

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.21.048

成分化自体脂肪填充技术在面部多层次抗衰老中的应用进展

李佳佳，王军杰，周水勇

(河南省直第三人民医院整形外科，河南 郑州 450000)

[摘要] 面部衰老为一个多层次、协同退化的复杂过程，涵盖骨骼、韧带、脂肪与皮肤等结构。自体脂肪组织因其良好的生物相容性、再生潜力及结构支撑特性，在面部抗衰领域应用广泛。随着成分化脂肪填充技术发展，脂肪得以按解剖层次与功能需求精准应用于不同部位，提高移植稳定性与整体塑形效果。本文结合面部多层次衰老的结构基础与机制、自体脂肪组织的来源与组织学特性，总结成分化脂肪填充技术应用进展，探讨脂肪填充与深层结构协同重建的策略，并评价成分化自体脂肪填充的应用效果与安全性，以期为临床实践提供一定参考。

[关键词] 自体脂肪组织；面部衰老；成分化脂肪填充

[中图分类号] R622

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)21-0191-04

Research Progress of Componentized Autologous Fat Grafting Technology in Facial Multi-level Anti-aging

LI Jiajia, WANG Junjie, ZHOU Shuiyong

(Department of Plastic Surgery, the Third People's Hospital of Henan Province, Zhengzhou 450000, Henan, China)

[Abstract] Facial aging is a complex multi-level and synergistic degenerative process involving structures such as bones, ligaments, fat and skin. Autologous fat tissue is widely used in the field of facial anti-aging due to its excellent biocompatibility, regenerative potential and structural support characteristics. With the development of componentized fat grafting technology, fat can be accurately applied to different parts according to anatomical layers and functional needs, improving transplantation stability and overall shaping effect. Combined with the structural basis and mechanism of facial multi-level aging, as well as the source and histological characteristics of autologous fat tissue, this paper summarizes the application progress of componentized fat grafting technology, explores the strategy of synergistic reconstruction of fat grafting with deep structures, and evaluates the application effect and safety of componentized autologous fat grafting, so as to provide certain reference for clinical practice.

[Key words] Autologous fat tissue; Facial aging; Componentized fat grafting

面部衰老(facial aging)是机体整体衰老在外貌层面的直接表现，其本质为由内而外、多组织层次协同退化的动态过程^[1]。研究表明^[2]，面部衰老不仅限于皮肤弹性下降与皱纹增多，还涉及骨性支撑体积减少、韧带松弛移位、脂肪垫萎缩及重新分布，以及皮肤与肌肉张力平衡失调等多层次改变。这些结构性变化相互叠加，导致面部轮廓模糊、软组织下垂和神态改变，呈现区域性、渐进性和个体差异。传统抗衰手段如玻尿酸、肉

毒素注射或线雕等，主要作用于浅层皮肤或特定肌群，虽能短期改善衰老外观，却难以逆转深层结构退化，存在维持时间短、修复层次单一等局限^[3]。近年来，自体脂肪因其良好生物相容性、来源广、安全性高，且富含脂肪干细胞(ADSCs)和多种活性因子，可兼具填充、支撑及组织再生潜力，成为面部多层次抗衰研究热点^[4]。随着成分化脂肪填充技术发展，脂肪得以按解剖层次与功能需求精准应用于不同部位，

基金项目：1. 2024年度郑州市医疗卫生领域科技创新指导（编号：2024YLZDJH049）；2. 2024年度河南省慈善联合总会·道健基金科研经费支持项目（编号：szsyky24018）

第一作者：李佳佳（1988.2-），女，河南南阳人，硕士，主治医师，主要从事脂肪移植、填充相关研究

提高移植稳定性与整体塑形效果。本文结合面部多层次衰老的结构基础与机制、自体脂肪组织的来源与组织学特性，总结成分化脂肪填充技术应用进展，探讨脂肪填充与深层结构协同重建的策略，并评价成分化自体脂肪填充的应用效果与安全性，以期为临床实践提供一定参考。

1 面部多层次衰老的结构基础与机制

面部衰老并非单一层次的组织改变，而是由骨骼、脂肪、韧带、肌肉及皮肤等多种组织结构在不同速率与方向上的退变共同造成的结果。该过程具有明显的层次性、区域性及动态耦合特征，其中任一层次变化都可能引发相邻组织的结构连锁反应，表现为面部轮廓改变和表情老化。

1.1 骨性结构的退变基础 颅面骨骼作为深层支架，在维持面部轮廓和软组织张力中起关键作用。研究显示^[5, 6]，面部骨骼的退变具有区域差异性：“眶周”由于软组织固定较少且活动频繁，骨量减少易导致脂肪萎缩与结构凹陷，表现为眼球后陷、泪沟加深及眶缘轮廓模糊；“面中部”上颌骨萎缩导致梨状孔扩大、上颌缩短，从而引发鼻基底凹陷和法令纹加深；“下颌区”下颌骨体积减少会影响下颌缘清晰度及颏部投影，加重下脸部软组织下垂。综合来看，骨性结构的退变通过改变面部深层支撑力和软组织承托，直接影响轮廓形态，是面部衰老的重要基础。

1.2 脂肪组织的解剖分布与衰老模式 面部脂肪组织由多个浅层与深层脂肪室组成，各自具备独立的解剖边界与功能特征。浅层脂肪受表情肌动态张力影响，易随肌肉运动而发生位置迁移，表现为凹陷、下垂或团块聚集；深层脂肪室则紧贴骨膜，主要发挥支撑作用，随着衰老表现为体积减少但位置相对稳定^[7]。不同区域脂肪的衰老差异决定面部轮廓的分层变化。如颞部与额部脂肪减少导致眉尾下降，面颊脂肪塌陷造成苹果肌下移，而下颌缘浅层脂肪的松垂则表现为“木偶纹”和“双下巴”。

1.3 韧带系统与SMAS层的支持退化 面部韧带系统包括颧韧带、咬肌韧带、眶隔韧带等，其由骨膜或筋膜延伸至真皮，为皮肤和深层组织提供锚定支撑^[8]。随着年龄增长，上述韧带逐渐松弛，导致组织固定点下降，表现在表皮下垂与组织错位。SMAS（表浅肌腱膜系统）层作为面部中层结构的动力传导平台，在衰老过程中其弹性降低、

传力效率下降，使面部表情缺乏生气，深层皱纹明显^[9]。

1.4 表皮与真皮的生物学退变 在浅表层，皮肤是最早显现衰老的组织层。真皮中胶原纤维与弹性纤维的合成逐渐减少，同时排列紊乱、交联断裂，导致真皮网状层厚度减小、结构松散，血管密度及营养供应下降。这一结构基础使皮肤机械强度与弹性减退，水分保持能力降低，从而形成浅层静态皱纹。此外，成纤维细胞活性下降、氧化应激反应增强及基质金属蛋白酶（MMPs）过度表达，会加速胶原与弹性蛋白降解，破坏真皮基质稳态，进而导致毛细血管萎缩与基底膜退化，进一步削弱真皮支撑力，加重皮肤松弛。表皮层方面，角质形成细胞更新减慢、屏障脂质合成减少，使角质层屏障功能减弱，对紫外线及外界刺激的抵御能力下降，易出现干燥、粗糙、色素沉着及光老化改变。

2 自体脂肪组织的来源与组织学特性

2.1 组织结构与细胞成分 自体脂肪组织是来源于患者自身，主要由成熟脂肪细胞和间质血管组分（SVF）构成^[10]。成熟脂肪细胞占据组织主要体积，可发挥空间支撑与能量代谢储备作用，SVF含多种具再生潜能的细胞，如ADSCs、成纤维细胞、内皮细胞及前体细胞等。ADSCs具有自我更新、多向分化与旁分泌功能，可分泌VEGF、bFGF、EGF等生长因子，促进血管生成、调控炎症及改善细胞外基质，从而提高脂肪移植成活率并改善皮肤质量^[11]。

2.2 与其他填充材料的比较优势 与玻尿酸、胶原蛋白等常规注射材料相比，自体脂肪因来源于自身组织，具有优异的生物相容性与安全性，不会引起免疫排斥或迟发性过敏反应。脂肪可经离心、过滤等预处理实现纯化与分层，提升黏弹性和支撑力，增强植入后的整合度与力学稳定性^[12]。移植后，部分脂肪细胞可在新生毛细血管供养下长期存活，成活率较稳定。且SVF与ADSCs具备组织修复与再生能力，能改善皮肤质地与色泽，兼具填充与再生双重功效。

3 成分化自体脂肪填充技术的研究进展

随着自体脂肪移植在面部年轻化治疗中的广泛应用，传统单一形式的脂肪填充已难以满足不同解剖层次、结构功能及审美需求的精细化重塑

目标。近年来，成分化自体脂肪填充理念应运而生，通过对脂肪组织进行物理分离、分层提纯及功能化改良，逐步实现脂肪填充向精准、分区、定层、多功能方向的发展。

3.1 传统脂肪填充的局限 传统自体脂肪移植大多使用未经分级处理的全脂肪组织，因其结构杂质多、油水混杂，易导致注射后肿胀时间延长、成活率不稳定，部分患者出现术后凹凸不平或填充过量的问题^[13]。此外，传统脂肪多侧重于“体积填充”，而对“组织支撑”“结构重建”及“微结构修复”等方面的支持有限，尤其在真性皱纹改善、局部皮肤质地优化方面疗效欠佳^[14]，限制其在多层次抗衰治疗中的应用广度与精度。

3.2 不同分化脂肪的技术特征与应用 分分化自体脂肪填充技术依据脂肪的物理特征及生物学活性进行分级处理，形成具有不同流动性、支撑力与再生潜能的脂肪制剂，以适配面部各层次的解剖结果与功能需求^[15]。高密度脂肪经离心、脱水提取致密组分，含油少、结构紧实，适用于鼻基底、颧弓、下颌缘等深层支撑区，可恢复骨性支架与面部轮廓。脂肪结构块（adipose matrix complex, AMC）为经筛选、机械压缩获得，富含胶原与纤维成分，质地较硬，支撑力强，常用于面中部支架重建及下颌塑形。脂肪胶原片段（adipose collagen fragment, ACF）是富含细胞外基质与胶原碎片，流动性与组织整合性良好，适合眶周、唇周等动态表情区，填充自然、形态均匀。脂肪胶是通过乳化、过滤与提纯获得的微颗粒脂肪，质地柔软细腻，成熟脂肪细胞含量较低，而富含ADSCs及基质成分，适用于皮肤较薄或活动丰富区域，如眼睑、口周及颞部等。纯机械法SVF提取复合物是通过物理剪切与过滤获得富含基质血管组分的脂肪复合物，无需酶消化，既可规避酶法带来的法律与生物安全风险，又保留了脂肪组织的细胞外基质结构与再生活性，为再生性抗衰提供安全、可控的技术途径^[16]。

3.3 冷冻保存与分阶段应用 脂肪胶及SVF复合物因细胞外基质完整、再生组分丰富，具备较好的冷冻保存耐受性。临床可将处理后的脂肪胶低温储存，用于术后分阶段或多次微量注射，减少反复抽脂操作的创伤，提升手术灵活性与患者依从性，为脂肪移植的可控化与长期疗效维持提供了技术支持^[17]。

4 自体脂肪与骨性衰老结构重建的策略

面部衰老不仅表现为软组织萎缩与皮肤松弛，更根源于骨性支架和韧带系统的退变，治疗理念已由“浅层填充”转向“深层重建”。成分化自体脂肪填充通过不同成分脂肪的分层应用，可实现多层次精准重塑，为骨性衰老的综合逆转提供了新思路。

4.1 高密度脂肪与AMC的深层支撑重塑 面中及下脸部骨面区域（如颧弓、鼻基底、下颌缘、颏部）在老化过程中易出现骨量减少与支撑缺失。高密度脂肪经离心提纯，结构紧实、体积保持性好，可用于下颌缘与颧骨等部位的稳定支撑；AMC则因胶原与基质成分丰富，支撑力更强，适用于鼻基底、颏部等“骨性塌陷型”区域。除机械支撑外，两者均可通过脂肪干细胞及生长因子释放，促进骨膜及软组织代谢活化，改善轮廓与张力^[18]。临床常将高密度脂肪与AMC联合用于深层注射，形成“骨面支撑-韧带锚定-浅层过渡”的立体重塑模式，重建面中部及下颌支架结构，改善软组织承托力。

4.2 SVF与ACF在韧带区及微循环再生中的作用 面部韧带系统对组织稳定性与分层结构至关重要，衰老导致颧韧带、咬肌韧带、下颌韧带松弛，引发下垂与界限模糊。SVF富集脂肪及ACF在该区域具有协同修复作用。研究表明^[19]，SVF中脂肪干细胞可分泌VEGF、PDGF、bFGF等因子，促进血管新生与基质重塑，改善局部微循环并提高脂肪存活率。ACF因粒径细小、流动性佳，适合韧带附着区注射，可增强锚定力与融合度。操作中宜采用分层、定点、小剂量注射策略：深层以SVF强化支撑，中浅层以ACF平滑过渡，实现“点支撑-面重塑”的双重抗衰效果。

5 成分化自体脂肪填充的临床效果与安全性评价

成分化自体脂肪填充通过分层提取与结构化配置不同密度、功能层级的脂肪产物，实现针对性面部年轻化治疗。研究显示^[20]，该技术在塑形自然度、组织融合度及持久稳定性方面优于传统全脂肪移植，尤其在多层次抗衰与深层结构重建中效果突出。

5.1 临床效果 成分化脂肪在面部各区表现存在差异。静态区域如面颊、颞部、眶周，因张力适中、脂肪室清晰，高密度脂肪联合脂肪胶应用满意度较高。前者可重建面中部支撑，后者质地柔

软、融合良好，适用于泪沟、鱼尾纹及唇周等动态区。下颌缘与鼻基底注射AMC可改善轮廓塌陷、强化下颌线；唇部等高动态区则宜采用ACF与脂肪胶分阶段注射，兼顾自然与柔韧。分层配比与注射顺序对最终效果具有决定性作用，应依据解剖层次与组织特性制定个体化方案。

5.2 并发症与风险防控 成分化自体脂肪移植总体安全，但仍可能出现局部血肿、感染、结节及脂肪栓塞等。血肿与感染多因止血不全或无菌操作欠规范；脂肪栓塞虽罕见，但眶周、鼻背等高危区应避免高压与逆行注射。若注射层次或剂量不当，易形成硬结或条索样触感。低风险的关键在于，强化术者面部解剖与脂肪成分识别能力，遵循小剂量、多层次、低压注射原则，并结合术前三维建模及术后影像随访监测组织整合，建立标准化操作与分层注射路径。

6 总结与展望

成分化自体脂肪填充技术推动面部抗衰从“体积替代”向多层次、结构化与再生导向转变。相比传统全脂肪移植，该技术通过分离不同粒径、密度及功能组分，可实现脂肪在“支撑-协调-修复”三方面的精准分层应用，同时“分层重建、成分互补”策略为结构抗衰与功能再生提供了新方向。未来研究应聚焦标准化与量化体系建设、不同脂肪成分的再生机制阐释，以及长期影像与组织学随访，以实现提高该技术应用精准性及安全性。

【参考文献】

- [1] Fedok FG. What We Know About Facial Volume Restoration with Autogenous Fat[J]. *Facial Plast Surg*, 2025, 41(1):98-105.
- [2] 朱莹, 何世巧, 陈利芳. 杨继洲治疗面部损美性疾病和抗面部衰老学术思想挖掘与探索[J]. 浙江中医药大学学报, 2025, 49(5):586-590.
- [3] 师念园, 马玉菲, 徐峰. 软组织再生力医学[J]. 医用生物力学, 2024, 39(4):756-767.
- [4] 王燕, 刘文静, 刀俊峰, 等. 促红细胞生成素对兔放射性骨坏死模型自体脂肪干细胞体外增殖的影响[J]. 解剖学研究, 2022, 44(5):445-450.
- [5] 赵思纯, 王千文, 周栩. 自体脂肪移植改善面部老化的安全性和疗效评价[J]. 中国美容整形外科杂志, 2023, 34(2):75-77.
- [6] 张晨阳, 朱娟娟, 卢晶. 小檗碱体内代谢产物对前脂肪细胞分化和脂代谢的影响[J]. 中国临床药理学杂志, 2024, 40(17):2503-2507.
- [7] 孙天艺, 鲁峰, 周澄, 等. 脂肪源性间充质干细胞免疫调节作用的研究与应用[J]. 中华整形外科杂志, 2024, 40(2):227-234.
- [8] 陈新, 余慧明, 李高峰, 等. 重睑术者眶隔与周边结构的连接及其组织学与轻度上睑下垂的关系[J]. 中国美容整形外科杂志, 2024, 35(9):513-518.
- [9] 陈金威, 陈靖, 陈露, 等. 下睑成形术联合PDS线提拉SMAS层对中面部年轻化的疗效观察[J]. 中南医学科学杂志, 2024, 52(3):384-387.
- [10] 姚炎燚, 陈晓玲, 张敏, 等. miR-210/YWHAG分子轴与自体脂肪移植后促进脂肪细胞增殖及血管形成[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(1):59-63.
- [11] 孙成峰, 段海英, 岳鹏升, 等. 利用Luciferase修饰的T细胞检测间充质干细胞免疫抑制功能方法的建立与评价[J]. 中国医药生物技术, 2024, 19(5):458-460.
- [12] 易成刚, 熊绍恒. 自体脂肪移植致血管栓塞并发症的分析[J]. 中华整形外科杂志, 2022, 38(5):503-508.
- [13] 张化彬, 张慕尘, 刘畅, 等. 不同脂肪衍生物的体外活力及移植后转归[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(24):3779-3784.
- [14] 戚玉龙, 赵琴琴, 程传力, 等. 基于磁共振成像的全身脂肪分布特征与人体学参数相关性研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(8):180-185.
- [15] 刘欢, 高彤彤, 曹云山. 干细胞衰老与心肺血管疾病[J]. 老年医学与保健, 2024, 30(6):1513-1516.
- [16] 詹永通, 吴桂豪, 范旭红, 等. Hippo-YAP信号通路调控细胞衰老的分子机制[J]. 中国病理生理杂志, 2022, 38(5):920-931.
- [17] Mohandas M, Rangasamy J. Multifunctional liposomal gel in regenerative medicine[J]. *J Liposome Res*, 2025, 19(8):1-13.
- [18] 王跃星, 刘伟, 欧阳天祥. 额颞部美学分区联合高密度脂肪移植的面部美化年轻化治疗的效果[J]. 中华医学美学美容杂志, 2022, 28(1):56-58.
- [19] 任致奇, 尚爱加, 杨博尧, 等. 脂肪间充质干细胞来源外泌体对施万细胞增殖功能及早期神经再生特征影响的研究[J]. 解放军医学院学报, 2023, 44(6):694-699.
- [20] 马轩, 李发成. 自体脂肪移植在口周及下面部年轻化中的应用[J]. 中国修复重建外科杂志, 2022, 36(12):1542-1548.

收稿日期：2025-10-10 编辑：刘雯