

· 综述 ·

点阵激光在皮肤科的临床应用及进展

李蕊联, 王梅, 王永贤

[摘要] 点阵激光第一次报道于2004年,是为得到明显美容效果和最低风险美容技术而引进市场的。与传统的剥脱和非剥脱激光不同的是,剥脱点阵激光和非剥脱点阵激光治疗的仅仅是皮肤的一小部分,最多可有约95%的皮肤不受累,未受损害的周围组织包绕受损组织可使表皮迅速修复。2006年FDA批准非剥脱性点阵激光可用于治疗色素损害、眶周皱纹、皮肤重塑、黄褐斑、软组织凝结、痤疮瘢痕、外科瘢痕和光化性角化症。2007年这个概念被进一步发展到剥脱性点阵激光(Er:YAG或CO₂激光),这些设备由FDA明确指出用于治疗各种皱纹、组织结构不平整、色素损伤和血管皮肤变色。本文就剥脱和非剥脱点阵激光这两个概念及其技术细节和临床指征进行了综述。

[关键词] 剥脱性点阵式光热作用;非剥脱性点阵式光热作用;激光

[中图分类号] R 751.05 [文献标识码] A [文章编号] 1001-7089(2011)06-0474-04

Clinical Application and Progress of the Fractional Photothermolysis in Dermatology

LI Rui-lian, WANG Mei, WANG Yong-xian

(Department of Dermatology, the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, China)

[Corresponding author] WANG Mei, E-mail: wangmei6972@163.com

[Abstract] The novel concept of non-ablative fractional photothermolysis was introduced to the market in 2004 as an answer to the need of effective yet low risk resurfacing techniques. Unlike conventional ablative and non-ablative lasers, fractional ablative and non-ablative photothermolysis focus on a fraction of the skin, while other a maximum of 95% of the skin uninvolved. The undamaged surrounding tissue remained a reservoir of viable tissue, permitting rapid epidermal repair. In 2006 non-ablative fractional photothermolysis was approved by the USA Food and Drug Administration (FDA) for the treatment of pigmented lesions, periorbital rhytides, skin resurfacing, melasma and soft tissue coagulation, acne and surgical scars and actinic keratoses. However, its off-label use was extended clearly. In 2007 the concept was further developed and ablative fractional photothermolysis was introduced by using an erbium yttrium aluminium garnet (Er:YAG) or carbon dioxide laser. These devices were confirmed by FDA to treat wrinkles, rhytides, furrows, fine lines, textural irregularities, pigmented lesions and vascular dyschromia. In this review we discussed the two concepts of Fractional photothermolysis, their technical clinical indications detailly.

[Key words] Ablative fractional photothermolysis; Non-ablative fractional photothermolysis; Laser

随着激光技术的不断发展以及人们生活质量的不断提高,临床上很快应用了较新的激光设备,目前皮肤科研究较多的是点阵激光的临床应用,本文现就剥脱和非剥脱点阵激光这两个概念及其技术细节和临床指征进行如下综述。

1 点阵激光概述

1.1 治疗原理 点阵式光热作用(fractional photothermolysis, FP)理论由美国哈佛大学激光医学专家Manstein于2004年发表,第一次全文报道了点阵激光的用途,得到世界各地专家的很快认可并迅

速应用于临床^[1]。传统激光的目标是皮肤病变全部面积的片状热损伤,而点阵激光治疗的是小部分皮肤。导致三维的热损伤区域,称为微治疗区(microscopic treatment zones, MTZs),每个MTZ周围形成环形组织凝固带或热损伤带,为未损伤的正常组织,通过周围存在的细胞迁移使表皮细胞迅速修复,因此命名“点阵”。通过选择能量参数和每个热损伤治疗区的密度参数,每个治疗区约有3%~40%的皮肤被覆盖。MTZs直径通常小于400 μ m,能渗透入皮肤不同深度,可达

1300 μ m,随着每个点能量的增加,MTZs的直径和渗透深度也增加,因此,通常根据所需要治疗的深度、点密度(每平方厘米的MTZs)来选择能量大小。从组织结构来说,非剥脱点阵激光在治疗第一个24h之内上皮完全修复,上皮快速的恢复降低了感染的风险性以及红斑期和传统美容方式引起的频繁的并发症。剥脱性点阵激光治疗后角质层大多缺乏,48h以内结痂区表皮迅速修复。这样既有侵袭性治疗的快速和显著效果,又具有非侵袭性治疗副作用小,恢复时间短的优势^[2-3]。

1.2 点阵激光的分类 点阵激光分为两种主要生物类别,以波长对水的吸收

[作者单位] 西安交通大学医学院第二附属医院皮肤科 陕西 西安 710004

[通讯作者] 王梅 E-mail: wangmei6972@163.com

作用来定,被水高吸收的波长称为剥脱性点阵激光(如 CO₂ 10 600nm ,Er: YAG 2 940nm ,YS-GG 2 790nm);被水轻度吸收的波长称为非剥脱性点阵激光(如 Er: fiber 1 410nm ,Nd: YAG 1 440nm ,Er: fiber 1 550nm ,Er glass 1 550nm)。

1.3 目前市场上的非剥脱性和剥脱性点阵激光设备 见表 1~2。

2 非剥脱性点阵激光的临床应用

2.1 皱纹的治疗 对于剥脱性和非剥脱性点阵激光引起的胶原构成,通过治疗后 III 型胶原的增加已被组织学验证,胶原的产生和重构引起皱纹的改善^[3]。Manstein 等^[1]用 1 550nm 点阵激光治疗 30 例眶周皱纹,治疗 4 次,间隔 2~3 周 1 次,用 Fitzpatrick 皱纹评分,由 2 名经验丰富的皮肤病学家评估治疗效果,双盲法分析治疗前、治疗后 1 个月和 3 个月的照片,显示治疗后 3 个月皱纹明显改善,眶周治疗疼痛能很好耐受。Sukal 等^[4]用 Fraxel(SR750)点阵激光对 31 例患者眼睑进行 3~7 次治疗,所有患者除了皱纹减少之外,还使眼睑皮肤得到不同程度的紧致,55.9% 的病人眼裂改善。研究发现,较大的能量密度与色素沉着有关,更高的脉冲能量可影响更深的真皮结构,使皮肤皱纹和质地改善更佳。

2.2 光老化的治疗 点阵激光治疗面部和非面部皱纹光损害是安全有效的,Wanner 等^[5]用 SR750 点阵激光治疗 55 例女性轻至中度面部、非面部光损害、皱纹和色素沉着,共治疗 3 次,每次间隔 3~4 周,视觉上评估比较基础照片与治疗 3 个月、6 个月、9 个月的照片,改善最佳效果在治疗后 3 个月,光损害至少改善 51%~75%,面部的 73% 和非面部的 55% 改善维持了 9 个月。所有病人有暂时性红斑和水肿,青褐色改变大约持续 2d,约 1/3 的病人有脱屑,2 例病人有痤疮爆发。Jih 等^[6]测试了点阵激光治疗手部光老化的效果,10 个 II~III 类型皮肤病人,随机在一只手上共进行 5 次治疗,在治疗后 1 个月和 3 个月进行临床评估,皮肤色素沉着平均改善 51%~75%,皮肤皱纹改善 25%~50%,持续 3 个月,与基础活检比较,组织学显示治疗后 1 个月和 3 个月皮肤胶原密度增加。

2.3 色素性皮肤病的治疗

2.3.1 黄褐斑的治疗 黄褐斑是很难治

表 1 非剥脱性点阵激光设备

Tab. 1 Non-ablative Fractionated Laser Devices

Manufacturer	System	Laser Type	Wavelength(nm)
Cynosure	Affirm	Nd: YAG	1 440 ± 1 320
	Lux 1 540	Er: Glass	1 540
Palomar	Lux 1 440	Nd: YAG	1 440
	Lux DeepIR	Infrared	850 ~ 1 350
Sellas	Sellas-Evo	Erbium Glass	1 550 ± 20
Solta Medical	Fraxel re: store	Erbium fiber	1 550
	Fraxel re: fine	Erbium fiber	1 410
Lutronic	Mosaic TM	Er glass	1 550
Syneron	Matrix RF	Diode/bipolar RF	915

表 2 剥脱性点阵激光设备

Tab. 2 Ablative Fractional Laser Devices

Manufacturer	System	Laser Type	Wavelength(nm)
Alma	Pixel Harmony	Er: YAG	2 940
	Pixel CO ₂	CO ₂	10 600
	Pixel CO ₂ Omnifit	CO ₂	10 600
Cutera	Pearl Fractional	YSGG	2 790
Cynosure	Affirm CO ₂	CO ₂	10 600
EclipseMed	SmartXide DOT	CO ₂	10 600
Ellipse Inc.	Juvia	CO ₂	10 600
Focus Medical	NaturaLase Er	Er: YAG	2 940
	SP Plus	Nd: YAG/Er: YAG	1 064/2 940
	SP Dualis	Nd: YAG/Er: YAG	1 064/2 940
Fotona	XS Dualis	Er: YAG	2 940
	XS Fidelis	Er: YAG	2 940
Lasering	Mixto SX	CO ₂	10 600
Lumenis	UltraPulse Active FX	CO ₂	10 600
	UltraPulse Deep FX	CO ₂	10 600
Lutronic	e CO ₂	CO ₂	10 600
Matrix	LS-25	CO ₂	10 600
Palomar	Lux 2 940	Er: YAG	2 940
	EXEL O ₂	CO ₂	10 600
Quantel	FX4 and FX12	Er: YAG	2 940
	Profractional	Er: YAG	2 940
Sellas	Cis F1	CO ₂	10 600
Solta Medical	Fraxel re: pair	CO ₂	10 600

注: Er: YAG 掺钕钇铝石榴; Nd: YAG 掺钕钇铝石榴石; RF 射频; YSGG 钇钪镱石榴石

疗的色素紊乱疾病,经多种模式治疗仍有较高复发率,有中等的成功比例。2005 年,Tannous 等^[7]首次报道用 1 550nm 点阵激光对 1 例高加索女性黄褐斑患者(II~III 型皮肤)进行全面部治疗 2 次,间隔 3 周,通过 Wood 灯测试和比较照片评估,表明治疗后 6 个月表皮和真皮色素明显减轻。Goldberg 等^[8]对 10 例黄褐斑患者经过点阵激光治疗之后的组织学和

超微结构改变进行了研究,通过光学和电子显微镜评估治疗结束后与治疗前比较,表明治疗后黑色素细胞减少。对受试者进行评估,6 位 III 型皮肤的受试者临床改善效果很好,4 位 IV 型皮肤的受试者中等改善。考虑到黄褐斑病人治疗后色素沉着的风险,能量大小和点距密度应保守,理想间隔时间是 4~6 周^[6-7]。但是,评价点阵激光治疗黄褐斑的真实价

值仍需要更大量患者人群和较长期限 (>6 个月) 观察,目前点阵激光不应作为治疗黄褐斑的首选治疗方案。

2.3.2 其他色素性皮肤病的治疗 非剥脱点阵激光对其他色素紊乱疗效亦可, Glaich 等^[9] 用 1 550nm 点阵激光治疗 2 例分别在胸部和颊部有 Beekers 痣的男性患者, 治疗 1 次/月, 分别治疗 5~6 次。在治疗后 1 个月有超过 75% 的改善, 但多毛症未改变。Kouba 等^[10] 用点阵 Nd: YAG 激光 1 440nm 成功治疗 1 例日本患者的面部太田痣, 共治疗 2 次, 4 周 1 次, 第 1 次治疗后仅改善 10%, 第 2 次治疗后 6 周太田痣完全消退, 在随后的 4 个月随诊没有复发。Behroozan 等^[11] 用点阵激光 1 550nm 治疗 1 例 Civatte 皮肤异色症患者, 色素完全消退。

2.4 痤疮瘢痕的治疗 对于痤疮瘢痕经过点阵激光治疗后, 由于新的胶原形成, 也能有所改善。Hedelund 等^[12] 用点阵激光 1 540nm 对 10 例痤疮瘢痕患者进行 3 次治疗, 间隔 4 周, 在治疗结束 4 周以后显示出临床改善, 12 周后较 4 周时痤疮瘢痕改善更佳。所有病人均经历了中度疼痛、红斑、水肿、结痂, 无长期副作用发生。Lee 等^[13] 用 1 550nm erbium-doped 点阵激光治疗了 27 例中度到重度面部痤疮瘢痕的韩国患者 (Fitzpatrick IV~V 型) 治疗 3~5 次, 间隔 3~4 周治疗 1 次, 对照治疗前和治疗结束后 3 个月的照片, 痤疮瘢痕在治疗 3 个月外观有明显改善, 而且证明非剥脱点阵激光对深色皮肤类型是安全有效的。国内周梦云等^[14] 用点阵激光 1 540nm Er: Glass 治疗萎缩性痤疮瘢痕 31 例, 有效率 90.3%。31 例中 1 例皮肤颜色较深, 皮肤类型为 V 型的患者治疗后局部出现水疱并有轻度的色素增加, 1 例出现轻度的痤疮样发疹, 余 29 例均未出现不良反应。31 例治疗后均无增生性瘢痕形成。

2.5 萎缩纹的治疗 萎缩纹实际上是真实瘢痕, 点阵激光是有效的治疗模式。Kim 等^[15] 用 1 550nm 点阵激光治疗 6 例女性臀部萎缩纹, 在治疗结束后 8 周萎缩纹外观和部分正常皮肤弹性有实质性改善, 活组织病检揭示了点阵激光治疗后表皮厚度胶原弹力纤维沉积有显著增加。

2.6 点阵激光与其他方法联合治疗 Beer 等^[16] 报告用肉毒素注射联合非剥脱

点阵激光进行 1 例颊部美容, 结果表明可促进激光治疗效果。Ruiz 等^[17] 用非剥脱点阵激光联合光动力治疗 4 例女性 II~III 型皮肤眶周轻度皱纹, 用点阵激光治疗 2 次, 间隔 3 周, 每次点阵激光治疗后迅速用光动力治疗另一半, 结果表明这种联合治疗方法有 75% 的受试者改善了皮肤皱纹。因此, 点阵激光与其他治疗方法联合运用可促进一个或多个协同作用。

2.7 增生性瘢痕的治疗 Niwa 等^[18] 采用点阵 1 550nm 掺饵光纤激光治疗 8 例增生性瘢痕 (II~IV 型皮肤类型), 每月治疗 1 次, 共治疗 6~8 次, 治疗结束 4 周后, 瘢痕平均改善 2.4 级, 所有瘢痕颜色均明显改善。

2.8 血管性病变的治疗 Glaich 等^[19] 报道用 1 550nm 点阵激光治疗 1 例女性病人 (III 型皮肤) 腿部毛细血管扩张, 连续治疗 5 次, 每月 1 次。在治疗结束后 6 个月进行临床评估, 获得明显的临床改善。Blankenship 等^[20] 报道用 1 440nm 点阵激光治疗血管瘤, 在 2 次治疗后 1 个月和 6 个月, 皮肤表面和质地有明显改善。

3 剥脱性点阵激光的临床应用

3.1 光老化的治疗 Trelles 等^[21] 报道用点阵激光 Er: YAG (2 940nm) 对 30 例 Fitzpatrick II~IV 型皮肤的女性光老化病人进行了一次点阵治疗, 93% 的病人皱纹改善很好或良好, 除了 1 例 IV 型皮肤者有色素沉着外, 未发现有其他副作用。Berlin 等^[22] 报道用 CO₂ 点阵激光对 10 个 Fitzpatrick I~III 型病人皮肤光损害进行一次全面部的剥脱治疗, 观察到皮肤光老化有临床改善, 用低密度点距治疗的受试者在治疗后 24 周平均改善程度要好于高密度点距的治疗, 但是, 结果没有统计学意义 ($P=0.27$)。治疗后活检显示有更多胶原纤维, 电镜下胶原纤维平均直径显著减小, 得到的一致结论是 III 型胶原的沉积是新胶原形成的特征。国内李远宏等^[23] 用超脉冲 CO₂ 点阵激光治疗皮肤光老化, 除毛细血管扩张外, 所有光老化评分 (整体评分、细小皱纹、粗大皱纹、不规则色素斑、面色萎黄、皮肤粗糙) 均显著改变 (P 均 <0.05)。马刚等^[24] 用 CO₂ 点阵激光治疗 20 例眶周皱纹患者, 有效改善眶周皱纹, 无永久性不良反应发生。

3.2 痤疮瘢痕的治疗 Manuskiatti 等^[25] 用 CO₂ 点阵激光治疗了 13 例 IV 型皮肤的痤疮瘢痕病人, 治疗 3 次, 每次间隔 7 周, 治疗结束后分别于 1 个月、3 个月、6 个月进行评估, 痤疮瘢痕进行性改善, 62% 的病人至少改善 50%。Kim 等^[26] 研究用两种参数比较 CO₂ 点阵激光治疗 20 例皮肤 IV~V 型的面部萎缩性痤疮瘢痕病人, 认为较高能量治疗使病人痤疮瘢痕的改善较好。联合剥脱性点阵激光和非剥脱性点阵激光能获得更好的效果, 并发症更少, 一些病例有一过性色素沉着, 在用脱色剂之后, 6 周内完全改善, 在 12 个月的研究中没有观察到色素减退、出血或肥厚性瘢痕等并发症。国内李波^[27]、黄绿萍等^[28] 用 CO₂ 点阵激光治疗面部凹陷性痤疮瘢痕及浅表瘢痕, 一致认为 CO₂ 点阵激光治疗创伤小, 风险低, 能有效地治疗面部凹陷性痤疮瘢痕, 尤其在治疗痤疮瘢痕、外伤性瘢痕方面有很好的疗效。

3.3 黄褐斑的治疗 Neeley 等^[29] 用点阵 CO₂ 激光 (Affirm 10 600nm) 治疗颊部顽固性黄褐斑, 临床改善明显, 是一种安全有效的方法。国内曾东等^[30] 采用 Er: YAG 12 940nm 治疗黄褐斑, 总有效率达 77.3%。

4 点阵激光的副作用

点阵激光技术使剥脱性和非剥脱性点阵设备迅速发展, 最初报道非剥脱性点阵治疗几乎完全没有长期副作用, 最近有报道指出非剥脱性点阵和剥脱性点阵治疗后均有可能出现并发症, 但有些是可以避免的。Fisher 等^[31] 研究调查了点阵激光治疗之后的短期副作用, 表明 100% 的病人有短暂性红斑, 82% 有水肿, 86.6% 感到皮肤干燥, 60% 有脱屑, 26.6% 变为青褐色。Kono 等^[32] 认为用较高密度时, 那些红斑、疼痛、水肿更重, 持续时间更长, 增加密度比增加能量更易产生红斑水肿甚至炎症后色素沉着, 病人的满意度表明在用较高能量比较高密度时更显著。Graber 等^[33] 回顾性评价了用 1 550nm 钕激光治疗 961 次之后的副作用和并发症, 大体表明只有 7.6% 的治疗引起并发症, 频率最高的是痤疮样爆发 (1.87%) 和单纯疱疹感染 (1.77%)。在不同的皮肤类型和身体部位发生不同的副作用, 炎症后色素沉着在深色皮肤发生更

多。减小治疗密度(覆盖百分率)可使其安全用于该人群。

5 小结

点阵激光是一种相对比较新的技术,研究数量有限,尤其是缺乏对照的大规模的长期跟踪试验,但是,目前研究提供了足够的证据支持,使用点阵激光技术,对多种临床指征如皮肤色素紊乱、皱纹、光老化、痤疮瘢痕和外科瘢痕,是一个有效的、安全的治疗模式,联合使用剥脱性和非剥脱性点阵激光可以获得显著的效果。期望在未来,对每种点阵治疗方法,能够有一致的设置原则,包括两个设备之间能量及密度设置的标准,使皮肤科医师对不同患者进行更适当的治疗,以满足人们对美的不断追求。

[参 考 文 献]

- [1] Manstein D, Herron GS, Sink RK, et al. Fractional photothermolysis: a new concept for cutaneous remodeling using microscopic patterns of thermal injury [J]. *Lasers Surg Med* 2004, 34(5): 426-438.
- [2] Hantash BM, Bedi VP, Chan KF, et al. Ex vivo histological characterization of a novel ablative fractional resurfacing device [J]. *Lasers Surg Med* 2007, 39(2): 87-95.
- [3] Laubach HJ, Tannous Z, Anderson RR, et al. Skin responses to fractional photothermolysis [J]. *Lasers Surg Med* 2006, 38(2): 142-149.
- [4] Sukal SA, Chapas AM, Bernstein LJ, et al. Eyelid tightening and improved eyelid aperture through nonablative fractional resurfacing [J]. *Dermatol Surg*, 2008, 34(11): 1454-1458.
- [5] Wanner M, Tanzi EL, Alster TS. Fractional photothermolysis: treatment of facial and non-facial cutaneous photodamage with a 1550nm erbium-doped fiber laser [J]. *Dermatol Surg* 2007, 33(1): 23-28.
- [6] Jih MH, Goldberg LH, Kimyai-Asadi A. Fractional photothermolysis for photoaging of hands [J]. *Dermatol Surg* 2008, 34(1): 73-78.
- [7] Tannous ZS, Astner S. Utilizing fractional resurfacing in the treatment of therapy-resistant melasma [J]. *Cosmet Laser Ther*, 2005, 7(1): 39-43.
- [8] Goldberg DJ, Berlin AL, Phelps R. Histologic and ultrastructural analysis of melasma after fractional resurfacing [J]. *Lasers Surg Med*, 2008, 40(2): 134-138.
- [9] Glaich AS, Goldberg LH, Dai T, et al. Fractional resurfacing: a new therapeutic modality for Becker's nevus [J]. *Arch Dermatol*, 2007, 143(12): 1488-1490.
- [10] Kouba DJ, Fincher EF, Moy RL. Nevus of Ota successfully treated by fractional photothermolysis using a fractionated 1440-nm Nd:YAG laser [J]. *Arch Dermatol* 2008, 144(2): 156-158.
- [11] Behroozan DS, Goldberg LH, Glaich AS, et al. Fractional photothermolysis for treatment of poikiloderma of Civatte [J]. *Dermatol Surg* 2006, 32(2): 298-301.
- [12] Hedelund L, Moreau KER, Beyer DM, et al. Fractional nonablative 1,540-nm laser resurfacing of atrophic acne scars. A randomized controlled trial with blinded response evaluation [J]. *Lasers Med Sci*, 2010, 25(5): 749-754.
- [13] Lee HS, Lee JH, Ahn GY, et al. Fractional photothermolysis for the treatment of acne scars: a report of 27 Korean patients [J]. *Dermatol Treat* 2008, 19(1): 45-49.
- [14] 周梦云, 宋为民, 郭波, 等. 波长 1 540nm 点阵激光治疗萎缩性痤疮瘢痕 [J]. *中华整形外科杂志* 2010, 26(3): 227.
- [15] Kim BJ, Lee DH, Kim MN, et al. Fractional photothermolysis for the treatment of striae distensae in Asian skin [J]. *Am Clin Dermatol* 2008, 9(1): 33-37.
- [16] Beer K, Waibel J. Botulinum toxin type A enhances the outcome of fractional resurfacing of the cheek [J]. *Drugs Dermatol*, 2007, 6(11): 1151-1152.
- [17] Ruiz-Rodriguez R, López L, Candelas D, et al. Enhanced efficacy of photodynamic therapy after fractional resurfacing: fractional photodynamic rejuvenation [J]. *Drugs Dermatol* 2007, 6(8): 818-820.
- [18] Niwa AB, Mello AP, Rezan LA, et al. Fractional photothermolysis for the treatment of hypertrophic scars: clinical experience of eight cases [J]. *Dermatol Surg*, 2009, 35(5): 773-777.
- [19] Glaich AS, Goldberg LH, Dai T, et al. Fractional photothermolysis for the treatment of telangiectatic matting: a case report [J]. *Cosmet Laser Ther* 2007, 9(2): 101-103.
- [20] Blankenship CM, Alster TS. Fractional photothermolysis of residual hemangioma [J]. *Dermatol Surg* 2008, 34(8): 1112-1114.
- [21] Trelles MA, Mordon S, Velez M, et al. Results of fractional ablative facial skin resurfacing with the erbium: yttrium-aluminum-garnet laser 1 week and 2 months after one single treatment in 30 patients [J]. *Lasers Med Sci* 2009, 24(2): 186-194.
- [22] Berlin AL, Hussain M, Phelps R, et al. A prospective study of fractional scanned non-sequential carbon dioxide laser resurfacing: a clinical and histopathologic evaluation [J]. *Dermatol Surg* 2009, 35(2): 222-228.
- [23] 李远宏, 张丽, 徐宏慧, 等. 超脉冲 CO₂ 点阵激光治疗皮肤光老化的临床观察 [J]. *中华皮肤科杂志*, 2009, 42(7): 500-501.
- [24] 马刚, 林晓曦, 胡晓洁, 等. CO₂ 点阵激光治疗眶周皱纹的临床观察 [J]. *中国美容整形外科杂志* 2010, 21(3): 170-172.
- [25] Manuskitti W, Triwongvaranad D, Varothai S, et al. Efficacy and safety of a carbon-dioxide ablative fractional resurfacing device for treatment of atrophic acne scars in Asians [J]. *Dermatol Surg* 2010, 36(2): 274-283.
- [26] Kim S, 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 [J]. *Dermatol Surg*, 2009, 35(7): 1089-1098.
- [27] 李波, 谭军, 吴东辉, 等. Encore ActiveFXTM 点阵 CO₂ 激光治疗面部痤疮瘢痕的研究 [J]. *中国美容医学* 2008, 17(10): 1505-1507.
- [28] 黄绿萍, 张春红, 陈建等. 点阵模式激光在瘢痕治疗中的临床应用 [J]. *中华整形外科杂志* 2010, 26(3): 182-185.
- [29] Neeley MR, Pearce FB, Collawn SS. Successful treatment of malar dermal melasma with a fractional ablative CO₂ laser in a patient with type V skin [J]. *J Cosmet Laser Ther* 2010, 12(6): 258-260.
- [30] 曾东, 陈天鹏, 龚萍, 等. 点阵激光治疗黄褐斑 53 例疗效分析 [J]. *中国美容医学*, 2010, 19(6): 878-879.
- [31] Fisher GH, Geronomus RG. Short-term side effects of fractional photothermolysis [J]. *Dermatol Surg*, 2005, 31(9Pt2): 1245-1249.
- [32] Kono T, Chan HH, Groff WF, et al. Prospective direct comparison study of fractional resurfacing using different fluences and densities for skin rejuvenation in Asians [J]. *Lasers Surg Med* 2007, 39(4): 311-314.
- [33] Graber EM, Tanzi EL, Alster TS. Side effects and complications of fractional laser photothermolysis: experience with 961 treatments [J]. *Dermatol Surg*, 2008, 34(3): 301-307.

[收稿日期] 2010-12-02

[修回日期] 2011-02-11