

乳腺癌保乳整形手术及残腔修复策略的研究进展

孙湛奇¹ 李旭军^{2▲} 姜静²

1. 宁波大学医学部，浙江宁波 315211；2. 宁波市第二医院乳腺外科，浙江宁波 315010

【基金项目】宁波市重点学科（西医）建设项目（2026-A31）

【通信作者】李旭军，电子信箱：1044051835@qq.com

【摘要】乳腺癌是危害女性健康的主要恶性肿瘤之一。随着保乳术的推广和患者对乳房术后美学要求的提高，**肿瘤保乳整形手术**（**oncoplastic breast-conserving surgery, OBCS**）通过容积移位和容积替代，在改善术后乳房形态方面发挥重要作用。但容积移位依赖剩余乳腺组织量，容积替代会增加手术操作难度和供区损伤风险，如何实现低创伤、稳定的乳房缺损修复值得进一步探索。近年来，组织工程材料和 3D 打印等技术的进步为保乳术后残腔个体化修复提供了新的思路，本文对保乳整形手术策略、安全性、组织工程领域新进展及临床转化面临的困境进行综述，以期为临床实践和未来研究提供参考。

【关键词】乳腺癌；保乳整形手术；肿瘤安全性；组织工程材料

【中图分类号】R655.8

乳腺癌是女性最常见的恶性肿瘤，外科手术是乳腺癌综合治疗的重要组成部分。早期的根治术为乳腺癌局部控制提供了治疗手段，但也造成了明显的形态缺损和功能障碍^[1]。随着对乳腺癌认识的深入，多项长期随访研究证实，符合适应证的早期乳腺癌患者接受保乳手术联合放疗，可获得与全乳切除术相当的肿瘤学结局^[2-3]。

但是，保乳手术并不意味着能够保留乳房的理想形态，术后乳房美学效果受肿瘤位置、切除范围等多因素影响。随着切除体积占乳房总体积比例升高，发生乳房不对称、局部轮廓缺损等较差美容结局的风险也随之增加^[4]。

肿瘤保乳整形手术（**oncoplastic breast-conserving surgery, OBCS**）是在完整切除肿瘤的基础上，应用整形外科技术，通过乳腺组织重新排列或组织移植修复局部缺损，实现乳房塑性的一类手术方式。近年来，OBCS 在部分国家乳腺癌外科治疗中应用增加，美国一项全国性大样本研究显示，2010~2020 年间保乳手术联合整形的使用明显增加^[5]。随着我国总体保乳率的提高，目前国内已有较多乳腺外科开展 OBCS，但不同地区及医疗机构间应用量差异明显^[6]。

随着 OBCS 应用不断深入，如何根据患者乳房特点选择个体化修复方式，进一步探索微创、稳定的残腔修复策略，已成为 OBCS 进一步发展的重要问题。本文旨在综述保乳术后残腔修复策略、肿瘤安全性及组织工程研究进展，对未来 OBCS 发展方向进行展望。

1 OBCS 的基本策略和术式选择

OBCS 的基本策略有容积移位和容积替代两大类。前者主要通过推进、旋转或重新排列残余乳腺组织填补手术切除缺损，无需额外供区；后者主要采用皮瓣进行组织补充，为

▲基金项目：宁波市重点学科（西医）建设项目（2026-A31）通信作者：李旭军，电子信箱：1044051835@qq.com

乳房体积较小或大范围切除乳房的患者保乳提供了更多选择。术式的选择不能仅依据单一的体积缺失比例，还需综合考虑肿瘤位置、乳房大小等^[7]，这一点对于小到中等体积乳房患者尤为重要。乳房体积较小、乳腺组织较少的患者即使相对较小的体积缺失（15%~20%），也可能因组织缺损导致明显形态改变。临床决策应较早评估容积替代的必要性，以降低术后乳房畸形风险。

表 1 小到中等体积乳房患者 OBCS 术式选择参考框架

预计切除比例	推荐策略	术式举例
< 10% ^[8]	单纯保乳或简单腺体重排	直接缝合或局部腺体转移
约 10%~20% ^[8-9]	容积移位为主	根据肿瘤位置选择双环法、网球拍法、局部腺体转移
> 20% ^[8-10]	个体化选择复杂容积移位或容积替代	腺体充足时可采用容积移位，腺体不足时选用穿支皮瓣等容积替代
较大缺损、剩余腺体不足 ^[11]	容积替代或乳房切除	穿支皮瓣、全乳切除

2 容积移位技术

根据 Clough 等^[12]的分类方法，容积移位包括 I 类和 II 类技术。当切除的乳房体积 < 20%，可采用局部腺体重排等 I 类技术。当切除乳房体积达到 20%~50%、有乳房下垂等情况时，通常采用乳房成形等复杂的 II 类手术。但上述比例并非绝对界限，特别是对于小乳房患者，其适用范围更需要结合个体情况判断。临床常用术式适应证及主要特点见表 2。

表 2 常见容积移位术式的适用特点比较

术式分类	术式	适应乳房	适应证	优点	局限性
Level I 型 容积移位	网球拍法 ^[13]	小、中等乳房	邻近乳晕、乳房外侧外上象限病灶	手术暴露充分、兼顾美容效果	不适用于较大缺损
	双环法 ^[14]	小或轻度下垂乳房	乳晕周围、上象限病灶	切口隐蔽、美容效果好	不适用于较大缺损
Level II 型 容积移位	上内侧蒂缩乳成形术 ^[15]	中、大型或轻中度下垂乳房	外上象限、下象限、靠近乳房下极病灶	血供稳定、乳房上极饱满度维持较好	手术设计较复杂，对术者要求较高

下蒂缩乳成形术 ^[16]	大或重度下垂乳房	上象限、乳晕周围病灶	血供稳定、单次可切除较大组织量	远期乳房上极易出现塌陷
倒T技术 ^[17-18]	大或明显下垂乳房	需大量腺体切除、乳房重塑的病灶、乳头乳晕复合体病灶	适用范围较广，可根据病灶位置结合不同组织蒂设计	瘢痕较长、术后乳房体积明显减小
垂直肿瘤成形术 ^[19-20]	中等或轻中度下垂乳房	多数象限病灶	乳房轮廓对称自然	技术要求较高

注：具体术式需结合肿瘤位置和乳房条件综合选择，不应追求固定术式。

3 容积替代技术

Clough 的双级体系主要覆盖容积移位技术，对于小乳房或切除乳房体积较大的患者缺乏对应指导方案。美国乳腺外科医师学会（American Society of Breast Surgeons, ASBrS）汇总多位学者观点，纳入容积替代大类，拓展了原有体系^[21]。其中，背阔肌皮瓣移植操作灵活、解剖结构可靠，是乳腺切除后自体乳房重建的经典术式。但存在供区并发症、二期脂肪移植率较高等缺陷^[22]。Levine 等^[23]提出使用侧胸壁穿支皮瓣修复保乳残腔的阶梯式选择策略，胸背动脉穿支皮瓣（thoracodorsal artery perforator flap, TDAP）组织量充足，适合多象限中至较大乳房缺损。胸外侧皮瓣（lateral thoracic artery perforator flap, LTAP）不损伤背阔肌，但其穿支血管存在解剖变异且口径具有个体差异性。肋间后动脉穿支皮瓣（lateral intercostal artery perforator flap, LICAP）等穿支皮瓣创伤更小，但可获取软组织总量少，对上极大范围缺损覆盖能力有限^[24-25]。

4 OBSCS 肿瘤安全性及临床应用局限

4.1 切缘阳性率

OBSCS 对乳腺组织的重排，可能改变患者瘤床的位置，一旦需要再次手术，定位可能更加复杂，肿瘤安全性是其临床应用的基础。阳性切缘是乳腺癌局部复发的危险因素之一，Losken 等^[26]Meta 分析显示，与传统保乳术（breast-conserving surgery, BCS）相比，OBSCS 患者的阳性切缘率和再次切除率均降低。Chen 等^[27]纳入 3789 例患者的研究则显示，两种术式的切缘阳性风险无显著差异，但 OBSCS 患者再切除率显著降低。总体来看，现有数据未提示 OBSCS 增加切缘阳性和再手术风险。

4.2 局部复发与远期生存

切除范围扩大并不意味着 OBSCS 必然具有更好的肿瘤控制效果，局部复发率是评价乳腺癌保乳治疗长期肿瘤安全性的重要指标之一。Tian 等^[28]纳入 46,835 例患者的 Meta 分析显示，与 BCS 相比，并未增加局部复发风险。Mohamedahmed 等^[29]的大样本 Meta 分析亦获得相近结果。现有数据表明，OBSCS 未增加乳腺癌局部复发风险。在远期生存方面，Hing 等^[30]对 539 例接受 BCS 或 OBSCS 患者进行长期随访，发现两组患者无病生存期和总生存期无明显差异。Mactier 等^[31]的近期研究未发现 OBSCS 在总体生存和乳腺癌特异性生存方面产生不利影响。

4.3 并发症及临床应用难题

比较 OBCS 和 BCS 的并发症发生率，对于评价其安全性有重要意义。Tian 等^[28]的研究显示，OBCS 患者总体并发症发生率低于 BCS 患者。Mohamedahmed 等^[29]的 Meta 分析显示，与传统 BCS 相比，OBCS 在并发症发生风险方面并未增加。

尽管现有研究显示 OBCS 具有良好的肿瘤安全性和临床可行性，但目前证据主要来源于回顾性研究，患者选择偏倚较明显，且缺乏强有力的随机对照试验结果。因此，未来仍需要更多前瞻性、多中心研究进一步验证 OBCS 的肿瘤安全性。同时 OBCS 相较于单纯保乳术，操作更为复杂，对术者经验的要求更高，学习曲线较长。且手术开展涉及多学科团队协作、良好的围手术期护理和长期的术后随访，考验医疗机构的综合能力^[32]。未来工作中除继续观察肿瘤安全性外，还需进一步完善术式选择及疗效评价体系。

5 残腔修复现有策略及其局限性

传统 OBCS 主要通过组织转移或重新分配来实现乳房形态的恢复。虽然容积移位无需引入新的组织，但其应用受到剩余乳腺组织量的限制。皮瓣虽可增加可供修复组织量，但需建立额外供区，增加创伤和技术难度。

自体脂肪移植（autologous fat grafting, AFG）作为辅助性缺损矫正技术，具有微创、组织相容性好等优点，已应用于临床^[33]。但该技术也存在脂肪吸收不稳定、部分患者需多次移植获得理想效果、安全性证据不充分等问题，使其在临床推广上受限^[34]。

脱细胞真皮基质（acellular dermal matrix, ADM）既往主要用于全乳切除术后假体乳房重建，近年来已开始向保乳术后残腔填充发展^[35]。然而，其长期形态维持、并发症风险、成本效益等需要进一步验证^[36]。

如何在减少供区损伤的同时，为缺损区域提供个体化的有效修复和支撑，成为保乳术后残腔修复进一步发展的方向。基于这一需求，相关组织工程材料陆续受到关注。

6 保乳残腔组织工程材料及临床转化进展

6.1 聚己内酯（polycaprolactone, PCL）

PCL 具有良好的可加工性、生物相容性和缓慢的降解特性，结合 3D 打印技术可根据组织缺损形态构建个体化支架，为组织再生提供长期力学支持^[37]。PCL 在保乳术后乳房残腔填充领域仍处于探索阶段，Hou 等^[38]一项前瞻性单臂临床研究首次报道了 PCL 用于 3D 打印可降解乳房重建支架的案例。Klein^[39]采用医用级 PCL 在大动物模型上进行乳房再生，重点分析了植入后支架降解并伴随纤维组织及新生血管形成的过程，展示了该材料可观的临床应用前景。

6.2 GelMA

GelMA 是一种由明胶来源的水凝胶，通过调整聚合物浓度与交联条件，可调控其机械性能与降解速率。与 PCL 主要承担结构支撑不同，GelMA 具备细胞外基质的生物活性，Guo 等^[40]研究显示 3D 打印构建 GelMA 支架可支持脂肪来源干细胞粘附、增殖、成脂分化。由于乳腺软组织修复高度依赖脂肪组织再生和血管化，GelMA 为未来保乳术后残腔填充提供了新策略。然而，目前相关研究仍集中于临床前阶段，该材料的降解行为、肿瘤安全性仍需进一步验证^[41]。

6.3 智能响应型水凝胶

传统水凝胶结构和性能相对固定，而智能响应型水凝胶引入了特定的响应单元，能够感知 pH、酶、温度等微环境信号，从而发生形态或功能变化。有研究者在 3D 打印基础上引入 4D 生物打印，进一步实现了水凝胶在时间和空间维度上的可编程设计，为开发个体化支架提供了新思路^[42]。该材料目前处于临床前研究阶段，而非成熟的残腔修复方式^[43]。

表 3 不同保乳残腔修复策略比较

材料/技术	优点	局限性	研究阶段
自体脂肪移植	组织相容性好、创伤小、触感自然	脂肪吸收率不稳定，部分患者需多次移植，长期安全性仍需持续评价	已进入临床应用
脱细胞真皮基质	生物相容性较好，可提供一定结构支撑	长期形态维持、并发症风险、成本等需要进一步评价	早期临床探索
聚己内酯	可加工性好、降解缓慢	生物活性相对有限，降解与组织再生速率需匹配	早期临床探索
GelMA 水凝胶	构建组织再生微环境，支持脂肪来源干细胞粘附、生长、成脂分化	单独使用时力学稳定性有限，降解行为和肿瘤安全性仍需进一步验证	临床前研究
智能响应型水凝胶	可动态适应微环境，可进一步与 4D 打印结合	体系复杂，临床转化难度较大，长期稳定性及肿瘤安全性不明确	临床前研究

总体而言，不同的残腔修复材料间研究阶段差异较大，其临床转化面临若干共性问题，包括生物安全性、长期的力学稳定性以及材料本身降解速率与组织再生速率是否匹配等。材料植入后的长期肿瘤安全性也需持续评价。目前除少数材料进入早期临床探索外，多数组织工程材料仍缺乏高质量临床证据。

7 总结与展望

OBCS 通过容积移位和容积替代提高了保乳术后乳房的美学效果。对于腺体充足的患者，容积移位仍是重要的修复方式；对于小乳房或缺损体积较大的患者，可优先考虑容积替代，但相应的供区损伤风险和手术难度会增加。AFG 等辅助性治疗技术进一步丰富了保乳术后残腔的修复方式，而 PCL、GelMA、智能响应型水凝胶等组织工程材料则推动修复理念由单纯填充向支架和组织再生方向延伸。

现阶段，新材料无法代替成熟的 OBCS 技术，其临床转化受结构稳定性、生物安全性等因素影响。随着 3D 打印等组织工程技术的发展，未来保乳术后残腔修复策略会进一步探索材料降解速率和软组织再生的个体化匹配，以及材料结构与患者乳房情况、缺损特征之间的有机结合。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

10.12201/bmr.202610.00057V1

【参考文献】

- [1] Däster K, Garcia R P, Masannat Y, et al. Oncoplastic breast surgery in Europe[J]. *Gland Surg*, 2024, 13(2): 248–256.
- [2] Fisher B, Anderson S, Bryant J, et al. Twenty-year follow-up of a randomized trial comparing total mastectomy, lumpectomy, and lumpectomy plus irradiation for the treatment of invasive breast cancer[J]. *N Engl J Med*, 2002, 347(16): 1233–1241.
- [3] Litière S, Werutsky G, Fentiman I S, et al. Breast conserving therapy versus mastectomy for stage I-II breast cancer: 20 year follow-up of the EORTC 10801 phase 3 randomised trial[J]. *Lancet Oncol*, 2012, 13(4): 412–419.
- [4] Kenekar S, Wadasadawala T, Pathak R, et al. Determinants of aesthetic outcome after breast conserving surgery: A prospective cohort study[J]. *The Royal College of Radiologists Open*, 2024, 2: 100156.
- [5] Bailey V, Juckett L, Pessin S, et al. Assessing recent trends in lumpectomy and concomitant oncoplastic procedures: A national insurance database analysis[J]. *Ann Surg Oncol*, 2026, 33(9): 8156–8164.
- [6] Yang B, Ren G, Song E, et al. Current status and factors influencing surgical options for breast cancer in China: A nationwide cross-sectional survey of 110 hospitals[J]. *Oncologist*, 2020, 25(10): e1473–e1480.
- [7] Cavalcante F P, Zerwes F P, Millen E C, et al. Oncoplastic surgery in the treatment of breast cancer: A review of evolution and surgical training[J]. *Chin Clin Oncol*, 2025, 14(2): 20.
- [8] Shin E S, Kim H I, Song S Y, et al. Selection of oncoplastic surgical technique in Asian breast cancer patients[J]. *Arch Plast Surg*, 2018, 45(1): 37–44.
- [9] Chan S W, Cheung P S, Lam S H. Cosmetic outcome and percentage of breast volume excision in oncoplastic breast conserving surgery[J]. *World J Surg*, 2010, 34(7): 1447–1452.
- [10] Liu Y, Wu Y, Gu Y, et al. Clinical application of Level II volume displacement techniques in oncoplastic breast-conserving surgery: A Chinese single-center retrospective analysis with patient-reported outcomes[J]. *Int J Surg*, 2026, 112(2): 2276–2287.
- [11] Yang J D, Lee J W, Kim W W, et al. Oncoplastic surgical techniques for personalized breast conserving surgery in breast cancer patient with small to moderate sized breast[J]. *J Breast Cancer*, 2011, 14(4): 253–261.
- [12] Clough K B, Kaufman G J, Nos C, et al. Improving breast cancer surgery: A classification and quadrant per quadrant atlas for oncoplastic surgery[J]. *Ann Surg Oncol*, 2010, 17(5): 1375–1391.
- [13] Yang J D, Bae S G, Chung H Y, et al. The usefulness of oncoplastic volume displacement techniques in the superiorly located breast cancers for Korean patients with small to moderate-sized breasts[J]. *Ann Plast Surg*, 2011, 67(5): 474–480.
- [14] Lim G, Pineda L A. Applicability of oncoplastic breast conserving surgery in Asian breast cancer patients[J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2016, 17(7): 3325–3328.
- [15] Willcox L M, Losken A, Garcia Nores G D P. Oncoplastic surgery in the USA: A review of where we started, where we are today and where we are headed[J]. *Gland Surg*, 2024, 13(5): 749–759.
- [16] Chang M M, Huston T, Ascherman J, et al. Oncoplastic breast reduction: Maximizing aesthetics and surgical margins[J]. *Int J Surg Oncol*, 2012, 2012: 907576.
- [17] Chung T L, Schnaper L, Silverman R P, et al. A novel reconstructive technique following central lumpectomy[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2006, 118(1): 23–27.
- [18] Hall-Findlay E J, Shestak K C. Breast reduction[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2015, 136(4): 531e–544e.
- [19] Fitzal F, Nehrer G, Hoch D, et al. An oncoplastic procedure for central and medio-cranial breast cancer[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2007, 33(10): 1158–1163.
- [20] Hall-Findlay E J. Vertical breast reduction[J]. *Semin Plast Surg*, 2004, 18(3): 211–224.
- [21] Chatterjee A, Gass J, Patel K, et al. A consensus definition and classification system of oncoplastic surgery developed by the American society of breast surgeons[J]. *Ann Surg Oncol*, 2019, 26(11): 3436–3444.
- [22] Escandón J M, Manrique O J, Christiano J G, et al. Breast reconstruction with latissimus dorsi flap: A comprehensive review and case series[J]. *Ann Transl Med*, 2023, 11(10): 355.
- [23] Levine J L, Soueid N E, Allen R J. Algorithm for autologous breast reconstruction for partial mastectomy defects[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2005, 116(3): 762–767.
- [24] Mangialardi M L, Baldelli I, Salgarello M, et al. Thoracodorsal artery perforator flap in partial breast reconstruction: A systematic review[J]. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2020, 8(10): e3104.
- [25] Mangialardi M L, Baldelli I, Salgarello M, et al. Breast reconstruction using the lateral thoracic, thoracodorsal, and intercostal arteries perforator flaps[J]. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2021, 9(1): e3334.
- [26] Losken A, Dugal C S, Styblo T M, et al. A meta-analysis comparing breast conservation therapy alone to the oncoplastic technique[J]. *Ann Plast Surg*, 2014, 72(2): 145–149.
- [27] Chen J Y, Huang Y J, Zhang L L, et al. Comparison of oncoplastic breast-conserving surgery and

- breast-conserving surgery alone: A meta-analysis[J]. *J Breast Cancer*, 2018, 21(3): 321-329.
- [28] Tian R, Zheng Y, Liu R, et al. Efficacy and safety of oncoplastic breast-conserving surgery versus conventional breast-conserving surgery: An updated meta-analysis[J]. *Breast*, 2024, 77: 103784.
- [29] Mohamedahmed A Y Y, Zaman S, Zafar S, et al. Comparison of surgical and oncological outcomes between oncoplastic breast-conserving surgery versus conventional breast-conserving surgery for treatment of breast cancer: A systematic review and meta-analysis of 31 studies[J]. *Surg Oncol*, 2022, 42: 101779.
- [30] Hing J X, Kang B J, Keum H J, et al. Long-term oncological outcomes of oncoplastic breast-conserving surgery after a 10-year follow-up - a single center experience and systematic literature review[J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 944589.
- [31] Mactier M, Mansell J, Arthur L, et al. Survival after standard or oncoplastic breast-conserving surgery versus mastectomy for breast cancer[J]. *BJS Open*, 2025, 9(2): zraf002.
- [32] Torras I, Cebrecos I, Castillo H, et al. Evolution of breast conserving surgery-current implementation of oncoplastic techniques in breast conserving surgery: A literature review[J]. *Gland Surg*, 2024, 13(3): 412-425.
- [33] Yu W, Wang Z, Dai Y, et al. Autologous fat grafting for postoperative breast reconstruction: A systemic review[J]. *Regen Ther*, 2024, 26: 1010-1017.
- [34] Lo Torto F, Patanè L, Abbaticchio D, et al. Autologous fat grafting (AFG): A systematic review to evaluate oncological safety in breast cancer patients[J]. *J Clin Med*, 2024, 13(15): 4369.
- [35] Park T H, Jang W, Park J, et al. Clinical outcomes of thick acellular dermal matrix for partial volume correction in breast conserving and reconstructive surgery: A single-center prospective study[J]. *Gland Surg*, 2026, 15(5): 118.
- [36] Yi H S, Park J J, Park J H, et al. Long-term shape and volume retention of acellular dermal Matrix in oncoplastic breast-conserving surgery: A 2-year retrospective study[J]. *J Clin Med*, 2025, 14(9):3002.
- [37] Wang Y, Zhang W, Karamergenova A, et al. Fabrication and application of polycaprolactone-based composite scaffolds in tissue engineering: A review[J]. *Materials Today Communications*, 2025: 113821.
- [38] Hou L, Yan C, Zhang M, et al. A novel 3D-printed scaffold for patient-specific partial breast reconstruction: A prospective, single-arm clinical trial[J]. *Journal of Clinical Oncology*, 2024, 42(16_suppl): e23227.
- [39] Klein L, Finze R, Janzekovic J, et al. Investigating the foreign body response and regenerative mechanisms in medical-grade polycaprolactone scaffold guided breast reconstruction in a porcine model[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2026, 14: 1788533.
- [40] Guo Y, Mou S, Suo L, et al. Porous granular hydrogel scaffolds biofabricated from dual-crosslinked hydrogel microparticles for breast tissue engineering[J]. *Mater Today Bio*, 2025, 33: 102006.
- [41] Li Z, Wang S, Tan Q. Hydrogels for 3D-printed breast scaffolds on esthetic, functional, and oncological safety: A review[J]. *J Appl Biomater Funct Mater*, 2026, 24: 22808000261431929.
- [42] Ding A, Tang F, Ayyagari S, et al. Reprogrammable 4D tissue engineering hydrogel scaffold via reversible ion printing[J]. *Bioact Mater*, 2026, 62: 282-293.
- [43] Vickram S, Infant S S, Anbalagan S, et al. Bioinspired and stimuli-responsive hydrogels for regenerative medicine: Design principles and clinical translation[J]. *Regen Med*, 2026, 21(1): 35-54.