ridotto ma, purtroppo, devono essere eseguiti molteplici volte (Fig. 9). Il resurfacing con laser Er:YAG offre risultati eccellenti in mani esperte, anche se una stimolazione termica alla produzione di collagene può essere ottenuta solo con tecnologie dual-mode (e cioè allungando i tempi di somministrazione dell'energia onde liberare una minima quantità di calore) (Fig. 10). Il resurfacing con laser CO_2 di tipo tradizionale offre i migliori risultati in assoluto, ma comporta tempi di guarigione molto lunghi ed espone il paziente a effetti collaterali non sempre transitori (Fig. 11). Il resurfacing frazionale con laser CO_2 può essere considerato un buon compromesso tra risultati e downtime minimizzando il rischio di effetti collaterali (Fig. 12). Il miglior risultato estetico nelle cicatrici post-acneiche si ottiene probabilmente eseguendo terapie combinate chirurgiche, laser, topiche e chimiche.

Figura 11. Pre- (A) e post-trattamento (B) eseguito con laser CO₂ ultrapulsato non frazionale. Si noti la leggera iperpigmentazione.

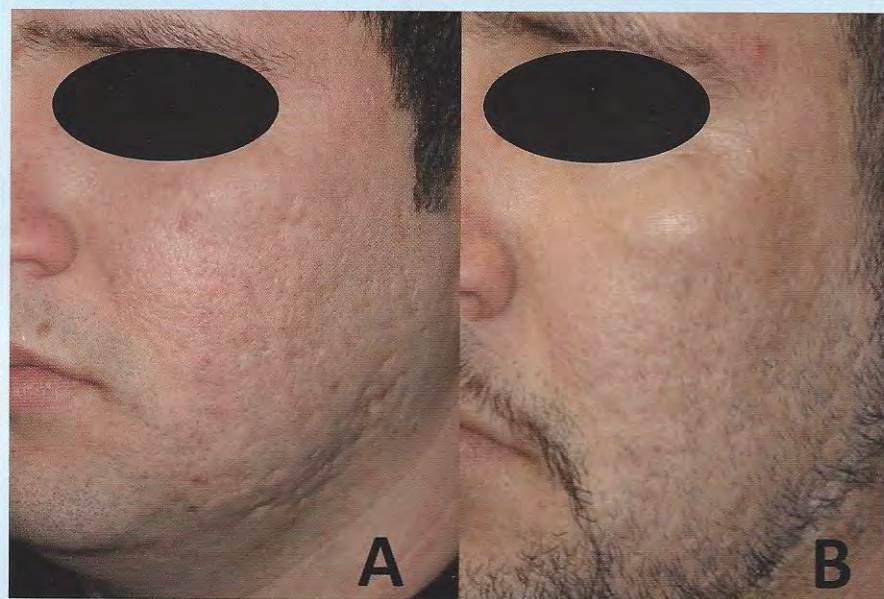


Figura 12. Pre-(A) e post-trattamento (B) eseguito con laser CO₂ ultrapulsato frazionale.



Bibliografia

1. Nelson S. An introduction to laser and laser-tissue interactions in dermatology. In Kauvar ANB. Principles and practices in cutaneous laser surgery. Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, USA pp 70. ISBN 0824758331.
2. Hantash BM, Bedi VP, Sudireddy V, Struck SK, Herron GS, Chan KF. Laser-induced transepidermal elimination of dermal content by fractional photothermolysis. *J Biomed Opt* 2006;11(4):041115.
3. Garrett AB, Dufresne RG Jr, Ratz JL, Berlin AJ. Carbon dioxide laser treatment of pitted acne scarring. *J Dermatol Surg Oncol* 1990;16(8):737-740.
4. Alster TS. Resurfacing of atrophic facial acne scars with a high energy, pulsed carbon dioxide laser. *Dermatol Surg* 1996;22:151-154.
5. Weinstein C. Carbon dioxide laser resurfacing. Long-term follow-up in 2123 patients. *Clin Plast Surg* 1998;25(1):109-130.
6. Kye YC. Resurfacing of pitted facial scars with a pulsed Er:YAG laser. *Dermatol Surg* 1997;23(10):880-883.
7. Jordan R, Cummins C, Burls A. Laser resurfacing of the skin for the improvement of facial acne scarring: a systematic review of the evidence. *Br J Dermatol* 2000;142(3):413-423.
8. Jordan RE, Cummins CL, Burls AJ, Seukeran DC. Laser resurfacing for facial acne scars. *Cochrane Database Syst Rev* 2001;(1):CD001866.
9. Alster TS, Lupton JR. Prevention and treatment of side effects and complications of cutaneous laser resurfacing. *Plast Reconstr Surg* 2002;109(1):308-316; discussion 317-318.
10. Walia S, Alster TS. Prolonged clinical and histologic effects from CO₂ laser resurfacing of atrophic acne scars. *Dermatol Surg* 1999;25:926-930.
11. de Noronha L, Chin EW, Menini CM, Knopfholz J, Rampazzo JC, Graf R. Histopathologic and morphometric evaluation of the skin abnormalities induced by erbium:YAG and carbon dioxide lasers in 10 patients. *Plast Reconstr Surg* 2001;108(5):1380-1388.
12. Rogachefsky AS, Hussain M, Goldberg DJ. Atrophic and a mixed pattern of acne scars improved with a 1320-nm Nd:YAG laser. *Dermatol Surg* 2003;29(9):904-908.
13. Tanzi EL, Alster TS. Comparison of a 1450-nm diode laser and a 1320-nm Nd:YAG laser in the treatment of atrophic facial scars: a prospective clinical and histologic study. *Dermatol Surg* 2004;30(2 Pt 1):152-157.
14. Sadick NS, Schecter AK. A preliminary study of utilization of the 1320-nm Nd:YAG laser for the treatment of acne scarring. *Dermatol Surg* 2004;30(7):995-1000.

15. Geronemus RG. Fractional photothermolysis: current and future applications. *Lasers Surg Med* 2006;38(3):169-176.
16. Alster TS, McMeekin TO. Improvement of facial acne scars by the 585 nm flashlamp-pumped pulsed dye laser. *J Am Acad Dermatol* 1996;35(1):79-81.
17. Bowes LE, Alster TS. Treatment of facial scarring and ulceration resulting from acne excoriée with 585-nm pulsed dye laser irradiation and cognitive psychotherapy. *Dermatol Surg* 2004;30(6):934-938.
18. Friedman PM, Jih MH, Skover GR, Payonk GS, Kimyai-Asadi A, Geronemus RG. Treatment of atrophic facial acne scars with the 1064-nm Q-switched Nd:YAG laser: six-month follow-up study. *Arch Dermatol* 2004;140(11):1337-1341.
19. Gonzalez MJ, Sturgill WH, Ross EV, Uebelhoer NS. Treatment of acne scars using the plasma skin regeneration (PSR) system. *Lasers Surg Med* 2008;40(2):124-127.
20. Fitzpatrick RE. CO2 laser resurfacing. *Dermatol Clin* 2001;19:443-451.
21. Woo SH, Park JH, Kye YC. Resurfacing of different types of facial acne scar with short-pulsed, variable-pulsed, and dual-mode Er: YAG laser. *Dermatol Surg* 2004;30(4 Pt 1):488-493.
22. Hantash BM, Bedi VP, Kapadia B et al. In vivo histological evaluation of a novel ablative fractional resurfacing device. *Lasers Surg Med* 2007;39(2):96-107.
23. Hantash BM, Bedi VP, Chan KF, Zachary CB. Ex vivo histological characterization of a novel ablative fractional resurfacing device. *Lasers Surg Med* 2007;39(2): 87-95.
24. Jacob CI, Dover JS, Kaminer MS. Acne scarring: a classification system and review of treatment options. *J Am Acad Dermatol* 2001;45:109-117.
25. Goodman GJ, Baron JA. Postacne scarring: a qualitative global scarring grading system. *Dermatol Surg* 2006;32:1458-1466.
26. Lee JB, Chung WG, Kwahck H, Lee KH. Focal treatment of acne scars with trichloroacetic acid: chemical reconstruction of skin scars method. *Dermatol Surg* 2002;28(11):1017-1021; discussion 1021.
27. Ruiz-Esparza J, Lupton J. Laser resurfacing of darkly pigmented patients. *Dermatologic Clinics* Volume 20, Issue 1, Pages 113-121.
28. Goh CL, Khoo L. Laser skin resurfacing treatment outcome of facial scars and wrinkles in asians with skin type III/IV with the Unipulse® CO2 Laser System. *Singapore Med J* 2002;43(1):28-32.
29. Lee HS, Lee JH, Ahn GY et al. Fractional photothermolysis for the treatment of acne scars: a report of 27 Korean patients. *J Dermatolog Treat* 2008;19(1):45-49.
30. Alster TS, Tanzi EL, Lazarus M. The use of fractional laser photothermolysis for the treatment of atrophic scars. *Dermatol Surg* 2007;33(3):295-299.

- 31.** Woo SH, Park JH, Kye YC. Resurfacing of different types of facial acne scar with short-pulsed, variable-pulsed, and dual-mode Er: YAG laser. *Dermatol Surg* 2004;30(4 Pt 1):488-493.
- 32.** Jeong JT, Park JH, Kye YC. Resurfacing of pitted facial acne scars using Er:YAG laser with ablation and coagulation mode. *Aesthetic Plast Surg* 2003;27(2):130-134.
- 33.** Fitzpatrick RE. CO2 laser resurfacing. *Dermatol Clin* 2001;19(3):443-451.
- 34.** Goldman MP. CO2 laser resurfacing of the face and neck. *Facial Plast Surg Clin North Am* 2001;9(2):283-290.
- 35.** Kligman AM, Willis I. A new formula for depigmenting human skin. *Arch Dermatol* 1975;111(1):40-48.
- 36.** Graber EM, Tanzi EL, Alster TS. Side effects and complications of fractional laser photothermolysis: experience with 961 treatments. *Dermatol Surg* 2008;34(3):301-5; discussion 305-307.
- 37.** Chan HH, Manstein D, Yu CS, Shek S, Kono T, Wei WI. The prevalence and risk factors of post-inflammatory hyperpigmentation after fractional resurfacing in Asians. *Lasers Surg Med* 2007;39(5):381-385.