DOI：10.3969/j.issn.1004-4949.2026.16.030

755 nm皮秒激光联合纳米微针导入谷胱甘肽对黄褐斑患者皮肤屏障功能的影响

刘 洁[1]，刘 翀[1]，杨芊芊[1]，朱海利[2]
（1.南京华韩奇致美容医院皮肤科，江苏 南京 210019；
2.苏州铂诗玥医疗美容机构皮肤科，江苏 苏州 215000）

[摘 要]**目的** 探讨对黄褐斑患者实施755 nm皮秒激光联合纳米微针导入谷胱甘肽治疗对其皮肤屏障功能的影响。**方法** 选择南京华韩奇致美容医院2022年1月-2025年8月诊治的80例黄褐斑患者，按治疗方式不同分为对照组和观察组，各40例。对照组给予755 nm皮秒激光治疗，观察组给予755 nm皮秒激光联合纳米微针导入谷胱甘肽治疗，比较两组改良黄褐斑面积及严重程度指数（mMASI）评分、皮肤屏障功能、治疗效果及不良反应发生率。**结果** 观察组治疗后mMASI评分低于对照组（$P<0.05$）；观察组治疗后角质层含水量、皮脂含量高于对照组，TEWL、皮肤pH值低于对照组（$P<0.05$）；观察组总有效率（92.50%）高于对照组（75.00%）（$P<0.05$）；两组不良反应发生率比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。**结论** 755 nm皮秒激光联合纳米微针导入谷胱甘肽治疗黄褐斑的效果良好，可促进皮肤屏障功能修复，减轻黄褐斑严重程度，且未增加不良反应发生风险，应用安全性良好。

[关键词] 755 nm皮秒激光；纳米微针；谷胱甘肽；黄褐斑；皮肤屏障功能
[中图分类号] R758.4+2 [文献标识码] A [文章编号] 1004-4949（2026）16-0125-04

Effects of 755 nm Picosecond Laser Combined with Nano-microneedle Introduction of Glutathione on Skin Barrier Function in Patients with Melasma

LIU Jie[1], LIU Chong[1], YANG Qianqian[1], ZHU Haili[2]
(1.Department of Dermatology, Nanjing Arsmo Qizhi Aesthetic Hospital, Nanjing 210019, Jiangsu, China;
2.Department of Dermatology, Suzhou Boshiyue Medical Aesthetic Institution, Suzhou 215000, Jiangsu, China)

[Abstract]Objective To investigate the effect of 755 nm picosecond laser combined with nano-microneedle introduction of glutathione on skin barrier function in patients with melasma. **Methods** A total of 80 patients with melasma treated in Nanjing Arsmo Qizhi Aesthetic Hospital from January 2022 to August 2025 were selected, and they were divided into the control group and the observation group according to different treatment schemes, with 40 patients in each group. The control group was treated with 755 nm picosecond laser, and the observation group was treated with 755 nm picosecond laser combined with nano-microneedle introduction of glutathione. The modified Melasma Area and Severity Index (mMASI) score, skin barrier function, treatment effect and adverse reaction rate were compared between the two groups. **Results** After treatment, the mMASI score of the observation group was lower than that of the control group ($P<0.05$). After treatment, the stratum corneum hydration and sebum content in the observation group were higher than those in the control group, and the TEWL and skin pH value were lower than those in the control group ($P<0.05$). The total effective rate of the observation group (92.50%) was higher than that of the control group (75.00%) ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the incidence of adverse reactions between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** 755 nm picosecond laser combined with nano-microneedle introduction of glutathione is effective in the treatment

第一作者：刘洁（1982.4-），女，河南洛阳人，本科，主治医师，主要从事皮肤美容方面研究
通讯作者：朱海利（1976.7-），女，江苏淮安人，本科，主治医师，主要从事皮肤美容方面研究

医学美学美容

of melasma. It can promote the repair of skin barrier function, reduce the severity of melasma, and does not increase the risk of adverse reactions, showing good application safety.

[Key words] 755 nm picosecond laser; Nano-microneedle; Glutathione; Melasma; Skin barrier function

黄褐斑（melasma）是好发于中青年女性的获得性面部色素性疾病，临床表现为颧颊、前额、上唇等处淡褐至深褐色斑片，该病形成涉及紫外线暴露、内分泌波动、遗传易感性、氧化应激及黑素细胞功能亢进等多重机制[1]。临床常采用外用脱色剂、化学剥脱、口服氨甲环酸及各类激光/光疗等手段干预，但单一疗法疗效有限；亚洲Fitzpatrick Ⅲ~Ⅳ型皮肤患者接受传统Q开关纳秒激光治疗时炎症后色素沉着（PIH）风险较高，限制其广泛应用[2]。755 nm翠绿宝石皮秒激光以500~900 ps超短脉宽产生光声效应，将黑素颗粒粉碎为亚微米碎片并经淋巴系统清除[3]。微针疗法通过机械性微小通道缩短药物透皮渗透路径、提高局部药物浓度；谷胱甘肽为内源性抗氧化剂，可抑制酪氨酸酶活性、减少黑素合成并减轻氧化应激[4]。注射用谷胱甘肽经纳米微针导入后可在真皮层达到更高局部浓度，二者联合皮秒激光可形成“光机械粉碎色素+微针促渗+谷胱甘肽抗氧化/抑制酪氨酸酶”的三联协同机制。基于此，本研究旨在进一步分析755 nm皮秒激光联合纳米微针导入谷胱甘肽对黄褐斑患者皮肤屏障功能的影响，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择南京华韩奇致美容医院2022年1月–2025年8月诊治的80例黄褐斑患者，按治疗方式不同分为对照组和观察组，各40例，均为女性。对照组年龄24~53岁，平均年龄（34.62±6.18）岁；病程1~15年，平均病程（5.24±2.87）年；Fitzpatrick皮肤分型：Ⅲ型22例，Ⅳ型18例。观察组年龄23~54岁，平均年龄（35.18±6.42）岁；病程1~14年，平均病程（5.47±2.63）年；Fitzpatrick皮肤分型：Ⅲ型20例，Ⅳ型20例。两组年龄、病程及Fitzpatrick皮肤分型比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），研究可比。患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准：确诊为黄褐斑[5]；近4周未接受其他相关治疗；Fitzpatrick皮肤分型为Ⅱ~Ⅳ型。排除标准：妊娠/哺乳期女性；对谷胱甘肽及利多卡因过敏；治疗区活动性感染、开放性创面或瘢痕体质；近6个月内曾行面部填充/手术；严重肝、肾功能不全或凝血功能异常。

1.3 方法 两组均于治疗前清洁面部后30 min、标准闪光灯、固定距离（30 cm）、固定角度、统一中性表情下完成VISIA面部图像采集及皮肤屏障功能检测。对照组给予单纯755 nm皮秒激光治疗：采用翠绿宝石激光治疗仪（美国赛诺秀公司，国械注进20153242702，型号：PicoSure）Focus蜂巢模式，光斑8~10 mm，频率5 Hz，能量密度0.25~0.40 J/cm^2，脉宽500~900 ps。术前外敷复方利多卡因乳膏（厚1~2 mm，薄膜封包40 min），术中严格执行4类激光安全操作规范，操作者及患者均佩戴专用防护目镜，避免激光直射或散射损伤。每4周治疗1次，连续治疗4次。术后给予冷喷修复+医用修复敷料。观察组给予755 nm皮秒激光（同对照组）联合纳米微针导入谷胱甘肽：皮秒治疗结束后，以一次性使用无菌皮肤滚针（苏械注准20202201228，苏药监械生产许20210058号，规格：0.22 mm×0.2 mm）于面部黄褐斑区域行滚针疗法，针长0.5~1.0 mm，以“皮肤微红”为操作终点，避免过度损伤诱发PIH；随即以注射用谷胱甘肽（重庆药友制药有限责任公司，国药准字H19991067，规格：0.6 g）均匀涂布于滚针处理区域，借助微针通道透皮导入。每4周治疗1次，共治疗4次。术后24 h内避免沾水，严格防晒+医用修复面膜/保湿修复敷料。两组均于末次治疗后3个月随访。

1.4 观察指标

1.4.1记录两组mMASI评分 治疗前及治疗后3个月（末次随访时），排除均一度评分以减少主观偏倚，面积A计0~6分、颜色深度D计0~4分，按公式mMASI=0.3A（额）D+0.3A（右颊）D+0.3A（左颊）D+0.1A（下颌）D计算，总分范围为0~24分，分数越高表示黄褐斑越严重。

1.4.2检测两组皮肤屏障功能 治疗前及治疗后3个月采用多功能皮肤测试仪定量检测治疗区角质层含水量、经皮水分丢失量（TEWL）、皮脂含量及皮肤pH值。

1.4.3评估两组治疗效果 基本痊愈：色斑面积消退≥90%、肤色接近正常；显效：色斑面积消退

医学美学美容

60%~89%；好转：色斑面积消退30%~59%；无效：色斑面积消退＜30%或无改善。总有效率=基本痊愈率+显效率+好转率。

1.4.4记录两组不良反应发生率 包括红斑、灼痛/刺痛、水肿、PIH等。

1.5 统计学方法 采用SPSS 27.0统计学软件进行数据分析，计数资料以[n（%）]表示，行χ^2检验；计量资料以（$\bar{x}\pm s$）表示，行t检验；P＜0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组mMASI评分比较 观察组治疗后mMASI评分较对照组低（P＜0.05），见表1。

2.2 两组皮肤屏障功能比较 观察组治疗后角质层含水量、皮脂含量高于对照组，TEWL、皮肤pH值低于对照组（P＜0.05），见表2。

2.3 两组治疗效果比较 观察组总有效率高于对照组（P＜0.05），见表3。

2.4 两组不良反应发生率比较 对照组发生红斑1例，灼痛/刺痛1例，PIH 2例，不良反应发生率为10.00%（4/40）；观察组发生红斑2例，灼痛/刺痛、水肿、PIH各1例，不良反应发生率为12.50%（5/40）。两组不良反应发生率比较，差异无统计学意义（χ^2=0.125，P＞0.05）。

表1 两组mMASI评分比较（$\bar{x}\pm s$，分）

组别	n	治疗前	治疗后
对照组	40	14.81 ± 2.27	9.58 ± 1.72[a]
观察组	40	14.66 ± 2.41	5.43 ± 1.45[a]
t		0.287	11.667
P		＞0.05	＜0.05

注：与同组治疗前比较，[a]P＜0.05。

表2 两组皮肤屏障功能比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	角质层含水量（a.u.）		TEWL[g/（m^2·h）]		皮脂含量（μg/cm^2）		皮肤pH值	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	40	32.61 ± 4.42	38.16 ± 4.57[a]	16.78 ± 2.13	14.83 ± 1.68[a]	60.31 ± 7.46	65.24 ± 6.84[a]	5.62 ± 0.38	5.48 ± 0.26[a]
观察组	40	32.35 ± 4.58	45.34 ± 5.09[a]	16.92 ± 2.05	12.02 ± 1.23[a]	60.15 ± 7.68	70.84 ± 8.16[a]	5.57 ± 0.41	5.31 ± 0.22[a]
t		0.258	6.638	0.300	8.536	0.095	3.326	0.566	3.157
P		＞0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05	＞0.05	＜0.05

注：与同组治疗前比较，[a]P＜0.05。

表3 两组治疗效果比较[n（%）]

组别	n	基本痊愈	显效	好转	无效	总有效率
对照组	40	5（12.50）	14（35.00）	11（27.50）	10（25.00）	30（75.00）
观察组	40	11（27.50）	18（45.00）	8（20.00）	3（7.50）	37（92.50）[*]

注：[*]与对照组比较，χ^2=4.501，P＜0.05。

3 讨论

黄褐斑发病机制复杂，涉及遗传易感性、紫外线刺激、性激素波动及皮肤屏障功能障碍等多因素交互作用，其中黑素细胞功能亢进与基底膜损伤被认为是色素沉着的核心环节[6]。该病病程迁延、易反复，单纯行755 nm皮秒激光治疗虽可经光声效应粉碎清除已沉积色素，但无法抑制黑素细胞持续合成黑素，且存在屏障受损与炎症后色素沉着风险。在此基础上联合纳米微针导入谷胱甘肽，微通道可提高药物透皮效率及真皮层局部浓度，形成“光机械粉碎色素-微针促渗-谷胱甘肽抗氧化及抑制酪氨酸酶”的协同作用，兼顾清除色素与修复屏障[7]。本研究据此设置两组对比，从疗效与安全性两方面评价联合方案相对于单一激光治疗的增量价值。

本研究中，观察组治疗后mMASI评分低于对照组（P＜0.05），提示联合方案在改善黄褐斑面积及颜色深度方面更具优势。分析原因：单纯皮秒激光虽能有效碎裂并清除已沉积的成熟黑素颗粒，但未能充分抑制黑素细胞持续合成黑素的活性，亦无法即刻修复激光所致的屏障受损[8]；观察组在激光“爆破”色素的同时，经纳米微针

医学美学美容

建立的微小通道将谷胱甘肽定向导入真皮层，其通过竞争性抑制酪氨酸酶活性、阻断多巴向黑素转化，并直接清除自由基、减轻氧化应激对黑素细胞的刺激，形成“粉碎色素颗粒、促进碎片清除、抑制酪氨酸酶活性、抗氧化保护”的连贯作用链，减少了术后色素再生及反弹性加深，故色斑改善程度更显著[9]。观察组治疗后角质层含水量及皮脂含量高于对照组，TEWL与皮肤pH值低于对照组（$P<0.05$），表明联合治疗不仅改善色素外观，亦促进了皮肤屏障的结构与功能修复。具体机制分析：其一，755 nm皮秒激光脉宽极短、光声效应为主，热损伤区域明显缩小，角质形成细胞及脂质双分子层的破坏程度较轻，为屏障恢复保留了基础条件[10]；其二，纳米微针产生的物理微损伤可激活表皮创伤愈合级联反应，促进角质形成细胞增殖和分化，同时增加板层小体的合成与胞吐，加速脂质屏障重建，而谷胱甘肽的抗氧化作用可中和激光微创过程中产生的活性氧，抑制炎症因子释放，减少基质金属蛋白酶对细胞外基质的降解，从而维持角质层正常结构、降低经皮水分丢失量[11，12]；此外，微针通道使谷胱甘肽直接作用于皮脂腺及毛囊周围微环境，调节皮脂分泌及脂肪酸组成，促进皮肤表面弱酸性生态恢复，pH值回落正是屏障功能趋向完整的客观标志[13]。观察组总有效率高于对照组（$P<0.05$）。分析原因，皮秒激光解决了“已存在的色素”，谷胱甘肽抑制了“新色素的产生”，纳米微针则通过开辟药物透皮通道、使谷胱甘肽局部浓度高于常规外用给药途径，三者在不同发病环节形成协同互补，从而提升整体疗效[14]。两组不良反应发生率比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），说明联合治疗未额外增加不良反应发生风险。皮秒激光本身较纳秒激光具有更优的热安全性，色素碎片经淋巴清除彻底、炎症反应轻微；纳米微针穿刺深度仅达表皮层及乳头层真皮，通道微小且可在24 h内自行闭合，感染风险低；谷胱甘肽为人体内源性三肽物质，理化性质稳定，不易致敏。由此可见，该联合方案兼顾了有效性与安全性。

综上所述，755 nm皮秒激光联合纳米微针导入谷胱甘肽治疗黄褐斑的效果良好，可促进皮肤屏障功能修复，减轻黄褐斑严重程度，且未增加不良反应发生风险，应用安全性良好。

［参考文献］

[1]贾宝蕊,简玉洛.755 nm蜂巢皮秒激光联合珍珠白及膏治疗黄褐斑疗效观察[J].中国医疗美容,2025,15(1):10-12.
[2]徐丽贤,强明月,赵玉娟,等.皮秒激光联合超分子水杨酸治疗稳定期黄褐斑的疗效及安全性[J].江苏医药,2025,51(6):611-615,536.
[3]谭娟,杜鹃,王上上.755 nm皮秒激光治疗黄褐斑疗效及安全性研究[J].中国美容整形外科杂志,2023,34(6):338-340,386.
[4]宰涵雪,呼欢欢,马垟垟,等.纳米微针导入谷氨精华治疗黄褐斑的临床疗效观察[J].中国中西医结合皮肤性病学杂志,2024,23(5):418-421.
[5]中国中西医结合学会皮肤性病专业委员会色素病学组,中华医学会皮肤性病学分会白癜风研究中心,中国医师协会皮肤科医师分会色素病工作组.中国黄褐斑诊疗专家共识(2021版)[J].中华皮肤科杂志,2021,54(2):110-115.
[6]林燕,陈霞,宋媛静.氨甲环酸和维生素C分别联合纳米微针治疗黄褐斑的临床疗效及对皮肤生理状态的影响[J].中国中西医结合皮肤性病学杂志,2026,25(1):41-45.
[7]程帅,李利霞,张冠锋.纳晶微针联合果酸换肤对黄褐斑MASI评分、氧化应激及负性情绪的影响[J].中国医疗美容,2023,13(10):46-50.
[8]钟洁敏,李薇,张淑娟,等.纳米微针与超声波导入氨甲环酸治疗黄褐斑的疗效与安全性比较:一项随机对照研究[J].中华皮肤科杂志,2025,58(9):829-833.
[9]刘成波,张怡田,王延婷,等.微针联合依克多因液体敷料治疗M+V型黄褐斑的临床疗效[J].实用皮肤病学杂志,2025,18(6):435-439.
[10]张园程,林庚,张士发,等.Q开关Nd:YAG激光,谷胱甘肽和氢醌乳膏联合治疗黄褐斑的临床疗效[J].江苏医药,2025,51(1):21-24.
[11]刘丹.激光联合氨甲环酸、谷胱甘肽及维生素C治疗黄褐斑的临床效果[J].医学美学美容,2023,32(15):29-32.
[12]朱自荣,杨雪,王飞苗,等.聚乳酸微针治疗对黄褐斑患者MASI,皮肤生理功能及CBS云镜检查结果的影响[J].中南医学科学杂志,2025,53(2):353-356.
[13]陈雪路,施雯,潘廷猛.纳晶微针导入氨甲环酸精华液联合ELOS治疗稳定期黄褐斑的临床观察及对氧化应激的影响[J].安徽医学,2023,44(9):1101-1105.
[14]高美艳,景焕,张金娥.调Q开关1064 nm点阵激光联合传明酸及谷胱甘肽治疗黄褐斑的有效性及安全性分析[J].皮肤科学通报,2025,42(4):414-420.

收稿日期：2026-8-12　　编辑：扶田

医学美学美容