

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.01.047

•综述•

## 聚左旋乳酸在面部及身体年轻化中的应用进展

于一鸣, 李晓男

(北京伊漾新颜医疗美容诊所, 北京 100020)

**[摘要]** 聚左旋乳酸 (PLLA) 作为具有重要临床价值的生物刺激剂, 能够通过诱导精准可控的宿主细胞反应, 特异性激活真皮层成纤维细胞的增殖与分化, 促进内源性 I 型及 III 型胶原蛋白的合成与沉积。此过程不仅能恢复结构性容量, 还能全面改善皮肤厚度、弹性和整体肤质。其临床应用已从面部年轻化成功扩展至身体轮廓塑造, 相较于传统填充剂, PLLA 可提供更自然、更持久的再生效果。此外, 其微粒悬浮液的物理特性提高了应用安全性, 可降低血管栓塞发生风险。本综述旨在系统梳理并整合 PLLA 在面部及身体年轻化领域的最新研究证据, 分析 PLLA 的生物学机制、临床应用效果、安全性及发展前景, 以期为临床实践提供循证指导, 为该领域的进一步发展提供理论支撑。

**[关键词]** 聚左旋乳酸; 组织再生; 面部年轻化; 身体年轻化

**[中图分类号]** R622

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1004-4949 (2026) 01-0190-05

### Research Progress in the Application of Poly-L-lactic Acid in Facial and Body Rejuvenation

YU Yiming, LI Xiaonan

(Beijing Yiyang Xinyan Medical Beauty Clinic, Beijing 100020, China)

**[Abstract]** As a bio-stimulant with important clinical value, poly-L-lactic acid (PLLA) can specifically activate the proliferation and differentiation of dermal fibroblasts and promote the synthesis and deposition of endogenous type I and type III collagen by precisely inducing controlled host cell responses. This process can not only restore structural volume, but also comprehensively improve skin thickness, elasticity and overall skin quality. Its clinical application has been successfully expanded from facial rejuvenation to body contouring. Compared with traditional fillers, PLLA can provide more natural and longer-lasting regenerative effects. In addition, the physical properties of its microsphere suspension enhance application safety and reduce the risk of vascular embolism. This review aims to systematically collate and integrate the latest research evidence of PLLA in the field of facial and body rejuvenation, analyze its biological mechanism, clinical application effect, safety and development prospects, so as to provide evidence-based guidance for clinical practice and theoretical support for the further development of this field.

**[Key words]** Poly-L-lactic acid; Tissue regeneration; Facial rejuvenation; Body rejuvenation

聚左旋乳酸 (poly-L-lactic acid, PLLA) 作为一种生物刺激剂, 推动了美学医学领域治疗理念从“体积恢复”转变为“组织再生与重塑”<sup>[1]</sup>。与传统透明质酸等被动填充材料通过即刻占位实现容积补充不同, PLLA 能够持续、渐进地激活宿主成纤维细胞活性, 促进胶原蛋白、弹性蛋白

合成, 并改善局部微循环系统, 从而实现组织结构的整体性再生与年轻化重塑<sup>[2]</sup>。该独特的“刺激-再生”机制, 突破了传统物理填充的局限性, 更侧重于恢复皮肤内在活力与结构支撑能力, 从而实现持久且自然的美学修复效果。其临床应用范畴已从初始的面部容积缺损修复, 拓展

第一作者: 于一鸣 (1995.1-), 男, 辽宁盘锦人, 本科, 主治医师, 主要从事微整注射方面工作

通讯作者: 李晓男 (1997.7-), 女, 内蒙古呼伦贝尔人, 本科, 住院医师, 主要从事医疗管理类工作

至全身多部位皮肤质地改善、轮廓重塑及抗衰老治疗领域<sup>[3]</sup>。然而，针对聚左旋乳酸的临床应用，在适应证、注射技术、疗效持久性及安全性的证据总结方面仍有一定不足，相关研究尚待完善。本综述旨在系统梳理PLLA在面部年轻化及身体塑形中的应用进展，分析PLLA的生物学机制、临床应用效果、安全性及发展前景，以期为临床实践提供循证指导。

## 1 PLLA的生物学机制与材料学特性

PLLA作为一种生物相容且可完全降解的 $\alpha$ -羟基酸聚合物，已成为美学领域应用最广泛的聚乳酸异构体。注射后初期，其悬浮介质能产生短暂的初始容积效应，但通常在1周内随溶剂被吸收而消退<sup>[4]</sup>。PLLA真正的、持久的美学改善效果源于其生物学作用机制。注射后，PLLA微粒可在组织内原位滞留，诱导一种可控的、亚临床级别的宿主炎症反应<sup>[5]</sup>。该生物刺激过程始于巨噬细胞和淋巴细胞对微粒的包裹，进而持续激活局部成纤维细胞，启动渐进性的新胶原合成<sup>[6]</sup>。其中，以提供强力结构支撑为主的I型胶原合成在术后6个月内达到高峰，临床效果可维持2年以上<sup>[7]</sup>。值得注意的是，PLLA还能有效促进在年轻肌肤中含量丰富的III型胶原蛋白合成，协同改善皮肤整体质地、提升弹性和减少细纹，实现肤质的整体年轻化<sup>[8]</sup>。此外，PLLA微粒的物理化学特性（如分子量与尺寸）经过优化，既能有效避免被巨噬细胞过早吞噬清除，又能确保注射过程的顺畅性<sup>[9]</sup>。在发挥生物刺激作用的同时，PLLA通过水解作用，最终安全地代谢为二氧化碳和水<sup>[10]</sup>。PLLA作为一种组织再生调节剂，由其诱导的新生胶原基质的存续时间长于PLLA材料本身的降解周期<sup>[11]</sup>；二由宿主成纤维细胞介导的、自我限制的胶原合成过程，确保了其疗效的渐进性与可控性<sup>[12]</sup>。

## 2 PLLA临床应用情况

2.1 在面部年轻化中的应用 PLLA通过诱导内源性胶原蛋白再生，可实现长效且自然的组织修复，已成为面部年轻化治疗的关键策略之一<sup>[13]</sup>。临床

上，PLLA被广泛推荐用于解决与增龄相关的皮肤松弛、皱纹、褶皱以及软组织容量缺失问题。为实现最佳治疗效果，通常建议采用多层次注射技术，将PLLA精准施用于骨膜上、皮下及真皮深层不同组织平面，从而系统性地改善皮肤质量<sup>[14]</sup>、提升紧致度并重塑面部轮廓<sup>[15]</sup>。有研究显示<sup>[16, 17]</sup>，PLLA治疗后受试者的真皮厚度显著增加，面部脂肪萎缩严重程度及美学评分得到明显改善，且治疗效果可持续至少25个月。除在宏观结构上的改善，一项为期13周的临床随机研究通过比较了聚左旋乳酸和羟基磷灰石钙注射后的基因差异表达，结果表明<sup>[18]</sup>，PLLA与脂肪细胞再生相关基因存在关联。这一机制在临床上有望转化为健康的脂肪组织替代方案，不仅能够改善胶原结构，还可实现更为持久的治疗效果。此外，PLLA填充物还可以通过上调IL-4和IL-13水平，诱导老化皮肤中的M2巨噬细胞极化，进而激活TGF- $\beta$ 通路和PI3K/AKT信号，最终促进成纤维细胞增殖及胶原蛋白合成，并抑制胶原降解<sup>[19]</sup>。PLLA与射频或其他治疗方式，可通过多维度的改善共同作用，提高患者满意度及生活质量<sup>[20-22]</sup>。

PLLA在面部年轻化中的价值不仅在于其“填充”功能，更在于其“再生”本质。由内而外地组织重建机制，促进治疗理念从“修复缺陷”转变为“恢复功能”。然而，PLLA治疗效果的个体差异性较大，最佳注射技术仍需标准化，长期安全性数据有待进一步积累。未来研究应重点关注PLLA与其他治疗方式的联合应用策略，以及基于患者特异性因素的个体化治疗方案制定。

2.2 在身体年轻化治疗中的扩展应用 除在面部适应证中的经典和长期使用外，PLLA目前系统性地扩展应用至身体多个部位的年轻化与轮廓塑造，其非面部应用主要涵盖体积补充与轮廓重塑、皮肤质地与结构改善。

在体积补充与轮廓重塑方面，已有专门配制的大规格PLLA产品问世（如Lanluma<sup>®</sup> X），以方便臀部区域的容量补充。调查显示<sup>[23]</sup>，臀部增容（42.4%）已成为PLLA第二大常见适应证，仅次于HIV相关面部脂肪萎缩（46.8%）。一项双盲、分体试验针对15名髋部体积缺损女性注射



PLLA-SCA治疗, 结果显示<sup>[24]</sup>, PLLA-SCA治疗的髁部缺口显著改善, 真皮层和脂肪层厚度分别增加了26.1%和27%。此外, 大规模的回顾性研究( $n=2131$ )证实<sup>[25]</sup>, PLLA能有效处理颈胸部的严重组织凹陷, 且95%的患者满意度可维持长达30个月。36例颈部和胸部皮肤松弛、萎缩及皱纹程度不同的患者接受了PLLA注射治疗, 摄影评估分析显示<sup>[26]</sup>, 治疗后改善率可达81%~100%。而采用Defy-Aging分级评分(Defy-Aging Grading Scale, DGS)的评估同样显示<sup>[27]</sup>, 经治疗后颈部与胸前区域均获得良好改善。由此可见, PLLA在身体年轻化治疗中的应用已从面部拓展至臀部、髁部、颈部及胸前等多个部位。现有证据表明其疗效确切, 可改善组织厚度与皮肤质地, 且效果持久、患者满意度高。

在皮肤质地与结构改善方面, PLLA同样展现出良好的应用潜力。一项针对PLLA“即刻重组”方案的回顾性研究显示<sup>[28]</sup>, 在包括瘢痕修复在内的274次治疗中(共167例患者), 该方案多配合钝针使用, 未出现严重不良事件, 初步证实了其临床安全性与有效性。在此基础上, 针对身体皮肤松弛问题的研究也取得了积极成果。由此可见, PLLA不仅可用于体积补充, 在改善皮肤质地、修复瘢痕及治疗橘皮组织等方面也具有良好前景<sup>[29]</sup>, 为身体塑形提供了安全有效的治疗选择。

### 3 应用优势及发展前景

传统填充材料通过即刻补充组织容量来修饰轮廓或改善凹陷的材料。目前临床年轻化治疗常用材料主要包括透明质酸、羟基磷灰石钙(calcium hydroxylapatite, CaHA)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmethacrylate, PMMA)及自体脂肪。透明质酸包括非交联透明质酸、中等交联度透明质酸及高交联度透明质酸, 主要通过物理性填充提供即时的容积效应, 但其作用机制本质上属于被动型容积替代, 维持时间通常为6~18个月<sup>[30]</sup>。羟基磷灰石钙类产品虽然具有一定的胶原刺激能力, 但主要优势仍在于即时的支撑性填充效果。聚甲基丙烯酸甲酯微球永久性填充材料虽然持久, 但缺乏组织相容

性且存在长期并发症风险。而自体脂肪移植虽具有良好的生物相容性, 但存在移植后脂肪细胞存活率个体差异显著、体积保持不可预测性强、需要多次治疗以及供区创伤临床挑战。相较之下, PLLA则通过主动的生物刺激作用, 可诱导内源性的胶原蛋白新生与组织再生, 实现更为自然和持久的修复效果。然而, 衰老是一个涉及骨骼吸收、深层脂肪室萎缩及皮肤胶原流失的立体化、多层次过程, 单一材料往往难以同时兼顾深层容量缺失与浅层组织老化的双重挑战。多模式或分层干预策略能够根据不同解剖层次的生理特性, 精准匹配具有特定流变学属性的材料, 从而实现“结构重建”与“组织再生”的互补。在该策略中, 高支撑性的填充剂(如HA)用于深层脂肪室与骨性结构的容积重建与支撑; 而PLLA则作为一种“生物刺激场疗法”, 广泛作用于皮下及真皮层, 以全面改善肤质并恢复浅层容量<sup>[31]</sup>。

### 4 安全性与并发症管理

PLLA的整体安全性良好, 主要归因于其微粒悬浮液的物理特性。PLLA由独立的微球颗粒悬浮于注射用水中, 不具备粘性与内聚力。意外进入血管后, 其液体载体能被血液迅速稀释, 微球颗粒也难以形成持续、致密的栓子, 具有较高的安全性。PLLA的主要并发症(如丘疹和结节)与其诱导炎症、促进胶原新生的机制相关, 通常源于炎症反应过度或颗粒分布不均。为有效规避此类风险并确立理想疗效, 临床必须严格遵循三大预防原则: 首先需保障产品特性的稳定性; 其次要审慎筛选患者, 例如排除活动性自身免疫疾病患者; 最后需执行规范的操作技术, 尤其强调向深层组织均匀注射及术后充分按摩, 以确保微粒有效分散。对于已形成的结节, 可采用按摩、生理盐水稀释或低剂量类固醇注射等方式处理。随着PLLA应用领域的拓展, 系统性整合安全与疗效数据, 建立循证治疗方案, 是未来重要的研究方向。

### 5 总结

PLLA的出现与广泛应用, 标志着面部及身

体年轻化治疗领域从被动填充转变为主动再生。PLLA作为一种生物刺激剂, 不仅可发挥简单的容积补充效果, 还可通过诱导宿主自身成纤维细胞合成I型与III型胶原蛋白, 重塑组织结构、增厚真皮层、并全面改善皮肤质量, 从而实现自然、渐进且持久的年轻化效果。这种“由内而生”的再生机制, 推动了从早期单纯依赖外源性材料即时补充容积, 逐步演进为强调内源性组织再生与整体结构改善的治疗模式。在临床实践中, PLLA的应用范围已从面部经典适应症拓展至臀部、髋部、颈胸部等身体多个部位, 治疗目标也从单一的体积补充扩展至轮廓重塑与皮肤质地改善等多个维度。凭借其持续诱导胶原新生及促进脂肪组织再生的独特优势, PLLA已成为现代多层次、多维度年轻化治疗策略中不可或缺的基石。

未来, PLLA的研究与应用仍有广阔的探索空间。首先, 身体治疗方案的标准化有待进一步完善。尽管技术较为成熟, 并且在临床中已有大量应用, 但针对不同身体部位(如腹部、大腿、手臂)的皮肤松弛与橘皮组织, 目前仍缺乏高质量的前瞻性、对照性临床研究, 最佳的稀释浓度、注射层次、剂量及治疗间隔尚未形成统一共识。其次, 目前尚缺乏可预测患者治疗反应的生物标志物, 探索影响个体胶原合成能力的遗传与免疫因素尚不明确, 未来研究可进一步探索上述因素, 以期为患者制定更加个性化的PLLA治疗方案。

#### [参考文献]

- [1]Ao YJ, Yi Y, Wu GH. Application of PLLA (poly-L-lactic acid) for rejuvenation and reproduction of facial cutaneous tissue in aesthetics: a review[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024, 103(11):e37506.
- [2]Dai Y, Lu T, Shao M, et al. Recent advances in PLLA-based biomaterial scaffolds for neural tissue engineering: Fabrication, modification, and applications[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2022, 10:1011783.
- [3]Wang M, Chihchieh L, Hou M, et al. Poly(lactic acid)-based polymers used for facial rejuvenation: a narrative review[J]. *Aesthet Plast Surg*, 2025, 49(9):2315-2327.
- [4]Chang S, Zhao M, Gao W, et al. Engineered collagen/PLLA composite fillers to induce rapid and long-term collagen regeneration[J]. *J Mater Chem B*, 2025, 13(3):904-917.
- [5]Chen MC, Chang CC, Wu CL, et al. Augmenting dermal collagen synthesis through hyaluronic acid-based microneedle-mediated delivery of poly(L-lactic acid) microspheres[J]. *Int J Biol Macromol*, 2024, 281(Part 1):136311.
- [6]Zheng Z, Wang R, Lin J, et al. Liquid crystal modified polylactic acid improves cytocompatibility and M2 polarization of macrophages to promote osteogenesis[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2022, 10:887970.
- [7]Humble G, Mest D. Soft tissue augmentation using sculptra[J]. *Facial Plast Surg*, 2004, 20(2):157-163.
- [8]Chaudhuri RK, Bojanowski K. Bakuchiol: a retinol-like functional compound revealed by gene expression profiling and clinically proven to have anti-aging effects[J]. *Int J Cosmet Sci*, 2014, 36(3):221-230.
- [9]邢志花, 谏燃, 张灵秀. 黄金微针导入PLLA行面部年轻化治疗效果分析[J]. *中国美容医学*, 2025, 34(6):123-127.
- [10]Fitzgerald R, Bass LM, Goldberg DJ, et al. Physicochemical characteristics of poly-L-lactic acid (PLLA)[J]. *Aesthet Surg J*, 2018, 38(suppl\_1):S13-S17.
- [11]Chuang FJ, Wang YW, Chang LR, et al. Enhanced skin neocollagenesis through the transdermal delivery of poly-L-lactic acid microparticles by using a needle-free supersonic atomizer[J]. *Biomater Adv*, 2023, 154:213619.
- [12]Geara J, Luo L, Parlak O, et al. Poly-L-lactic acid microspheres promote skin rejuvenation via enhanced fibroblast function[J]. *J Biomed Mater Res A*, 2025, 113(11):e38017.
- [13]Bravo BS, Calvacante T, Nobre CS, et al. Exploring the safety and satisfaction of patients injected with collagen biostimulators—a prospective investigation into injectable poly-L-lactic acid (PLLA)[J]. *J Cosmet Dermatol*, 2025, 24(2):e16723.
- [14]Fabi S, Hamilton T, Latowsky B, et al. Effectiveness and safety of sculptra poly-L-lactic acid injectable implant in the correction of cheek wrinkles[J]. *J Drugs Dermatol*, 2024, 23(1):1297-1305.
- [15]Akinbiyi T, Othman S, Familusi O, et al. Better results in

- facial rejuvenation with fillers[J].*Plast Reconstr Surg Glob Open*,2020,8(10):e2763.
- [16]Moyle GJ,Brown S,Lysakova L,et al.Long-term safety and efficacy of poly-L-lactic acid in the treatment of HIV-related facial lipoatrophy[J].*HIV Med*,2006,7(3):181-185.
- [17]Signori R,Barbosa ADP,Cezar-Dos-Santos F,et al.Efficacy and safety of poly-L-lactic acid in facial aesthetics:a systematic review[J].*Polymers(Basel)*,2024,16(18):2564.
- [18]Waibel J,Ziegler M,Nguyen TQ,et al.Comparative bulk RNA-Seq analysis of poly-L-lactic acid versus calcium hydroxylapatite reveals a novel,adipocyte-mediated regenerative mechanism of action unique to PLLA[J].*Dermatol Surg*,2024,50(11S):S166-S171.
- [19]Oh S, Lee JH, Kim HM, et al. Poly-L-lactic acid fillers improved dermal collagen synthesis by modulating M2 macrophage polarization in aged animal skin[J]. *Cells*,2023,12(9):1320.
- [20]Wu X,Cen Q,Wang X,et al.Microneedling radiofrequency enhances poly-L-lactic acid penetration that effectively improves facial skin laxity without lipolysis[J].*Plast Reconstr Surg*,2024,154(6):1189-1197.
- [21]Moyle G,Brown S,Lysakova L,et al.Long-term safety and efficacy of poly-L-lactic acid in the treatment of HIV-related facial lipoatrophy[J].*HIV Med*,2006,7(3):181-185.
- [22]Valantin MA,Aubron-Olivier C,Ghosn J,et al.Poly lactic acid implants (New-Fill)[J].*AIDS*,2003,17(17):2471-2477.
- [23]Lin MJ,Dubin DP,Goldberg DJ,et al.Practices in the usage and reconstitution of poly-L-lactic acid[J].*J Drugs Dermatol*,2019,18(9):880-886.
- [24]Zubair R,Ishii L,Loyal J,et al.SPLASH:split-body randomized clinical trial of poly-L-lactic acid for adipogenesis and volumization of the hip dell[J].*Dermatol Surg*,2024,50(12):1155-1162.
- [25]Vlegaar D.Soft-tissue augmentation and the role of poly-L-lactic acid[J].*Plast Reconstr Surg*,2006,118(3 Suppl):46S-54S.
- [26]Mazzucco R,Hexsel D.Poly-L-lactic acid for neck and chest rejuvenation[J].*Dermatol Surg*,2009,35(8):1228-1237.
- [27]Redaelli A,Forte R.Cosmetic use of polylactic acid:report of 568 patients[J].*J Cosmet Dermatol*,2009,8(4):239-248.
- [28]Vasconcelos-Berg R,Real J,Wenz F,et al.Safety of the immediate reconstitution of poly-L-lactic acid for facial and body treatment-a multicenter retrospective study[J].*J Cosmet Dermatol*,2024,23(12):3918-3923.
- [29]Xu Q,Sun X,Yang W,et al.Comprehensive Systematic Review of Poly-L-lactic Acid in Facial Clinical Application[J].*Aesthetic Plast Surg*,2024,48(23):5115-5135.
- [30]Zhao M,Chang S,Wang Y,et al.Porous PLLA microspheres dispersed in HA/collagen hydrogel as injectable facial fillers to enhance aesthetic effects[J].*Regen Biomater*,2025,12:1-21.
- [31]Chang CS,Lanni MA,Mirzabeigi MN,et al.Large-volume fat grafting:identifying risk factors for fat necrosis[J].*Plast Reconstr Surg*,2022,150(5):941e-949e.

收稿日期: 2025-10-15 编辑: 刘雯