

A systematic review of treatments for acne scarring. Part 2: Energy-based techniques

Tác giả: Georgios Kravvas¹, FirasAl-Niaimi²

Biên dịch: Bs. Phạm Ánh

Scars, Burns & Healing
Volume 4: 1-14
DOI: 10.1177/2059513118793420
Article reuse guidelines:
sagepub.com/journals-permissions
© The Author(s) 2018
journals.sagepub.com/home/sbh

Abstract

Introduction: Sẹo mụn là tình trạng phổ biến, nó có thể có phạm vi rộng và dẫn tới sự hành hạ về tâm lí xã hội. Đa phương thức điều trị đã được sử dụng để cải thiện sẹo teo với nhiều mức độ thành công. Bài báo này cung cấp một cái nhìn tổng quan về việc sử dụng các thiết bị năng lượng trong việc điều trị sẹo mụn.

Objectives and methods: Một tài liệu nghiên cứu toàn diện được công bố năm 2008 đã được thực hiện để đánh giá hiệu quả và tác dụng phụ của việc điều trị các thiết bị năng lượng trong điều trị sẹo sau mụn.

Results: Có tổng cộng 59 bài báo.

Discussion: laser xâm lấn được đánh giá có hiệu quả nhất, mặc dù nó có liên quan đến đau và thời gian nghỉ dưỡng, và nguy cơ thay đổi sắc tố kéo dài. Laser ly giải quang nhiệt vi điểm (FP) an toàn hơn nhưng không thể đạt được kết quả thẩm mỹ tốt. Hiệu quả của lăn kim RF vi điểm và RF có thấp hơn FP nhưng an toàn hơn. Đối với các thiết bị còn lại, vẫn còn ít bằng chứng và cần thực hiện nhiều nghiên cứu hơn để đưa ra kết luận chắc chắn.

Conclusion: nhiều thiết bị đã được sử dụng với nhiều mức độ khác nhau và độ an toàn khác nhau. Điều này nhìn chung là do sự thiếu các bằng chứng chất lượng về hiệu quả của các can thiệp khác nhau. Hơn nữa, hiện nay chưa có thang điểm chuẩn để đánh giá mức độ sẹo, dẫn đến có sự đa dạng về đánh giá và sự thể hiện dữ liệu trong các nghiên cứu khác nhau.

Keywords

Ablative, acne scarring, energy devices, lasers, non-ablative, photothermolysis, radiofrequency

Giới thiệu

Sẹo là biến chứng thường gặp của mụn, do sự sản xuất hỗn độn và sự lắng đọng collagen xung quanh nang lông bị viêm, dẫn đến hình thành sẹo lõm.

Mặc dù có rất nhiều phương pháp để cải thiện sẹo, nhưng

¹ Vì sẹo rất phổ biến và có thể làm suy giảm chất lượng cuộc sống, cũng như có thể dẫn đến trầm cảm và tự tử. Hơn nữa, nó liên quan đến long tu trọng kém, lo lắng và giảm kết quả học tập.²

¹Dermatology, Royal Infirmary of Edinburgh, Edinburgh, UK

²Department of Dermatological Surgery and Lasers, St John's Institute of Dermatology, London, UK

Corresponding author:

Georgios Kravvas, Dermatology, Royal Infirmary of Edinburgh, Lauriston building, Edinburgh EH3 9HA, UK.
Email: kravvas@hotmail.com



không có phương thức “ tiêu chuẩn vàng” để xóa hoàn toàn vết sẹo. Các điều trị mới và các tiếp cận đa phương thức trong điều trị sẹo có thể đạt được kết quả tốt trên % bệnh nhân lớn, kể cả với sẹo nặng.

Phương thức điều trị có thể chia thành sử dụng năng lượng và không năng lượng.

Các phương thức điều trị không năng lượng phổ biến bao gồm peel hóa học, lăn kim, tách đáy sẹo, mài mòn da và filler. Chúng đã được đề cập ở phần 1.³

Phương thức dùng thiết bị năng lượng bao gồm thiết bị ánh sáng, laser và sóng điện từ.

Lasers là phương thức phổ biến nhất và có nhiều loại. Thông thường, laser bóc tách được sử dụng phổ biến ngày trước vì khả năng đem lại kết quả thẩm mỹ tốt chỉ sau 1 lần điều trị.⁴ Phương pháp bóc tách hoạt động dựa trên việc bóc bay thượng bì và 1 phần lớp bì ở vùng điều trị, dẫn đến tăng sinh collagen mới và tái tổ chức;⁵ Tuy nhiên, laser bóc tách có thời gian nghỉ dưỡng dài và một số tác dụng phụ không mong muốn nên có sự tăng sử dụng các thiết bị vi đũa và không bóc tách an toàn hơn.⁴

Không giống bóc tách truyền thống, laser bóc tách vi đũa sử dụng các khoảng cách đều nhau trên bề mặt da. Điều này tạo ra các cột vi tổn thương nhiệt ở bì và thượng bì trong khi vẫn có các khoảng da lành. Cách tiếp cận này giúp giảm thời gian phục hồi so với laser bóc tách truyền thống.⁶

Laser không bóc tách, ở mặt khác, vẫn có khả năng gây tổn thương nhiệt ở lớp bì trong khi vẫn bảo vệ được lớp thượng bì. Quá trình này gọi là ly giải quang nhiệt vi đũa (FP) và hạn chế tác dụng phụ và thời gian phục hồi.⁷

Với thiết bị điện từ (RF), dòng điện chạy qua da giữa các hàng pin điện cực, tạo ra nhiệt sâu dưới da. Từ đó tạo ra các tổn thương, kích thích đáp ứng lành thương diễn ra .⁸

Phương pháp lăn kim RF (RFM) bao gồm nhiều kim nhỏ, giúp đưa trực tiếp RF vào lớp bì. Các đầu kim được cách nhiệt để ngăn tổn thương nhiệt điện xảy ra ở bất cứ đâu trừ đầu kim và không bao giờ ở lớp biểu bì, nơi kim tác động cơ học. Trái ngược với laser bóc tách và không bóc tách, điều trị với RFM

Có thể kiểm soát độ sâu của kim, do đó cho phép sự đồng tụ nhiệt điện ở nhiều mức khác nhau ở lớp bì.^{9,10}

Mục tiêu và phương pháp

Mục tiêu của bài báo này là cung cấp cái nhìn tổng quan được cập nhật mới nhất trong việc sử dụng các thiết bị năng lượng để điều trị sẹo mụn.

Một nghiên cứu toàn diện được công bố năm 2008 trên PubMed. Nghiên cứu sử dụng từ khóa [(scar(s), scarring) AND (acne)] Chỉ bao gồm các bài báo viết bằng tiếng anh. Các báo cáo cá nhân bị loại trừ. Sau khi sàng lọc các bản tóm tắt, có tổng 59 bài báo có liên quan đã được lựa chọn.

Kết quả

Có tất cả 59 bài báo được tổng hợp. Chúng được phân loại dựa theo phương thức và phương pháp luận nghiên cứu .

Thử nghiệm ngẫu nhiên có kiểm soát

23 thử nghiệm ngẫu nhiên có kiểm soát (RCTs) được xác định (Table 1).

CO₂ laser

10 bài báo tập trung vào hiệu quả của laser CO₂. Trong nhóm RCT lớn nhất (42 BN), Faghihi và cộng sự so sánh hiệu quả của punch elevation cùng laser CO₂ tái tạo bề mặt (21.4% đáp ứng tối thiểu, 42.9% trung bình, 35.7% tốt) với laser CO₂ tái tạo bề mặt đơn độc(26.2% đáp ứng ít, 42.9% trung bình, 31% tốt).¹¹

Trong thử nghiệm lớn khác, Zhang et al. (33 BN) so sánh RF vi đũa (RF) (56.4% mean improvement) với laser CO₂ tái tạo bề mặt vi đũa(59.2%).¹²

Gawdat et al. (30 BN) đánh giá hiệu quả của laser CO₂ vi đũa với nước muối (26.7% cải thiện xuất sắc), tiêm huyết tương giàu tiểu cầu (PRP) (66.7% cải thiện xuất sắc) hoặc thoa PRP (60% cải thiện xuất sắc).¹³

Ahmed et al. (28 BN) thấy laser CO₂ pinpoint có hiệu quả cao hơn peel hóa học (trichloroacetic acid phá hủy cấu trúc da sẹo- kĩ thuật TCA CROSS).¹⁴

Table 1. A synopsis of all randomised controlled trials.

Tác giả	Năm công bố	Bệnh nhân (n)	Mức độ chứng cứ*	Phương pháp điều trị	Kết quả thẩm mỹ	Tác dụng không mong muốn
Ahmed et al.	2014	28	1.c	CO ₂ laser pinpoint irradiation (Group 1) vs. TCA CROSS (Group 2)	CO ₂ laser pinpoint irradiation hiệu quả hơn TCA CROSS	Nhóm CO ₂ laser: mụn mủ và tăng sắc tố; TCA CROSS group: ngứa, nhiễm trùng và tăng sắc tố
Alexis et al.	2016	7	1.d	Năng lượng thấp (Group 1) với năng lượng cao (Group 2) laser Er: YAG vi điểm không bóc tách	Mean improvement in scarring was measured as 'significantly improved'; no statistically significant difference was found between the two groups	Cả 2 nhóm: đau, hồng ban, phù, chảy máu, tăng và giảm sắc tố
Bjørn et al.	2013	11	1.d	Fractional CO ₂ laser với giãn cách 1 tháng (Group 1) với giãn cách 3 tháng (Group 2)	Sẹo cải thiện có trị giá 5.86 ± 1.87 to: <ul style="list-style-type: none"> Nhóm 1: 1.56 ± 1.24 Nhóm 2: 1.33 ± 1.66 (Dựa trên thang điểm 10)	Đau, chảy máu, tăng và giảm sắc tố, hồng ban, phù, rỉ dịch
Cachafeiro et al.	2016	42	1.c	Laser Er: YAG vi điểm không bóc tách (Group 1) với lăn kim (Group 2)	Group 1: cải thiện 3.41; Group 2: cải thiện 4.05 (based on the Quantitative Global Grading System)	Cả 2 nhóm: đau, hồng ban, mụn mủ và bóng nước, đóng mài, tăng sắc tố
Chae et al.	2015	40	1.c	Laser Er: YAG vi điểm không bóc tách (Group 1) vs. FRM (Group 2)	Tổng quan sự cải thiện sẹo: Group 1: không-1 BN, nhẹ- 3 BN, trung bình- 5BN, tốt- 8 BN, xuất sắc – 3BN; Group 2: không- 2 BN, nhẹ- 5 BN, trung bình- 5 BN, tốt- 7 BN, xuất sắc – 1 BN	Cả 2 nhóm: đau, hồng ban, phát ban dạng mụn trứng cá, tăng sắc tố, phù, khô da
Cho et al.	2010	8	1.c	Laser Er: Yag vi điểm không bóc tách (Group 1) với laser CO ₂ vi điểm bóc tách (Group 2)	Group 1: 1 BN không cải thiện, 6 BN cải thiện 26-50%, và 1 BN 51-75% Group 2: 5 BN cải thiện 26-50%, 2 BN cải thiện 51-75%, và 1 BN > 76%	Cả 2 nhóm: đau, hồng ban, phù, đóng mài, rỉ dịch, chảy máu, tăng sắc tố, bùng phát mụn đang hoạt động
Faghihi et al.	2015	42	1.c	Punch elevation thêm laser CO ₂ vi điểm tái tạo bề mặt (Group 1) với laser CO ₂ tái tạo bề mặt (Group 2)	Group 1: đáp ứng tối thiểu 21.4%, trung bình 42.9%, tốt 35.7%, xuất sắc 0%; Group 2: đáp ứng tối thiểu 26.2%, trung bình 42.9%, tốt 31%, Xuất sắc 0%	Cả 2 nhóm: hồng ban, đóng mài, bóng, phù, đau, tăng sắc tố, đào thải và ngứa

(Continued)

Table 1. (Continued)

Authors	Publication year	Patients (n)	Level of evidence*	Treatment method	Cosmetic outcome	Adverse effects
Faghihi et al.	2016	16	1.c	Laser Co2 bóc tách vi điểm+ tiêm PRP (Group 1) với laser CO2 bóc tách vi điểm + tiêm nước muối (Group 2)	Group 1: không hoặc đáp ứng ít 12.5%, đáp ứng tốt 87.5%, xuất sắc 0%; Group 2: không hoặc đáp ứng ít 31.2%, tốt 68.8%, xuất sắc 0%	Cả 2 nhóm: hồng ban và phù
Gawdat et al.	2013	30	1.c	Laser CO2 bóc tách vi điểm + tiêm PRP (Group 1) với laser CO2 bóc tách vi điểm + tiêm nước muối (Group 2) với laser CO2 bóc tách vi điểm + thoa PRP (Group 3)	Group 1: cải thiện xuất sắc đạt 66.7%; Group 2: cải thiện xuất sắc đạt 26.7%; Group 3: cải thiện xuất sắc đạt 60%	Tất cả các nhóm: đau, hồng ban, phù, đóng mào và tăng sắc tố
Hedelund et al.	2012	12	1.c	Laser Co2 vi điểm với không điều trị có kiểm soát	Kết cấu sẹo trước điều trị 6.15 ± 1.23 và teo 5.72 ± 1.45 scoring; kết cấu sẹo sau điều trị 3.89 ± 1.7 và teo 3.56 ± 1.76 scoring (dựa trên thang điểm 10)	Đau và hồng ban
Kim et al.	2009	20	1.d	Laser CO2 vi điểm năng lượng cao (Group 1) và năng lượng thấp (Group 2) với laser CO2 năng lượng thấp kết hợp với laser Nd:YAG không bóc tách (Group 3)	Group 1: 2 BN đạt sự cải thiện 30-49% 8 BN đạt 50-69%; Group 2: 7 BN đạt 10-39% 3 BN đạt 40-59%; Group 3: 1 BN đạt 40-49% , 7 BN đạt 50-59%, 9 BN đạt 50-69% và 3 BN đạt 60-69%	Tất cả các nhóm: hồng ban, đóng mào và tăng sắc tố
Kim et al.	2009	18	1.c	Laser Er:YAG không bóc tách (Group 1) vs. TCA CROSS (Group 2)	Group 1: cải thiện trung bình 2.51; Group 2: cải thiện trung bình 2.44 (dựa trên thang điểm 4)	Cả 2 nhóm: đau và hồng ban
Leheta et al.	2012	39	1.c	PCI kết hợp với 20% TCA (Group 1) với laser Er:YAG không bóc tách (Group 2) vs. PCI và Er:Glass laser (Group 3)	Group 1: 59.79% cải thiện ; Group 2: 61.83% cải thiện; Group 3: 78.27% cải thiện	Tất cả các nhóm: đau, hồng ban, phù và bong da
Mahmoud et al.	2010	15	1.d	10mJ (Group 1) vs. 40mJ (Group 2) fractional Er:YAG laser	Sẹo cải thiện trung bình 1.2 (Group 1) and 1.4 (Group 2) (dựa trên thang điểm 4)	Đau, phù, tăng sắc tố, phát ban dạng mề đay
Min et al.	2015	20	1.c	FRM (Group 1) với RF lưỡng cực (BR) (Group 2)	FMR hiệu quả hơn BR, đặc biệt với sẹo đáy nhọn và đáy vuông; sẹo giảm khoảng 65% ở bên điều trị FMR	Cả 2 nhóm: hồng ban
Min et al.	2009	19	1.c	Laser Nd:YAG không bóc tách (Group 1) với PDL phối hợp với Nd:YAG (Group 2)	Group 1: 27% cải thiện; Group 2: 32.3% cải thiện. Cả 2 phương thức đều hiệu quả với sẹo đáy vuông và đáy tròn nông, không hiệu quả với sẹo sâu và sẹo đáy nhọn	Đau, hồng ban và phù

Table 1. (Continued)

Authors	Publication year	Patients (n)	Level of evidence*	Treatment method	Cosmetic outcome	Adverse effects
Min et al.	2016	24	1.c	Ablative fractional Er:YAG laser (Group 1) vs. bipolar RF combined with non-ablative infrared diode laser (Group 2)	Group 1: 50% cxair thiện Group 2: 25% cải thiện	Group 1: đau, đóng mài, rỉ dịch; Group 2: hồng ban
Phothong et al.	2016	30	1.d	RF vi điểm lưỡng cực năng lượng cao (Group 1) với năng lượng trung bình (Group 2)	Sẹo cải thiện ở cả 2 nhóm. Group 1 chứng minh có cải thiện nhiều hơn	Both groups: đau, tăng sắc tố, hồng ban
Ronsgaard et al.	2014	20	1.c	Fractional bipolar RF (Group 1) vs. non-ablative fractional Er:Glass laser (Group 2)	Group 1: mean improvement of 2.70 ± 0.37; Group 2: mean improvement of 2.86 ± 0.42 (dựa trên thang điểm 4)	Both groups: đau, hồng ban, đóng mài, khô da
Wanitphakdeedecha et al.	2009	24	1.d	300 μs (Group 1) vs. 1500 μs (Group 2) of ablative variable square pulse Er:YAG laser	Group 1: 72.7% BN đạt sự cải thiện trên 50%; Group 2: 63.6% BN đạt sự cải thiện trên 50%	Cả 2 nhóm: tăng sắc tố và phát ban dạng mụn
Yang et al.	2016	30	1.c	Laser Er:YAG vi điểm không bóc tách (Group 1) với kem rau má (Group 2)	Group 1: cải thiện 5.65 ± 4.34 (P < 0.0001); Group 2: cải thiện 1.23 ± 3.41 (P < 0.0938) (dựa trên thang điểm 4)	Group 1: tăng sắc tố; Group 2: không
Yuan et al.	2014	20	1.d	Fractional CO2 laser 20mJ, mật độ 10% (Group 1) vs. 20mJ, mật độ 20% (Group 2) vs. 10 mJ, mật độ 10% (Group 3)	Group 1: 35% cải thiện đáng kể, 45% trung bình and 20% ít nhất; Group 2: 50% cải thiện đáng kể, 30% trung bình and 20% ít; Group 3: 20% cải thiện đáng kể, 60% trung bình, and 20% cải thiện ít (<25% cải thiện ít, 26-50% trung bình, 51-75% đáng kể, and >75% gần toàn bộ)	Tất cả các nhóm: đau, hồng ban, phù, chảy máu, khô da, ngứa, tăng sắc tố; Groups 1 and 2: phát ban dạng mụn
Zhang et al.	2013	33	1.c	Fractional microplasma RF (Group 1) vs. fractional CO2 laser (Group 2)	Group 1: sẹo cải thiện khoảng 56.4%; Group 2: sẹo cải thiện khoảng 59.2%	Đau, hồng ban, đóng mài, tăng sắc tố

*Joanna Briggs Institute classification.

1 nghiên cứu (16 BN) nghiên cứu dùng laser CO2 vi điểm đơn độc (31.2% ít hoặc không đáp ứng, 68.8% đáp ứng tốt) hoặc kết hợp với tiêm PRP (12.5% ít hoặc không, 87.5% đáp ứng tốt).¹⁵ 1 nghiên cứu khác (12 BN) đạt được hiệu quả tốt với laser CO2.⁷ So sánh với laser Er:YAG vi điểm không bóc tách, Cho et al. (8 BN) đạt được kết quả nhỉnh hơn so với laser CO2 bóc tách vi điểm.¹⁶

Kim et al. (20 patients) đánh giá kết quả của năng lượng cao (2 BN có cải thiện 30–49% và 8 có cải thiện 50–69%) và năng lượng thấp (7 BN có cải thiện 10–39% và 3 có cải thiện 40–59%) của laser CO2 bóc tách vi điểm (1 BN có cải thiện 40–49%, 7 BN có cải thiện 50–59%, 9 BN có cải thiện 50–69% và 3 có cải thiện 60–69%).¹⁷

Yuan et al. (20 BN) đánh giá hiệu quả của laser CO2 vi điểm khi ở 3 mức năng lượng và mật độ khác nhau (20mJ, 10% vs. 20mJ, 20% vs. 10mJ, 10%). Kết quả đều tương đương nhau cả 3 nhóm, nhưng có phần hiệu quả hơn ở nhóm có năng lượng và mật độ cao hơn.¹⁸

Finally, Bjørn et al. (11 BN) đánh giá hiệu quả của điều trị sẹo với laser CO2 khi giãn cách 1 tháng và 3 tháng.¹⁹ Kết quả đều thấy hiệu quả và tương đương nhau ở cả 2 nhóm

Er:Glass vi điểm ly giải quang nhiệt

Có 7 RCTs trong phân nhóm này.

Cachafeiro et al. (42 BN) so sánh Er:Glass laser với lăn kim (mean improvement of 3.41% and 4.05%, respectively),² and Ronsgaard et al. (20 patients) so sánh Er:Glass với RF lưỡng cực (mean improvement of 2.86% ± 0.42 and 2.70% ± 0.37, respectively).⁸

1 nghiên cứu khác (40 BN) báo cáo cải thiện trung bình nhưng nhỉnh hơn với Er: Glass khi so sánh với lăn kim RF (FRM).¹

1 nghiên cứu (39 BN) so sánh Er:Glass đơn độc FP (59.79% cải thiện) với FP + tăng sinh collagen dưới da (PCI) (61.83% improvement) và PCI + 20% TCA (78.27% improvement).²⁰

Kim et al. (18 patients) so sánh Er:Glass laser với TCA CROSS (cải thiện trung bình 2.51% và 2.44%, respectively)²¹ and Yang et al. (30 BN) so sánh với dùng kem có chiết xuất rau má (cải thiện 5.65% ± 4.34 và 1.23% ± 3.41, respectively).²²

Nghiên cứu cuối cùng trong phân nhóm này (7 BN) báo cáo có sự cải thiện tương đương ở cả năng lượng thấp và năng lượng cao với Er: Glass.²³

Er:YAG vi điểm ly giải quang nhiệt

3 nghiên cứu sử dụng phương thức

này.

Min et al. (24 BN) thấy hiệu quả nhỉnh hơn với Er:YAG laser (50% cải thiện) so sánh với sự kết hợp của RF lưỡng cực và diode laser cận hồng ngoại không bóc tách (25% cải thiện).²⁴

Mahmoud et al. (15 BN) có cải thiện nhẹ với cả 2 năng lượng 10-mJ và 40-mJ Er:YAG laser.²⁵ Wanitphakdeedecha et al. (24 BN), thấy 72.7% đạt sự cải thiện > 50% với 300-ms wavelength, trong khi chỉ 63.6% đạt được sự cải thiện > 50% với 1500-ms wavelength.²⁶

Các phương thức khác

Các RCT còn lại nghiên cứu việc phối hợp giữa các thiết bị năng lượng.

Min et al. (20 BN) đánh giá hiệu quả của FRM và RF lưỡng cực và cho thấy FRM có hiệu quả cao hơn, đặc biệt là với sẹo đáy nhọn và sẹo đáy vuông.²⁷

Trong bài báo khác, Min et al. (19 BN) nghiên cứu hiệu quả điều trị của Nd:YAG xung dài đơn độc (27% cải thiện) hoặc phối hợp với PDL laser (32.3% cải thiện).²⁸ Tất cả phương pháp đều hiệu quả với sẹo đáy tròn và đáy vuông nông nhưng không hiệu quả với sẹo sâu và sẹo đáy nhọn.

Cuối cùng, 1 nghiên cứu (30 BN) so sánh RF lưỡng cực vi điểm năng lượng cao và trung bình.²⁹ Sẹo cải thiện ở cả 2 nhóm nhưng hiệu quả cao hơn với năng lượng cao.

Thử nghiệm không ngẫu nhiên có kiểm soát

2 non- RCTs được xác định (Table 2).

Trong 1 nghiên cứu gồm 6 bệnh nhân, Cameli et al. so sánh hiệu quả điều trị của laser CO2 bóc tách vi điểm cùng RF

Table 2. A synopsis of all non-RCTs.

Authors	Publication year	Patients (n)	Level of evidence*	Treatment method	Cosmetic outcome	Adverse effects
Cameli et al.	2014	6	2.c	Fractional CO ₂ laser + RF (Group 1) vs. fractional CO ₂ laser đơn độc (Group 2)	Group 1: 50% đạt hiệu quả xuất sắc, and 50%, cải thiện tốt; Group 2: 30% xuất sắc, 40% tốt, và 30% cải thiện vừa	Both groups: bông, hồng ban và phù
Uebelhoer et al.	2007	6	2.c	Single pass of stacked double pulses (Group 1) vs. double pass of single pulse (Group 2) của laser diode không bóc tách	Cả 2 nhóm: cải thiện của sẹo <1 (dựa trên thang điểm 3)	Both groups: Hồng ban, phù, tăng sắc tố và bông

*Joanna Briggs Institute classification.

(50% xuất sắc and 50% tốt) so với laser CO₂ vi điểm đơn độc (30% xuất sắc, 40% tốt 30% cải thiện vừa).³⁰

Uebelhoer et al. điều trị 6 bệnh nhân với laser diode không bóc tách, đi 1 pass với xung kép hoặc đi 2 pass với xung đơn.³¹ ở cả 2 nhóm, sự cải thiện thấp.

Retrospective studies

Có 4 bài báo trong phân nhóm này (Table 3).

Alajlan et al. so sánh hiệu quả của laser Er: doped vi điểm không bóc tách (77% đạt sự cải thiện > 25% và 35% đạt sự cải thiện

> 50%) với laser CO₂ bóc tách (70% đạt sự cải thiện > 25% và 37% đạt sự cải thiện > 50%

).³⁴ Chan et al. đánh giá hiệu quả của laser Er: doped khi so sánh full (cải thiện nhẹ 23.1%, trung bình 7.7%, tốt 15.4%, xuất sắc 53.8%) với tái tạo mini (nhẹ 0%, trung bình 13.3%, tốt 40%, Xuất sắc 46.7%).³³

Sử dụng laser CO₂ vi điểm bóc tách, Kim et al. cho thấy cải thiện trung bình ở phần lớn BN,³⁴ trong khi sử dụng laser không bóc tách Nd:YAG laser Badawi et al. đạt kết quả trung bình.³⁵

Các nghiên cứu quan sát

Có tổng cộng 30 nghiên cứu trong phân nhóm này và được tổng hợp trong bảng 4.^{9,10,36-63}

Thảo luận

Laser CO₂ bóc tách là phương pháp có nhiều bằng chứng nhất (20 nghiên cứu), theo sau đó là Er; Glass và RF (18 và 13 nghiên cứu.). Thú vị là, không có nghiên cứu nào sử dụng laser CO₂ không vi điểm, bóc tách toàn bộ.

Các đánh giá trong nghiên cứu cho thấy sử dụng laser CO₂ bóc tách vi điểm cho hiệu quả từ trung bình đến xuất sắc trong hầu hết các nghiên cứu. Sẹo đáy tròn và đáy vuông cho thấy đáp ứng tốt nhất, trong khi sẹo đáy nhọn kém nhất.⁴⁸ Việc kết hợp laser CO₂ với punch elevation cho thấy hiệu quả với các sẹo sâu.¹¹

Hiệu quả của laser CO₂ hiệp đồng khi điều trị với laser Nd;YAG.¹⁷ Tuy nhiên, việc bổ sung PRP khi điều trị cho kết quả mâu thuẫn giữa các nghiên cứu.^{13,15}

Trong so sánh trực tiếp, laser CO₂ đều cho thấy hiệu quả tốt hơn Er:Glass FP and TCA CROSS.^{14,16}

Nguy cơ tăng sắc tố sau viêm bị ảnh hưởng bởi thông số điều trị

Table 3. A synopsis of all retrospective studies.

Authors	Publication year	Patients (n)	Level of evidence*	Treatment method	Cosmetic outcome	Adverse effects
Alajlan et al.	2011	82	2.d	Laser Er: Glass không bóc tách (Group 1) Với laser CO2 vi điểm bóc tách (Group 2)	Group 1: 77% đạt > 25% cải thiện and 35% > 50%; Group 2: 70% đạt > 25% cải thiện, and 37% > 50%	Groups 1 and 2: tăng sắc tố, phát ban dạng mụn, herpes tái hoạt; Group 2: hồng ban và giảm sắc tố
Badawi et al.	2011	22	2.d	Laser nd: Yag không bóc tách	Cải thiện trung bình khoảng 2 (dựa trên thang điểm 3)	Hồng ban và phù
Chan et al.	2011	47	2.d	Full (Group 1) vs. mini (Group 2) laser Er: Glass không bóc tách	Group 1: cải thiện nhẹ 23.1%, trung bình 7.7%, tốt 15.4%, xuất sắc 53.8%; Group 2: cải thiện nhẹ 0%, Trung bình 13.3%, tốt 40%, xuất sắc 46.7%	Cả 2 nhóm: phù và tăng sắc tố
Kim et al.	2014	20	2.d	Laser CO2 bóc tách	Tất cả bệnh nhân đều đạt sự cải thiện trung bình	Đau, hồng ban, đóng mài

*Joanna Briggs Institute classification.

Với chế độ điều trị mạnh bạo sẽ tăng nguy cơ ở 55-100% BN.¹⁸ Có thể giảm nguy cơ này bằng việc sử dụng các biện pháp khác nhau. Chúng bao gồm việc sử dụng năng lượng và mật độ thấp, tránh nắng và sử dụng kem chống nắng phổ rộng, sử dụng các thành phần làm trắng trước điều trị.¹⁸ kéo dài khoảng thời gian điều trị có thể làm giảm tác dụng không mong muốn về mặt lý thuyết, nhưng chưa được kiểm chứng trên thực tế.¹⁹

Er:Glass FP thường được sử dụng cho các mục đích thẩm mỹ, như nám, rạn da, rhytide.³⁶ Nó cũng được sử dụng rộng rãi để điều trị sẹo mụn và mang lại hiệu quả trung bình. Hơn nữa, sự đáp ứng của sẹo đáy tròn và đáy vuông nhiều hơn đáy nhọn.⁵⁴ Mặc dù FP và TCA CROSS cho thấy kết quả điều trị tương tự nhau nhưng FP cho thấy hiệu quả hơn với sẹo đáy tròn, TCA CROSS cho thấy hiệu quả hơn với sẹo đáy nhọn.^{20,21} This is

Điều này liên quan đến sẹo đáy nhọn rất sâu và nhiệt của FP không thể chạm đến đáy sẹo để tạo ra các kích thích ở lớp bì và tái tổ chức collagen.²¹

Nhìn chung, các kết quả này có thể đạt được tương đương với RF. Tuy nhiên, FP gây khó chịu nhiều hơn khi thực hiện thủ thuật.⁸ Các tác dụng không mong muốn khác nhẹ và trong thời gian ngắn, và có thể điều chỉnh bằng việc giảm mật độ năng lượng.³³

Năng lượng RF, không giống với laser, không bị hấp thu bởi melanin, nên an toàn hơn với da tối màu.^{30,55}

Nhìn chung, RF đạt được kết quả trung bình và cho thấy hiệu quả nhiều hơn với sẹo đáy nhọn.⁵³ Tuy nhiên, điều trị cho thấy hiệu quả hơn khi kết hợp với các phương pháp khác như Er: YAG, laser CO2 và diode.^{8,24,30}

Nhìn chung, ưu điểm của RF là có ít tác dụng không mong muốn, như tăng sắc tố và thời gian phục hồi ngắn hơn.^{51,53}

Table 4. A synopsis of all observational studies.

Authors	Publication year	Patients (n)	Level of evidence*	Treatment method	Cosmetic outcome	Adverse effects
Bencini et al.	2012	87	2.d	Laser Er: Glass không bóc tách	8% cải thiện trung bình và 92% cải thiện rõ ràng	Đau, hồng ban, phù, phát ban dạng mụn, tăng sắc tố
Brauer et al.	2016	20	2.d	Picosecond laser with diffractive lens	Sẹo cải thiện khoảng 1.4 (dựa trên thang điểm 3)	Đau, hồng ban, phù
Chan et al.	2011	47	2.d	Full (Group 1) vs. mini (Group 2) laser Erbium vi điểm	Group 1: cải thiện nhẹ 23.1%, trung bình 7.7%, tốt 15.4%, xuất sắc 53.8%; Group 2: cải thiện nhẹ 0%, trung bình 13.3%, tốt 40%, Xuất sắc 46.7%	Cả 2 nhóm: phù và tăng sắc tố
Chandrashekar et al.	2014	31	2.d	FRM	Sẹo mức độ 3: 76.47% cải thiện 2 độ; Sẹo độ 4: 85.71% cải thiện 2 độ; Sẹo đáy tròn và đáy vuông cải thiện tốt hơn sẹo đáy nhọn (based on the Qualitative Global Scarring Grading System)	Đau, hồng ban, phù, tăng sắc tố
Chapas et al.	2008	13	2.d	Laser CO2 bóc tách vi điểm	Sẹo cải thiện khoảng 66.8%	Phù, hồng ban, xuất huyết điểm, đóng mài, rỉ dịch và tăng sắc tố
Cho et al.	2009	12	2.d	Laser Er; Glass vi điểm không bóc tách	Cải thiện 2.8 (dựa trên thang điểm 4)	Đau, hồng ban và phù
Chrastil et al.	2008	29	2.d	Laser erbium vi điểm không bóc tách	5 BN đạt sự cải thiện > 75% , 18 đạt 50-75%, 5 đạt 25-50%, and 1 đạt < 25%	Khó chịu, hồng ban và phù
Engin et al.	2012	21	2.d	Laser Er;YAG bóc tách	Cải thiện gần như hoàn toàn 19%, tốt 57% và 24%	Hồng ban, đóng mài, phù, chảy dịch và làm nặng tổn thương mụn hoạt động
Gonzalez et al.	2008	9	2.d	Hệ thống plasma tái tạo da	Cải thiện 34.4%	Đau, ngứa, hồng ban, tăng sắc tố và tổn thương herpes
Hu et al.	2011	34	2.d	Laser vi điểm bóc tách Er: YAG	Cải thiện tốt tới xuất sắc 63.6% và khả 36.4%	Hồng ban, phù, đóng mài, tăng sắc tố
Hwang et al.	2012	10	2.d	Laser CO2 vi điểm tái tạo bề mặt	Sẹo cải thiện 2.9 (dựa trên thang điểm 4)	Đau, hồng ban, xuất huyết điểm, chảy dịch, đóng mài, tăng sắc tố
Keller et al.	2007	12	2.d	Laser Nd;YAG không bóc tách	Cải thiện từ nhẹ tới trung bình	Đau, bóng, sẹo và tăng sắc tố

(Continued)

Table 4. (Continued)

Authors	Publication year	Patients (n)	Level of evidence*	Treatment method	Cosmetic outcome	Adverse effects
Kim et al.	2011	20	2.d	Ablative fractional YSGG laser	40 BN có sự cải thiện 60-90% và 6 BN có cải thiện 40-59%	Hồng ban
Majid et al.	2014	60	2.d	Laser CO2 vi điểm tái tạo	43.3% có đáp ứng xuất sắc, tốt 25% và kém 31.7%; sẹo đáy tròn và sẹo đáy vuông nông có đáp ứng tốt hơn sẹo đáy nhọn	Hồng ban, đóng mài, phù, phát ban dạng mụn và tăng sắc tố
Nirmal et al.	2013	25	2.d	Laser Er:YAG bóc tách vi điểm	96% BN cho thấy cải thiện khá; Sẹo đáy tròn và đáy vuông nông có sự cải thiện tốt hơn sẹo đáy nhọn và đáy vuông sâu	Đóng mài, tăng sắc tố, phát ban dạng mụn và hồng ban
Omi et al.	2011	7	2.d	Fractional CO2 laser	Sự cải thiện dduwwocj quan sát thấy ở tất cả bệnh nhân	Hồng ban
Park et al.	2015	20	2.d	Fractional RF and subablative fractional RF	Cải thiện ở sẹo đáy tròn 3.3, đáy vuông 2.7, đáy nhọn 1.8 (dựa trên thang điểm 4)	Đau, đóng mài, hồng ban, đỏ da, rỉ dịch, tăng sắc tố và bùng phát mụn
Peterson et al.	2011	15	2.d	Combined RF and fractionated RF	Mức độ nặng của sẹo giảm 72.3%	Khó chịu
Petrov et al.	2016	40	2.d	Fractional CO2 laser	Điểm trung bình trước và sau điều trị: <ul style="list-style-type: none"> • Ice-pick: from 3.46 to 1.86 • Rolling: from 4.1 to 2.37 • Boxcar: from 3.5 to 1.9 (based on a 4-point scoring method) 	
Ramesh et al.	2010	30	2.d	Matrix-tunable RF	4 BN đạt sự cải thiện > 60% t; 18 BN đạt sự cải thiện 35-60% ; 8 BN cải thiện < 35%	Bỏng và hồng ban
Sardana et al.	2014	35	2.d	Laser Er: Glass vi điểm không bóc tách	Đáy vuông 52.9%; đáy tròn 43.1%; đáy nhọn 25.9%	Hồng ban, phù, đau, tăng sắc tố, phát ban dạng mụn, khô da
Taub et al.	2011	20	2.d	Subablative fractional bipolar RF combined with non-ablative diode laser	Cải thiện đáng kể sẹo mụn	Hồng ban và phù

Table 4. (Continued)

Authors	Publication year	Patients (n)	Level of evidence*	Treatment method	Cosmetic outcome	Adverse effects
Tay et al.	2008	9	2.d	Minimally ablative Er:YAG laser	Tất cả bệnh nhân đều có cải thiện nhẹ tới trung bình	Đau, hồng ban, bong da, đóng mài
Trelles et al.	2014	19	2.d	Fractional ablative microplasma RF combined with acoustic pressure ultrasound (US)	Sẹo lưng và vai: điểm cải thiện 3.15 to 1.77 ($P < 0.0001$); Sẹo mặt: điểm cải thiện 3.64 to 1.89 ($P < 0.0001$) (based on a 6-point scoring method)	Đau, cảm giác kiến bò, hồng ban, phù, đóng mài
Vejjabhinanta et al.	2014	26	2.d	FRM	Cải thiện xuất sắc 8%, tốt 23%, vừa 36.5%, và nhẹ 32.5%	Đau, phù, hồng ban, thay đổi sắc tố
Verner et al.	2016	12	2.d	Fractional bipolar RF	Tất cả bệnh nhân đạt sự cải thiện tốt	Khó chịu, hồng ban, phù và đóng mài
Walgrave et al.	2009	30	2.d	Fractional CO ₂ laser	Cấu trúc bề mặt cải thiện 1.63 ± 0.85 ; sẹo cải thiện 1.09 ± 0.82 ; sẹo nhìn chung cải thiện 1.73 ± 0.84 (dựa trên thang điểm 4)	Đau, hồng ban, phù, rỉ dịch, xuất huyết điểm, tăng sắc tố
Wang et al.	2013	37	2.d	IPL theo sau bởi fractional CO ₂ laser	Sẹo cải thiện nhẹ, nhưng không rõ ràng ($P > 0.05$) sau IPL, trong khi cải thiện rõ sau laser CO ₂ ($P < 0.05$)	Đau, hình thành nhân mụn và mụn mủ, hồng ban
Yeung et al.	2012	20	2.d	Laser diode vi điểm không bóc tách phối hợp với RF lưỡng cực	Sẹo giảm 29%	Đau, hồng ban, tăng sắc tố
Yoo et al.	2009	16	2.d	Laser erbium vi điểm không bóc tách	Overall scar improvement: > 75% in 25% of patients, 51-75% in 38%, 25-50% in 25%, 0-25% in 13%	Hồng ban và phù

* Joanna Briggs Institute classification.

Mặc dù không có so sánh trực tiếp với FRM, nhưng dường như hiệu quả hơn với sẹo đáy tròn và đáy vuông.⁹ kết quả dường như thấp hơn laser bóc tách, và tương đương nhưng thấp hơn một chút khi so sánh với FP

Phối hợp điều trị giữa FRM với RF vì điểm cho thấy hiệu quả xuất sắc mà vẫn an toàn.¹⁰

Bởi vì FRM ảnh hưởng đến phân đoạn nhỏ hơn ở thượng bì so với laser (5% in FRM vs. 10–70% in FP), nó ít đau hơn, ít tăng sắc tố hơn và thời gian nghỉ dưỡng ngắn hơn.¹ Do đó, FRM phù hợp với những người nhạy cảm với đau, có nguy cơ tăng sắc tố cao (da tối màu hoặc có tiền sử tăng sắc tố sau viêm trước đó), hoặc muốn thời gian nghỉ dưỡng ngắn hơn.^{1,9}

Nd:YAG xung dài đạt được hiệu quả trung bình, chủ yếu với sẹo đáy vuông nông và đáy tròn, với số lượng sợi collagen đo được tăng lên.^{28,35,46} Phối hợp điều trị với Nd:YAG và PDL cho hiệu ứng hiệp đồng.²⁸

Laser picosecond là phương pháp đầy hứa hẹn trong lĩnh vực này. Thật không may, chỉ số ít bệnh nhân được điều trị và chỉ có 1 nghiên cứu thực hiện với 755-nm picosecond laser với diffractive lens array. Kết quả cho thấy sự cải thiện 25-50% với sẹo đáy tròn, ít đau, thời gian nghỉ dưỡng ngắn và không thay đổi sắc tố.³⁷

Hiệu quả của sử dụng laser diode không bóc tách đơn độc cho thấy hiệu quả thấp trong khi cảm giác khó chịu nhiều (đặc biệt trên da tối màu).^{24,31}

Mặc dù hiệu quả tăng lên khi phối hợp RF, nhưng nó không rõ ràng và không có bất kỳ biểu hiện nào của hiệu ứng hiệp đồng.^{24,55,62}

Laser YSGG bóc tách cho sự cải thiện xuất sắc, trung bình từ 40–90%. Tuy nhiên, với số lượng bệnh nhân điều trị ít, rất khó để đánh giá phương pháp này trên con đường điều trị sẹo mụn. cần nhiều nghiên cứu hơn để đi đến kết luận cho phương pháp này.

Hệ thống plasma tái tạo da (PRS) được coi như 1 biện pháp thay thế cho laser bóc tách và vi điểm tái tạo. Nó sử dụng RF để chuyển khí nitơ thành plasma. Plasma được chuyển trực tiếp vào da qua tay cầm, chuyển năng lượng một cách chắc chắn

Hiệu quả điều trị sẹo mụn trung bình.

Lợi ích của phương pháp này là chi phí thấp, giảm thời gian nghỉ dưỡng và cần đào tạo ít cho phẫu thuật viên.⁴³ Cũng cần lưu ý về cảm giác khó chịu và tăng sắc tố khi điều trị là trở ngại của phương pháp này.⁴³

Một trong những vấn đề chính trong đánh giá lĩnh vực này là khó khăn trong so sánh kết quả. Mặc dù nhiều thang điểm khác nhau được đưa ra để chuẩn hóa đánh giá và phân loại sẹo, nhưng không có cái nào được chấp nhận toàn thế giới. tương tự, không có thiết bị nào được chấp nhận rộng rãi để đo lường mức độ cải thiện của sẹo. Việc thiếu chuẩn hóa dẫn đến sự đa dạng trong đánh giá và sự minh bạch của các dữ liệu trong các nghiên cứu khác nhau.^{37,54}

Một trở ngại quan trọng khác là thất bại trong việc xác định loại sẹo để điều trị. Độ xuyên sâu của laser chủ yếu cải thiện sẹo nông và một số sẹo sâu (sẹo đáy tròn và đáy vuông); tuy nhiên, sẹo đáy nhọn thường sâu đến lớp bì sâu hoặc lớp hạ bì, - lớp mà laser không thể đi tới.⁵⁴ Bởi vì sẹo thường là phối hợp của sẹo đáy nhọn, đáy vuông và đáy tròn nên kết quả phụ thuộc nhiều vào việc loại sẹo nào chiếm ưu thế, hơn là loại laser đã sử dụng.⁵⁴

Kết luận

Các thiết bị đa dạng được sử dụng với nhiều mức độ hiệu quả và độ an toàn khác nhau.

Sự thiếu bằng chứng chất lượng của các cách can thiệp khác nhau bởi vì phương pháp luận nghèo nàn, các nghiên cứu underpowered và phân loại sẹo được đánh giá. Hơn nữa, không có thang điểm chuẩn trong đánh giá sẹo mụn, dẫn tới việc đa dạng trong đánh giá và thể hiện dữ liệu trong các nghiên cứu khác nhau.

Laser bóc tách dường như cho hiệu quả cao nhất trong các thiết bị, mặc dù chúng liên quan đến đau, thời gian nghỉ dưỡng dài và thay đổi sắc tố. FP không bóc tách an toàn nhưng cho hiệu quả thẩm mỹ không cao. Hiệu quả của FRM và RF cao hơn FP trong khi vẫn an toàn. Ít bằng chứng với các thiết bị còn lại, nên cần nhiều nghiên cứu hơn để có kết luận chắc chắn.

Declaration of conflicting interests

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

ORCID iD

Georgios Kravvas  <https://orcid.org/0000-0002-1924-0149>

References

- Chae WS, Seong JY, Jung HN, et al. Comparative study on efficacy and safety of 1550 nm Er:Glass fractional laser and fractional radiofrequency microneedle device for facial atrophic acne scar. *J Cosmet Dermatol* 2015; 14(2): 100–106.
- Cachafeiro T, Escobar G, Maldonado G, et al. Comparison of nonablative fractional erbium laser 1,340 nm and microneedling for the treatment of atrophic acne scars: a randomized clinical trial. *Dermatol Surg* 2016; 42(2): 232–241.
- Kravvas G and Al-Niaimi F. A systematic review of treatments for acne scarring. Part 1: Non-energy-based techniques. *Scars, Burns & Healing* 2017; 3: 2059513117695312.
- Goodman GJ. Treatment of acne scarring. In: Zouboulis Christos C, Katsambas Andreas D and Kligman Albert M (eds) *Pathogenesis and Treatment of Acne and Rosacea*. Heidelberg: Springer Berlin, 2014: 527–536.
- Alster TS, Tanzi EL and Lazarus M. The use of fractional laser photothermolysis for the treatment of atrophic scars. *Dermatol Surg* 2007; 33(3): 295–299.
- Goel A, Krupashankar DS, Aurangabadkar S, et al. Fractional lasers in dermatology—current status and recommendations. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2011; 77(3): 369–379.
- Hedelund L, Moreau KER, Beyer DM, et al. Fractional non-ablative 1,540-nm laser resurfacing of atrophic acne scars. A randomized controlled trial with blinded response evaluation. *Lasers Med Sci* 2010; 25(5): 749–754.
- Rongsaard N and Rummanethorn P. Comparison of a fractional bipolar radiofrequency device and a fractional erbium-doped glass 1,550-nm device for the treatment of atrophic acne scars: a randomized split-face clinical study. *Dermatol Surg* 2014; 40(1): 14–21.
- Chandrashekar BS, Sriram R, Mysore R, et al. Evaluation of microneedling fractional radiofrequency device for treatment of acne scars. *J Cutan Aesthet Surg* 2014; 7(2): 93–97.
- Park JY, Lee EG, Yoon MS, et al. The efficacy and safety of combined microneedle fractional radiofrequency and sub-lative fractional radiofrequency for acne scars in Asian skin. *J Cosmet Dermatol* 2016; 15(2): 102–107.
- Faghihi G, Nouraei S, Asilian A, et al. Efficacy of punch elevation combined with fractional carbon dioxide laser resurfacing in facial atrophic acne scarring: a randomized split-face clinical study. *Indian J Dermatol* 2015; 60(5): 473–478.
- Zhang Z, Fei Y, Chen X, et al. Comparison of a fractional micro-plasma radio frequency technology and carbon dioxide fractional laser for the treatment of atrophic acne scars: a randomized split-face clinical study. *Dermatol Surg* 2013; 39(4): 559–566.
- Gawdat HI, Hegazy RA, Fawzy MM, et al. Autologous platelet rich plasma: topical versus intradermal after fractional ablative carbon dioxide laser treatment of atrophic acne scars. *Dermatol Surg* 2014; 40(2): 152–161.
- Ahmed R, Mohammed G, Ismail N, et al. Randomized clinical trial of CO₂ LASER pinpoint irradiation technique versus chemical reconstruction of skin scars (CROSS) in treating ice pick acne scars. *J Cosmet Laser Ther* 2014; 16(1): 8–13.
- Faghihi G, Keyvan S, Asilian A, et al. Efficacy of autologous platelet-rich plasma combined with fractional ablative carbon dioxide resurfacing laser in treatment of facial atrophic acne scars: A split-face randomized clinical trial. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2016; 82(2): 162–168.
- Cho SB, Lee SJ, Cho S, et al. Non-ablative 1550-nm erbium-glass and ablative 10600-nm carbon dioxide fractional lasers for acne scars: a randomized split-face study with blinded response evaluation. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2010; 24(8): 921–925.
- Kim S and Cho KH. Clinical trial of dual treatment with an ablative fractional laser and a nonablative laser for the treatment of acne scars in Asian patients. *Dermatol Surg* 2009; 35(7): 1089–1098.
- Yuan XH, Zhong SX and Li SS. Comparison study of fractional carbon dioxide laser resurfacing using different fluences and densities for acne scars in Asians: a randomized split-face trial. *Dermatol Surg* 2014; 40(5): 545–552.
- Bjørn M, Stausbøl-Grøn B, Braae Olesen A, et al. Treatment of acne scars with fractional CO₂ laser at 1-month versus 3-month intervals: an intra-individual randomized controlled trial. *Lasers Surg Med* 2014; 46(2): 89–93.
- Leheta TM, Abdel Hay RM, Hegazy RA, et al. Do combined alternating sessions of 1540 nm nonablative fractional laser and percutaneous collagen induction with trichloroacetic acid 20% show better results than each individual modality in the treatment of atrophic acne scars? A randomized controlled trial. *J Dermatolog Treat* 2014; 25(2): 137–141.
- Kim HJ, Kim TG, Kwon YS, et al. Comparison of a 1,550 nm Erbium: glass fractional laser and a chemical reconstruction of skin scars (CROSS) method in the treatment of acne scars: a simultaneous split-face trial. *Lasers Surg Med* 2009; 41(8): 545–549.
- Yang Q, Huang W, Qian H, et al. Efficacy and safety of 1550-nm fractional laser in the treatment of acne scars in Chinese patients: A split-face comparative study. *J Cosmet Laser Ther* 2016; 18(6): 312–316.
- Alexis AF, Coley MK, Nijhawan RI, et al. Nonablative fractional laser resurfacing for acne scarring in patients with Fitzpatrick skin phototypes IV–VI. *Dermatol Surg* 2016; 42(3): 392–402.
- Min S, Park SY, Moon J, et al. Comparison between Er:YAG laser and bipolar radiofrequency combined with infrared diode laser for the treatment of acne scars: Differential expression of fibrogenetic biomolecules may be associated with differences in efficacy between ablative and non-ablative laser treatment. *Lasers Surg Med* 2017; 49(4): 341–347.
- Mahmoud BH, Srivastava D, Janiga JJ, et al. Safety and efficacy of erbium-doped yttrium aluminum garnet fractionated laser for treatment of acne scars in type IV to VI skin. *Dermatol Surg* 2010; 36(5): 602–609.
- Wanithakdeedecha R, Manuskiatti W, Siriphukpong S, et al. Treatment of punched-out atrophic and rolling acne scars in skin phototypes III, IV, and V with variable square pulse erbium:yttrium-aluminum-garnet laser resurfacing. *Dermatol Surg* 2009; 35(9): 1376–1383.
- Min S, Park SY, Yoon JY, et al. Comparison of fractional microneedling radiofrequency and bipolar radiofrequency on acne and acne scar and investigation of mechanism: comparative randomized controlled clinical trial. *Arch Dermatol Res* 2015; 307(10): 897–904.
- Min SU, Choi YS, Lee DH, et al. Comparison of a long-pulse Nd:YAG laser and a combined 585/1,064-nm laser for the treatment of acne scars: a randomized split-face clinical study. *Dermatol Surg* 2009; 35(11): 1720–1727.

29. Phothong W, Wanitphakdeedecha R, Sathaworawong A, et al. High versus moderate energy use of bipolar fractional radiofrequency in the treatment of acne scars: a split-face double-blinded randomized control trial pilot study. *Lasers Med Sci* 2016; 31(2): 229–234.
30. Cameli N, Mariano M, Serio M, et al. Preliminary comparison of fractional laser with fractional laser plus radiofrequency for the treatment of acne scars and photoaging. *Dermatol Surg* 2014; 40(5): 553–561.
31. Uebelhoer NS, Bogle MA, Dover JS, et al. Comparison of stacked pulses versus double-pass treatments of facial acne with a 1,450-nmlaser. *Dermatol Surg* 2007; 33(5): 552–559.
32. Alajlan AM and Alsuwaidan SN. Acne scars in ethnic skin treated with both non-ablative fractional 1,550 nm and ablative fractional CO2 lasers: comparative retrospective analysis with recommended guidelines. *Lasers Surg Med* 2011; 43(8): 787–791.
33. Chan NP, Ho SG, Yeung CK, et al. The use of non-ablative fractional resurfacing in Asian acne scar patients. *Lasers Surg Med* 2010; 42(10): 710–715.
34. Kim HW, Chang SE, Kim JE, et al. The safe delivery of fractional ablative carbon dioxide laser treatment for acne scars in Asian patients receiving oral isotretinoin. *Dermatol Surg* 2014; 40(12): 1361–1366.
35. Badawi A, Tome MA, Atteya A, et al. Retrospective analysis of non-ablative scar treatment in dark skin types using the sub-millisecond Nd:YAG 1,064 nm laser. *Lasers Surg Med* 2011; 43(2): 130–136.
36. Bencini PL, Tournalaki A, Galimberti M, et al. Nonablative fractional photothermolysis for acne scars: clinical and in vivo microscopic documentation of treatment efficacy. *Dermatol Ther* 2012; 25(5): 463–467.
37. Brauer JA, Kazlouskaya V, Alabdulrazzaq H, et al. Use of a picosecond pulse duration laser with specialized optic for treatment of facial acne scarring. *JAMA Dermatol* 2015; 151(3): 278–284.
38. Chan NP, Ho SG, Yeung CK, et al. Fractional ablative carbon dioxide laser resurfacing for skin rejuvenation and acne scars in Asians. *Lasers Surg Med* 2010; 42(9): 615–623.
39. Chapas AM, Brightman L, Sukal S, et al. Successful treatment of acneiform scarring with CO2 ablative fractional resurfacing. *Lasers Surg Med* 2008; 40(6): 381–386.
40. Cho SB, Lee JH, Choi MJ, et al. Efficacy of the fractional photothermolysis system with dynamic operating mode on acne scars and enlarged facial pores. *Dermatol Surg* 2009; 35(1): 108–114.
41. Chrastil B, Glaich AS, Goldberg LH, et al. Second-generation 1,550-nm fractional photothermolysis for the treatment of acne scars. *Dermatol Surg* 2008; 34(10): 1327–1332.
42. Engin B, Kutlubay Z, Karakuş Ö, et al. Evaluation of effectiveness of erbium:yttrium-aluminum-garnet laser on atrophic facial acne scars with 22-MHz digital ultrasonography in a Turkish population. *J Dermatol* 2012; 39(12): 982–988.
43. Gonzalez MJ, Sturgill WH, Ross EV, et al. Treatment of acne scars using the plasma skin regeneration (PSR) system. *Lasers Surg Med* 2008; 40(2): 124–127.
44. Hu S, Hsiao WC, Chen MC, et al. Ablative fractional erbium-doped yttrium aluminum garnet laser with coagulation mode for the treatment of atrophic acne scars in Asian skin. *Dermatol Surg* 2011; 37(7): 939–944.
45. Hwang YJ, Lee YN, Lee YW, et al. Treatment of acne scars and wrinkles in asian patients using carbon-dioxide fractional laser resurfacing: its effects on skin biophysical profiles. *Ann Dermatol* 2013; 25(4): 445–453.
46. Keller R, Belda Júnior W, Valente NY, et al. Nonablative 1,064-nm Nd:YAG laser for treating atrophic facial acne scars: histologic and clinical analysis. *Dermatol Surg* 2007; 33(12): 1470–1476.
47. Kim S. Treatment of acne scars in Asian patients using a 2,790-nm fractional yttrium scandium gallium garnet laser. *Dermatol Surg* 2011; 37(10): 1464–1469.
48. Majid I and Imran S. Fractional CO2 laser resurfacing as monotherapy in the treatment of atrophic facial acne scars. *J Cutan Aesthet Surg* 2014; 7(2): 87–92.
49. Nirmal B, Pai SB, Sripathi H, et al. Efficacy and safety of erbium-doped yttrium aluminium garnet fractional resurfacing laser for treatment of facial acne scars. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2013; 79(2): 193–198.
50. Omi T, Kawana S, Sato S, et al. Fractional CO2 laser for the treatment of acne scars. *J Cosmet Dermatol* 2011; 10(4): 294–300.
51. Peterson JD, Palm MD, Kiripolsky MG, et al. Evaluation of the effect of fractional laser with radiofrequency and fractionated radiofrequency on the improvement of acne scars. *Dermatol Surg* 2011; 37(9): 1260–1267.
52. Petrov A and Pljakovska V. Fractional carbon dioxide laser in treatment of acne scars. *Open Access Maced J Med Sci* 2016; 4(1): 38–42.
53. Ramesh M, Gopal M, Kumar S, et al. Novel technology in the treatment of acne scars: the matrix-tunable radiofrequency technology. *J Cutan Aesthet Surg* 2010; 3(2): 97–101.
54. Sardana K, Manjhi M, Garg VK, et al. Which type of atrophic acne scar (ice-pick, boxcar, or rolling) responds to nonablative fractional laser therapy? *Dermatol Surg* 2014; 40(3): 288–300.
55. Taub AF and Garretson CB. Treatment of acne scars of skin types II to V by subablative fractional bipolar radiofrequency and bipolar radiofrequency combined with diode laser. *J Clin Aesthet Dermatol* 2011; 4(10): 18–27.
56. Tay YK and Kwok C. Minimally ablative erbium:YAG laser resurfacing of facial atrophic acne scars in Asian skin: a pilot study. *Dermatol Surg* 2008; 34(5): 681–685.
57. Trelles MA and Martínez-Carpio PA. Attenuation of acne scars using high power fractional ablative unipolar radiofrequency and ultrasound for transepidermal delivery of bioactive compounds through microchannels. *Lasers Surg Med* 2014; 46(2): 152–159.
58. Vejjabinanta V, Wanitphakdeedecha R, Limtanyakul P, et al. The efficacy in treatment of facial atrophic acne scars in Asians with a fractional radiofrequency microneedle system. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2014; 28(9): 1219–1225.
59. Verner I. Clinical evaluation of the efficacy and safety of fractional bipolar radiofrequency for the treatment of moderate to severe acne scars. *Dermatol Ther* 2016; 29(1): 24–27.
60. Walgrave SE, Ortiz AE, MacFalls HT, et al. Evaluation of a novel fractional resurfacing device for treatment of acne scarring. *Lasers Surg Med* 2009; 41(2): 122–127.
61. Wang B, Wu Y, Luo YJ, et al. Combination of intense pulsed light and fractional CO(2) laser treatments for patients with acne with inflammatory and scarring lesions. *Clin Exp Dermatol* 2013; 38(4): 344–351.
62. Yeung CK, Chan NP, Shek SY, et al. Evaluation of combined fractional radiofrequency and fractional laser treatment for acne scars in Asians. *Lasers Surg Med* 2012; 44(8): 622–630.
63. Yoo KH, Ahn JY, Kim JY, et al. The use of 1540 nm fractional photothermolysis for the treatment of acne scars in Asian skin: a pilot study. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2009; 25(3): 138–142.

How to cite this article

Kravvas G and Al-Niaimi F. A systematic review of treatments for acne scarring. Part 2: Energy-based techniques. *Scars, Burns & Healing*, Volume 4, 2018. DOI: 10.1177/2059513118793420