·专家笔谈·

皮肤影像技术在医学美容中的应用

◎刘兆睿，刘洁

[摘 要] 影像技术的迅速发展改变了临床诊疗模式，而皮肤科以其可视性、适合体表成像的学科特点，受到的影响尤为显著。皮肤影像技术目前广泛应用于皮肤科的各个领域，可以用于皮肤病的诊断与鉴别诊断、对医学美容治疗前后的效果进行评估等。目前常用的皮肤影像技术包括皮肤摄影、皮肤镜、皮肤超声、反射式共聚焦显微镜、多光子成像、光学相干层析成像和新兴的皮肤表面成像技术等，凭借其无创、在体、实时、动态观察的特点，影像技术在医学美容中的应用日渐受到重视。国内外学者对于皮肤影像技术在皮肤科中的应用已有诸多介绍，但其在医学美容方面的应用涉及较少，本文对皮肤影像技术在医学美容中的应用展开综述，详细介绍其在医学美容领域的不同特点及应用。

[关键词] 皮肤；影像技术；医学美容

[中图分类号] R 445；R 473.75 [文献标识码] A [文章编号] 2096－4382(2018)02－0202－08

Applications of Skin Imaging Techniques in Cosmetic Dermatology

LIU Zhaorui, LIUJie

(*Department of Dermatology, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beiiing* 100730, *China*)

[**Corresponding author**] *Liu Jie, E-mail: liujie*04672@*pumch. cn*

[**Abstract**] The development of imaging techniques has dramatically changed the pattern of clinical practice, especially the field of dermatology due to its visual nature and the acces-

[作者单位] 中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院皮肤科，北京 100730

[通讯作者] 刘洁，E-mail：liujie04672@ pumch. cn

sibility of the cutaneous surface to be sampled. Skin imaging techniques are widely used in different fields of dermatology. It may assist in the diagnosis and differential diagnosis of skin diseases and evaluate the effects of cosmetic treatment. Currently used skin imaging techniques include skin photography, dermoscopy, skin ultrasound, reflectance confocal microscopy, optical coherence tomography, multiphoton imaging and emerging skin surface imaging techniques. With their non-invasive, in-vivo, real-time, dynamic features of observation, applications of imaging techniques in cosmetic dermatology have attracted increasing attention. Domestic and foreign scholars have introduced the applications of skin imaging techniques in dermatology, while the applications in cosmetic dermatology haven't been well illustrated. Here we provide a review of skin imaging techniques used in cosmetic dermatology and introduce their characteristics and various applications in detail.

[**Key words**] Skin; Imaging techniques; Cosmetic dermatology

随着皮肤影像技术的不断发展，多种新技术手段也逐渐应用于皮肤科并发挥重要作用。鉴于大部分皮肤疾病的可视性，多数皮损都可以图像形式记录下来，目标图像记录有助于准确识别皮损部位、客观评判细微结构、比较治疗前后变化等。皮肤影像技术的发展使得皮肤病的早期识别、诊断、鉴别诊断、信息存储等更为准确与便捷，在皮肤科多个领域中起到重要作用[1-2]，例如良恶性黑素瘤的鉴别诊断等[3]。医学美容学是一门发展迅速的新兴学科，主张在药物治疗的同时，修复皮肤屏障功能，从社会学、美学和心理学方面满足患者身心健美的要求，主要包括损容性皮肤病的治疗、化学剥脱、激光美容、射频美容、注射美容、医学护肤品的应用等[4]。皮肤影像技术可以客观评估医学美容治疗进程、评价治疗效果，其在医学美容中的应用逐渐受到重视。

目前常用的皮肤影像技术包括皮肤摄影、皮肤镜、皮肤超声、反射式共聚焦显微镜、多光子成像、光学相干层析成像和皮肤表面成像技术等。按成像类型可分为两类，分别检测皮表结构和皮肤深层结构：一是在不同光源（如白光、单色光、偏振光、紫外线、红外线等）下，通过在观察区域逐点记录指定的皮肤属性进行成像，例如皮肤摄影、皮肤表面成像技术等；二是记录指定区域皮肤深层属性的虚拟垂直或水平成像，例如皮肤镜、皮肤超声、反射式共聚焦显微镜、多光子成像、光学相干层析成像技术等。在医学美容领域，为了评估患者的治疗需求及制定治疗计划、监测治疗效果，既需要观察和评估皮肤表面的特征变化，又需要研究皮肤深层结构，不同的皮肤影像技术在该领域作用各异。本文根据皮肤影像技术可观察皮肤结构层次的不同逐一展开介绍。

1 皮肤摄影

皮肤疾病大多具有鲜明而直接的外观表现，因此高质量的照片资料可以客观记录皮损变化，在皮肤科应用广泛。美国一项调查研究显示，82.2% 的皮肤科医师选择日常应用皮肤摄影作为影像学辅助手段[5]。全身摄影技术（total body photography, TBP）是一种观察全身皮肤改变的皮肤摄影技术，传统 TBP 需要人工拍摄 4 ~ 50 张患者不同体位的照片，针对目标皮损可以拍摄特写图像，在长期随访中需要患者定期参加拍摄以便评估皮损变化情况。近年来，智能手机像素和图片质量的提高使得其应用更加广泛，鉴于其便携性和普及率高，尤其适合患者自己记录皮损变化情况以及无更高条件下的拍摄。

在医学美容方面，皮肤摄影可以用来客观评估损容性皮肤病的严重程度，评价患者的治疗效果。

参加美容治疗的患者在治疗前拍摄照片作为基线资料，治疗过程中及每次治疗后在标准模式下拍摄同一部位皮肤并与基线照片进行比较，对于激光治疗、射频美容、美容注射、功效性医学护肤品使用前后的疗效评估有非常重要的作用[6-11]。国内《埋线美容外科专家共识》[6]中提出，为了评估埋线美容的提升、紧致、肤质改善作用，需在术前、术后及随访过程中定期拍摄标准化皮肤照片，作为重要的疗效评判依据。Chiang 等[7]对应用照相法评估寻常痤疮的严重程度并分级进行了综述，表明皮肤摄影是可应用于痤疮分级的客观评价手段。Heng 等[8]用 1064nmQ 开关 Nd:YAG 激光治疗 46 例患者的 103 处睑黄瘤皮损，治疗前后分别拍摄照片，由两位医生独立判读前后变化以评估治疗效果。Lee 等[9]使用标准化摄影联合 3D 面部图像分析技术比较射频美容治疗前后亚洲女性的面部细纹、毛孔、松弛度、亮度变化，将皮肤摄影作为评判疗效的影像辅助手段。Mustak 等[10]使用透明质酸凝胶注射治疗 20 例女性患者的眉弓、眶周皮肤松弛与凹陷，使用多角度标准化摄影评估治疗前后患者局部皮肤的改善情况。Choi 等[11]通过使用标准化皮肤摄影，比较使用抗痤疮乳霜治疗前后痤疮患者皮损的细微变化，相比于肉眼观察结果更为客观准确。

2　皮肤镜

皮肤镜又称皮表透光显微镜，是一种观察活体皮肤表面微细结构和色素的无创性图像分析技术。皮肤镜主要分为三种：非偏振光皮肤镜、偏振光接触式皮肤镜和偏振光非接触式皮肤镜。偏振光和非偏振光皮肤镜检查并不相同，二者可提供互补的信息。例如，表皮结构（如脂溢性角化症中的粉刺样开口）在非偏振光皮肤镜下更为明显，而血管、红色区域、白色区域或亮白色条纹在偏振光皮肤镜下显示更清楚[12]。在医学美容的观察、评估中，可以二者结合，例如使用非偏振光模式观察表皮色素沉着，而用偏振光模式观察激光治疗前后的血管形态变化。

皮肤镜可观察的皮肤附属器和表皮结构包括毛囊角栓、毛囊周围白晕、粉刺样开口、Wickham 纹、鳞屑、结痂等。对于色素，要注意观察特定的模式变化，如点球状、网状、星爆状、蓝白幕等。对于皮肤血管，主要观察其特定的分布和形态模式，如点状、发夹样、线状、环状、螺旋状、分支状等，这些形态模式对于特定疾病有诊断意义[13]。

在医学美容方面，皮肤镜可应用于常见损容性皮肤病，如痤疮、瘢痕、玫瑰痤疮、黄褐斑、白癜风及毛发疾病等的诊断及鉴别诊断[14-19]，评估预后及疗效。例如，痤疮的皮肤镜下表现[14]为：炎性痤疮可见中央为境界清楚的白色中心、周围为棕色细边缘及红斑的圆形结构；粉刺型痤疮主要表现为中央棕黄色质硬栓子，散在炎性红斑。玫瑰痤疮的皮肤镜下特点[15]是：红色背景、粗大的多角形血管网、毛囊改变（毛囊扩张、毛囊角栓），肥大型可见红黄色无结构肿物，肉芽肿型可见橘黄色无结构区。通过两者的皮肤镜特征比较可以更准确的作出诊断与鉴别诊断。肥厚性瘢痕和瘢痕疙瘩临床表现相似，但皮肤镜下瘢痕疙瘩的血管结构明显多于肥厚性瘢痕，多数（90%）瘢痕疙瘩可见血管扩张[16]，若皮肤镜下观察到粗大的血管扩张更有利于瘢痕疙瘩的诊断。皮肤镜对于损容性皮肤病的血管形态、色素观察等可以提供无创性的诊断和鉴别诊断依据，减少不必要的或影响美观部位的皮损活检。

皮肤镜还可用于评估激光美容、射频美容、注射美容及药物治疗前后的色素或血管结构变化[20-23]，从而评价其治疗效果。Porto 等[20]用脉冲染料激光治疗玫瑰痤疮患者的面部中央红斑，用皮肤镜观察发现治疗前后患者表皮血管密度存在显著差异，提示皮肤镜可用于评估激光治疗前后的血管改变，并可协助设置和调整激光治疗参数。苏戈等[21]用射频治疗联合透明质酸和重组牛碱性成纤维细胞生长因子注射评估其对衰老皮肤的年轻化治疗作用，通过皮肤镜观察治疗前后皮肤的色斑、纹理、毛孔等改变以评估治疗效果。Kim 等[22]用准分子激光治疗白癜风，使用皮肤镜辅助观察及判断肉眼难辨的白色毛发，研究白色毛发区域与激光治疗效果的关系。药物疗效评估方面，Lallas 等[23]外用甲硝唑治疗玫瑰痤疮 1 月后，33.3% 的病例可观察到皮肤镜下多角形血管网消失，在某些临床症状缓解的病例中皮肤镜下仍可见多角形血管网，表明皮肤镜是一种更为准确的疗效评价方法。

3　皮肤超声

超声是一种传统的无创性影像学检测方法，普

通超声由于分辨率限制，较少用于皮肤科，但随着超声成像技术的发展，高频超声（highfrequency ultrasound，HFU）成像技术应运而生，能精确测量皮肤各层厚度和病变的范围及深度，对皮肤疾病的术前诊断、发生发展及临床治疗的评价起到一定的作用。

常用的皮肤超声有20MHz与50MHz，其超声探头的轴向和侧向分辨率均可达到50μm，并且50MHz超声穿透深度约为4mm，20MHz超声穿透深度可达10mm[24]。20MHz超声可以充分显示真皮与部分皮下组织，50MHz超声仅能显示真皮层结构，但对细节成像更清晰。在人体不同部位，要根据两种频率超声的成像特点进行选择[25]。

在超声图像上，表皮层为一线状高回声；真皮层为中等回声，其内可见管状低回声的皮下静脉、斜行或平行低回声带的毛囊和中等片状或短线状高回声的纤维组织；皮下脂肪层为低回声；肌筋膜为规则纵向走行的高回声带。皮肤超声图像受许多因素的影响，年龄、微循环改变和水肿均可引起皮肤和皮下组织厚度及回声的变化[24]。

在医学美容方面，皮肤超声可用于测量正常皮肤及损容性皮肤病皮损处的皮肤厚度[26-27]，对于治疗方案的制定和治疗效果监测有一定的指导意义。Nedelec等[26]使用20MHz高频超声对241名健康志愿者进行了包括表皮和真皮在内的皮肤厚度测量，根据性别和年龄段分组，分别检测16个部位的皮肤厚度，结果发现不同年龄、性别及部位的皮肤厚度均有差异。倪思利等[27]检测鲜红斑痣患儿皮损厚度与年龄、部位、性别等因素的关系，用20MHz的高频超声测量并比较正常皮肤与皮损的厚度，结果不同部位皮损皮肤厚度比较均有统计学差异，提示超声能精确测量鲜红斑痣患儿皮损厚度。

皮肤超声还可用于激光治疗、微创治疗、注射美容、皮肤损伤范围及愈合等的评估及疗效监测[28-31]。皮肤超声可以探测美容注射的深度和提示注射物的性质，不同的注射物其在超声下回声与性质不同。Pasqual等[28]使用皮肤超声检测透明质酸注射填充泪沟凹陷的效果，可评估同一位点填充物的注射深度及体积变化，透明质酸在超声下显示为边界清晰的低回声团块或条带。Sylwia等[29]通过测量治疗前后皮肤各层厚度以及锯齿状真皮-皮下组织交界处表面积的变化，评价中胚层疗法（mesotherapy）对于缩小女性皮下脂肪团块的效果，皮肤超声可以清晰显示治疗前后锯齿状交界处区域的面积改变，面积变小则治疗有效。Scotto等[30]应用高频超声对25例患者自体脂肪注射治疗凹陷性瘢痕进行疗效评价，同时实时监测注射部位表皮和真皮厚度变化，结果发现，高频超声与MRI相比操作简单而经济实用，更适合应用于自体脂肪注射后的效果评价。Kuhn等[31]用皮肤摄影和高频超声评估腿部溃疡损伤及其治疗后愈合情况，提示皮肤超声可显示损伤皮肤的深度范围并作为随访观察指标。

4 反射式共聚焦显微镜

反射式共聚焦激光扫描显微镜（reflectance confocal microscopy，RCM）是在传统的共聚焦激光扫描显微镜（confocal laser scanning microscopy，CLSM）基础上改进而来，逐渐成为一种新的影像学辅助手段应用于皮肤科的临床和科研工作中。RCM实现了皮肤的在体成像，采用830nm的半导体激光点光源代替传统光镜的场光源，样品在激光的激发下发射出沿各个方向的反射光。它利用不同层面组织细胞结构对光的反射和折射系数不同，对皮肤结构进行实时、动态扫描，获得皮肤组织的灰度图像，其分辨率可达组织细胞水平，并与组织病理表现有良好的对应关系。

RCM的激光穿透深度为200～350μm，可以观察表皮全层及真皮浅层的皮肤结构，可在细胞生理状态进行诊断，对同一皮损进行多次成像，观察发展变化以及治疗前后的改善情况。

反射式共聚焦显微镜在皮肤科应用广泛[32]，在医学美容领域，RCM可用于血管性皮肤病、色素性皮肤病以及痤疮等损容性皮肤病的辅助诊断和疗效评估[33-36]。林杨杨等[33]用595nm脉冲染料激光治疗儿童鲜红斑痣，使用RCM的数码成像构建血管的三维模式以计算平均血管直径和深度，结果显示RCM可较准确地评估预后。Lai等[34]纳入了135例白癜风、无色素痣、贫血痣患者，用RCM观察其皮损的微观色素结构变化以及复色模式，提示RCM可用于上述色素减低性皮肤病的在体观察和诊断。Ardigo等[35]用RCM观察面部黄褐斑患者的色素分布情况，并对其中7例患者进行了治疗性随访，结果发现RCM可以定位色素位置及判断色素沉积程度，

是合适的治疗监测手段。在痤疮皮损评估方面，Manfredini 等[36]用 RCM 观察轻中度痤疮患者局部使用抗痤疮产品治疗前后皮损的变化，可从微观角度观察到粉刺数目减少，痤疮皮损改善，提示 RCM 可以用于皮肤内黑头粉刺的形态学和定量评价，监测痤疮治疗效果。

在医学护肤品研究中，RCM 对于因皮肤衰老所致的表皮及真皮乳头层的血管变化十分敏感，可用于比较使用功效性护肤品前后表皮和真皮的结构变化。Sauermann 等[37]局部应用维生素 C 评估其对衰老皮肤的作用效果，在共聚焦激光扫描显微镜下可见治疗后患者皮肤中真皮乳头层毛细血管密度增加，表真皮连接处结构改变，表明 RCM 是一种评估皮肤抗衰老治疗反应的重要方法。

5　多光子成像

随着皮肤影像技术不断发展，多光子技术在皮肤检测方面发挥了重要作用。从早期的多光子激光扫描显微镜（multiphoton laser scanning microscopy，MPLSM）到近期的多光子激发断层扫描仪（multiphoton laser scanning tomography，MPT/MLT），多光子技术不仅应用于药物动力学研究，也可以从单个细胞层次实时研究代谢过程。MPLSM 采用超快固态激光器（多为钛宝石激光器）作为光源，波长在近红外到红外波段，脉冲宽度可以达到飞秒（10 ~ 15s）量级，具有非常高的峰值功率和较低的平均功率。同时，由于多光子利用红外光激发，能量较低，对受试个体的光损伤小，降低了紫外光对生物体正常生理活动的破坏和影响，为活体检测和研究提供了有利条件。

多光子断层扫描仪（MPT）是基于多光子技术的先进成像仪器，该成像系统可完成不同方式扫描，纵向扫描步长最小可达 0.25μm，扫描深度可达皮下 200 ~ 300μm，具有较高的空间分辨率。可用于测量表皮厚度参数等，观察皮肤疾病随时间的动态变化、药物治疗副作用及医学美容研究。

在医学美容领域，多光子成像可用于正常人体皮肤的形态测量，可对人体胶原纤维、弹性纤维等物质进行成像，从而表征皮肤衰老情况；研究皮肤药代动力学，评价医学护肤品使用前后皮肤深层的变化等[38-40]。Sugata 等[38]用多光子激光断层成像定量测定 57 名日本女性右睑处皮肤细胞外基质的真皮特征，结果在表真皮接点 20μm 处发现独特的弹性聚集体，且随年龄增加而变化，或可作为光老化早期标志。Koehler 等[39]使用多光子激光断层扫描仪对分为年轻组与老年组的 18 名受试者的真皮胶原纤维形态、结构、网络模式等进行了量化参数评估，发现两者在 MPT 下存在显著差异，提示 MPT 可作为皮肤老化的定量评价手段。皮肤药代动力学研究方面，Lee 等[40]研究巯基乙酸盐促进经皮给药的作用原理，在 MPT 下观察到浅表角质层细胞局灶性剥离，细胞完整性被破坏，提示多光子显像可用于观察经皮给药后细胞结构改变。

6　光学相干层析成像

光学相干层析成像（optical coherence tomography，OCT）技术是一种通过测量物体后向散射光的强度对物体进行断层成像的新型成像技术。OCT 集半导体激光、超快光学、超灵敏探测、电子学、控制科学和计算机图像处理技术等技术于一体，能无损、快速地获得样品的高分辨断层图像。

OCT 的空间分辨率可达 3 ~ 15μm，并具有较高的时间分辨率，可以对活体组织进行显微组织结构和细胞水平的观察，对内部微观结构进行实时、在体、高分辨率的断层成像，观察组织病变形态以达到早期诊断的效果，在生物医学领域应用广泛。

在医学美容领域，OCT 的皮肤穿透深度达 1.5 ~ 2.0mm，可清晰分辨表皮全层及真皮结构，观察血管、胶原纤维等结构，可用于光老化、瘢痕治疗等微观变化监测，评估激光治疗效果[41-43]。赵士勇等[41]利用优化后的光纤型 OCT 系统对比观察鲜红斑痣患者面部病变区与对侧正常皮肤组织，可清晰观察表皮结构，鲜红斑痣病变区血管扩张而正常皮肤表皮无明显变化，提示 OCT 有助于鲜红斑痣等体表血管瘤损容性皮肤疾病的诊断。Trojahn 等[42]使用 OCT 评估皮肤的光老化程度，将角质层反射率、真皮浅层反射率、真皮层对比度等指标作为评价指标，实现了 OCT 对于皮肤光老化的定量评价。Kunzi-Rapp 等[43]用 2940nmEr:YAG 激光治疗创伤后瘢痕和痤疮瘢痕，促进面部年轻化，用 OCT 监测治疗后的皮肤改变、炎症和新合成的胶原蛋白情况，结果提

示 OCT 可用于监测激光治疗瘢痕后的反应。

7 皮肤表面成像分析技术

按照采集图像维度的不同可分为皮肤表面二维成像技术和皮肤表面三维成像技术。

7.1 皮肤表面二维成像技术

利用标准光、偏振光和紫外 UV 光(或蓝光)三种光源从不同角度分别进行成像,从不同侧面为皮肤图像分析提供依据。其中,标准光成像反映皮肤表面毛孔及细纹;紫外光反映暴露于紫外线部位皮肤的色斑和卟啉分泌情况;偏振光通过对血红蛋白的成像展示分析皮肤的毛细血管和肤色均匀度等。皮肤表面二维成像技术可对不同皮肤特征进行定量评估[44],清楚直观地对皮肤老化患者治疗前、后进行定量分析,为光子嫩肤、注射除皱、激光美容等治疗提供科学量化的评估,其中 VISIA 和 Visioscan 均是目前使用较为广泛的皮肤成像分析系统[45-47]。

7.2 皮肤表面三维成像技术

是根据不同光学原理对皮肤进行多方位成像,所得的图像具有三维立体结构,可得到不同部位皮肤的相关参数,为判断皮肤问题、分析皮肤状况以及研究皮肤表面变化等提供依据。皮肤快速光学成像系统(FOITS)是一种高效、快捷的皮肤表面三维成像系统,其原理是运用高分辨率相机、LED 照明系统和计算机系统,对特定皮肤纹理进行扫描,可以量化出皱纹参数,方法快速、简单、直观,测量结果受外界因素影响小。FOITS 可用于皮肤老化及抗衰老护肤品的疗效评估,Merinville 等[48]评价水杨酸钠对皮肤的抗衰老作用,试验纳入 30 名白人女性,用 FOITS 分别评价使用含水杨酸钠护肤品和安慰剂后受试者眶周的皮肤状况,定量测量皮肤粗糙度(Ra)、皱纹深度(Rz)等皱纹参数,比较使用含水杨酸钠护肤品后皮肤老化改善情况。除此之外,3D 成像仪如 VECTRA H1 和 ANTERA 3D 等可通过对皮肤表面阴影与光线的分析进行 3D 成像,用于研究皮肤表面纹理,在许多皮肤问题的定性及定量评估方面具有优势[49-50]。

8 结语

以上各种皮肤影像技术在医学美容领域都有不同的重要应用,其成像方法、原理与侧重点不同,在临床应用中均有各自的优势和局限性,例如皮肤镜虽可清晰观察表皮结构但不能评估深部病变,RCM 能反应表皮及真皮浅层细胞水平改变但真皮深部病变不可及等。为了更好的发挥无创性影像检测技术的优势,在临床实践中也常将两种或多种影像技术联合应用以达到更好地辅助效果[51-53],可将宏观的皮肤摄影与微观结构显像的皮肤镜、皮肤超声、OCT、RCM 等结合使用,便于明确美容治疗前后的表观效果及结构改变,多模态的皮肤影像模式也会进一步促进皮损的明确诊断与疗效评估。

皮肤影像技术在医学美容领域的应用前景广阔,随着各种新型影像技术的问世与应用,皮肤影像技术必将更便捷、迅速而精准的用于辅助皮肤科医生作出诊断及进行疗效评估。皮肤影像学具有实时、无创、动态观察等优势,患者依从性高,易于推广。多种皮肤影像技术的联合应用对于建立多资源影像库有重要意义,或可促进人工智能在皮肤影像领域的进一步研究,未来皮肤影像与移动设备的结合以及远程图像医疗也是发展趋势之一。随着影像技术发展与普及,皮肤影像技术必将在医学美容的损容性皮肤病治疗、激光美容、射频美容、注射美容及医学护肤品等领域发挥更大作用。

[参 考 文 献]

[1] 邹先彪,刘华绪,卢漫,等. 皮肤影像学的临床应用[J]. 中华皮肤科杂志,2017,50(7):467-471.

[2] Hibler BP, Qi QC, Rossi AM. Current state of imaging in dermatology[J]. SeminCutan Med Surg, 2016, 35(1): 2-8.

[3] Vestergaard ME, Macaskill P, Holt P E, et al. Dermoscopy compared with naked eye examination for the diagnosis

of primary melanoma: a meta-analysis of studies performed in a clinical setting[J]. Br J Dermatol, 2008, 159(3): 669 - 676.

[4] 何黎,邹薪. 皮肤医学美容新理念[J]. 实用医院临床杂志,2013,38(1):43 - 44.

[5] Accetta P, Accetta J, Kostecki J. The use of digital cameras by US dermatologists[J]. J. Am Acad Dermatol, 2013, 69(5): 837 - 838.

[6] 中华医学会医学美容分会. 埋线美容外科专家共识[J]. 中国美容整形外科杂志,2017,28(7):前插 2 - 前插 5.

[7] Chiang A, Hafeez F, Maibach HI. Skin lesion metrics: role of photography in acne[J]. J Dermatolog Treat, 2014, 25(2): 100 - 105.

[8] Heng JK, Chua SH, Goh CL, et al. Treatment of xanthelasmapalpebrarum with a 1064-nm, Q-switched Nd: YAG laser[J]. J Am Acad Dermatol, 2017, 77(4): 728 - 734.

[9] Lee HS, Lee DH, Won CH, et al. Fractional rejuvenation using a novel bipolar radiofrequency system in Asian skin[J]. DermatolSurg, 2011, 37(11): 1611 - 1619.

[10] Mustak H, Fiaschetti D, Gupta A, et al. Eyebrow Contouring with Hyaluronic Acid Gel Filler Injections[J]. J Clin Aesthet Dermatol, 2018, 11(2): 38 - 40.

[11] Choi KM, Kim SJ, Baek JH, et al. Cosmetic efficacy evaluation of an anti - acne cream using the 3D image analysis system[J]. Skin Res Technol, 2012, 18(2): 192 - 198.

[12] Benvenuto-Andrade C, Dusza SW, Agero AL, et al. Differences between polarized light dermoscopy and immersion contact dermoscopy for the evaluation of skin lesions[J]. Arch Dermatol, 2007, 143(3): 329 - 338.

[13] 孙秋宁,刘洁. 协和皮肤镜图谱[M]. 北京:人民卫生出版社,2015.

[14] Alfaro-Castellon P, Mejia-Rodriguez SA, Valencia-Herrera A, et al. Dermoscopydistinction of eruptive vellus hair cysts with molluscumcontagiosum and acne lesions[J]. Pediatric Dermatology, 2012, 29(6): 772 - 773.

[15] Lallas A, Argenziano G, Apalla Z, et al. Dermoscopic patterns of common facial inflammatory skin diseases[J]. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2014, 28(5): 609 - 614.

[16] Yoo MG, Kim IH. Keloids and hypertrophic scars: characteristic vascular structures visualized by using dermoscopy[J]. Ann Dermatol, 2014, 26(5): 603 - 609.

[17] 李芸,刘洁,孙秋宁. 黄褐斑的皮肤镜学特征[J]. 中国医学科学院学报,2015,37(2):226 - 229.

[18] Jha AK, Sonthalia S, Lallas A. Dermoscopy as an evolving tool to assess vitiligo activity[J]. J Am Acad Dermatol, 2017. Dec 9. pii: S0190-9622(17)32763 - 9.

[19] 中西医结合学会皮肤性病学专业委员会皮肤影像学亚专业委员会. 毛发疾病皮肤镜诊断专家共识[J]. 中国麻风皮肤病杂志,2016,32(3):129 - 132.

[20] Porto DA, Ozog DM. The utility of dermoscopy in directing laser therapy[J]. Lasers Surg Med, 2016, 48(2): 93 - 94.

[21] 苏戈,周汛. 黄金微针结合水光针联合外用 rb-bFGF 改善面部肤质老化的皮肤镜观察[J]. 四川大学学报(医学版),2017,58(5):792 - 795.

[22] Kim MS, Cho EB, Park EJ, et al. Effect of excimer laser treatment on vitiliginous areas with leukotrichia after confirmation by dermoscopy[J]. Int J Dermatol, 2016, 55(8): 886 - 892.

[23] Lallas A, Argenziano G, Longo C, et al. Polygonal vessels of rosacea are highlighted by dermoscopy[J]. Int J Dermatol, 2014, 53(5): e325 - 327.

[24] 涂鹏. 高频超声在皮肤疾病中的研究进展[J]. 临床超声医学杂志,2013,15(12):850 - 852.

[25] 冉梦龙,刘德华,张婧秋,等. 20MHz 与 50MHz 超声皮肤成像与测量的比较研究[J]. 中华皮肤科杂志,2017,50(7):482 - 486.

[26] Nedelec B, Forget NJ, Hurtubise T, et al. Skin characteristics: normative data for elasticity, erythema, melanin, and thickness at 16 different anatomical locations[J]. Skin Res Technol, 2016, 22(3): 263 - 275.

[27] 倪思利,甘立强,谭春花,等. 高频超声检测鲜红斑痣患儿皮损厚度[J]. 重庆医学,2016,47(23):3203 - 3205.

[28] De Pasquale A, Russa G, Pulvirenti M, et al. Hyaluronic acid filler injections for tear-trough deformity: injection technique and high-frequency ultrasound follow-up evaluation[J]. Aesthetic PlastSurg, 2013, 37(3): 587 - 591.

[29] Sylwia M, Krzysztof MR. Efficacy of intradermal mesotherapy in cellulite reduction- Conventional and high-frequency ultrasound monitoring results[J]. J Cosmet Laser Ther, 2017, 19(6): 320 - 324.

[30] Scotto di Santolo M, Sagnelli M, Tortora G, et al. The utility of the high-resolution ultrasound technique in the evaluation of autologous adipose tissue lipofilling, used for the correction of post-surgical, post-traumatic and post-burn scars[J]. Radiol Med, 2016, 121(6): 521 - 527.

[31] Kuhn C, Angehrn F. Use of high-resolution ultrasound to monitor the healing of leg ulcers: a prospective single-center study[J]. Skin Res Technol, 2009, 15(2): 161 - 167.

[32] González S, Gilaberte-Calzada Y. In vivo reflectance-mode confocal microscopy in clinical dermatology and cosmetology[J]. Int J Cosmet Sci, 2008, 30(1): 1 - 17.

[33] 林杨杨, 李钦峰, 廉佳, 等. 共聚焦显微镜在 595 nm 脉冲染料激光治疗鲜红斑痣中的作用[J]. 中国中西医结合皮肤性病学杂志, 2015, 13(6): 344 - 346.

[34] Lai LG, Xu AE. In vivo reflectance confocal microscopy imaging of vitiligo, nevus depigmentosus and nevus anemicus[J]. Skin Res Technol, 2011, 17(4): 404 - 410.

[35] Ardigo M, Cameli N, Berardesca E, et al. Characterization and evaluation of pigment distribution and response to therapy in melasma using in vivo reflectance confocal microscopy: a preliminary study[J]. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2010, 24(11): 1296 - 1303.

[36] Manfredini M, Greco M, Farnetani F, et al. In vivo monitoring of topical therapy for acne with reflectance confocal microscopy[J]. Skin Res Technol, 2017, 23(1): 36 - 40.

[37] Sauermann K, Jaspers S, Koop U, et al. Topically applied vitamin C increases the density of dermal papillae in aged human skin[J]. BMC Dermatol, 2004, 4(1): 13.

[38] Sugata K, Osanai O, Sano T, et al. Evaluation of unique elastic aggregates (elastic globes) in normal facial skin by multiphoton laser scanning tomography[J]. Eur J Dermatol, 2015, 25(2): 138 - 144.

[39] Koehler MJ, Hahn S, Preller A, et al. Morphological skin ageing criteria by multiphoton laser scanning tomography: non-invasive in vivo scoring of the dermal fibrenetwork[J]. Exp Dermatol, 2008, 17(6): 519 - 523.

[40] Lee JN, Jee SH, Chan CC, et al. The effects of depilatory agents as penetration enhancers on human stratum corneumstructures[J]. J Invest Dermatol, 2008, 128(9): 2240 - 2247.

[41] 赵士勇, 俞信, 邱海霞, 等. 光学相干层析术用于鲜红斑痣诊断[J]. 光谱学与光谱分析, 2010, 30(12): 3347 - 3350.

[42] Trojahn C, Dobos G, Richter C, et al. Measuring skin aging using optical coherence tomography in vivo: a validation study[J]. J Biomed Opt, 2015, 20(4): 045003.

[43] Kunzi-Rapp K, Dierickx CC, Cambier B, et al. Minimally invasive skin rejuvenation with Erbium: YAG laser used in thermal mode[J]. Lasers Surg Med, 2006, 38(10): 899 - 907.

[44] Ichibori R, Fujiwara T, Tanigawa T, et al. Objective assessment of facial skin aging and the associated environmental factors in Japanese monozygotic twins[J]. J Cosmet Dermatol, 2014, 13(2): 158 - 163.

[45] 郭云, 朱淑萍, 沈金翠, 等. VISIA 对强脉冲光联合注射除皱治疗面部皮肤老化的定量评价[J]. 中国美容医学, 2015, 3(11): 60 - 62.

[46] Hsieh MC, Wu YC, Huang SH, et al. A Single-Center, Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled clinical trial of the effectiveness of ANT1 soybean extract cream on skin recovery after Nd: YAG laser treatment[J]. Ann Plast Surg, 2018, 80(2S Suppl 1): S26 - S29.

[47] Farooq U, Mahmood T, Shahzad Y, et al. Comparative efficacy oftwo anti-aging products containing retinyl-palmitate in healthy human volunteers[J]. J Cosmet Dermatol, 2018. DOI: 10.1111/jocd.125000.

[48] Merinville E, Byrne AJ, Rawlings AV, et al. Three clinical studies showing the anti-aging benefits of sodium salicylate in human skin[J]. J Cosmet Dermatol, 2010, 9(3): 174 - 184.

[49] Camison L, Bykowski M, Lee WW, et al. Validation of the Vectra H1 portable three-dimensional photogrammetry system for facial imaging[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2018, 47(3): 403 - 410.

[50] Messaraa C, Metois A, Walsh M, et al. Wrinkle and roughness measurement by the Antera 3D and its application for evaluation of cosmetic products[J]. Skin Res Technol, 2018. DOI: 10.1111/srt.12436.

[51] Payapvipapong K, Niumpradit N, Piriyanand C, et al. The treatment of keloids and hypertrophic scars with intralesionalbleomycin in skin of color[J]. J Cosmet Dermatol, 2015, 14(1): 83 - 90.

[52] Graf BW, Boppart SA. Multimodal in vivo skin imaging with integrated optical coherence and multiphoton microscopy[J]. IEEE J Sel Top Quantum Electron, 2012, 18(4): 1280 - 1286.

[53] Markowitz O, Utz S. Differentiating early stage cystic keratoacanthoma, nodular basal cell carcinoma, and excoriated acne vulgaris by clinical exam, dermoscopy, and optical coherence tomography: A report of 3 cases[J]. J Clin Aesthet Dermatol, 2015, 8(4): 48 - 50.

[收稿日期] 2018 - 02 - 01
[修回日期] 2018 - 02 - 27