

文章编号: 1005-6947(2013)05-0541-06

· 国际在线 · 专题述评 ·

脂肪移植在乳腺癌术后的应用

Lipofilling in breast cancer surgery

Alaa Hamza^{1,2}, Visnu Lohsiriwat^{2,3}, Mario Rietjens²

(1. General Surgery Department, Medical Research Institute, Alexandria University, Egypt; 2. Division of Plastic Surgery, European Institute of Oncology, Via Ripamonti, 435-20141 Milano, Italy; 3. Faculty of Medicine Mahidol university Siriraj hospital, Bangkok, Thailand/ 1. 埃及亚历山大大学医学研究中心, 普通外科; 2. 意大利米兰里帕蒙蒂, 435-20141 欧洲肿瘤研究所整形外科分部; 3. 泰国曼谷玛希隆大学医学部)

Corresponding author: Alaa Hamza, Email: Dralaa.Hamza@yahoo.com

Translated with permission from the copyright holder © Gland Surgery 2013, 2(1):7-14

摘要

脂肪移植术可辅助用于肿瘤整形技术, 还可单独用于乳腺癌术后乳房缺失及不对称的矫正, 近年来得到广泛应用。不同医疗中心及外科医生的经验显示脂肪移植术的效果, 安全性及技术手段存在差异。笔者通过文献综述, 重点阐述该项新技术在乳腺癌术后重建中的应用。

关键词

乳腺肿瘤; 脂肪移植; 脂肪提取; 乳房重建

中图分类号: R737.9 文献标志码: A



DOI: 10.7659/j.issn.1005-6947.2013.05.002
<http://www.zpwz.net/CN/abstract/abstract3484.shtml>

1 前言

脂肪移植术即通过自体脂肪移植来重塑组织的形态、体积、连续性、外形。外科医生使用自体脂肪移植隆乳及乳房重塑已逾百年。1895年德国外科医生 Czerny^[1] 使用腰部脂肪瘤实施了第1例隆乳术。19世纪80年代脂肪抽吸术的发明使得身体任何部位不需要的脂肪都可通过小切口及抽吸套管抽除。使用这套装置, 脂肪移植在80年代初期重新被定义, 美国学者 Bircoll 等^[2] 最早介绍了一系列使用自体脂肪移植完成隆乳及乳房重塑的技术。Bircoll 的脂肪移植术遭到来自整形外科领导阶层的大量批评, 以至于美国整形外科医师协会 (American Society of Plastic Surgeons, ASPS) 于1987年公布了关于该技术的立场声明。

2007年 Coleman 等^[3] 发表了一篇标志性论述, 提供了一系列图片描述了17例行自体脂肪移植隆乳、乳房重塑病例及随访情况。一些欧洲

专家坚持和推广使用该技术, 但不是用于美容隆乳。此外, 法国里昂专家 Delay 等^[4] 2000年即使用脂肪移植用于乳腺重塑; 意大利维罗拉纳的专家 Rigotti 等^[5] 向欧洲整形美容医师展示了大量临床实例; 来自欧洲肿瘤中心的 Rietjens 等^[6] 报道了一些病例及其临床效果。

2 脂肪移植在乳腺癌术后的应用

脂肪移植用于全身多处软组织缺如修复, 不仅用于外科矫形还用于美容手术。对乳腺癌术后, 我们建议脂肪移植在如下情况下应用是有利的: (1) 乳癌根治术局部组织大量切除 (或改良乳癌根治术后) 乳房缺如、不对称的治疗, 无论行化疗与否。(2) 乳腺重塑植入后增加软组织成分。(3) 乳癌整形术后填充物的容积不满意。(4) 自体乳房重塑后扩大乳房体积及矫形。(5) 附带脂肪移植的全乳房重建。(6) 瘢痕矫形。

3 肿瘤学安全性

实验研究表明脂肪细胞能刺激乳腺癌细胞生长。脂肪细胞因子能通过内分泌、旁分泌、自分泌途径刺激乳腺癌细胞生长。理论上来说脂肪细胞因子能通过肿瘤基质相互作用刺激肿瘤床内休眠期癌细胞以致肿瘤复发^[7-9]。

肿瘤学安全性是脂肪移植最需要优先关注的问题。来自Petit等^[10]的多中心研究(米兰-巴黎-里昂)显示脂肪移植是安全的。其中513例患者接受了646例脂肪移植手术,其中乳腺癌术后行脂肪移植的平均间隔时间为39.7个月,术后平均随访时间为19.2个月。结果显示并发症较少,总的肿瘤复发率为5.6%(每年3.6%),总的局部不良事件发生率2.4%。

Petit等^[11]报道了一篇回顾性配对队列研究,研究选取321例连续收治患者,患者均行乳癌手术,并随后接受脂肪移植手术行乳房重塑。患者乳癌手术后平均随访56个月,脂肪移植术后平均随访26个月。结果显示与642例对照患者相比乳腺癌的局部复发率并无明显差异。研究还表明导管细胞癌的局部不良事件发生率较高。2010年Rietjens等^[6]报道了一系列乳癌术后行脂肪移植的病例,随访发现158例患者术后并发症较低(3.6%),脂肪移植后乳腺照片发现异常变化较少(5.9%)。

Seth等^[12]对1998—2008年间收治的886例乳腺癌患者(共1202侧乳腺)进行回顾性比较研究,结果表明接受脂肪移植手术组(90侧)与未接受脂肪移植组(1112侧)在人口学特点、手术特征、肿瘤分期、放射治疗上并无明显差异。99次脂肪移植手术在第一次手术后平均18.3个月后实施,仅1例出现并发症(脂肪坏疽)。由此作者认为脂肪移植与未行脂肪移植组比较局部肿瘤复发率,患者远期生存率无明显差异。

2007年法国整形外科协会不支持在保乳乳腺癌术后结果重塑时使用脂肪移植术,原因是其肿瘤安全性尚不明确。目前法国正在开展一项III期多中心随机对照试验来验证其肿瘤安全性^[13]。美国整形外科医师协会于2009年组建了一个工作组(ASPS脂肪移植工作小组)以283例乳腺癌术后脂肪移植手术来评估其适应证、安全性以及

手术效果,但是由于缺乏标准化的技术规范和随机对照试验,结果仍不明确^[14]。

尽管乳腺癌术后接受脂肪移植看上去是安全有效的,但仍需要长期随访和大型多中心研究进行证实。

4 脂肪移植效果

尽管许多学者^[15]报道在全乳房重建中多次重复应用脂肪移植术,但大多数仅在修复小的缺损及不对称时使用该技术。大量研究肯定了脂肪移植的效果,尤其是2009年ASPS脂肪移植研究小组对283例患者随访1个月到10年的研究。据患者或/和外科医师小组的随访报告显示大部分患者对移植效果满意。36例患者(12.7%)出现并发症或不良后遗症,其中3例(1.1%)感染,14例(4.9%)硬化,16例(5.7%)脂肪坏疽,3例(1.1%)非特异性体表结节^[14]。

Illouz等^[15]报道了一组820例连续收治的病例,所有患者均接受自体脂肪移植并随访25年以上。820例中大部分行隆乳术,但也包括乳腺重塑后脂肪移植及先天性不对称患者,随访结果显示大部分患者对结果满意。Kaeolinska大学附属医院制定了一份对乳房切除和乳腺重塑或保乳癌根治术后行脂肪移植患者的问卷调查。问卷内容主要对乳房的连续性,乳房大小,皮肤感觉,移植质量,乳房的不规则进行调查。44例接受调查的结果显示,脂肪移植后乳房外形和大小都得到改观,仅有1例患者出现脂肪坏疽^[16]。而Beck等^[17]2011年对10例保乳乳癌根治术患者前瞻性研究表明,80%患者对脂肪移植的效果不满意,认为需再次移植,另20%患者对第一次移植效果感到满意。

当然,脂肪移植的效果取决于医疗中心的治疗方案。并且脂肪移植后脂肪大约会被吸收30%,可能与移植时间、移植总量、血管形成、放射治疗、甚至是个人主客观因素有关。

5 乳腺癌放疗后脂肪移植术

外部照射治疗是乳腺癌术后一种必须的辅助治疗手段,有利于减少局部复发^[18-20]。乳腺切除

术后放疗患者自体组织移植优于植入物,这是由于后者术后有较高的并发症^[19]。目前仅有少量关于乳腺癌术后接受自体组织移植的报道^[21-23]。

Salgarello 等^[21]回顾性研究 16 例乳癌放疗后行脂肪移植并随后进行假体手术的患者,结果显示假体移植成功率高且无并发症或肿瘤复发出现。Sarfati 等^[22]报道另一组 28 例患者亦表明脂肪移植优于植入物填充。脂肪移植成功率高,仅 1 例因假体暴露而需要更换假体。Pannettiere 等^[23]研究 60 例乳腺切除术后在进行假体手术之前,其中 20 例行脂肪移植术,另外 40 例没有行脂肪移植术。结果表明乳腺癌放疗后使用脂肪移植术可获得更佳效果,且技术可靠。

乳腺癌放疗后使用脂肪移植的效果,及单独使用脂肪移植行结构重塑的可能性需进一步研究。

6 脂肪移植技术要点

脂肪移植术可在全麻或局麻下实施。一般来说,脂肪移植的技术目标是减少细胞损伤,提高脂肪组织及其成分的存活率。脂肪移植并不是单纯从身体某一部位取出脂肪注射到另一部分。成功的脂肪移植术取决于脂肪提取、处理、移植技术。脂肪移植供体部位的选取不仅要尽量减少并发症和畸形率的发生,还要考虑外形和轮廓,提升供体部位的外观。

6.1 选择供体部位

身体多个脂肪沉积较厚的部位用于计算体脂含量。腹部是最常用的供体部位,术中不需要改变患者体位。其次较常用的部位是股骨大转子区域(滑囊),大腿内侧区,膝部。术前供体区域画上皮肤标记。

6.2 溶剂准备

脂肪提取开始前需在供体部分注射肿胀剂。肿胀剂 Klein 溶剂是由 1 mL 肾上腺素(1:500 000)溶解在 500 mL 0.001% 的乳酸林格氏液(LRS)配制而成。在使用局麻操作时溶液中还可加入 50 mL 甲哌卡因,肿胀剂通过一带 4 mm 钝性套管的 60 mL 注射器注入供体部位。1 cm³ 脂肪提取量大约需要使用 1 mL 肿胀剂,注射后需等 15 min^[24]。在溶剂中加入肾上腺素可用于止血,减少术后疼痛^[25]。

6.3 脂肪提取

脂肪提取时脂肪移植成功的关键步骤。目前最常见的是 Coleman 描述的脂肪提取技术^[25]。提取步骤为在供体部位使用 11 号刀片做小切,然后手动抽吸注射器产生负压,连接钝性提取套管(直径 3 mm,长 15 或 23 cm)反复抽取。套管连接 10 mL Luer-Lock 注射器。当然还有许多使用不同套管或脂肪提取装置的方法,文献^[26-34]报道各种方式的效果存在差异。

套管大小可能会影响提取脂肪组织存活率。Ozsoy 等^[26]研究表明只用 4 mm 套管较 2 或 3 mm 套管脂肪细胞存活率高。Erdim 等^[27]也推荐使用大号套管以提高细胞存活率,他们的研究表明使用 6 mm 套管较 2 或 4 mm 套管时,细胞存活率更高。

目前不同的负压及辅助装置在临床上应用,Rohrich 等^[28]比较了使用传统方法、内部超声辅助、外部超声辅助以及按摩辅助等几种不同方法进行抽脂术的效果。结果显示外置超声辅助设备对脂肪细胞提取无组织学或化学的显著性影响,但内置超声辅助下脂肪提取对成熟脂肪细胞可产生热溶解效应。Shiffman^[29]在研究不同套管,针头,抽吸压力,外置超声,术前按摩对细胞的存活率影响时发现 -700 mmHg (1 mmHg=0.133 kpa) 下细胞的破坏率超过 10%。Ferguson 等^[30]证明低负压注射器抽取较传统脂肪提取技术脂肪细胞存活率要高。相反,Leong 等^[31]发现注射器抽取与抽吸泵脂肪提取相比,脂肪细胞存活率,细胞代谢活性或细胞反应性并无明显差异。Pu 等^[32-33]比较 Coleman 技术与传统技术发现前者脂肪细胞存活率更高。Crawford 等^[34]比较手动低速离心提取脂肪技术和传统电力设备脂肪提取术发现,前者获得细胞数更多。

6.4 脂肪处理

脂肪提取最常用的方法是离心、洗涤、倾析。如经典 Coleman 技术中描述一样,离心可将脂肪从细胞碎片中纯化出来^[25]。离心后脂肪提取物被分为 4 层:(1) 油脂层,由裂解脂肪细胞漏出。(2) 水层,包含血液,术前注射的利多卡因、盐类。(3) 底层细胞成分。(4) 纯化脂肪,位于油层和水层之间。脂肪洗涤使用常规盐溶液^[35]或 5% 葡萄糖溶液^[36],目的在于去除血液、油脂、细胞碎片。最少用到的技术是倾析,即利用重力原理将细胞成分从油脂和水层中沉积分离。不同脂肪处理技术及其结果见表 1。

表 1 不同脂肪处理技术及相关发现

Table 1 Different studies on fat processing techniques and findings

研究者	涉及技术	结果
Sommer, 等 ^[37]	离心 vs. 洗涤	离心, 洗涤甚至不做清洁处理, 细胞存活率无明显区别
Coleman ^[38]	离心	推荐使用 3 000 r/min 离心 3 min, 使用小号离心管可减少脂肪效应破坏
Rigotti, 等 ^[39]	离心	2 700 r/min 离心 15 min 后发现几乎不存在形态学完整的脂肪细胞
Boschert, 等 ^[40]	离心	离心力过大时, 脂肪细胞易破坏, 油脂层增厚。推荐使用 100 g 离心力较为安全
Kurita, 等 ^[41]	离心	离心力越大, 成分分离效果越好, 获得脂肪容积更多, 脂肪纯度越适合移植
Rohrich, 等 ^[42]	离心 vs. 洗涤	研究中离心与非离心处理无明显区别
Condé-Green, 等 ^[43]	倾析 vs. 离心 vs. 洗涤	相同离心力时, 倾析获得完整有核脂肪细胞计数明显较高, 而离心细胞则变化较大
Khater, 等 ^[44]	离心 vs. 洗涤	血清培养脂肪组织细胞后不离心与 3 400 r/min 离心处理对比, 不离心组发现更多脂肪前体细胞, 增殖相细胞明显增多。血清培养纯化技术可能优化术后临床效果
Pulsfort, 等 ^[45]	离心	不同的离心力, 细胞存活率无明显差异
Ferraro, 等 ^[46]	离心	使用不同离心力分离细胞, 发现在 1 300 r/min 离心 5 min 时获得的脂肪组织密度更高, 细胞存活率高, 可获得更多祖细胞

6.5 脂肪移植 (注射)

我们中心采用改良 Coleman 技术^[6], 使用 1 mL 一次性注射器带 2 mm 针头注射处理脂肪。脂肪直接注射进入乳房, 避免实质内注射及注射结节的产生。套管进入部位使用剪刀片割开或使用 17 号针头穿刺以减少疤痕^[4,47-48]。

由于移植脂肪大约 40%~60% 会被吸收, 因此有必要进行超过正常体积的修复。实验研究表明超过 90% 的移植脂肪可能会丢失^[49-51]。临床数据报道丢失率 40%~60%^[4, 15, 52-53], 大多数体积减小发生在术后 4~6 个月^[4, 15]。尽管一些新技术称获得了更好的效果^[14-16], 但是外科医生术前仍需计算脂肪处理及移植总量。注射容积受接受部位质量如放疗组织, 疤痕组织的限制。如果注射容积不能一次完成, 需通知患者可能需要再次移植^[4]。我中心一般采用 140% 注射量, 即目标容积是 100 mL 时我们注射 140 mL 脂肪^[4]。

7 并发症

并发症可分为受体部位并发症及供体部位并发症。

受体部位并发症^[4, 14-15, 54-55]: (1) 脂肪坏死, 脂肪囊肿形成, 脂肪硬化。当大量脂肪被注入到单个区域或者注射到血管形成不佳区域, 可导致“移植摄取”不佳, 脂肪坏死后可扪及肿块。肿块与局部肿瘤复发难以鉴别诊断时, 需影像学检查或细针穿刺活检 (发生率 3%~15%)。脂肪钙化可通过乳腺 X 照片发现。(2) 感染 (发生率 0.6%~1.1%)。(3) 畸形矫正不足或矫正过度。

(4) 破坏深部结构, 如乳房植入物, 气胸。(5) 注入血管形成脂肪栓塞。

供体部位并发症^[4, 14-15, 54-55]: 供体部位并发症较少发生, 与脂肪提取技术相关。可能发生的并发症有局部组织淤青、水肿、血肿形成、感觉障碍, 供体部位疼痛、感染、疤痕过度增生, 外形不规则, 深部组织损伤如穿刺套管引起的肌肉腹膜穿透伤。

8 脂肪移植技术展望

祖细胞或干细胞选择前景诱人。理论上脂肪组织来源间叶干细胞 (adipose tissue-derived mesenchymal stem cells, ASC) 和 / 或富含 ASC 细胞脂肪移植可提高脂肪移植效果, 其优点包括脂肪吸收速度低, 组织质量高, 肿瘤学安全性高。肿瘤干细胞研究, 脂肪细胞及其相关物质在肿瘤基质相互作用中的作用, 乳腺组织工程学在未来有不错的研究前景^[9, 56-57]。

9 结论

脂肪移植可作为畸形矫正的日间手术, 效果可靠, 肿瘤安全性高。但目前尚需更多的研究对其肿瘤安全性进行长时间随访调查。组织工程学和干细胞实验及基础研究可扩展脂肪移植在未来的推广应用。

致谢: 感谢欧洲肿瘤中心整形外科的各位同僚。

作者申明: 本文无任何商业利益冲突, 无物质经济赞助。

参考文献

- [1] Czerny V. Plastischer Ersatz der Brustdruse durch ein Lipom[J]. Zentralbl Chir, 1895, 27:72.
- [2] Bircoll M, Novack BH. Autologous fat transplantation employing liposuction techniques[J]. Ann Plast Surg, 1987, 18(4):327-329.
- [3] Coleman SR, Saboeiro AP. Fat grafting to the breast revisited: safety and efficacy[J]. Plast Reconstr Surg, 2007, 119(3):775-785.
- [4] Delay E, Garson S, Tousson G, et al. Fat injection to the breast: technique, results, and indications based on 880 procedures over 10 years[J]. Aesthet Surg J, 2009, 29(5):360-376.
- [5] Rigotti G, Marchi A, Galiè M, et al. Clinical treatment of radiotherapy tissue damage by lipoaspirate transplant: a healing process mediated by adipose-derived adult stem cells[J]. Plast Reconstr Surg, 2007, 119(5):1409-1422.
- [6] Rietjens M, De Lorenzi F, Rossetto F, et al. Safety of fat grafting in secondary breast reconstruction after cancer[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2011, 64(4):477-483.
- [7] Vona-Davis L, Rose DP. Adipokines as endocrine, paracrine, and autocrine factors in breast cancer risk and progression[J]. Endocr Relat Cancer, 2007, 14(2):189-206.
- [8] Hou WK, Xu YX, Yu T, et al. Adipocytokines and breast cancer risk[J]. Chin Med J (Engl), 2007, 120(18):1592-1596.
- [9] Lohsiriwat V, Curigliano G, Rietjens M, et al. Autologous fat transplantation in patients with breast cancer: "silencing" or "fueling" cancer recurrence?[J]. Breast, 2011, 20(4):351-357.
- [10] Petit JY, Lohsiriwat V, Clough KB, et al. The oncologic outcome and immediate surgical complications of lipofilling in breast cancer patients: a multicenter study--Milan-Paris-Lyon experience of 646 lipofilling procedures[J]. Plast Reconstr Surg, 2011, 128(2):341-346.
- [11] Petit JY, Botteri E, Lohsiriwat V, et al. Locoregional recurrence risk after lipofilling in breast cancer patients[J]. Ann Oncol, 2012, 23(3):582-588.
- [12] Seth AK, Hirsch EM, Kim JY, et al. Long-term outcomes following fat grafting in prosthetic breast reconstruction: a comparative analysis[J]. Plast Reconstr Surg, 2012, 130(5):984-990.
- [13] ClinialTrials.gov. Adipose tissue transfer for moderate breast cancer conservative treatment sequel (GRATSEC). NCT01035268.
- [14] Gutowski KA, ASPS Fat Graft Task Force. Current applications and safety of autologous fat grafts: a report of the ASPS fat graft task force[J]. Plast Reconstr Surg, 2009, 124(1):272-280.
- [15] Illouz YG, Sterodimas A. Autologous fat transplantation to the breast: a personal technique with 25 years of experience[J]. Aesthetic Plast Surg, 2009, 33(5):706-715.
- [16] Schultz I, Lindegren A, Wickman M. Improved shape and consistency after lipofilling of the breast: patients' evaluation of the outcome[J]. J Plast Surg Hand Surg, 2012, 46(2):85-90.
- [17] Beck M, Ammar O, Bodin F, et al. Evaluation of breast lipofilling after sequelae of conservative treatment of cancer[J]. Eur J Plast Surg, 2012, 35:221-228.
- [18] Whelan TJ, Julian J, Wright J, et al. Does locoregional radiation therapy improve survival in breast cancer? A meta-analysis[J]. J Clin Oncol, 2000, 18(6):1220-1229.
- [19] Clarke M, Collins R, Darby S, et al. Effects of radiotherapy and of differences in the extent of surgery for early breast cancer on local recurrence and 15-year survival: an overview of the randomised trials[J]. Lancet, 2005, 366(9503):2087-2106.
- [20] Benson JR, Jatoi I, Keisch M, et al. Early breast cancer[J]. Lancet 2009;373(9673):1463-1479.
- [21] Salgarello M, Visconti G, Barone-Adesi L. Fat grafting and breast reconstruction with implant: another option for irradiated breast cancer patients[J]. Plast Reconstr Surg, 2012, 129(2):317-329.
- [22] Sarfati I, Ihrai T, Kaufman G, et al. Adipose-tissue grafting to the post-mastectomy irradiated chest wall: preparing the ground for implant reconstruction[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg 2011;64(9):1161-1166.
- [23] Panettiere P, Marchetti L, Accorsi D. The serial free fat transfer in irradiated prosthetic breast reconstructions[J]. Aesthetic Plast Surg, 2009, 33(5):695-700.
- [24] Pitman GH. Liposuction and body contouring[A]. In: Aston SJ, Beasley RW, Thorne CH. eds. Grabb and Smith's plastic surgery[M]. 5th Edition. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997:673-675.
- [25] Coleman SR. Facial augmentation with structural fat grafting[J]. Clin Plast Surg, 2006, 33(4):567-577.
- [26] Ozsoy Z, Kul Z, Bilir A. The role of cannula diameter in improved adipocyte viability: a quantitative analysis[J]. Aesthet Surg J, 2006, 26(3):287-289.
- [27] Erdim M, Tezel E, Numanoglu A, et al. The effects of the size of liposuction cannula on adipocyte survival and the optimum temperature for fat graft storage: an experimental study[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2009, 62(9):1210-1214.
- [28] Rohrich RJ, Morales DE, Krueger JE, et al. Comparative lipoplasty analysis of in vivo-treated adipose tissue[J]. Plast Reconstr Surg, 2000, 105(6):2152-2158.
- [29] Shiffman MA, Mirrafati S. Fat transfer techniques: the effect of harvest and transfer methods on adipocyte viability and review of the literature[J]. Dermatol Surg, 2001, 27(9):819-826.
- [30] Ferguson RE, Cui X, Fink BF, et al. The viability of autologous fat grafts harvested with the LipiVage system: a comparative

- study[J]. *Ann Plast Surg*, 2008, 60(5):594-597.
- [31] Leong DT, Hutmacher DW, Chew FT, et al. Viability and adipogenic potential of human adipose tissue processed cell population obtained from pump-assisted and syringe-assisted liposuction[J]. *J Dermatol Sci*, 2005, 37(3):169-176.
- [32] Pu LL, Cui X, Fink BF, et al. The viability of fatty tissues within adipose aspirates after conventional liposuction: a comprehensive study[J]. *Ann Plast Surg*, 2005, 54(3):288-292.
- [33] Pu LL, Coleman SR, Cui X, et al. Autologous fat grafts harvested and refined by the Coleman technique: a comparative study[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2008, 122(3):932-937.
- [34] Crawford JL, Hubbard BA, Colbert SH, et al. Fine tuning lipoaspirate viability for fat grafting[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2010, 126(4):1342-1348.
- [35] Asken S. Autologous fat transplantation: Micro and Macro techniques[J]. *Am J Cosmet Surg*, 1987, 4:111-121.
- [36] Fournier PF. Fat grafting: my technique[J]. *Dermatol Surg*, 2000, 26(12):1117-1128.
- [37] Sommer B, Sattler G. Current concepts of fat graft survival: histology of aspirated adipose tissue and review of the literature[J]. *Dermatol Surg*, 2000, 26(12):1159-1166.
- [38] Coleman SR. Structural fat grafts: the ideal filler?[J]. *Clin Plast Surg*, 2001, 28(1):111-119.
- [39] Rigotti G, Marchi A, Galiè M, et al. Clinical treatment of radiotherapy tissue damage by lipoaspirate transplant: a healing process mediated by adipose-derived adult stem cells[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2007, 119(5):1409-1422.
- [40] Boschert MT, Beckert BW, Puckett CL, et al. Analysis of lipocyte viability after liposuction[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2002, 109(2):761-765.
- [41] Kurita M, Matsumoto D, Shigeura T, et al. Influences of centrifugation on cells and tissues in liposuction aspirates: optimized centrifugation for lipotransfer and cell isolation[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2008, 121(3):1033-1041.
- [42] Rohrich RJ, Sorokin ES, Brown SA. In search of improved fat transfer viability: a quantitative analysis of the role of centrifugation and harvest site[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2004, 113(1):391-395.
- [43] Condé-Green A, de Amorim NF, Pitanguy I. Influence of decantation, washing and centrifugation on adipocyte and mesenchymal stem cell content of aspirated adipose tissue: a comparative study[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2010, 63(8):1375-1381.
- [44] Khater R, Atanassova P, Anastassov Y, et al. Clinical and experimental study of autologous fat grafting after processing by centrifugation and serum lavage[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2009, 33(1):37-43.
- [45] Pulsfort AK, Wolter TP, Pallua N. The effect of centrifugal forces on viability of adipocytes in centrifuged lipoaspirates[J]. *Ann Plast Surg*, 2011, 66(3):292-295.
- [46] Ferraro GA, De Francesco F, Tirino V, et al. Effects of a new centrifugation method on adipose cell viability for autologous fat grafting[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2011, 35(3):341-348.
- [47] Delay E. Breast deformities[A]. In: Coleman SR, Mazzola RF, eds. *Fat Injection: From Filling to Regeneration[M]*. Saint Louis: Quality Medical Publishing, 2008.
- [48] Delay E. Fat injections to the breast: the lipomodeling technique[A]. In: Hall-Findlay EJ, Evans GRD, eds. *Aesthetic and Reconstructive Surgery of the Breast[M]*. New York: Saunders Elsevier, 2010:171-192.
- [49] Smith P, Adams WP Jr, Lipschitz AH, et al. Autologous human fat grafting: effect of harvesting and preparation techniques on adipocyte graft survival[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2006, 117(6):1836-1844.
- [50] Nguyen A, Pasyk KA, Bouvier TN, et al. Comparative study of survival of autologous adipose tissue taken and transplanted by different techniques[J]. *Plast Reconstr Surg*, 1990, 85(3):378-386.
- [51] Kononas TC, Bucky LP, Hurley C, et al. The fate of suctioned and surgically removed fat after reimplantation for soft-tissue augmentation: a volumetric and histologic study in the rabbit[J]. *Plast Reconstr Surg*, 1993, 91(5):763-768.
- [52] Niechajev I, Sevcuk O. Long-term results of fat transplantation: clinical and histologic studies[J]. *Plast Reconstr Surg*, 1994, 94(3):496-506.
- [53] Zocchi ML, Zuliani F. Bicompartimental breast lipostructuring[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2008, 32(2):313-328.
- [54] Coleman SR. Structural fat grafting: more than a permanent filler[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2006, 118(3 Suppl):108S-120S.
- [55] Chan CW, McCulley SJ, Macmillan RD. Autologous fat transfer--a review of the literature with a focus on breast cancer surgery[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2008, 61(12):1438-1448.
- [56] Trojahn Kølbe SF, Oliveri RS, Glovinski PV, et al. Importance of mesenchymal stem cells in autologous fat grafting: a systematic review of existing studies[J]. *J Plast Surg Hand Surg*, 2012, 46(2):59-68.
- [57] Tiryaki T, Findikli N, Tiryaki D. Staged stem cell-enriched tissue (SET) injections for soft tissue augmentation in hostile recipient areas: a preliminary report[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2011, 35(6):965-971.

(本文编译 夏发达, 李新营)