



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.017  
http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.017  
Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(12):1618-1622.

· 文献综述 ·

## 显微外科微血管吻合训练方法研究进展

蔡振刚<sup>1</sup> 综述 彭小伟<sup>2</sup> 审校

(1. 大连医科大学附属第一医院 乳腺外科, 辽宁 大连 116011; 2. 湖南省肿瘤医院 肿瘤整形科, 湖南 长沙 410013)

### 摘要

乳房重建技术是乳腺癌治疗的重要组成部分, 其中游离穿支皮瓣的乳房重建要求良好的显微血管吻合技术。目前显微血管吻合技术的培训包括多种多样的技能训练方法和评估体系。笔者通过相关文献回顾讨论各种方法的实用性和评估体系的客观性, 为乳腺外科医生学习与实践提供参考。

### 关键词

乳腺肿瘤; 修复外科手术; 显微外科手术; 吻合术, 外科; 综述文献  
中图分类号: R737.9

## Progress of microsurgical training methods for microvascular anastomosis

CAI Zhen'gang<sup>1</sup>, PENG Xiaowei<sup>2</sup>

(1. Department of Breast Surgery, the First Affiliated Hospital, Dalian Medical University, Dalian, Liaoning 116011, China; 2. Department of Oncoplastic Surgery, Hunan Cancer Hospital, Changsha 410013, China)

### Abstract

Breast reconstruction is an important component of breast cancer treatment, in which the breast reconstruction using free perforator flaps requires skilled surgical technique in microvascular anastomosis. At present, the microvascular anastomosis training program includes a variety of skill training methods and assessment systems. Here, the authors, based on relevant literature, review and discuss the practicability of various methods and the objectiveness of the assessments, to provide learning and practicing suggestions for breast surgeons.

### Key words

Breast Neoplasms; Reconstructive Surgical Procedures; Microsurgery; Anastomosis, Surgical; Review  
CLC number: R737.9

目前乳腺肿瘤整形技术主要包括: 体积易位和体积置换。体积易位一般应用于切除乳腺腺体体积小于乳房体积50%的乳腺癌患者, 对于切除体积大于50%的乳腺癌患者应选择体积置换技术<sup>[1]</sup>。体积置换技术是指利用自体组织进行的乳房重建, 这种重建技术能够得到最自然、最持久的美学效

果, 并且不增加肿瘤相关的不良后果<sup>[2]</sup>。在体积置换技术中, 以血管穿支皮瓣对人体的损伤程度最低<sup>[3]</sup>, 但是这类皮瓣操作复杂, 尤其是显微血管的吻合限制了这项技术的推广普及<sup>[4]</sup>。本文对近年来国内外不同培训中心的培训课程及训练方法进行了梳理总结, 以期乳腺外科医生掌握显微血管吻合技术提供有力帮助。现阶段显微外科培训, 从训练内容来分为: 理论学习, 技能训练和效果评估。

基金项目: 辽宁省科技基金资助项目(2014023019)。

收稿日期: 2016-12-27; 修订日期: 2017-10-13。

作者简介: 蔡振刚, 大连医科大学附属第一医院副主任医师, 主要从事乳房自体组织修复重建方面的研究。

通信作者: 蔡振刚, Email: 505299498@qq.com

### 1 理论学习

研究<sup>[5]</sup>认为培训准备阶段进行显微镜原理及

使用,显微器械、缝线的使用,缝合及吻合技术要点等的讲授,以及培训教师的个人经验分享,对缩短学习时间具有重要价值。随着互联网的普及,通过互联网视频授课指导训练成为新的学习途径,对比网络授课和现场授课,认为两者的教学效果是等同的。不过互联网授课具有不受场地及时间限制的优点,有利于技术普及<sup>[6]</sup>。

## 2 技能训练

### 2.1 合成材料

**2.1.1 圆盘训练工具** 是将绣花针呈环形倾斜插到清洁海绵上,直径在3~4 cm,并保证在显微镜下可见看到针眼。将8-0的缝线按顺时针依次通过针眼,同时可以训练“非利手”逆时针穿针,并且可以调节针的高度进行训练。训练目的:眼手的协调性,双手持针及持镊能力,以及多角度操作的灵活性<sup>[7]</sup>。也可以将乳胶片或纱布放置在圆盘内进行配合训练<sup>[8]</sup>。

**2.1.2 纱布训练** 主要是进一步训练缝合和打结的能力。Inoue等<sup>[9]</sup>采用20倍显微镜10-0缝线进行纱布缝合训练,具体方法是将针准确的从相邻2根纱布棉线的中心穿过,进行打结。训练“非利手”稳定的夹持纱布棉线能力,同时要求留置最短线头,最小线圈打结,并且保证尽可能小的张力下打紧线结,避免牵拉线结。然后“非利手”夹持双线,“利手”剪线,“非利手”将夹持的线交还“利手”夹持。一般20 cm的缝线可以打60~70个结,速度为10个结/7 min。最后进行“镜像”训练,也就是“非利手”进行缝合训练,这样训练的目的并不是要求在手术中使用“非利手”缝合,而是为了增强“非利手”的灵活性和稳定性。要求训练者最终打结达到20 000个,其中非利手要达到5 000个。这种纱布缝合训练不仅适合于初学者,也适用于熟练者维持手的灵活性<sup>[10]</sup>。

**2.1.3 乳胶片训练** 乳胶片一般剪取手套,可以在乳胶片上切开多个1.0 cm的切口,进行缝合打结训练<sup>[11]</sup>。临床最为常见的切口方向是水平、垂直,左上至右下,及右上至左下,在切开皮片是可以取相应角度的切口,训练不同角度的缝合技术<sup>[12]</sup>。

**2.1.4 硅胶管训练** Nobuhisa等<sup>[13]</sup>改进了硅胶管的训练方法,将外径2.0、1.0、0.5、0.3 mm硅胶管剪成长4 cm,6根硅胶管并排两端固定,先从2.0 mm开始训练吻合技术,分别进行端-端吻合、端-

侧吻合以及侧-侧吻合。随着吻合技术的提高,最后进行0.5 mm及0.3 mm的超显微吻合训练。这种硅胶管的训练工具具有阶梯式学习的优点,同时携带方便利于反复训练<sup>[14]</sup>。

应用合成材料的训练主要是培训初学者显微外科技术的基本功,如眼手配合,双手协调,显微器械的把持,应用显微器械缝合、打结,以及熟悉下一阶段血管吻合的基本知识和技能。

### 2.2 离体动物组织器官

**2.2.1 鸡腿和鸡翅** 采用带肋鸡腿进行训练,首先解剖鸡腿股动脉,连接红色染料的输液器,对股动脉进行灌注,然后分离髋关节处股动脉,在显微镜下寻找股动脉的分支及其伴行静脉,沿背侧及腹侧分离出长4~5 cm分支动脉,直径约1.0~3.0 mm,在显微镜下进行动脉端-端吻合、端-侧吻合,及动静脉间的端-侧吻合<sup>[15]</sup>。Kim等<sup>[16]</sup>利用鸡翅进行神经外科血管吻合的模拟训练,从鸡翅的近端开始解剖上臂动脉,至远端的桡侧动脉。动脉管径上臂为 $(1.3 \pm 0.2)$  mm,远端桡侧为 $(1.0 \pm 0.2)$  mm,首先进行端-侧吻合,然后进行端-端吻合训练,最后利用含有染料的盐水进行通畅性及渗漏评估。鸡翅及鸡腿具有价格低廉,可以长期冰冻保持,随时进行练习的优点<sup>[17]</sup>。

**2.2.2 猪腿和猪心** Hong等<sup>[18]</sup>利用猪的前腿进行训练,分别解剖腿部的动静脉,动脉位于腿部的腹侧中间,静脉及隐静脉则位于背侧的中间,长度11~13 cm,内径1~3 mm,远端近足部为0.5~0.8 mm。分别进行动脉及静脉的端-端吻合训练,同时近端也可以连接输液泵灌注含染料液体,观察通畅性和是否渗漏。另外,猪心的冠状动脉及其分支也适合于端-端、端-侧以及不同口径的端-端吻合训练<sup>[19]</sup>。

**2.2.3 冷冻保持血管** 大鼠或兔死亡后可以解剖出相应的血管进行冰冻保存,训练时分段取出,放置到圆盘训练工具上,进行端-端,端-侧吻合训练,也可以调节不同的深度进行模拟训练<sup>[20]</sup>。

**2.2.4 人体离体组织** 包括胎盘<sup>[21]</sup>及残肢,优点是手术中血管相似程度最高,缺点是材料获取较困难。

利用离体组织内的血管进行模拟训练,离体组织内的血管具有与人体血管相似的血管内膜及外膜结构,不仅能进行血管吻合的训练,还可练习如何解剖血管。使用离体动物组织器官训练,能够减少活体动物使用量的70%~90%<sup>[22]</sup>。应用

离体组织器官的训练主要是培训初学者的血管分离, 血管外膜剥离, 血管的吻合。在练习中更深入的理解血管吻合对针距、边距的要求, 以及对血管内膜的保护, 同时可以训练端端吻合, 端侧吻合等不同的吻合形式。

## 2.3 活体动物

**2.3.1 大鼠** 最为常用的吻合血管为鼠尾动脉, 鼠尾动脉位于鼠尾腹侧, 位置固定易于显露, 动脉粗细适当, 直径 0.3~0.8 mm 之间, 吻合难度适中, 鼠尾较长, 可以多阶段使用, 减少动物用量。吻合鼠尾远端一般需要缝合 3~4 针, 近端需要缝合 6~8 针, 直径每增加 0.1 mm, 需要加 1~2 针。缝合边距为管壁厚度 1 倍, 间距为 2 倍, 吻合口间距为 0.5 mm, 每条鼠尾可以训练 15~20 次。其次为大鼠股血管, 股动脉与股静脉及股神经自腹股沟韧带中点深筋膜下行向远端。距离腹股沟韧带 1.5~2 cm 分成腹壁浅动脉, 并向脐部走行, 在腹壁浅动脉分出后约 3 mm, 股动脉分为腓动脉和大隐动脉, 动脉与相应静脉伴行<sup>[23]</sup>。可以利用股动脉进行端-端吻合, 股动脉与股静脉行端-侧吻合, 截取部分大隐静脉进行股动脉桥式端-侧吻合。采用超显微技术进行基于腹壁浅血管的腹股沟皮瓣制作<sup>[24]</sup>。在神经外科、泌尿外科、腹部外科、血管外科等也分别构建了颈部动静脉端-端吻合或架桥吻合, 腹动脉与颈部静脉的移植吻合, 肾脏动静脉吻合, 肠系膜血管的吻合等。大鼠血管吻合模型, 不仅能在吻合后观察通畅性和渗漏情况, 而且可以长时间饲养, 观察远期的血管通畅性, 皮瓣成活情况, 能够对术后并发症进行分析, 总结成败经验<sup>[25]</sup>。

**2.3.2 猪** Bodin 等<sup>[26]</sup>利用猪进行游离穿支皮瓣的乳房重建, 皮瓣包括腹壁上动脉穿支皮瓣, 腹壁下动脉穿支皮瓣, 横形股薄肌肌皮瓣, 臀上动脉穿支皮瓣。认为除腹壁下动脉穿支皮瓣外, 其余 3 种皮瓣适合用于乳房重建的模拟训练, 这种动物模型是目前与人体乳房重建手术最为相似的。

活体动物大多采用 SD 或 Wistar 大鼠进行血管吻合训练, 猪可以进行游离皮瓣的乳房重建训练。不过近年来, 随着饲养成本升高, 训练场地受限, 以及伦理争论等问题的出现, 使用活体动物进行训练越来越受到限制<sup>[27]</sup>。应用活体动物进行训练是最为接近临床实际操作的练习模式, 除训练血管吻合外, 对穿支血管解剖和保护也能达到良好的训练效果。

总之, 显微血管吻合模拟训练材料是多种多

样的, 如何在有限的时间内, 熟练的掌握吻合技巧是目前各个培训中心探索的重点。英法美等多个学习中心<sup>[28-30]</sup>, 总结多年的教学效果, 设计了不同的学习策略, 共同的经验总结<sup>[28-30]</sup>认为应当放弃单纯的活体动物模型训练, 改为阶梯式学习方式, 这样既能提高学习效率, 又能节约学习成本, 并达到动物实验 3R 原则(减少、替代和优化)的要求<sup>[31-32]</sup>。Schöffl 等<sup>[33]</sup>将培训课程分 3 个阶段, 入门-初级-高级。入门课程针对初学者以合成材料为主, 进行显微器械使用, 眼手协调性配合及缝合打结练习; 初级课程针对具有基本显微外科技术者, 以离体组织器官为主, 练习血管的吻合; 高级课程针对能够完成血管吻合者, 以活体动物为主, 进一步完善血管吻合技术。经过 7~8 h/d, 共 2 周的培训, 均能达到训练要求。

## 3 效果评估

显微血管吻合技术与手术效果密切相关, 对于训练效果的评估需要一套客观有效的评估体系。目前常用的评估方法有: OSATS 客观构建的技术操作评估方法<sup>[34-35]</sup>, GRS 综合评估量表<sup>[36]</sup>, ICSAD 帝国大学外科评估体系<sup>[37]</sup>, Video-Modified OSATS 改良视频辅助客观构建的技术操作评估方法<sup>[38]</sup>, SMaRT 斯坦福显微外科和住院医师训练评估方法<sup>[39]</sup>、UWOMSA 西安大略大学显微技能学习/评估方法<sup>[35]</sup>、SAMS 显微外科结构评估方法等<sup>[40]</sup>。Dumestre 等<sup>[30]</sup>综合比较多种评估体系认为 ICSAD 客观性最好但是花费高, 需要借助昂贵的运动跟踪仪器, 缺乏实用性。UWOMSA, SAMS 和改良 OSATS 均兼具可靠性和实用性, 适合作为临床技能评估工具。

21 世纪乳腺癌的治疗理念由单纯的防止肿瘤复发, 转变为对肿瘤本身和患者的生理和心理需求的满足, 患者心理信心的恢复需要乳腺外科和整形外科的共同努力<sup>[41]</sup>。肿瘤整形技术正是肿瘤外科和整形外科相互交融的产物。乳腺外科医生不但有彻底根治肿瘤的责任, 更要有让患者拥有健康美丽生活的义务<sup>[42]</sup>。整形外科基本的显微血管吻合技术是乳腺外科开展乳房自体组织重建的最重要一环, 短期集中培训能够让初学者掌握基本的血管吻合技术, 但是要在临床工作中高质量的完整血管吻合, 需要长期的、坚持不懈的刻苦训练。

## 参考文献

- [1] 刘晓黎. 乳腺癌体积易位整形技术进展[J]. 医学综述, 2014, 20(8):1407-1409. doi:10.3969/j.issn.1006-2084.2014.08.022.  
Liu XL. Development of Volume Displacement Technique in Breast Cancer[J]. Medical Recapitulate, 2014, 20(8):1407-1409. doi:10.3969/j.issn.1006-2084.2014.08.022.
- [2] 陈天文, 吴昊. 穿支皮瓣在乳房重建中的应用[J]. 外科理论与实践, 2010, 15(5):468-472.  
Chen TW, Wu J. Perforator flap in breast reconstruction[J]. Journal of Surgery Concepts & Practice, 2010, 15(5):468-472.
- [3] 吕春柳, 李赞. 横行股薄肌肌皮瓣用于乳房重建25年回顾[J]. 中国美容整形外科杂志, 2017, 28(11):653-655.  
Lu CL, Li Z. Breast reconstruction with longitudinal gracilis myocutaneous flap: a 25-year review[J]. Chinese Journal of Aesthetic and Plastic Surgery, 2017, 28(11):653-655.
- [4] 司婧, 吴昊. 游离腹部皮瓣乳房重建的应用及研究进展[J]. 中国癌症杂志, 2017, 27(8):601-607. doi:10.19401/j.cnki.1007-3639.2017.08.001.  
Si J, Wu J. Research progress and application of breast reconstruction with free abdominal flap[J]. China Oncology, 2017, 27(8):601-607. doi:10.19401/j.cnki.1007-3639.2017.08.001.
- [5] Perez-Abadia G, Janko M, Pindur L, et al. Frankfurt microsurgery course: the first 175 trainees[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2017, 43(3):377-386. doi: 10.1007/s00068-016-0759-1.
- [6] Dumestre D, Yeung JK, Temple-Oberle C. Evidence-based microsurgical skill-acquisition series part I: validated microsurgical models--a systematic review[J]. J Surg Educ, 2014, 71(3):329-338. doi: 10.1016/j.jsurg.2013.09.008.
- [7] Chan WY, Figus A, Ekwobi C, et al. The 'round-the-clock' training model for assessment and warm up of microsurgical skills: a validation study[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2010, 63(8):1323-1328. doi: 10.1016/j.bjps.2009.06.027
- [8] Chan WY, Mishra A, Srinivasan J, et al. 360 degrees Microsurgical skills practice: a 'round-the-clock' training device[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2008, 61(9):1110-1101. doi: 10.1016/j.bjps.2007.10.088.
- [9] Inoue T, Tsutsumi K, Adachi S, et al. Effectiveness of suturing training with 10-0 nylon under fixed and maximum magnification (x 20) using desk type microscope[J]. Surg Neurol, 2006, 66(2):183-187.
- [10] Indo M, Tsutsumi K, Shin M. The practice of knots untying technique using a 10-0 nylon suture and gauze to cope with technical difficulties of microvascular anastomosis[J]. World Neurosurg, 2011, 75(1):87-89. doi: 10.1016/j.wneu.2010.07.030.
- [11] Oltean M, Sassu P, Hellström M, et al. The microsurgical training programme in Gothenburg, Sweden: early experiences[J]. J Plast Surg Hand Surg, 2017, 51(3):193-198. doi: 10.1080/2000656X.2016.1213735.
- [12] Cigna E, Bistoni G, Trignano E, et al. Microsurgical teaching: our experience[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2010, 63(6):e529-531. doi: 10.1016/j.bjps.2009.10.011.
- [13] Matsumura N, Hayashi N, Hamada H, et al. A newly designed training tool for microvascular anastomosis techniques: Microvascular Practice Card[J]. Surg Neurol, 2009, 71(5): 616-620. doi: 10.1016/j.surneu.2007.12.024.
- [14] Matsumura N, Horie Y, Shibata T, et al. Basic training model for supermicrosurgery: a novel practice card model[J]. J Reconstr Microsurg, 2011, 27(6):377-382. doi: 10.1055/s-0031-1281518.
- [15] Beier JP, Horch RE, Boos AM, et al. Establishment and Evaluation of a Microsurgery Course for Medical Students[J]. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2015, 47(6):400-407. doi: 10.1055/s-0041-108196.
- [16] Kim BJ, Kim ST, Jeong YG, et al. An efficient microvascular anastomosis training model based on chicken wings and simple instruments[J]. J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg, 2013, 15(1):20-25. doi: 10.7461/jcen.2013.15.1.20.
- [17] Abila AA, Uschold T, Preul MC, et al. Comparative use of turkey and chicken wing brachial artery models for microvascular anastomosis training[J]. J Neurosurg, 2011, 115(6):1231-1235. doi: 10.3171/2011.7.JNS102013.
- [18] Hong JW, Kim YS, Lee WJ, et al. Evaluation of the efficacy of microsurgical practice through time factor added protocol: microsurgical training using nonvital material[J]. J Craniofac Surg, 2010, 21(3):876-881. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181d7f2e7.
- [19] Ko JW, Lorzano A, Mirarchi AJ. Effectiveness of a microvascular surgery training curriculum for orthopaedic surgery residents[J]. J Bone Joint Surg Am, 2015, 97(11):950-955. doi: 10.2106/JBJS.N.00854.
- [20] Prunières GJ, Taleb C, Hendriks S, et al. Use of the Konnyaku Shirataki noodle as a low fidelity simulation training model for microvascular surgery in the operating theatre[J]. Chir Main, 2014, 33(2):106-111. doi: 10.1016/j.main.2013.12.003.
- [21] de Oliveira MMR, Ferrarez CE, Ramos TM, et al. Learning brain aneurysm microsurgical skills in a human placenta model: predictive validity[J]. J Neurosurg, 2017, 24:1-7. doi: 10.3171/2016.10.JNS162083. [Epub ahead of print]
- [22] Clarke NS, Price J, Boyd T, et al. Robotic-assisted microvascular surgery: skill acquisition in a rat model[J]. J Robot Surg, 2017, doi: 10.1007/s11701-017-0738-5. [Epub ahead of print]
- [23] Miyamoto S, Sakuraba M, Asano T, et al. Optimal technique for microvascular anastomosis of very small vessels: Comparative study of three techniques in a rat superficial inferior epigastric arterial flap model[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2010,

- 63(7):1196–1201. doi: 10.1016/j.bjps.2009.05.044.
- [24] Shurey S, Akelina Y, Legagneux J, et al. The rat model in microsurgery education: classical exercises and new horizons[J]. Arch Plast Surg, 2014, 41(3):201–208. doi: 10.5999/aps.2014.41.3.201.
- [25] Zhou S, Li E, He J, et al. Staged microvascular anastomosis training program for novices: transplantation of both kidneys from one rat donor[J]. Chin Med J (Engl), 2014, 127(4):712–717.
- [26] Bodin F, Diana M, Koutsomanis A, et al. Porcine model for free-flap breast reconstruction training[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2015, 68(10):1402–1409. doi: 10.1016/j.bjps.2015.06.006.
- [27] 何闻恺, 邵义祥, 闻素琴, 等. 医学动物实验与生命伦理学的冲突及缓和途径[J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(8):157–160. doi:10.3969/j.issn.1006-7167.2013.08.041.
- He WK, Shao YX, Wen SQ, et al. Mitigation Pathway for the Conflict Between Medical Animal Experiments and Bioethics[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2013, 32(8):157–160. doi:10.3969/j.issn.1006-7167.2013.08.041.
- [28] Ramachandran S, Ong YS, Chin AY, Set al. Stepwise training for reconstructive microsurgery: the journey to becoming a confident microsurgeon in singapore[J]. Arch Plast Surg, 2014, 41(3):209–212. doi: 10.5999/aps.2014.41.3.209.
- [29] Balasundaram I, Aggarwal R, Darzi LA. Development of a training curriculum for microsurgery[J]. Br J Oral Maxillofac Surg, 2010, 48(8):598–606. doi: 10.1016/j.bjoms.2009.11.010.
- [30] Dumestre D, Yeung JK, Temple-Oberle C. Evidence-based microsurgical skills acquisition series part 2: validated assessment instruments—a systematic review[J]. J Surg Educ, 2015, 72(1):80–89. doi: 10.1016/j.jsurg.2014.06.009.
- [31] 郭连英, 李骢, 贾玉杰, 等. 基于动物实验3R 理论培养医学生人文精神[J]. 医学与哲学, 2015, 36(6A):93–94.
- Guo LY, Li C, Jia YJ, et al. On Cultivating Humanistic Spirit of Medical Students Based on 3R Theory of Animal Experiments[J]. Medicine & Philosophy, 2015, 36(6A):93–94.
- [32] 杨劲松. 实验动物的福利伦理与“3R”原则[J]. 河南医学研究, 2015, 24(8):64–65. doi:10.3969/j.issn.1004-437X.2015.08.031.
- Yang JS. Welfare and ethics of experimental animals and "3R" principle [J]. Henan Medical Research, 2015, 24(8):64–65. doi:10.3969/j.issn.1004-437X.2015.08.031.
- [33] Schöffl H, Froschauer SM, Dunst KM, et al. Strategies for the reduction of live animal use in microsurgical training and education[J]. Altern Lab Anim, 2008, 36(2):153–60.
- [34] Ramachandran S, Ghanem AM, Myers SR. Assessment of microsurgery competency—where are we now?[J]. Microsurgery, 2013, 33(5):406–415. doi: 10.1002/micr.22111.
- [35] Temple CL, Ross DC. A new, validated instrument to evaluate competency in microsurgery: the University of Western Ontario Microsurgical Skills Acquisition/Assessment instrument [outcomes article][J]. Plast Reconstr Surg, 2011, 127(1):215–222. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181f95adb.
- [36] Moulton CA, Dubrowski A, Macrae H, et al. Teaching surgical skills: what kind of practice makes perfect?: a randomized, controlled trial[J]. Ann Surg, 2006, 244(3):400–409.
- [37] Grober ED, Hamstra SJ, Wanzel KR, et al. Validation of novel and objective measures of microsurgical skill: Hand-motion analysis and stereoscopic visual acuity[J]. Microsurgery, 2003, 23(4):317–322.
- [38] Ezra DG, Aggarwal R, Michaelides M, et al. Skills acquisition and assessment after a microsurgical skills course for ophthalmology residents[J]. Ophthalmology, 2009, 116(2):257–262. doi: 10.1016/j.ophtha.2008.09.038.
- [39] Satterwhite T, Son J, Carey J, et al. The Stanford Microsurgery and Resident Training (SMaRT) Scale: validation of an on-line global rating scale for technical assessment[J]. Ann Plast Surg, 2014, 72(Suppl 1):S84–88. doi: 10.1097/SAP.0000000000000139.
- [40] Chan W, Niranjana N, Ramakrishnan V. Structured assessment of microsurgery skills in the clinical setting[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2010, 63(8):1329–1334. doi: 10.1016/j.bjps.2009.06.024.
- [41] 任国胜. 乳房重建新进展[J]. 中华乳腺病杂志:电子版, 2011, 5(2):116–122. doi:10.3969/j.issn.1674-0807.2011.02.001.
- Ren GS. Latest advancement in breast reconstruction[J]. Chinese Journal of Breast Disease: Electronic Version, 2011, 5(2):116–122. doi:10.3969/j.issn.1674-0807.2011.02.001.
- [42] 周晓, 周波, 李赞, 等. 中国肿瘤整形外科的历史与现状——肿瘤外科医师有根治肿瘤的责任,更有让患者拥有健康美丽生活的义务[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2016, 22(2):85–90. doi:10.11798/j.issn.1007-1520.201602001.
- Zhou X, Zhou B, Li Z, et al. History and current situation of oncological surgery in China——Responsibility and obligation of cancer surgeons to cure tumor, and to let the patients have a healthy and beautiful life[J]. Chinese Journal of Otorhinolaryngology-skull Base Surgery, 2016, 22(2):85–90. doi:10.11798/j.issn.1007-1520.201602001.

( 本文编辑 姜晖 )

本文引用格式: 蔡振刚, 彭小伟. 显微外科微血管吻合训练方法研究进展[J]. 中国普通外科杂志, 2017, 26(12):1618–1622. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.017

Cite this article as: Cai ZG, Peng XW. Progress of microsurgical training methods for microvascular anastomosis[J]. Chin J Gen Surg, 2017, 26(12):1618–1622. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.017