

本文引用:宋兰花,侯栋,宋阳,等. 穿刺支撑吻合合法在兔股动脉血管吻合中的应用[J]. 新乡医学院学报,2022,39(5):409-413. DOI:10.7683/xyxyxb.2022.05.002.

【基础研究】

## 穿刺支撑吻合合法在兔股动脉血管吻合中的应用

宋兰花, 侯 栋, 宋 阳, 李佩洁, 薛会朝

(新乡医学院第一附属医院普外科, 河南 卫辉 453100)

**摘要:** **目的** 探讨穿刺支撑吻合合法吻合兔股动脉血管的可行性。**方法** 随机选取20只无特定病原级雄性新西兰兔,暴露并切断其双侧股动脉,按照随机原则,取一侧股动脉采用传统显微外科缝合法进行血管吻合(对照组),另一侧股动脉采用穿刺支撑吻合合法进行血管吻合(实验组)。比较2种吻合方法的血管吻合时间、血管通畅率、血管渗漏率,并于术前、血管吻合后即刻及术后3 d、7 d、2周分别应用超声血流探测仪检测2组兔血管吻合口处血流速度的最大稳定峰值(最大血流速度)。**结果** 实验组血管吻合时间为(16.35±0.64)min,对照组血管吻合时间为(25.51±0.37)min,实验组血管吻合时间显著短于对照组( $t=14.830, P<0.05$ )。实验组血管通畅率为100%(20/20),对照组血管通畅率为70%(14/20),实验组血管通畅率显著高于对照组( $\chi^2=7.059, P<0.05$ )。实验组血管渗漏率为10%(2/20),对照组血管渗漏率为35%(7/20),实验组血管渗漏率显著低于对照组( $\chi^2=5.291, P<0.05$ )。术前实验组血管最大血流速度与对照组比较差异无统计学意义( $P>0.05$ );术后即刻、术后3 d时实验组血管吻合口处最大血流速度显著大于对照组( $P<0.05$ );术后7 d及术后2周时实验组与对照组血管吻合口处最大血流速度比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论** 与传统血管吻合方法相比,穿刺支撑吻合合法吻合兔股动脉血管操作简捷,血管吻合时间短,术后血管通畅率高且渗漏率低,适合在血管吻合训练中推广应用。

**关键词:** 穿刺支撑吻合合法;血管吻合;股动脉

**中图分类号:** R616.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-7239(2022)05-0409-05

## Application of puncture bracing anastomosis in femoral artery anastomosis in rabbits

SONG Lanhua, HOU Dong, SONG Yang, LI Peijie, XUE Huichao

(Department of General Surgery, the First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Weihui 453100, Henan Province, China)

**Abstract:** **Objective** To explore the feasibility of the puncture bracing anastomosis in femoral artery anastomosis in rabbits. **Methods** Twenty specific pathogen-free male New Zealand rabbits were randomly selected, their bilateral femoral arteries were exposed and cut off. According to the principle of randomization, one side of femoral artery was anastomosed with traditional microsurgical suture (control group), and the other side of femoral artery was anastomosed with puncture bracing anastomosis (experiment group). The time of vascular anastomosis, the rate of vascular patency and the rate of vascular leakage of the two anastomosis methods were compared. The maximum stable peak value (maximum blood flow velocity) of blood flow velocity at the vascular anastomosis of rabbits in the two groups was detected by ultrasonic blood flow detector before operation, immediately after vascular anastomosis and 3 days, 7 days, 2 weeks after operation. **Results** The time of vascular anastomosis in the experiment group was (16.35±0.64) min, the time of vascular anastomosis in the control group was (25.51±0.37) min; the time of vascular anastomosis in the experiment group was significantly shorter than that in the control group ( $t=14.830, P<0.05$ ). The rate of vascular patency in the experiment group was 100% (20/20), the rate of vascular patency in the control group was 70% (14/20); the rate of vascular patency in the experiment group was significantly higher than that in the control group ( $t=7.059, P<0.05$ ). The rate of vascular leakage in the experiment group was 10% (2/20), the rate of vascular leakage in the control group was 35% (7/20); the rate of vascular leakage in the experiment group was significantly lower than that in the control group ( $t=5.291, P<0.05$ ). There was no significant difference in the maximum blood flow velocity between the experiment group and the control group before operation ( $P>0.05$ ); the maximum blood flow velocity at the anastomotic site in the experiment group was significantly higher than that in the control group immediately and 3 days after operation ( $P<0.05$ ); there was no significant difference in the maximum blood flow velocity at the anastomotic site between the experimental group and the control group at 7 days and 2 weeks after operation ( $P>0.05$ ). **Conclusion** Compared with the traditional vascular anastomosis method, the application of puncture bracing anastomosis in femoral artery anastomose in

DOI:10.7683/xyxyxb.2022.05.002

收稿日期:2021-11-16

基金项目:河南省医学科技攻关计划项目(编号:2018010014)。

作者简介:宋兰花(1991-),女,河南光山人,硕士研究生在读,住院医师,研究方向:甲状腺乳腺基础与临床。

通信作者:薛会朝(1971-),男,河南滑县人,硕士,主任医师,硕士研究生导师,研究方向:甲状腺乳腺基础与临床;E-mail:xuehuichao@126.com。

rabbit has the advantages of simple operation, short vascular anastomosis time, high postoperative vascular patency rate and low vascular leakage rate, which is suitable for popularization and application in vascular anastomosis training.

**Key words:** puncture bracing anastomosis; vascular anastomosis; femoral artery

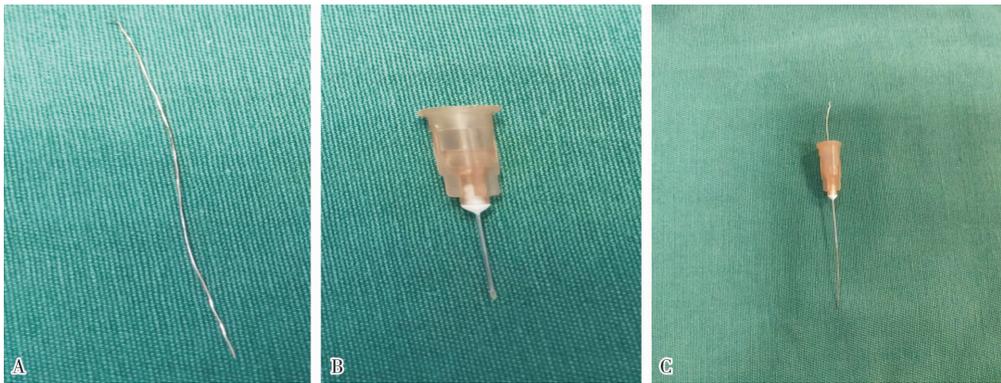
显微血管吻合技术是手足显微外科、神经外科、血管外科、乳房再造科等外科医师必备的基本技能<sup>[1]</sup>。随着医学技术进步和医疗器材的发展,各种血管吻合器广泛应用于临床,但由于血管吻合耗材的价格昂贵,手工吻合血管技术仍至关重要。传统的手工显微血管吻合技术速度慢、效率低、血管通畅性差且并发症较多。为优化传统的血管吻合技术,本研究设计了一种新的吻合小动脉的穿刺支撑吻合法,旨在降低操作难度,缩短手术时间,提高血管吻合质量,现将应用效果报告如下。

## 1 材料与方 法

**1.1 实验动物** 无特定病原(specific pathogen-free, SPF)级雄性新西兰兔 20 只,购自邳州市东方养殖有限公司[SCXK(苏)2015-0005],周龄 12~14 (13.00 ± 0.66) 周,体质量 2.0~2.5 (2.29 ± 0.16) kg。所有实验兔饲养于河南省精神病重点实验室实验动物屏障设施[SYXK(豫)2014-0005],室温 22~26 °C,相对湿度 40%~70%。兔的饲

养、手术、取材等环节均严格遵守新乡医学院第一附属医院实验动物使用与管理的有关规定,并通过新乡医学院第一附属医院伦理委员会审核批准。

**1.2 主要试剂与仪器** 30 g·L<sup>-1</sup>的苯妥英钠注射液(山西汾河制药有限公司,国药准字 H14021842),体积分数 2%利多卡因注射液(山西汾河制药有限公司,国药准字 H20140763),庆大霉素(山东华蓄公司,兽药字 163231504),中性树胶、苏木精染液、伊红染液购自中杉金桥生物技术有限公司;WD-9405B T6-VET 多普勒血管探测仪、WE-7075P 动物实验专用显微镜购自宏业医用仪器有限公司,A1600 石蜡包埋机、S3452 石蜡切片机购自美国 GE 公司,K-S3347 烤片机、P-S0071 漂片机购自德国 Leica 公司,85-3 烘箱购自上海精宏实验设备有限公司;自制穿刺器:由穿刺导丝(图 1A)及 1 mL 注射器针头(图 1B)组成,穿刺导丝为 S325 型直径 0.5 mm 铜丝(上海鑫达公司),穿刺导丝及注射器针头灭菌处理后,将导丝穿入注射器针头备用(图 1C)。



A: 穿刺导丝; B: 1 mL 注射器针头; C: 自制穿刺器。

图 1 自制穿刺器

Fig. 1 Homemade piercer

### 1.3 实验方法

**1.3.1 实验分组** 手术操作于生物洁净度十万级手术室内进行。随机取 SPF 级雄性新西兰兔 20 只,应用同一只实验兔的两侧股动脉进行对照研究,暴露并切断每只兔两侧的股动脉,随机取一侧股动脉作为对照侧(对照组),采用传统显微外科缝合法进行血管吻合;另一侧股动脉作为实验侧(实验组),采用穿刺支撑吻合法进行血管吻合。

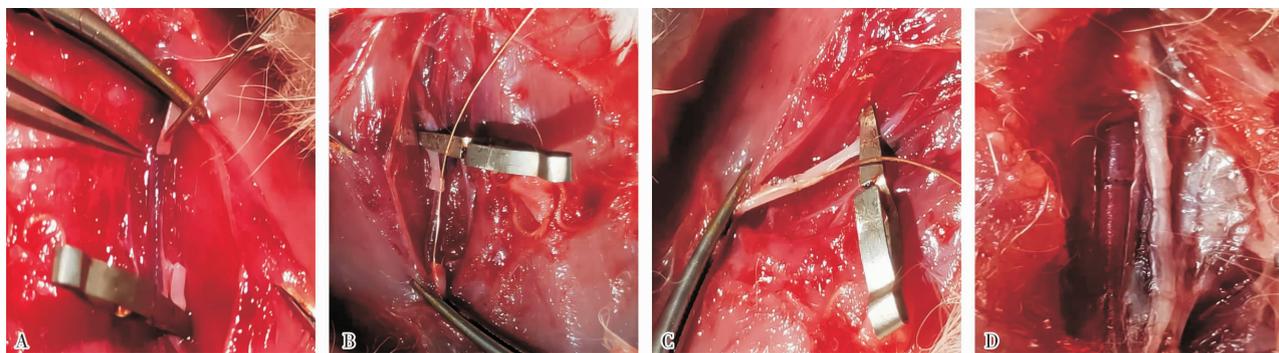
**1.3.2 血管吻合前准备** 取 30 g·L<sup>-1</sup>的苯妥英钠注射液 5 mL,5 min 内于兔一侧耳缘静脉缓慢注射完毕,取仰卧位,将实验兔的四肢拉直、与躯干呈 45°角,使兔股动脉处于松弛状态,用胶带固定,防止

兔身摆动;将兔头偏向一侧,将舌轻轻拉向一侧,防止手术中误吸;将脱毛膏涂于兔双侧腹股沟区,5 min 后用湿毛巾擦去脱落的毛发,碘伏消毒双侧腹股沟皮肤,应用多普勒血流仪探测股动脉位置并进行标志,观察股动脉血流速度并记录最大稳定峰值(最大血流速度);于标志处用体积分数 2%利多卡因 2 mL 局部浸润麻醉,调节显微镜的放大倍数和亮度,使视野清晰,备用<sup>[1]</sup>;然后纵向切开皮肤约 3 cm,分离皮下组织,触摸股动脉搏动情况,并游离出股动脉长约 3 cm,切断并结扎该段所有分支,在距腹股沟中点 1 cm 处用血管夹夹闭并垂直剪断股动脉;在显微镜视野下将离断的股动脉断口修剪整齐,

去除断口 0.3 mm 以内的血管外膜,使用  $1 \times 10^5 \text{ IU} \cdot \text{L}^{-1}$  的肝素钠盐水反复冲洗血管管腔,去除凝血块,防止离断的股动脉血管断端管腔塌陷,尽量保持管腔充盈。双侧股动脉操作方法相同。

**1.3.3 血管吻合** (1)对照组:采用传统手工吻合方法进行血管吻合。用 11/0 显微线两定点法吻合血管两断端,采用间断缝合方式,分别于 12、6、9、3、10、2、7、5 点钟等方向进针进行缝合,缝合后松开吻合口两端的止血夹,观察吻合口处是否出现漏血,如有漏血则擦干后于漏血处进行补针缝合。(2)实验组:应用显微镊轻柔牵拉股动脉断端血管外膜,将血管探针自一端血管口探入,撑起血管壁,于距血管断端 0.5 mm 血管处用已组装好的自制穿刺器刺入血管壁一侧(图 2A),继而将导丝轻柔地插入 1 mL 注

射器针头另一头避免损伤血管内膜,在注射器针头引导下将导丝插入对侧断端血管管腔内,用显微镊轻轻地将血管两边断口紧凑拉在一起,将对侧血管夹快速松开,使管腔内导丝通过,再次用血管夹夹住管腔及管腔内的导丝,从而使导丝固定在血管管腔内;用显微镊将血管两断口(吻合口)内膜向外翻并充分对合,用棉签拭干血管,用 11/0 尼龙显微缝合线间断缝合两端(图 2B、图 2C);吻合操作结束,从另一端血管壁上逆行抽出导丝,松开吻合口两端的止血夹,观察吻合口处及穿刺点处是否出现漏血,如有漏血则擦干后于漏血处进行补针缝合(图 2D)。上述过程中由指定人员分别记录 2 组血管吻合时间(从血管离断至吻合口无明显渗血的时间)、通畅性及渗漏等情况。



A: 穿刺器刺入血管壁;B: 导丝穿入两端血管腔;C: 固定导丝;D: 吻合后通畅的血管。

图 2 穿刺支撑法吻合脉动脉

Fig. 2 Puncture bracing method for anastomosis of femoral artery

**1.3.4 血管吻合后处理** 血管吻合完毕后,去除血管夹,可见吻合口两端血管迅速充盈,股动脉恢复搏动。在缝合皮肤切口前,进一步明确吻合血管情况;尽量前置吻合后的血管使其接近皮下,即在血管深层闭合分离的肌肉;术区冲洗,给予庆大霉素 8 万 U 喷洒后逐层缝闭切口,不留任何残腔;由测量员应用超声血流探测仪探测并记录两侧股动脉血流速度的最大血流速度;将术后的实验兔编号,松开固定,置于笼中继续饲养,并分别于术后 3 d、7 d 及 2 周由同一测量员测量双侧股动脉吻合口处的最大血流速度<sup>[2]</sup>,测量员不参与手术,也未被告知手术具体过程。

**1.4 统计学处理** 应用 GraphPad Prism 5 软件对数据进行统计分析。计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示,2 组间比较采用  $t$  检验;计数资料以例数和百分率表示,2 组间比较采用  $\chi^2$  检验; $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 2 组血管吻合时间、术后通畅率、渗漏率比较

实验组血管吻合时间为  $(16.35 \pm 0.64) \text{ min}$ ,对照组

血管吻合时间为  $(25.51 \pm 0.37) \text{ min}$ ;实验组血管吻合时间显著短于对照组,差异有统计学意义 ( $t = 14.830, P < 0.05$ )。实验组 20 支血管全部通畅,血管通畅率为 100% (20/20);对照组 20 支血管中有 6 支不通畅,血管通畅率为 70% (14/20);实验组血管通畅率显著高于对照组,差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 7.059, P < 0.05$ )。实验组 20 支血管中有 2 支出现渗漏,血管渗漏率为 10% (2/20);对照组 20 支血管中有 7 支出现渗漏,血管渗漏率为 35% (7/20);实验组血管渗漏率显著低于对照组,差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 5.291, P < 0.05$ )。

**2.2 2 组血管吻合前后不同时间血管最大血流速度比较** 结果见表 1。为消除对照组血管血流不通畅对实验组血管血流速度的影响、减少实验误差,将对对照组发生血管不通的 6 只实验兔剔除实验。术前实验组血管最大血流速度与对照组比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。术后即刻、术后 3 d 时,实验组血管吻合口处最大血流速度大于对照组,差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。术后 7 d 及术后 2 周时,实验组与对照组血管吻合口处最大血流速度比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表1 2组兔血管吻合前后不同时间点血管最大血流速度比较

Tab.1 Comparison of the maximum blood flow velocity of blood vessels of rabbits between the two groups at different time points before and after vascular anastomosis

组别	n	血管最大血流速度/(cm·s <sup>-1</sup> )				
		术前	术后即刻	术后3 d	术后7 d	术后2周
对照组	14	62.90 ± 7.55	54.04 ± 6.36	53.17 ± 7.40	54.73 ± 5.36	56.75 ± 6.21
实验组	14	61.75 ± 6.07	57.65 ± 7.69	56.69 ± 6.92	57.34 ± 6.21	57.01 ± 5.21
t		3.357	4.714	3.566	4.332	8.060
P		0.059	0.006	0.034	0.083	0.186

### 3 讨论

血管吻合技术是显微外科手术的基石,血管吻合质量的好坏关系到整个手术的效果,甚至决定手术的成败<sup>[3]</sup>。公认的理想血管吻合方法应具备以下4点:(1)易于掌握,便于操作;(2)较少的吻合时间;(3)尽量避免血管壁的损伤;(4)近期及远期通畅率高<sup>[4]</sup>。目前有关新型血管吻合方法的研究较多,如血管吻合器法、血管黏合剂法、组织工程血管移植、激光血管吻合等<sup>[5-6]</sup>,使血管吻合技术得到一定发展。血管吻合器法因其可以缩短血管吻合时间、减少血管损伤、降低血管危象发生率等优点<sup>[7-8]</sup>,已在临床广泛应用,但吻合器造价较高,患者往往难以负担。血管黏合剂法、组织工程血管移植、激光血管吻合等吻合方法只适用一些特定血管吻合,并未在临床中广泛应用<sup>[9-10]</sup>。而传统的手工端-端间断吻合血管技术适用于各种血管的吻合,仍是目前临床上应用最多的血管吻合方式<sup>[11-12]</sup>。但手工吻合血管难度较大,对医师自身素质要求高,医师成长周期较长<sup>[13]</sup>。既往对手工吻合血管方法已有较广泛研究,已有的主要吻合方法包括两定点或三定点血管间断吻合法、连续缝合法、褥式缝合法、等距对称分叶吻合法、插入式套接法血管吻合、一次性硬膜外导管插入法等<sup>[14-17]</sup>。虽然这些血管吻合方法缩短了血管吻合时间,提高了血管吻合质量,但是用于吻合直径1~2 mm的血管时,血管吻合口不通畅甚至血管闭塞的不良事件发生率依然较高,其主要原因可能包括:(1)微血管断端对合不整齐,吻合口处血流阻力增加,促使血管腔内血小板沉积、血栓形成,进而阻塞微血管;(2)自微血管腔外向内进针时误缝对侧管壁,造成血管狭窄或栓塞;(3)反复进针增加对微血管管壁特别是血管内膜的洞穿性损伤,促进吻合口炎症反应以及瘢痕增生等发生,导致微血管狭窄。

在临床中,熟练掌握吻合直径1~2 mm小血管的显微吻合技术需要较长时间的练习<sup>[18-19]</sup>。正确、高效的血管吻合训练方式对于初学微血管吻合的外科医生至关重要。本研究的目的是在传统血管吻合方式基础上设计一种简单有效的吻合方法,以解决

初学者在吻合直径1~2 mm小血管中遇到的技术难题。本研究结果显示,实验组血管吻合时间短于对照组,血管通畅率高于对照组,渗漏率低于对照组,提示穿刺支撑吻合法较传统手工吻合方法具有缩短手术吻合时间、保障血管通畅和减少血管渗漏的优势。以往研究发现,血管吻合术后易在术后24~72 h发生血管危象<sup>[20]</sup>;本研究结果显示,实验组兔在术后即刻和术后3 d时血管吻合口处的最大血流速度均大于对照组,表明实验组的血管吻合方法对血流速度的影响小于对照组;术后第3天时,2组兔血管吻合口处最大血流速度最小,但术后3 d时实验组兔血管吻合口最大血流速度大于对照组,考虑是由于实验组和对照组兔的血管均在术后第3天时损伤最严重,且对照组兔的血管损伤较实验组损伤更严重所致。实验组和对照组血管吻合口最大血流速在术后7 d和术后2周时比较差异无统计学意义,提示2组血管术后7 d以后恢复效果相当,对血流速度的影响无显著差异。以上结果提示,穿刺支撑吻合法应用于兔股动脉血管吻合可显著提高血管通畅率,减少缝合时间,术后血管的血流状态与传统的显微缝合吻合法相当,且术后血管的渗漏率低,分析其原因,穿刺支撑吻合法使用导丝支撑吻合血管的管腔,可确保在进行吻合时血管管腔的切缘对合整齐,有利于把握针距、边距距离,使血管吻合后渗漏减少,提高了血管吻合成功率,降低了血管吻合难度;穿刺支撑吻合法在血管吻合时有导丝在血管腔内做支撑,吻合后将导丝直接抽离,无异物残留在血管腔内,对血管内膜损伤较小,吻合时间短,操作简捷,易掌握,适用于初学者。

综上所述,应用穿刺支撑吻合法吻合兔股动脉较传统的血管吻合方法操作简捷,血管吻合时间短,术后血管通畅率高且渗漏率低,适合在临床血管吻合训练中推广应用。

### 参考文献:

- [1] 关键斌,仇永锋,杨利学,等.水蛭素术区局部外用对兔股动脉切断吻合术后吻合端病理组织学及肢体远端血流的影响[J].河北中医,2020,42(2):258-263.  
GUAN J B, QIU Y F, YANG L X, et al. Effect of localexternal application of hirudin on the physiopathology and blood flow of the

- distal extremity after femoral artery resection and anastomosis in rabbits[J]. *Hebei J TCM*, 2020, 42(2): 258-263.
- [2] 常兴华, 夏冬雪, 李仕国. 螺旋针支撑下粘合法吻合兔股动脉的实验研究[C]. 中华医学会显微外科学分会显微骨修复研讨会论文集, 2011: 315-326.
- CHANG X H, XIA D X, LI S G. The research of medical adhesive glue method for rabbit femoral arterial anastomosis internally supported by spiral-pin [C]. Proceedings of the Microsurgery Symposium of the Chinese Medical Association Microsurgery Branch, 2011: 315-326.
- [3] 罗廷泽, 邱超, 夏琰, 等. 可吸收形状记忆套管用于大鼠腹主动脉无缝线吻合的实验研究[J]. 医学研究杂志, 2019, 48(2): 22-28.
- LUO T Z, QIU C, XIA Y, et al. Experimental study on absorbable shape memory sleeves used for anastomosis of rat abdominal aorta [J]. *J Med Res*, 2019, 48(2): 22-28.
- [4] KUNDAKTEPE B P, DURGUN A V, GÖKSOY E, et al. Sequential analysis of single-center experience of living donor kidney transplants with several vascular anastomosis techniques [J]. *Turk J Med Sci*, 2021, 51(3): 1439-1447.
- [5] AIZAWA T, KUWABARA M, KUBO S, et al. Sutureless microvascular anastomosis using intravascular stenting and cyanoacrylate adhesive[J]. *J Reconstr Microsurg*, 2018, 34(1): 8-12.
- [6] 罗平, 甘干达, 蒋钦柏. 微血管吻合器在股前外侧游离皮瓣修复下肢软组织缺损的临床应用研究[J]. 创伤外科杂志, 2021, 23(1): 48-52.
- LUO P, GAN G D, JIANG Q B. Clinical application of microvascular stapler in repairing soft tissue defects of lower extremity with free anterolateral femoral flap[J]. *J Traum Surg*, 2021, 23(1): 48-52.
- [7] 郭宏波, 宦玮, 尹任其, 等. 血管吻合技术的研究进展和应用现状[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2021, 7(7): 845-850.
- GUO H B, HUAN W, YIN R Q, et al. Advances and application of vascular anastomosis technology[J]. *J Vas End Surg*, 2021, 7(7): 845-850.
- [8] 廖圣恺, 李孝亮, 陈永锋, 等. 微血管吻合器在股前外侧皮瓣修复口腔癌术后缺损中的应用[J]. 长治学院学报, 2021, 35(4): 279-282.
- LIAO S K, LI X L, CHEN Y F, et al. Application of microvascular stapler in repairing postoperative defect of oral cancer with anterolateral thigh flap[J]. *J Changzhi Univ*, 2021, 35(4): 279-282.
- [9] 吴屹冰, 任甜甜, 王扬, 等. 微血管吻合工具与技术的研究进展[J]. 中华整形外科杂志, 2018, 34(9): 781-784.
- WU Y B, REN T T, WANG Y, et al. Research progress on the tools and techniques of microvascular anastomosis [J]. *Chin J Plast Surg*, 2018, 34(9): 781-784.
- [10] 文星, 胡雪飞, 王永飞, 等. 显微血管吻合方法研究进展[J]. 湘南学院学报(医学版), 2016, 18(3): 68-72.
- WEN X, HU X F, WANG Y F, et al. Research progress of microvascular anastomosis method [J]. *J Xiangnan Univ (Med Sci)*, 2016, 18(3): 68-72.
- [11] 何雯婷. 超级显微外科血管吻合训练模型的进展[J]. 中华显微外科杂志, 2021, 44(3): 353-355.
- HE W T. Advances in super-microsurgery vascular anastomosis training models [J]. *Chin J Microsurg*, 2021, 44(3): 353-355.
- [12] 王自锋, 关术, 林广宜, 等. 改良式套入法在断指再植中的临床应用与疗效分析[J]. 当代医学, 2021, 27(32): 137-138.
- WANG Z F, GUAN S, LIN G Y, et al. Clinical application and curative effect analysis of modified intubation method in replantation of severed fingers [J]. *Contemp Med*, 2021, 27(32): 137-138.
- [13] 张威, 孙明, 朱爱祥, 等. 显微外科缝合技术训练在培养带教专科医生中的意义[J]. 中国社区医师, 2020, 36(27): 187-188.
- ZHANG W, SUN M, ZHU A X, et al. Significance of microsurgical suture training in training of teaching specialist [J]. *Chin Commun Phys*, 2020, 36(27): 187-188.
- [14] 吴召森, 侯建玺, 谢书强, 等. 三定点和四定点褥式外翻血管吻合法在断指(肢)再植中的应用[J]. 中华显微外科杂志, 2019, 42(1): 75-77.
- WU Z S, HOU J X, XIE S Q, et al. Application of three-point and four-point mattress valgus vascular anastomosis in replantation of severed fingers (limbs) [J]. *Chin J Microsurg*, 2019, 42(1): 75-77.
- [15] 李永, 黄玉鹏, 刘明军. 四种小血管吻合方法动物实验比较研究[J]. 河南医学研究, 2016, 25(11): 1930-1932.
- LI Y, HUANG Y P, LIU M J. Comparative study of four kinds of small vessel anastomosis methods in animal experiment [J]. *Henan Med Res*, 2016, 25(11): 1930-1932.
- [16] 彭云, 黄文贤, 江盼. 血管吻合技术研究进展和应用现状[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2020, 6(3): 270-274.
- PENG Y, HUANG W X, JIANG P. Progress and application status of vascular anastomosis technology [J]. *J Vas Endovascular Surg*, 2020, 6(3): 270-274.
- [17] LI X M, HUANG L, LI L, et al. Biomimetic dual-oriented/bilayered electrospun scaffold for vascular tissue engineering [J]. *J Biomater Sci Polym Ed*, 2020, 31(4): 439-455.
- [18] 于芷哈, 苏晓玮, 李敏, 等. 医用胶黏合法吻合兔细小血管的实验研究[J]. 组织工程与重建外科杂志, 2020, 16(4): 277-279, 283.
- YU Z H, SU X W, LI M, et al. Experimental study arteriolar anastomosis with medical adhesive method in rabbits [J]. *J Tiss Eng Rec Surg*, 2020, 16(4): 277-279, 283.
- [19] 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.
- CAI Z G, PENG X W. Progress of microsurgical training methods for microvascular anastomosis [J]. *Chin J Gen Surg*, 2017, 26(12): 1618-1622.
- [20] 朱亚静, 赵凤娥, 关秀琼. 断指再植术后血管危象的预防及处理研究进展[J]. 实用临床护理学杂志, 2018, 3(35): 141, 147.
- ZHU Y J, ZHAO F E, GUAN X Q. Research progress on the prevention and treatment of vascular crisis after replantation of severed fingers [J]. *J Clin Nur Pract*, 2018, 3(35): 141, 147.

(本文编辑:李胜利)