·综 述·

常见色素沉着性皮肤病激光治疗进展

陆 毅[1]，陈 磊[2*]
（1. 上海和睦家新城医院皮肤医美科，上海 200126；2. 上海和睦家医院皮肤医美科，上海 200335）

摘要：色素沉着性皮肤病的治疗通常需较长时间方能见效，且患者的依从性差。使用多种激光通过选择性光热作用的原理，可以有效治疗色素沉着性皮肤病。如何选择最合适的激光类型取决于多种因素，如黑色素发色团和其在皮肤中特定的病变位置。该文综述激光治疗雀斑样痣（nevoid lentigo）、咖啡斑（café-au-lait）、贝克痣（Becker's nevus）、真皮痣（intradermal nevus）、太田痣（nevus of Ota）、黄褐斑（melasma）及炎症后色素沉着等常见色素沉着性皮肤病，在已发表的研究基础上，比较各种激光的治疗优势。

关键词：色素沉着性皮肤病；激光治疗；黑色素
中图分类号：R758.4；R758.5；R758.6 **文献标志码：**A **文章编号：**1672-9188(2023)05-0404-06
DOI：10.13683/j.wph.2023.05.002

Progress on laser treatment of common hyperpigmented skin disorders

LU Yi[1], CHEN Lei[2*]
(*1. Department of Dermatology and Aesthetics, Shanghai United Family Xincheng Hospital, Shanghai 200126, China;
2. Department of Dermatology and Aesthetics, Shanghai United Family Hospital, Shanghai 200335, China*)

Abstract: Treatment for hyperpigmented disorders often takes a long time to work and has poor patient compliance. Hyperpigmented skin diseases can be effectively treated by using a variety of lasers based on the principle of selective photothermolysis. Choosing the most appropriate type of laser depends on various factors, such as the melanin chromophore and its specific lesion location in the skin. This article reviewed the laser treatment on several hyperpigmentation disorders, such as nevoid lentigo, café-au-lait macules, Becker's nevus, intradermal nevus, nevus of Ota, melasma and post-inflammatory pigmentation etc, and compares the advantages of various lasers on the basis of published studies.

Key words: hyperpigmented disorders; laser treatment; melanin

色素沉着性皮肤病通常由表皮和（或）真皮中黑色素细胞或黑色素沉积增多造成。激光是治疗色素沉着性皮肤病的有效手段，使用激光治疗皮肤色素沉着是基于选择性光热作用理论，黑色素是治疗过程中的靶色基。皮肤黑色素吸收的光波长为 600 ～ 1 100 nm。通常波长相对较短的激光［如 250 ～ 1 200nm 倍频调 Q（Q-switch，QS）掺钕钇铝石榴石（Nd yttrium aluminium garnet，Nd:YAG）激光］适合清除表皮黑色素，波长较长的激光（如 1 064 nm QS Nd: YAG 激光）则可用于治疗较深部位的黑色素沉积[1]。

脉宽选择也会影响疗效。靶组织越小，加热时间越短，所需脉宽也相应更短。通常选择的脉宽短于靶组织的热弛豫时间。单个黑素体的热弛豫时间介于 10 ～ 500 ns，因此治疗色素性皮损常用的 QS 激光脉宽在纳秒级和皮秒级。激光可通过光能转换

收稿日期：2023-02-22
作者简介：陆毅，副主任医师，研究方向：色素斑、瘢痕等的治疗，以及面部皮肤年轻化的医美操作。
通信作者：陈磊，副主任医师，科主任。研究方向：皮肤病性病和皮肤肿瘤等的诊疗，以及光电和注射类医美操作。

为热能选择性地破坏色素（光热效应），也可通过光机械效应（光声效应）去除黑色素。传统 QS 纳秒激光通过光热效应和光声效应发挥作用。皮秒激光极短脉宽对靶组织产生的光声效应大于光热效应。本文对常见的表皮、真皮与混合性表皮及真皮色素沉着为特征的皮肤病相关激光治疗方法进行综述，以供临床参考。

1 表皮层色素沉着性皮肤病

常见的表皮色素沉着性皮肤病包括雀斑样痣（nevoid lentigo）、咖啡斑（café-au-lait）和贝克痣（Becker's nevus，BN）等，均表现为表皮黑色素增多。

1.1 雀斑样痣

雀斑样痣是边界清楚的小色素斑，特征是表皮基底层黑色素细胞增生，治疗方法包括 694 nm 红宝石激光（ruby laser，QSRL）、755 nm 翠绿宝石激光和 532 nm Nd:YAG 激光[2—3]，QS 纳秒激光的疗效极佳，一般经 2 ～ 3 次治疗可完全清除。近年来，532 及 730 nm 皮秒激光也被发现能达到与 694 nm QSRL 相似的疗效[4]。强脉冲光、脉冲染料激光可用于大面积治疗，是治疗面部弥漫性雀斑样痣的首选方法[5]。研究显示，1 550 nm 掺铒点阵激光（6 ～ 8 遍，8 mJ/cm^2，总能量 2 ～ 3 KJ）治疗能显著改善皮肤光损伤[6]。与 1 550 nm 点阵激光相比，1 927nm 铥光纤点阵激光能更有效地治疗雀斑样痣，并能同时改善皮肤纹理[7]。对于皮肤光反应类型Ⅰ～Ⅲ的患者，推荐的治疗方案是 3 ～ 5 次治疗，每次治疗间隔 1 个月。对于肤色较深者，推荐使用较低能量设置。上述点阵激光是治疗日光性雀斑样痣伴有皮肤光老化的首选方法。

1.2 咖啡斑

咖啡斑是边界清楚的浅褐色至深棕色斑，组织学见表皮内黑色素增加，激光治疗的效果不一。通常面积小、面部病变和边缘不规则的皮损对激光治疗有更好的反应。咖啡斑经治疗后往往不能完全清除，且易复发。一项评估低能量密度 1 064 nm QS 激光治疗咖啡斑有效性的研究显示，39 处咖啡斑有 29 处（74%）被清除，清除率超过 50%，但仅 31% 被完全清除[8]。755 nm QS 紫翠玉宝石激光治疗虽然复发率高，但产生炎症后色素沉着（post-inflammatory pigmentation，PIH）的风险低，故更常选用，但需要足够的疗程。最常用于治疗咖啡斑的是 532 nm QS 激光和 755 nm QS 激光。Cen 等[9]研究发现，低能量 1 064 nm QS 激光（1.8 ～ 2.2 J/cm^2，8 mm 光斑打 10 ～ 15 次）与高能量 755 nm QS 激光（6.0 ～ 8.0 J/cm^2，3 mm 光斑打 1 遍）治疗咖啡斑的疗效无显著差异。因起效快，不良反应少，色素沉着更均匀，医生及患者更偏向于应用低能量 QS 激光，但需要注意的是，其会导致斑点状色素减退。

1.3 BN

BN 是常发生于青少年的良性皮肤错构瘤，多见于男性单侧肩部或躯干上部，表现为色素性斑块，半数有毛，组织学可见表皮黑素体数量增多。BN 的激光治疗包括脱毛和减少色素沉着。808 ～ 810 nm 二极管激光器、1 064 nm 低能量激光及 755 nm LP-Alex 激光均能有效治疗多毛。掺铒钇铝石榴石（Er yttrium aluminium garnet，Er:YAG）激光、皮秒 755 nm 翠绿石激光、1550 nm 掺铒光纤激光及 577 nm 黄光激光对 BN 具有较好疗效；长脉冲 QSRL、长脉冲翠绿宝石激光和 2 940 nm Er:YAG 激光亦对 BN 有一定疗效[10]。而联合治疗则可能对起源于毛囊的色素再沉着具有一定改善作用。研究证实，非剥脱性 1 550 nm 点阵激光联合脱毛激光可有效改善 BN 色素沉着[11]。Er:YAG 激光治疗 BN 的效果好，但对肤色较深者易引起持久的红斑和色素沉着；皮秒激光是一种相对较新的 BN 治疗方法，有个案报道显示，有患者在接受 3 次治疗后，其色素沉着得到一定改善（25% ～ 49%）[12]，但相关报道仍较少，还需更多研究证实其有效性。

2 真皮层色素沉着性皮肤病

常见的真皮层色素沉着性皮肤病主要有黑素细胞痣（nevus）、太田痣（nevus of Ota）、PIH 及黄褐斑（melasma）等。

2.1 黑素细胞痣

激光治疗仅被用于无异型性临床征象的黑素细胞痣。长期以来，不同类型的激光（如色素激光、剥脱性激光）被用于先天性和后天性黑素细胞痣，其结果各不相同。色素特异性激光不能完全破坏处于较深位置的痣细胞。使用 694 nm QS QSRL、755 nm QS 翠绿宝石激光及 1 064 nm QS Nd:YAG 激光可成功治疗位于表皮和真皮浅层的痣，如交界痣或轻微隆起的复合痣[13]。激光治疗后会残留一些痣细胞，故可能复发。先天性黑素细胞痣常达深部的网状真皮层，可选择单用剥脱和（或）激光治疗，也可部分切除后再行激光治疗。二氧化碳及 Er:YAG 剥脱性激光能有效治疗黑素细胞痣，但易形成瘢痕[14]。Köse 等[15]采用点阵二氧化碳激光治疗面部色素痣，具体为能量 2 ～ 5 mJ，电流 15 ～ 25 J/cm^2 的激光剥脱 3 ～ 10 次，用 50 μm 剥脱模式和 75 μm 热剥脱模式，使用 0.9/2.0 mm 方形光斑，30% 光斑重叠。治疗过程中结合皮肤镜观察，至不见痣结构为止。结果显示，最终 85% 痣仅治疗 1 次即被去除。Lee 等[16]将短脉冲 Er:YAG 激光与长脉冲翠绿宝石激光联合用于获得性 / 先天性黑素细胞痣的治疗，结果发现，经过 8 周治疗，所有患者黑素细胞痣的色素沉着均完全消失，且 PIH 及红斑持续时间缩短，不良反应较少，提示该联合治疗方案安全、有效。推测原因可能为所使用的 Er:YAG 激光能特异性穿透到靶痣细胞深度，并有效破坏痣细胞。

斑痣可由交界痣、混合痣、Spitz 痣、不典型痣及蓝痣等组成，通常手术治疗是其最佳治疗方法。激光治疗斑痣的方法包括 QSRL、QS Nd:YAG 激光、脉冲染料激光、QS 翠绿宝石激光及强脉冲光[17]。研究表明，QSRL 器最为实用，在去除斑痣方面，较 QS Nd:YAG 激光更有效[18]。二氧化碳激光通过对病变进行剥离可增强 QS Nd:YAG 激光的穿透力，故建议将二者联合应用。此外，有病例报道显示，脉冲染料激光能有效治疗颈部斑痣，且未出现瘢痕、变形等不良反应，因其在首个疗程后即有显著治疗反应，故可被用于治疗色素沉着程度较高的病变[19]。

2.2 太田痣

太田痣是一种真皮黑素细胞错构瘤，沿三叉神经第 1、2 分支分布，通常为蓝黑色或浅棕色的斑点、斑块，组织学可见真皮层有树突状黑色素细胞，在亚洲女性和儿童中多见。QS 激光是治疗太田痣最常用方法，其疗效已被广泛证实，通常需要治疗至少 3 次。一项纳入 94 例患者的回顾性研究显示，在相近的能量设置下，与 1 064nm QS Nd:YAG 激光相比，694 nm QSRL 治疗能更显著降低真皮黑色素含量[20]。另一项纳入 40 例患者的研究显示，与 755 nm 翠绿宝石激光相比，1 064nm QS Nd:YAG 激光淡化皮损的效果更佳[21]。皮秒激光也可用于治疗太田痣，数据显示，其治疗效果优于 QS 激光。一项自身皮损对照研究显示，与 QS 激光治疗相比，皮秒激光治疗太田痣的清除效果更好、所需治疗次数更少、疼痛更轻，且 PIH 和色素减退的发生风险更低[12]。点阵激光治疗太田痣的效用尚未确定。现有研究表明，QSRL、QS 紫翠玉宝石激光、QS Nd:YAG 激光和 1 064 nm 皮秒激光适用于太田痣的治疗。病变的颜色和深度决定激光治疗的次数，如棕色病变需要 3 次治疗，蓝绿色病变则需要 6 次以上治疗[22]。Liu 等[23]对 224 例太田痣患者进行 2 ～ 10 年的随访，结果发现，经过平均 3.7 次 QS Nd:YAG 激光治疗，99.11% 患者获得 75% 以上改善，仅 8 例患者（3.57%）复发，提示太田痣对 QS 激光治疗具有较好反应，且复发率低，但疗程时间较长。Sakio 等[24]纳入 15 例太田痣患者（10 个月至 65 岁）进行回顾性分析，结果发现，秒脉冲紫翠玉宝石激光能有效治疗太田痣，其不良反应主要为 PIH，但发生风险较低。

2.3 PIH

PIH 常在皮肤损伤或炎症后发生，表皮和真皮色素均可增多，且深肤色者更易发生。激光治疗的目的是加速清除色素沉着。近年来，1 927 nm 铥光纤点阵激光治疗 PIH 的效果逐渐被肯定。一项纳入 61 例 PIH 患者的回顾性研究显示，在低能量和低密

度设置下使用 1 927 nm 铥光纤点阵激光治疗，可使色素沉着平均改善 43%[25]。也有学者纳入 9 例 PIH 患者，尝试以多频次、低能量 1 927 nm 激光联合 4% 氢醌霜治疗，结果显示，除 1 例患者失访外，7 例患者均获得满意的治疗效果，且病情未出现反复[26]。除此之外，1 064 nm QS Nd:YAG 激光亦对 PIH 有效。研究显示，1 064 nm Nd:YAG 激光（5 ～ 10 次，3.3 ～ 5.8 J/cm^2），一周 1 次，共治疗 5 周，可有效改善色素沉着（改善超过 50%）[27]。

3 其他

3.1 黄褐斑

黄褐斑是一种常见的面部对称性色素沉着斑，通常累及面部日光暴露区域。多种激光模式可被用于治疗黄褐斑，但易复发，且还可能引起色素沉着加重或花斑状色素减退。低能量、短间隔（每 1 ～ 2 周）1 064 nm QS Nd:YAG 激光可有效治疗黄褐斑，但复发率较高；1 550nm 非剥脱掺铒点阵激光治疗亦能改善黄褐斑，主要不良反应是激光治疗后色素沉着加重，且同样具有一定的复发风险[28]。非剥脱性 1 927 nm 激光治疗亦可有效治疗黄褐斑。一项纳入面部光损伤、黄褐斑及 PIH 患者的研究显示，低能量、低密度、非剥脱性点阵 1 927 nm 激光治疗可明显改善黄褐斑，且未见色素沉着加重[29]。近年来，皮秒激光治疗黄褐斑的作用逐渐显现，且有学者发现皮秒激光（532 nm ＋ 1064 nm）联合 2% 氢醌乳膏治疗效果更好[30]。另有研究证实，外用皮肤美白乳膏联合 1 064 nm 皮秒激光对黄褐斑的改善作用明显[31]。此外，强脉冲光亦可用于治疗黄褐斑，主要用于浅色皮肤浅表黑素细胞病变等。因常并发 PIH，不推荐采用 Er:YAG 激光或二氧化碳激光等剥脱性激光治疗黄褐斑。激光治疗后，通常推荐每日使用广谱防晒霜，以尽可能降低复发风险。

3.2 药物导致的色素沉着

药物可引起局部或弥漫性皮肤色素沉着。虽然部分患者在停药后色素沉着情况可有所改善，但色素沉着异常可持续存在数月至数年。药物相关色素沉积物可能由黑色素、铁或其他物质组成，如米诺环素（minocycline）可引起炎症、创伤及日晒部位土褐色色沉[32]；外用氢醌引起真皮乳头层黄棕色沉积[33]；胺碘酮（amiodarone）则可引起颗粒状黄棕色色素真皮沉积[34]。694 nm QSRL、755 nm QS 翠绿宝石激光、1 064 nm QS Nd:YAG 激光和 532 nm 倍频 QS Nd:YAG 激光均已被成功用于米诺环素相关色素沉着的治疗。

4 结语

激光技术在治疗色素沉着性皮肤病方面已取得重大进展。虽然学界已围绕各类激光治疗良性色素皮肤病开展大量研究，但仍未对具体操作方案及联合治疗方案达成共识。2022 年德国皮肤病协会发布皮肤激光治疗指南[35]，将激光治疗作为色素沉着性皮肤病的一、二线治疗方法，以及其他治疗方法的补充治疗，具体适应证及推荐等级见表 1。今后还应开展更多深入研究，以明确激光治疗在色素沉着性皮肤病的作用效果及机制。

参考文献：

[1] Arora H, Falto-Aizpurua L, Rajabi-Estarabadi A, *et al*. Lasers for pigmented lesions[M]. New York: John Wiley & Sons, Ltd, 2019: 241-256.

[2] Sadighha A, Saatee S, Muhaghegh-Zahed G. Efficacy and adverse effects of Q-switched ruby laser on solar lentigines: a prospective study of 91 patients with Fitzpatrick skin type Ⅱ, Ⅲ, and Ⅳ[J]. Dermatol Surg, 2008, 34(11): 1465-1468.

[3] Kagami S, Asahina A, Watanabe R, *et al*. Treatment of 153 Japanese patients with Q-switched alexandrite laser[J]. Lasers Med Sci, 2007, 22(3): 159-163.

[4] Wu PJ, Chen ST, Sheen YS, *et al*. A longitudinal comparative study by *in vivo* harmonic generationmicropy: Q-switched ruby laser versus picosecond 532 nm Nd: YAG laser for the treatment of solar lentigines[J]. JEADV Clin Pract, 2022, 1(4): 372-382.

[5] Kono T, Groff WF, Sakurai H, *et al*. Comparison study of intense pulsed light versus a long-pulse pulsed dye laser in the treatment of facial skin rejuvenation[J]. Ann Plast Surg, 2007, 59(5): 479-483.

表 1 常见色素性皮肤病激光治疗的推荐

Table 1 Recommendations for laser treatment of common pigmentary skin diseases

激光器分类	表皮层色素沉着性皮肤病			真皮层色素沉着性皮肤病			其他
	雀斑样痣	咖啡斑	贝克痣	黑色素痣	太田痣	PIH	黄褐斑
532 nm 磷酸钛氧钾晶体激光	弱推荐	弱推荐	不推荐		不推荐	弱推荐	弱推荐
532 nm QS 激光	强推荐	强推荐	不推荐		未提及	弱推荐	弱推荐
694 nm QS 激光	强推荐	强推荐	不推荐		不推荐	弱推荐	弱推荐
755 nm QS 激光	弱推荐	弱推荐	不推荐		反对	弱推荐	弱推荐
1 064 nm QS 激光	弱推荐	弱推荐	不推荐	在开始激光治疗前，需通过适当诊断操作排除恶性肿瘤可能	不推荐	不推荐	弱推荐
585～595 nm QS 激光	弱推荐	弱推荐	反对		反对	不推荐	不推荐
532 nm 皮秒激光	强推荐	强推荐	不推荐		不推荐	弱推荐	未提及
755 nm 皮秒激光	强推荐	强推荐	不推荐		不推荐	弱推荐	未提及
1 064 nm 皮秒激光	弱推荐	弱推荐	不推荐		不推荐	不推荐	弱推荐
1 927 nm 铥激光	未提及	未提及	未提及		未提及	未提及	弱推荐
1 550 nm 点阵非剥脱激光	未提及	未提及	未提及		未提及	未提及	不推荐
强脉冲光	弱推荐	弱推荐	反对		反对	不推荐	不推荐
10 600 nm 二氧化碳激光	不推荐	不推荐	反对	强推荐	反对	反对	反对
1 940 nm 铒激光	不推荐	不推荐	反对	强推荐	反对	反对	反对

[6] Wanner M, Tanzi EL, Alster TS. Fractional photothermolysis: treatment of facial and nonfacial cutaneous photodamage with a 1,550 nm erbium-doped fiber laser[J]. Dermatol Surg, 2007, 33(1): 23-28.

[7] Polder KD, Harrison A, Eubanks LE, *et al*. 1,927 nm fractional thulium fiber laser for the treatment of nonfacial photodamage: a pilot study[J]. Dermatol Surg, 2011, 37(3): 342-348.

[8] Kim HR, Ha JM, Park MS, *et al*. A low-fluence 1064 nm Q-switched neodymium-doped yttrium aluminium garnet laser for the treatment of café-au-lait macules[J]. J Am Acad Dermatol, 2015, 73(3): 477-483.

[9] Cen Q, Zhu J, Zhou L, *et al*. Comparison of the safety and efficacy of low fluence Q-switched 1064 nm and conventional Q-Switched 755-nm lasers in the treatment of café-au-lait macules: a prospective self-controlled trial[J]. Lasers Surg Med, 2022, 54(8): 1051-1059.

[10] Zhou YJ, Zheng DL, Hamblin MR, *et al*. An update on Becker's nevus: pathogenesis and treatment[J]. Dermatol Ther, 2022, 35(7): e15548.

[11] Kubicki SL, Guo EL, Sodha P, *et al*. Combination 1550 nm non-ablative fractional resurfacing and laser hair removal for treatment of Becker's nevi in skin types Ⅲ—Ⅵ[J]. Lasers Surg Med, 2023, 55(1): 99-104.

[12] Chan JC, Shek SY, Kono T, *et al*. A retrospective analysis on the management of pigmented lesions using a picosecond 755 nm alexandrite laser in Asians[J]. Lasers Surg Med, 2016, 48(1): 23-29.

[13] Rosenbach A, Williams CM, Alster TS. Comparison of the Q-switched alexandrite(755 nm) and Q-switched Nd: YAG(1064 nm) lasers in the treatment of benign melanocytic nevi[J]. Dermatol Surg, 1997, 23(4): 239-244.

[14] August PJ, Ferguson JE, Madan V. A study of the efficacy of carbon dioxide and pigment-specific lasers in the treatment of medium-sized congenital melanocytic naevi[J]. Br J Dermatol, 2011, 164(5): 1037-1042.

[15] Köse O. Carbon dioxide ablative laser treatment of acquired junctional melanocytic nevi[J]. J Cosmet Dermatol, 2021, 20(2): 491-496.

[16] Lee SE, Choi JY, Hong KT, *et al*. Treatment of acquired and small congenital melanocytic nevi with combined Er:YAG laser and long-pulsed alexandrite laser in Asian skin[J]. Dermatol Surg, 2015, 41(4): 473-480.

[17] Johr RH, Binder M. Management of nevus spilus – a better way[J]. Pediatr Dermatol, 2000, 17(6): 491-492.

[18] Grevelink JM, González S, Bonoan R, *et al*. Treatment of nevus spilus with the Q-switched ruby laser[J]. Dermatol Surg, 1997, 23(5): 365-369.

[19] Abrusci V, Benzecry V. Medium-sized nevus spilus of the neck treated with pulsed dye laser[J]. Dermatol Ther, 2017, 30(4): e12497.

[20] Chang CJ, Kou CS. Comparing the effectiveness of Q-switched Ruby laser treatment with that of Q-switched Nd:YAG laser for oculodermal melanosis (nevus of Ota) [J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2011, 64 (3): 339-345.

[21] Chan HH, Ying SY, Ho WS, *et al*. An *in vivo* trial comparing the clinical efficacy and complications of Q-switched 755 nm alexandrite and Q-switched 1064 nm Nd:YAG lasers in the treatment of nevus of Ota [J]. Dermatol Surg, 2000, 26 (10): 919-922.

[22] Rani S, Sardana K. Variables that predict response of nevus of Ota to lasers [J]. J Cosmet Dermatol, 2019, 18 (2): 464-468.

[23] Liu Y, Zeng W, Li D, *et al*. A retrospective analysis of the clinical efficacy and recurrence of Q-switched Nd: YAG laser treatment of nevus of Ota in 224 Chinese patients [J]. J Cosmet Laser Ther, 2018, 20 (7-8): 410-414.

[24] Sakio R, Ohshiro T, Sasaki K, *et al*. Usefulness of picosecond pulse alexandrite laser treatment for nevus of Ota [J]. Laser Therapy, 2018, 27 (4): 251-255.

[25] Bae YC, Rettig S, Weiss E, *et al*. Treatment of post-inflammatory hyperpigmentation in patients with darker skin types using a low energy 1,927 nm non-ablative fractional laser: a retrospective photographic review analysis [J]. Lasers Surg Med, 2020, 52 (1): 7-12.

[26] Alharbi MA. 1927 nm thulium laser successfully treats postinflammatory hyperpigmentation in skin of color [J]. Dermatol Res Pract, 2021, doi: 10.1155/2021/5560386.

[27] Kim S, Cho KH. Treatment of facial postinflammatory hyperpigmentation with facial acne in Asian patients using a Q-switched neodymium-doped yttrium aluminum garnet laser [J]. Dermatol Surg, 2010, 36 (9): 1374-1380.

[28] Lee HS, Won CH, Lee DH, *et al*. Treatment of melasma in Asian skin using a fractional 1,550 nm laser: an open clinical study [J]. Dermatol Surg, 2009, 35 (10): 1499-1504.

[29] Brauer JA, Alabdulrazzaq H, Bae YC, *et al*. Evaluation of a low energy, low density, non-ablative fractional 1927 nm wavelength laser for facial skin resurfacing [J]. J Drugs Dermatol, 2015, 14 (11): 1262-1267.

[30] Choi YJ, Nam JH, Kim JY, *et al*. Efficacy and safety of a novel picosecond laser using combination of 1 064 and 595 nm on patients with melasma: a prospective, randomized, multicenter, split-face, 2% hydroquinone cream-controlled clinical trial [J]. Lasers Surg Med, 2017, 49 (10): 899-907.

[31] Lyons AB, Moy RL, Herrmann JL. A randomized, controlled, split-face study of the efficacy of a picosecond laser in the treatment of melasma [J]. J Drugs Dermatol, 2019, 18 (11): 1104-1107.

[32] Green D, Friedman KJ. Treatment of minocycline-induced cutaneous pigmentation with the Q-switched Alexandrite laser and a review of the literature [J]. J Am Acad Dermatol, 2001, 44 (2 Suppl): 342-347.

[33] Kramer KE, Lopez A, Stefanato CM, *et al*. Exogenous ochronosis [J]. J Am Acad Dermatol, 2000, 42 (5 Pt 2): 869-871.

[34] Wiper A, Roberts DH, Schmitt M. Amiodarone-induced skin pigmentation: Q-switched laser therapy, an effective treatment option [J]. Heart, 2007, 93 (1): 15.

[35] Paasch U, Zidane M, Baron JM, *et al*. S2k guideline: laser therapy of the skin [J]. J Dtsch Dermatol Ges, 2022, 20 (9): 1248-1267.

（编辑：王　佳）