

脉冲染料激光在创伤后瘢痕早期治疗中的应用研究进展

刘振楠 周粤闽

河南大学淮河医院整形修复外科, 开封 475000

通信作者: 周粤闽, Email: yueminzhou2@hotmail.com

【摘要】 近年来研究表明, 创伤后早期应用脉冲染料激光干预可抑制瘢痕增生, 促进瘢痕成熟, 其因疗效确切, 不良反应少, 成为创伤后预防瘢痕增生的重要辅助手段。本文对脉冲染料激光抑制创伤后瘢痕早期形成的机制、干预时机、并发症及处理方法的研究进展进行综述, 以期为临床创伤后瘢痕的早期防治提供依据。

【关键词】 瘢痕; 创伤和损伤; 早期治疗; 脉冲染料激光

基金项目: 河南省科技发展计划(172102410005); 河南省医学科技攻关计划(201401014)

Research advances on the application of pulsed dye laser in the early treatment of post-traumatic scars

Liu Zhennan, Zhou Yuemin

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Huaihe Hospital of Henan University, Kaifeng 475000, China

Corresponding author: Zhou Yuemin, Email: yueminzhou2@hotmail.com

【Abstract】 Recent studies have shown that intervention in the early post-traumatic period can inhibit scar hyperplasia and promote scar maturation. Because of its definite therapeutic efficacy and few adverse reactions, it has become an important auxiliary method to prevent scar formation after trauma. This article reviews the research advances on the mechanism of pulsed dye laser in inhibiting the formation of early hypertrophic scar after trauma, the timing of intervention, and its complications and treatment methods, in order to provide a basis for the early prevention and treatment of clinical post-traumatic scars.

【Key words】 Cicatrix; Wounds and injuries; Early treatment; Pulsed dye laser

Fund program: Science and Technology Development Project of Henan Province of China (172102410005); Medical Science and Technology Project of Henan Province of China (201401014)

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200315-00164

本文引用格式: 刘振楠, 周粤闽. 脉冲染料激光在创伤后瘢痕早期治疗中的应用研究进展[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(7): 688-691. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200315-00164.

Liu ZN, Zhou YM. Research advances on the application of pulsed dye laser in the early treatment of post-traumatic scars[J]. Chin J Burns, 2021, 37(7): 688-691. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200315-00164.

皮肤软组织损伤后会导致复杂性的、永久性的瘢痕, 不仅会影响患者局部外观与功能, 还会对患者的生理及心理造成负担^[1-2], 创伤后早期进行治疗可有效预防瘢痕增生^[3]。瘢痕的早期治疗在于减少瘢痕组织中微血管数量, 进而减少瘢痕组织增生所需的胶原和 ECM 等营养物质, 促进瘢痕成熟^[4]。激光的出现, 填补了瘢痕保守治疗与手术修复之间的空白, 为广大瘢痕患者带来新的希望^[5]。针对创伤后瘢痕早期的治疗, 脉冲染料激光已成为抑制瘢痕增生的主要手段^[6], 本文对脉冲染料激光在创伤后增生性瘢痕早期治疗中的应用进行综述。

1 增生性瘢痕的研究现状

1.1 增生性瘢痕的特点

瘢痕组织是人体创伤修复过程中的一种产物。瘢痕分为生理性瘢痕和病理性瘢痕^[7]。多种因素通过持续炎症反应影响瘢痕愈合过程, 导致病理性瘢痕, 即增生性瘢痕和瘢痕疙瘩, 这些因素包括年龄、肤色、遗传、瘢痕位置、张力、愈合时间以及感染等因素^[5,8]。

增生性瘢痕一般呈红色或粉红色, 较为坚硬且伴有瘙痒, 不超出原损伤部位, 好发于张力较大部位, 如肩部等^[6,9]。增生性瘢痕的发展过程在临床可分为增生期、减退期、成熟期。在增生期(瘢痕形成早期), 组织中血管内皮细胞处于激活状态, 多普勒超声检查观察到瘢痕组织中的血管数量较正常皮肤组织多, 组织病理学观察常见 Fb 增殖, 大量胶原纤维形成, 胶原纤维以微血管为核心呈漩涡状排列^[10], 这些微血管是瘢痕组织中 Fb 的重要来源, 同时增加的微血管为瘢痕增生提供了良好的营养基础; 在减退期, 组织增生与增厚均轻度下降, 毛细血管开始退化; 到成熟期, 增生停止, 毛细血管稀少, 细小弹性纤维增加, 颜色由红色变为褐色^[11-12]。

1.2 增生性瘢痕形成的机制

增生性瘢痕的发病机制至今尚不明确, 对其发病机制的研究主要集中在 3 个方面: (1) 细胞因子及生长因子。创伤愈合过程中会出现持续性炎症反应, 而一些细胞因子及生长因子, 如 TGF- β 、VEGF、IL-6 等, 会通过炎症反应得以释放, 这些细胞因子及生长因子可刺激增生性瘢痕组织中 Fb 增殖、血管生成, 促进胶原合成及 ECM 沉积^[13-15]。(2) ECM。研究表明, 瘢痕组织中胶原的沉积, 不是由于胶原降解减少, 而是由于不成比例的胶原合成增加所致^[8, 16-17]。增生性瘢痕组织中 I、III 型胶原较正常瘢痕组织含量高, 黏蛋白、纤维连接

蛋白及透明质酸合成酶等含量增加,在胶原支架的支撑下,过多的 ECM 导致增生性瘢痕形成^[7,18]。(3)信号转导通路。瘢痕增生过程涉及多种异常信号转导通路,TGF- β_1 /Smad 信号通路在瘢痕的增生中起着重要作用^[19],可促进 Fb 增殖、迁移和血管生成。此外,磷脂酰肌醇-3-激酶/蛋白激酶 B、胞外信号调节激酶/MAPK、Notch 信号通路等均参与增生性瘢痕形成^[8,20]。

2 脉冲染料激光在瘢痕形成早期中的应用

2.1 脉冲染料激光作用原理

脉冲染料激光是一种以荧光有机液体染料为介质的激光,其波长为 585 nm 或 595 nm,可在较短时间内输出一串激光脉冲,被靶组织中的氧合血红蛋白高度选择性吸收后,光能转化成热能,使靶组织凝固变性,从而损伤微血管,达到治疗目的^[7,21]。

2.2 脉冲染料激光治疗增生性瘢痕的机制

1983 年,研究者提出了选择性光热理论,为激光治疗及其发展奠定了重要的理论基础。1994 年 Alster^[3]首次报道采用脉冲染料激光治疗增生性瘢痕的有效率达 57%~83%。自此,更多的研究相继证明了脉冲染料激光在创伤性瘢痕早期治疗中的有效性^[15]。脉冲染料激光治疗增生性瘢痕的机制包括以下几个方面:(1)脉冲染料激光能特异性作用于血管中血红蛋白,使新生血管受热而最终封闭,造成瘢痕组织缺氧,导致瘢痕组织中 Fb 凋亡、胶原纤维降解和胶原蛋白分泌减少,从而抑制瘢痕增生^[22-23]。(2)脉冲染料激光治疗可使局部肥大细胞数量增加,肥大细胞通过释放组胺和 IL,作用于胶原纤维,促使胶原降解与重塑,减少瘢痕形成^[24]。(3)脉冲染料激光使靶血管受热封闭的同时,其热量传递至胶原纤维,使胶原纤维被加热,胶原纤维中二硫键断裂,进而分解代谢,防止胶原过度沉积^[25-26]。(4)脉冲染料激光治疗可促进增生性瘢痕中 Fb G0/G1 期比例明显升高,抑制 Fb 增殖,进而使增生性瘢痕中 Fb 胶原产生及 ECM 中胶原沉积减少,抑制瘢痕形成^[27]。(5)脉冲染料激光治疗后使增生性瘢痕 Fb 中 TGF- β_1 分泌量减少,而 TGF- β_3 的分泌量增加,抑制 Fb 增殖,从而抑制瘢痕形成^[27-28]。

3 脉冲染料激光干预创伤后瘢痕的时机和参数及并发症处理

3.1 脉冲染料激光干预创伤后瘢痕的时机

创伤愈合过程可分为 3 个相互重叠的阶段:炎症反应期(伤后第 1~3 天)、细胞增殖期(伤后第 4~21 天)和组织重建期(伤后第 22 天~2 年)^[29-30],既往的瘢痕治疗大都在第 3 个阶段进行^[31]。临床上将创面愈合 3 个月内的瘢痕称为早期瘢痕^[4]。有学者介绍对患者手术后形成的线状瘢痕于拆线当天开始应用脉冲染料激光进行治疗,治疗区域较未治疗区域瘢痕外观明显改善^[32-33]。也有学者主张激光开始治疗时间在拆线后 1 周或术后 1 个月进行,此时创面已经愈合,处于瘢痕形成早期,脉冲染料激光治疗可减少瘢痕内异常增生的血

管,抑制瘢痕形成^[31]。欧阳华伟等^[34]提出拆线后若有肉眼可见的红色(靶基质)出现且质地较周边正常皮肤硬时,才能选择脉冲染料激光进行治疗,因此建议在拆线后 3~4 周进行脉冲染料激光治疗,认为过早的治疗,因无靶基质,不符合选择性光热作用原理。近年研究表明,创伤性瘢痕形成早期应用脉冲染料激光干预可有效预防增生性瘢痕形成^[4],潜在地避免了后期对瘢痕进行手术修复^[1]。Yang 等^[10]通过利用激光散斑对比成像显示,增生性瘢痕增生期血管密度显著高于减退期及成熟期,而增生性瘢痕形成早期血管密度低于增生期,提示尽早应用脉冲染料激光干预可有效降低增生性瘢痕血管密度,进而预防增生性瘢痕形成。中国专家制订的瘢痕干预共识指出,在增生性瘢痕形成早期行脉冲染料激光治疗,效果更佳^[35-36]。河南大学淮河医院整形修复外科在临床中观察到,脉冲染料激光治疗增生性瘢痕越早,效果越好。

3.2 脉冲染料激光治疗创伤后早期瘢痕的参数

目前,脉冲染料激光对创伤后瘢痕早期治疗的参数及次数尚无统一标准。有学者认为,采用脉冲染料激光治疗红色瘢痕时,应根据瘢痕内血管扩张程度和分布的密度设定治疗参数,以瘢痕出现紫癜反应为临床治疗终点,其依据主要为脉冲染料激光精准地对目标组织进行热破坏,同时又不向周围组织传递不必要的热量,必须针对瘢痕位置、状态,选择合适的激光波长、光斑直径及脉冲宽度^[17,34]。如果血管细小、颜色较鲜红,则选择脉冲宽度 3 ms,能量 7~10 mJ 的脉冲染料激光;如果血管直径 >1 mm,则选择脉冲宽度 1.5 ms,能量 12~15 mJ 的脉冲染料激光^[34]。Sobanko 和 Alster^[17]认为,当脉冲染料激光光斑直径为 5~7 mm 时,能量密度一般为 6.0~7.5 J/cm²;当脉冲染料激光光斑直径为 10 mm 时,能量密度一般为 4.5~5.5 J/cm²;治疗间隔为 6~8 周;对于肤色较深、瘢痕部位皮肤较薄(如眼睑等)的患者,能量密度应至少降低 0.5 J/cm²^[17]。Nouri 等^[37]在光斑直径为 7 mm,能量密度为 4.0 J/cm²,治疗间隔为 4 周的前提下,比较脉冲宽度 0.45、1.50 ms 的脉冲染料激光对患者早期瘢痕的作用效果,治疗 3 次后的结果表明,二者对瘢痕治疗的效果相近。日本瘢痕专家共识推荐脉冲染料激光治疗增生性瘢痕的能量密度为 3~10 J/cm²、光斑直径为 7~10 mm、脉冲宽度为 0.45~1.0 ms^[21]。中国瘢痕早期治疗全国专家共识指出,增生性瘢痕皮下血管管径平均为 34 μ m,相应热弛豫时间不超过 0.5 ms,因此,建议应用脉冲染料激光干预时,脉冲宽度选择 0.45~1.50 ms^[36]。亦有学者认为脉冲染料激光治疗瘢痕时谨慎的做法是,以最低的有效能量密度开始治疗,当之前选择的能量密度疗效不佳时,才在随后的治疗中逐渐增加能量密度^[17]。

3.3 脉冲染料激光治疗瘢痕的并发症及处理方法

虽然脉冲染料激光治疗瘢痕相对安全有效,但仍可能出现不良反应及并发症^[36,38]。最常见的不良反应为紫癜,在治疗后即刻出现,一般 7~10 d 可自行消退^[4,39]。Conologue 和 Norwood^[32]应用光斑直径 7 mm、脉冲宽度 1.5 ms、能量密度 8.0 J/cm²的脉冲染料激光治疗增生性瘢痕,部分患者出现轻度短暂性紫癜,但 5~7 d 消失。而 Nouri 等^[33]研究表明,使用

3.5 J/cm²的低能量密度和光斑直径 10 mm 的大光斑治疗增生性瘢痕,几乎没有患者出现紫癜,这说明紫癜的出现可能和使用的能量密度和光斑直径有关,但也有文献报道无紫癜反应时瘢痕的改善程度会差一些^[34]。有学者认为脉冲染料激光治疗瘢痕应采用低能量、多次、重复的治疗方式,治疗间隔为 4 周,一般在治疗 2 次后瘢痕的红斑症状可明显缓解^[39]。

水肿也是脉冲染料激光治疗瘢痕的常见并发症之一,一般 48 h 内消退^[39]。治疗中采用动态冷却系统冷喷可减少残余热损伤^[32];治疗后立即冷敷 20 min 继续中和残余热量,或采用烧伤创面护理技术,即热损伤创面处理原则进行激光创面护理^[34],可避免激光治疗后出现水肿。

色素沉着是脉冲染料激光治疗瘢痕后产生的最严重的并发症^[1],发生率为 1%~24%^[17]。Nouri 等^[33]研究显示,脉冲染料激光治疗瘢痕后出现色素沉着,其机制可能是脉冲染料激光使靶血管受热封闭时,其热量传导至黑色素细胞,使黑色素细胞活跃,黑色素分泌增加,引起色素沉着^[40]。因此,应依据瘢痕患者皮肤类型选择合适激光及治疗参数;脉冲染料激光治疗后辅助应用复合维甲酸、氢化可的松等药物,激光治疗后至少 3 个月严格避免阳光照射等可预防色素沉着^[1,17]。

4 小结与展望

瘢痕是组织创伤修复过程中的产物,其实是 Fb 的过度增殖及胶原的过度沉积。创伤后遗留瘢痕不仅影响局部外观与功能,还会影响患者的生活质量,给患者造成极大的心理负担^[17]。抑制创伤性增生性瘢痕形成的关键在于对创伤后瘢痕早期的干预。脉冲染料激光治疗瘢痕后毛细血管数量减少,胶原降解增多;瘢痕组织的微环境改变,Fb 的功能状态受到抑制,胶原合成减少^[4],炎症反应减轻,进而达到抑制瘢痕增生的目的^[31]。目前的研究表明,脉冲染料激光应用在增生性瘢痕形成早期是安全有效的,可有效抑制增生性瘢痕的形成,避免了后期对瘢痕进行手术修复,但首次治疗时机、治疗参数、治疗间隔等尚未统一,仍需进一步研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Tripathi PB, Nelson JS, Wong BJ. Posttraumatic laser treatment of soft tissue injury[J]. *Facial Plast Surg Clin North Am*, 2017, 25(4): 617-628. DOI:10.1016/j.fsc.2017.06.012.
- [2] Hsieh JC, Maisel-Campbell AL, Joshi CJ, et al. Daily quality-of-life impact of scars: an interview-based foundational study of patient-reported themes[J]. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2021, 9(4):e3522. DOI:10.1097/GOX.00000000000003522.
- [3] Alster TS. Improvement of erythematous and hypertrophic scars by the 585-nm flashlamp-pumped pulsed dye laser[J]. *Ann Plast Surg*, 1994, 32(2):186-190. DOI:10.1097/0000637-199402000-00015.
- [4] Brewin MP, Lister TS. Prevention or treatment of hypertrophic burn scarring: a review of when and how to treat with the pulsed dye laser[J]. *Burns*, 2014, 40(5):797-804. DOI: 10.1016/j.burns.2013.12.017.
- [5] Seago M, Shumaker PR, Spring LK, et al. Laser treatment of traumatic scars and contractures: 2020 international consensus recommendations[J]. *Lasers Surg Med*, 2020, 52(2):96-116. DOI: 10.1002/lsm.23201.
- [6] Ael-S A, Ibrahim SM, Muhammad MM. Pulsed dye laser versus long-pulsed Nd:YAG laser in the treatment of hypertrophic scars and keloid: a comparative randomized split-scar trial[J]. *J Cosmet Laser Ther*, 2016, 18(4):208-212. DOI:10.3109/14764172.2015.1114648.
- [7] 王炜. 整形外科学[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1999: 426-431.
- [8] Shirakami E, Yamakawa S, Hayashida K. Strategies to prevent hypertrophic scar formation: a review of therapeutic interventions based on molecular evidence[J/OL]. *Burns Trauma*, 2020, 8: tkz003[2021-03-15]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32341924/>. DOI:10.1093/burnst/tkz003.
- [9] Grabowski G, Pacana MJ, Chen E. Keloid and hypertrophic scar formation, prevention, and management: standard review of abnormal scarring in orthopaedic surgery[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2020, 28(10):e408-e414. DOI:10.5435/JAAOS-D-19-00690.
- [10] Yang Y, Liu L, Yang R, et al. Blood perfusion in hypertrophic scars and keloids studied by laser speckle contrast imaging[J/OL]. *Skin Res Technol*, 2021[2021-03-15]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33651469/>. [published online ahead of print Marh 2, 2021]. DOI:10.1111/srt.13020.
- [11] 董依云, 陶岚, 周国瑜, 等. 脉冲染料激光抑制颌面部外伤早期瘢痕的效果评价[J]. *上海口腔医学*, 2018, 27(2):200-203. DOI: 10.19439/j.sjos.2018.02.017.
- [12] Amadeu T, Braune A, Mandarin-de-Lacerda C, et al. Vascularization pattern in hypertrophic scars and keloids: a stereological analysis[J]. *Pathol Res Pract*, 2003, 199(7):469-473. DOI:10.1078/0344-0338-00447.
- [13] Zhang D, Li B, Zhao M. Therapeutic strategies by regulating interleukin family to suppress inflammation in hypertrophic scar and keloid[J]. *Front Pharmacol*, 2021, 12:667763. DOI: 10.3389/fphar.2021.667763.
- [14] Grieb G, Steffens G, Pallua N, et al. Circulating fibrocytes--biology and mechanisms in wound healing and scar formation[J]. *Int Rev Cell Mol Biol*, 2011, 291:1-19. DOI:10.1016/B978-0-12-386035-4.00001-X.
- [15] Ryu HW, Cho JH, Lee KS, et al. Prevention of thyroidectomy scars in Korean patients using a new combination of intralesional injection of low-dose steroid and pulsed dye laser starting within 4 weeks of suture removal[J]. *Dermatol Surg*, 2014, 40(5):562-568. DOI:10.1111/dsu.12472.
- [16] Gauglitz GG, Korting HC, Pavicic T, et al. Hypertrophic scarring and keloids: pathomechanisms and current and emerging treatment strategies[J]. *Mol Med*, 2011, 17(1/2):113-125. DOI:10.2119/molmed.2009.00153.
- [17] Sobanko JF, Alster TS. Laser treatment for improvement and minimization of facial scars[J]. *Facial Plast Surg Clin North Am*, 2011, 19(3):527-542. DOI:10.1016/j.fsc.2011.06.006.
- [18] Limandjaja GC, Niessen FB, Schepers RJ, et al. Hypertrophic scars and keloids: overview of the evidence and practical guide for differentiating between these abnormal scars[J]. *Exp Dermatol*, 2021, 30(1):146-161. DOI:10.1111/exd.14121.
- [19] 刘昌玲, 张志, 刘志河, 等. Smurf2 对增生性瘢痕 TGF-β1 信号通路负向调节因子 Smad7 的影响及调控机制[J]. *中华整形外科杂志*, 2018, 34(12):1059-1069. DOI:10.3760/ema.j.issn.1009-4598.2018.12.016.
- [20] He T, Bai X, Jing J, et al. Notch signal deficiency alleviates hypertrophic scar formation after wound healing through the inhibition of inflammation[J]. *Arch Biochem Biophys*, 2020, 682: 108286.

- DOI:10.1016/j.abb.2020.108286.
- [21] Ogawa R, Akita S, Akaishi S, et al. Diagnosis and treatment of keloids and hypertrophic scars-Japan Scar Workshop Consensus Document 2018[J/OL]. Burns Trauma, 2019, 7: 39[2020-03-15]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31890718/>. DOI:10.1186/s41038-019-0175-y.
- [22] Deng H, Tan T, Luo G, et al. Vascularity and thickness changes in immature hypertrophic scars treated with a pulsed dye laser [J/OL]. Lasers Surg Med, 2020[2021-03-15]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33289116/>. [published online ahead of print December 1, 2020]. DOI:10.1002/lsm.23366.
- [23] Li N, Yang L, Cheng J, et al. A retrospective study to identify the optimal parameters for pulsed dye laser in the treatment of hypertrophic burn scars in Chinese children with Fitzpatrick skin types III and IV[J/OL]. Lasers Med Sci, 2021[2021-03-15]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33486651/>. [published online ahead of print January 24, 2021]. DOI:10.1007/s10103-021-03252-x.
- [24] 丁金萍, 陈博, 曹谊林. 病理性瘢痕激光治疗的研究进展[J]. 组织工程与重建外科杂志, 2016, 12(2): 141-143. DOI: 10.3969/j.issn.1673-0364.2016.02.015.
- [25] 杨丽, 李娜, 程静, 等. 脉冲染料激光用于烧伤后增生性瘢痕的最佳治疗间隔的前瞻性随机对照临床研究[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(1): 57-63. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200106-00008.
- [26] 郭政宏, 张铮, 章一新. 病理性瘢痕的激光治疗进展[J]. 组织工程与重建外科杂志, 2018, 14(3): 168-173. DOI: 10.3969/j.issn.1673-0364.2018.03.015.
- [27] 陈立新, 王莹, 林杨杨, 等. 脉冲染料激光对体外瘢痕成纤维细胞中 TGF- β 1 和 TGF- β 3 表达的影响[J]. 中国中西医结合皮肤性病学杂志, 2019, 18(1): 11-14. DOI: 10.3969/j.issn.1672-0709.2019.01.003.
- [28] Nast A, Gauglitz G, Lorenz K, et al. S2k guidelines for the therapy of pathological scars (hypertrophic scars and keloids) -update 2020[J]. J Dtsch Dermatol Ges, 2021, 19(2): 312-327. DOI: 10.1111/ddg.14279.
- [29] Rosenthal A, Kolli H, Israilevich R, et al. Lasers for the prevention and treatment of hypertrophic scars: a review of the literature[J]. J Cosmet Laser Ther, 2020, 22(3): 115-125. DOI: 10.1080/14764172.2020.1783451.
- [30] Karmisholt KE, Haerskjold A, Karlsmark T, et al. Early laser intervention to reduce scar formation-a systematic review[J]. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2018, 32(7): 1099-1110. DOI: 10.1111/jdv.14856.
- [31] Oliaei S, Nelson JS, Fitzpatrick R, et al. Laser treatment of scars[J]. Facial Plast Surg, 2012, 28(5): 518-524. DOI: 10.1055/s-0032-1325646.
- [32] Conologue TD, Norwood C. Treatment of surgical scars with the cryogen-cooled 595 nm pulsed dye laser starting on the day of suture removal[J]. Dermatol Surg, 2006, 32(1): 13-20. DOI: 10.1111/1524-4725.2006.32002.
- [33] Nouri K, Jimenez GP, Harrison-Balestra C, et al. 585-nm pulsed dye laser in the treatment of surgical scars starting on the suture removal day[J]. Dermatol Surg, 2003, 29(1): 65-73; discussion 73. DOI: 10.1046/j.1524-4725.2003.29014.x.
- [34] 欧阳华伟, 谭军, 李高峰, 等. 595 nm 可调脉宽脉冲染料激光治疗外伤早期瘢痕的临床效果观察[J]. 中国医师杂志, 2019, 21(4): 503-506. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1008-1372.2019.04.006.
- [35] Lv K, Xia Z. Chinese consensus panel on the prevention and treatment of scars. Chinese expert consensus on clinical prevention and treatment of scar[J/OL]. Burns Trauma, 2018, 6: 27[2020-03-15]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30263894/>. DOI: 10.1186/s41038-018-0129-9.
- [36] 中国整形美容协会瘢痕医学分会. 瘢痕早期治疗全国专家共识(2020版)[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(2): 113-125. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200609-00300.
- [37] Nouri K, Elsaie ML, Vejjabinanta V, et al. Comparison of the effects of short- and long-pulse durations when using a 585-nm pulsed dye laser in the treatment of new surgical scars[J]. Lasers Med Sci, 2010, 25(1): 121-126. DOI: 10.1007/s10103-009-0710-3.
- [38] Al Janahi S, Lee SJ, McGee JS, et al. Hypertrophic scar after treatment of ecchymoses with pulsed-dye laser[J]. Dermatol Surg, 2020, 46(6): 851-853. DOI: 10.1097/DSS.0000000000001907.
- [39] 蔡宏, 王毅侠, 张玉宝, 等. 激光技术对创伤后皮肤瘢痕的康复治疗[J]. 中国美容整形外科杂志, 2018, 29(3): 129-132. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7040.2018.03.002.
- [40] Carniol PJ, Woolery-Lloyd H, Zhao AS, et al. Laser treatment for ethnic skin[J]. Facial Plast Surg Clin North Am, 2010, 18(1): 105-110. DOI: 10.1016/j.fsc.2009.11.009.

(收稿日期: 2020-03-15)