

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.18.013

## PLA、PCL及CaHA在面部年轻化治疗中的应用

陈亚明

(武汉韩辰医疗美容医院整形外科, 湖北 武汉 430021)

**[摘要]**目的 探讨聚乳酸(PLA)、聚己内酯(PCL)与羟基磷灰石(CaHA)三种不同再生材料在面部年轻化治疗中的临床疗效与安全性差异。方法 选取2023年1月—2024年12月于武汉韩辰医疗美容医院接受面部年轻化治疗的120例患者, 根据应用材料不同分成PLA组、PCL组、CaHA组, 每组40例, 均采取对应材料局部注射治疗, 比较三组面部紧致增容效果、不良反应发生情况及满意度。结果 CaHA组皮肤紧致度评分高于PLA组、PCL组( $P<0.05$ ), PCL组皮下软组织厚度高于CaHA、PLA组( $P<0.05$ ), PLA组皮肤弹性及皮肤光泽度评分高于CaHA组、PCL组( $P<0.05$ ); PLA组不良反应发生率(2.50%)低于PCL组(17.50%)、CaHA组(15.00%)( $P<0.05$ ), PCL组与CaHA组不良反应发生率比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ ); 三组满意度比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ )。结论 面部年轻化治疗中应用PLA、PCL及CaHA各具优势, PLA侧重改善肤质肤色且最安全, 但增容效果较弱; CaHA与PCL均能有效增容, CaHA紧致效果突出, PCL维持时间更久, 三种材料患者满意度均较高。

**[关键词]**面部年轻化; 胶原蛋白; 聚乳酸; 聚己内酯; 羟基磷灰石

[中图分类号] R622

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)18-0049-04

## Application of PLA, PCL and CaHA in Facial Rejuvenation Treatment

CHEN Yaming

(Department of Plastic Surgery, Wuhan Hanjin Medical Cosmetology Hospital, Wuhan 430021, Hubei, China)

**[Abstract]****Objective** To explore the differences in clinical efficacy and safety of three different regenerative materials, namely polylactic acid (PLA), polycaprolactone (PCL) and calcium hydroxylapatite (CaHA), in facial rejuvenation treatment. **Methods** A total of 120 patients who received facial rejuvenation treatment in Wuhan Hanjin Medical Cosmetology Hospital from January 2023 to December 2024 were selected, and they were divided into the PLA group, PCL group and CaHA group according to different application materials, with 40 patients in each group. All groups received local injection of the corresponding materials. The facial firming and volume-increasing effect, adverse reactions and satisfaction were compared among the three groups. **Results** The skin firmness score of the CaHA group was higher than that of the PLA group and PCL group ( $P<0.05$ ). The thickness of subcutaneous soft tissue in the PCL group was higher than that in the CaHA group and PLA group ( $P<0.05$ ). The score of skin elasticity and skin luster in the PLA group was higher than that in the CaHA group and PCL group ( $P<0.05$ ). The incidence of adverse reactions in the PLA group (2.50%) was lower than that in the PCL group (17.50%) and CaHA group (15.00%) ( $P<0.05$ ). There was no statistically significant difference in the incidence of adverse reactions between the PCL group and CaHA group ( $P>0.05$ ). There was no statistically significant difference in satisfaction among the three groups ( $P>0.05$ ). **Conclusion** PLA, PCL and CaHA have their own advantages in facial rejuvenation treatment. PLA focuses on improving skin texture and color and is the safest, but its volume-increasing effect is weak. Both CaHA and PCL can effectively increase volume. CaHA excels in skin firming, whereas PCL provides a longer-lasting effect. The three materials all have high patient satisfaction.

**[Key words]** Facial rejuvenation; Collagen; Polylactic acid; Polycaprolactone; Calcium hydroxylapatite

面部衰老 (facial aging) 是正常的生理性改变, 表现为皮肤松弛、毛孔粗大以及皱纹等, 深层原因在于皮肤组织弹性降低、皮下脂肪软组织萎缩以及胶原蛋白以及水分流失<sup>[1]</sup>。既往临床常用的面部除皱等传统外科手术虽效果明确, 但存在创伤大、恢复周期长及手术风险较高等应用局限。近年来, 以局部注射为代表的微创美容技术因其操作便捷、恢复快、安全性较好, 逐渐成为面部年轻化治疗的重要选择<sup>[2]</sup>。其中, 胶原蛋白在维持皮肤弹性和修复软组织中起着关键作用, 而通过注射促胶原再生材料诱导自体胶原蛋白新生, 已成为改善皮肤质地、实现面部年轻化的有效策略。目前, 多种再生材料已应用于临床, 但其疗效与安全性仍存在差异<sup>[3]</sup>。聚乳酸 (PLA) 、聚己内酯 (PCL) 、羟基磷灰石 (CaHA) 是三种常用的促胶原再生材料, 现临床对于不同材料的应用效果及安全性存在一定争议。基于此, 本研究旨在对比分析不同的再生材料在面部年轻化治疗中的临床疗效与安全性方面的差异, 现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年1月–2024年12月于武汉韩辰医疗美容医院接受面部年轻化治疗的120例患者, 按应用材料不同分成PLA组、PCL组、CaHA组, 每组40例。PLA组男3例, 女37例; 年龄27~55岁, 平均年龄 ( $42.25 \pm 2.87$ ) 岁。PCL组男2例, 女38例; 年龄30~56岁, 平均年龄 ( $41.89 \pm 3.01$ ) 岁。CaHA组男4例, 女36例; 年龄28~55岁, 平均年龄 ( $42.23 \pm 2.87$ ) 岁。三组性别及年龄比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 研究可比。所有患者均知情同意并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 有面部除皱、增加皮肤紧致度、提高面容美观度等需求; 年龄>18周岁; 临床资料完整。排除标准: 近3个月内接受填充剂及光电相关治疗者; 合并凝血或自身免疫疾病者; 存在意识障碍或精神疾病者。

## 1.3 方法

1.3.1 PLA组 采取PLA局部注射治疗: 采用聚乳酸面部填充剂AestheFill (艾塑菲, 韩国REGEN Biotech, Inc., 国械注进20243130043, 规格: 聚乳酸微球冻干粉200 mg); 配制时, 扦开瓶盖将微球装入10 ml螺口注射器中, 加入5 ml无菌注射

用水, 再用一个10 ml螺口注射器, 连接三通互推80~100次, 充分复溶, 注射前再加入1 ml利多卡因, 使用1 ml注射器及23 G钝针, 采用扇形及线性退针注射法将药物均匀注射于目标区域的皮下层, 单通道剂量控制在0.2~0.3 ml, 全脸总剂量不超过2瓶 (400 mg)。

1.3.2 PCL组 采取PCL局部注射治疗: 采用伊妍仕少女针ELLANSE-S (荷兰AQTIS Medical B.V., 国械注进20213130100, 规格: 1.0 ml), 该产品为PCL微球跟CMC羧甲纤维素凝胶组成的成品预灌封制剂, 可用于直接注射, 不同部位注射剂量及方法: ①前额使用2~4 ml, 注射于骨膜上平面, 采用22/23 G钝针进行平铺注射; ②眉弓使用1~2 ml, 用22/23 G钝针线形注射, 也可用锐针注射于骨膜上, 注意避免损伤眶上神经和滑车上神经; ③颞区注射1~3 ml, 部分注射于颞浅筋膜与颞深筋膜之间的无血管区域, 使用22/23 G钝针进行扇形注射; 部分用锐针注射于骨膜上; ④面颊使用1~3 ml, 用23 G钝针平铺, 颊部、鼻基底、下颌可用27 G锐针骨膜上注射, 单点剂量不超过0.2 ml。

1.3.3 CaHA组 采取CaHA局部注射治疗: 采用羟基磷灰石生物陶瓷 (菲林普利, 四川拜阿蒙生物活性材料有限责任公司, 国械注准20173130346, 型号规格: L型, 每瓶含羟基磷灰石微球250 mg); 注射前将微球用1.8 ml生理盐水稀释, 再装入2 ml螺口注射器, 将注射器连接针头部分朝上静置3 min, 排出上端液体部分, 再与1 ml透明质酸用三通阀互推120次左右混合均匀, 混合比例为1瓶菲林普利+1 ml透明质酸, 注射方法与PCL组一致, 锐针注射单点剂量不超过0.5 ml。

## 1.4 观察指标

1.4.1 评估三组面部紧致增容效果 治疗后3个月利用VISIA皮肤分析仪检测皮肤紧致度、皮肤弹性及光泽度, 满分为100分, 得分越高表明情况越好。应用B超检测皮下软组织厚度, 厚度越大表明增容效果越好。

1.4.2 记录三组不良反应发生情况 包含淤青、肿胀、皮下结节、血管栓塞等。

1.4.3 调查三组满意度 通过对比患者治疗前后主观面部松弛下垂改善情况, 让患者进行满意度自评。满分100分, 根据得分情况分成非常满意 (90~100分)、满意 (70~89分)、不满意 (70分以下)。满意度= (非常满意+满意) /总例数 × 100%。

1.5 统计学方法 采用SPSS 25.0统计学软件进行数据分析, 计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 组间两两比较行 $t$ 检验, 多组间比较行 $F$ 检验; 计数资料以 $[n (\%)]$ 表示, 行 $\chi^2$ 检验;  $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 三组在面部紧致增容效果比较 CaHA组皮肤紧致度评分高于PLA组、PCL组, PCL组皮下软组织厚度高于CaHA、PLA组, PLA组

皮肤弹性及皮肤光泽度评分高于CaHA组、PCL组 ( $P < 0.05$ ), 见表1。

2.2 三组不良反应发生情况比较 PLA组不良反应发生率低于PCL组、CaHA组 ( $\chi^2 = 4.715$ ,  $P = 0.042$ ), 而PCL组、CaHA组不良反应发生率比较, 差异无统计学意义 ( $\chi^2 = 0.091$ ,  $P = 0.762$ ), 见表2。

2.3 三组满意度比较 三组满意度比较, 差异无统计学意义 ( $\chi^2 = 0.400$ ,  $P = 0.818$ ), 见表3。

表1 三组在面部紧致增容效果比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	皮肤紧致度(分)	皮肤弹性及光泽度(分)	皮下软组织厚度(cm)
PLA组	40	$67.78 \pm 7.16$	$57.78 \pm 5.54^{ab}$	$0.79 \pm 0.12$
PCL组	40	$66.56 \pm 7.26$	$52.27 \pm 5.13$	$1.23 \pm 0.21^{ab}$
CaHA组	40	$74.13 \pm 7.62^{ab}$	$51.84 \pm 5.41$	$0.96 \pm 0.14^a$
<i>F</i>		12.234	15.260	85.564
<i>P</i>		0.000	0.000	0.000

注: 与PLA组比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与PCL组比较, <sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

表2 三组不良反应发生情况比较 [*n* (%)]

组别	<i>n</i>	淤青	肿胀	皮下结节	发生率
PLA组	40	0	1 (2.50)	0	1 (2.50) <sup>bc</sup>
PCL组	40	1 (2.50)	4 (10.00)	2 (5.00)	7 (17.50)
CaHA组	40	3 (7.50)	3 (7.50)	0	6 (15.00)

注: 与PCL组比较, <sup>b</sup> $P < 0.05$ ; 与CaHA组比较, <sup>c</sup> $P < 0.05$ 。

表3 三组满意度比较 [*n* (%)]

组别	<i>n</i>	非常满意	满意	不满意	满意度
PLA组	40	33 (82.50)	6 (15.00)	1 (2.50)	39 (97.50)
PCL组	40	30 (75.00)	8 (20.00)	2 (5.00)	38 (95.00)
CaHA组	40	31 (77.50)	7 (17.50)	2 (5.00)	38 (95.00)

## 3 讨论

面部年轻化治疗的核心机制在于通过刺激自体胶原再生以恢复皮肤弹性和容积<sup>[4, 5]</sup>。目前, PLA、PCL及CaHA等再生材料已广泛应用于面部年轻化临床治疗。此类材料通过刺激胶原再生, 可在不同层面改善皮肤质地、增加容量, 提升紧致度。然而, 各类材料在作用机制、起效时间、维持时长及不良反应发生率等方面存在差异, 临床针对其疗效与安全性的系统比较仍显不足。因此, 深入探讨不同再生材料疗效持久性及安全性, 对实现个体化治疗选择、提升整体治疗效果

与患者满意度具有重要意义。

本研究CaHA组皮肤紧致度评分高于PLA组、PCL组, PCL组皮下软组织厚度高于CaHA、PLA组, PLA组皮肤弹性及皮肤光泽度评分高于CaHA组、PCL组 ( $P < 0.05$ )。分析认为, PLA是一种具有生物相容性及可生物降解的合成物质, 注射后PLA可被巨噬细胞包裹引起轻度炎症反应, 而后逐渐降解成二氧化碳与水, 形成新的胶原蛋白, 提高皮肤紧致度及弹性, 改善皱纹及增强面部饱满度<sup>[6-8]</sup>。PCL通过炎症、增殖、重塑3个阶段促进组织修复, 增殖阶段成纤维细胞围绕PCL

微球增殖形成 I 型胶原网, 进入重塑阶段后, PCL 可持续促进胶原蛋白生成, 并通过 PCL 微球机械张力进一步刺激成纤维细胞生成胶原蛋白<sup>[9]</sup>。临床应用中, PCL 微球作为胶原刺激剂, 可逐步诱导宿主胶原纤维有序包绕生长, 并在更长时间内持续推动新生结缔组织沉积, 且载体降解后仍能实现软组织厚度和容积的稳定维持<sup>[10]</sup>。相比之下, PLA 虽同样具有刺激胶原再生的能力, 但其制剂中缺乏 CMC 及透明质酸这类可提供即时填充效果的载体成分, 因此术后早期及中期的占位效应和软组织厚度维持主要依赖于相对缓慢的自身胶原再生过程, 导致其在相同观察时间点下的软组织厚度增幅低于 PCL 与 CaHA 组。CaHA 与人体骨组织成分高度相似, 局部注射不易引起炎症反应, 通常与透明质酸联合使用: 透明质酸作为载体发挥物理填充及支撑作用, CaHA 可改善皮肤结构, 通过促进细胞外信号通路激活, 刺激成纤维细胞活性, 促进胶原蛋白合成及重组, 改善面部紧致度<sup>[11]</sup>。相较于 PLA、PCL, CaHA 适用范围更广, 治疗方案可选择性更多更灵活<sup>[12]</sup>。本研究 PLA 组不良反应发生率低于 PCL、CaHA 组 ( $P < 0.05$ ); 三组满意度比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。从材料特性视角分析, 三种材料的不良反应差异主要源于其复配载体、物理形态、降解速度及体内生物学行为。PLA 用注射用水复配为混悬液, 注射过程相对安全, 生物相容性良好, 降解过程温和缓慢, 通常仅引起轻度、自限性炎症反应, 故不良反应发生率低, 安全性最佳<sup>[13]</sup>。PCL 微球注入组织内后, 被巨噬细胞包裹, 产生炎症反应, 易引起术后早期肿胀反应; 同时 PCL 微球降解速率较慢, 作为异物较长时间存留于组织中有形成肉芽肿或可触及结节的倾向, 因此其中远期皮下结节发生率相对较高<sup>[14]</sup>。CaHA 微球跟载体玻尿酸复配, PCL 微球跟 CMC 凝胶复配, 复配后的材料颗粒质地较黏稠, 注射时推注阻力较大, 注入血管内风险较高<sup>[15]</sup>。尽管三组满意度相当, 但不同材料的不良反应特征仍是临床个体化选择时需权衡的重要因素。

综上所述, 面部年轻化治疗中应用 PLA、PCL 及 CaHA 均能有效促进胶原再生, 且患者总体满意度较高, 但 PLA 侧重改善肤质肤色且最安全, 但增容效果较弱; CaHA 与 PCL 均能有效增容, CaHA 紧致效果突出, PCL 维持时间更久。临床实践中建议结合患者具体情况个体化选择应用材料。

## 【参考文献】

- [1] 张译心, 罗倩, 梁瀚文, 等. 注射用聚左旋乳酸微球体内可促胶原再生[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(34): 5448-5453.
- [2] 张璇, 李云朋, 张雪健, 等. 预成型钛网联合生物膜在美学区引导骨组织的再生[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(26): 4112-4117.
- [3] 张悦, 王征. 可注射矿化胶原水凝胶修复大鼠颅骨临界性骨缺损的研究[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2023, 20(3): 1-6.
- [4] 王磊, 张益, 彭海宁, 等. 电纺明胶聚己内酯纳米纤维气凝胶结合软骨细胞外基质修复兔软骨损伤[J]. 中华创伤杂志, 2021, 37(5): 449-456.
- [5] 杨荣丽, 罗锦添, 穆欣, 等. 眼周注射联合面部微针导入胶原蛋白改善皮肤光老化的疗效观察[J]. 中国美容医学, 2023, 32(11): 95-98.
- [6] 杨鑫, 李茹, 邢倩云, 等. 低温等离子体对聚乳酸的表面改性及其应用[J]. 高分子通报, 2022, 35(10): 16-26.
- [7] 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.
- [8] 陈文秋, 庞勤, 赵宇, 等. E 光技术联合类人胶原蛋白修复敷料治疗面部敏感性皮肤患者疗效观察[J]. 大理大学学报, 2023, 8(4): 69-72.
- [9] 卢海平, 张程, 刷松立, 等. 聚己内酯改良生物屏障膜在骨组织工程中的应用[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(22): 3580-3585.
- [10] 尹敏, 殷珊, 刘翔, 等. 聚己内酯微球在“双 S”注射技术中的具体应用及疗效观察[J]. 中国医疗美容, 2022, 12(11): 14-20.
- [11] 叶琳洁, 丁昊, 姜森允, 等. 羟基磷灰石类填充剂的应用与进展[J]. 中国美容整形外科杂志, 2025, 36(4): 240-243, 253.
- [12] 高春雪, 张川. 微聚焦超声联合胶原蛋白在面部年轻化治疗中的应用[J]. 中国美容医学, 2024, 33(11): 40-43.
- [13] 朱雨桐, 谭佩洁, 林海, 等. 可注射透明质酸/羟基磷灰石复合材料: 制备、理化性能和细胞相容性[J]. 无机材料学报, 2021, 36(9): 981-990.
- [14] 王晨羽, 曹海茹, 朱琳, 等. 行面部注射物取出术患者临床诊疗分析[J]. 中华整形外科杂志, 2020, 36(7): 792-796.
- [15] 齐志峰, 郑双进, 张晓瑜, 等. 射频联合重组人源胶原蛋白凝胶修复面部皮肤屏障功能的研究[J]. 中国医疗美容, 2020, 10(3): 48-52.