·临床教学·

不同培训方式在显微外科血管吻合培训中的比较

景金珠　梁震　张萌　郭文峰　张威　闫国强　相磊
首都医科大学附属北京积水潭医院/北京市创伤骨科研究所动物实验室，北京 100035
通信作者：相磊，Email：xianglei-322@163.com

【摘要】 目的　比较不同培训方式在显微外科血管吻合培训中的优缺点及培训成本差异，为建立系统化的培训形式、提高临床医师的显微外科技能和临床水平提供基础。**方法**　受训医师来自各基层医院及国外医院来华交流团体，本研究随机选取2018至2023年几组数据统计。显微外科血管吻合培训共10 d，其中1 d为理论学习，9 d为实操训练。培训医师共48人，分为A、B、C 3组，每组16人。A组单人操作；B组双人配合操作；C组前4 d双人配合操作，后5 d单人操作。应用软件GraphPad Prism 8.3.0单因素方差分析各组间吻合血管时间与吻合血管数量差异，$P<0.05$说明变量数据中存在具有统计学意义的显著性差异。统计3种培训方式的成本支出情况并对培训人员开展问卷调查。**结果**　3组血管吻合培训方式随培训日程的进行，吻合速度与吻合数量均呈逐渐升高的趋势。单根血管吻合时间A1 d与B1 d（$P=0.335$）、A1 d与C1 d（$P=0.064$）相比差异无统计学意义，其他时间差异均有统计学意义（$P<0.05$）；B1 d与C1 d（$P=0.196$）、B3 d与C3 d（$P=0.115$）血管吻合时间差异无统计学意义，第5、7、9天差异均有统计学意义（$P<0.05$）。吻合断端数量A1 d与B1 d（$P=0.081$）、A3 d与B3 d（$P=0.160$）、B1 d与C1 d（$P=0.695$）、B3 d与C3 d（$P=0.520$）差异无统计学意义，第5、7、9天差异均有统计学意义（$P<0.05$）；A1 d与C1 d（$P=0.123$）吻合血管的数量差异无统计学意义，其他时间差异均有统计学意义（$P<0.05$）。培训成本方面，A组最高，B组最低，C组介于两者之间。培训问卷调查显示，日常工作中应用此项技术的比例为100.00%（48/48），希望不定期参加此项技术培训的医师比例为100.00%（48/48），就职机构没有培训条件的比例为37.50%（18/48），缺乏必要的仪器设备的比例为35.42%（17/48），实验动物不好获取的比例为68.75%（33/48），因缺少实验动物麻醉、保定、安乐死等动物实验技术而无法开展相关培训的比例为91.67%（44/48），显微外科血管吻合培训存在较大的社会需求。**结论**　3种培训方式相比各有优缺点，A种方式适用于小范围培训；B种方式适用于经费充足、人员基数大、使用频率高的培训；C种方式是显微外科血管吻合培训的最优选择，既能训练血管吻合术全流程，也能训练协作配合吻合术。

【关键词】 显微外科；　血管吻合；　培训方式；　实验动物
【中图分类号】 R319
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230724-01604

Comparison of different training methods for microsurgical vascular anastomosis

Jing Jinzhu, Liang Zhen, Zhang Meng, Guo Wenfeng, Zhang Wei, Yan Guoqiang, Xiang Lei
Animal Laboratory of Beijing Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100035, China
Corresponding author: Xiang lei, Email: xianglei-322@163.com

【Abstract】 Objective　To compare the advantages and disadvantages and training costs of different training methods for microsurgical vascular anastomosis, and to provide a basis for establishing a systematic training model and improving surgeons microsurgical skills and clinical competence. **Methods**　Doctors came from various primary hospitals and exchange groups from foreign hospitals to China, and several groups of data statistics from 2018-2023 were randomly selected for this study. The microsurgical vascular anastomosis training lasted 10 days, including 1 day of theoretical study and 9 days of practical training. A total of 48 doctors were equally divided into group A (one-person operation), group B (two-person

cooperation), and group C (two-person cooperation in the first four days and one-person operation in the last five days). The differences in anastomosis time and number of anastomoses between the groups were analysed by one-way ANOVA using the software GraphPad Prism 8.3.0, with $P<0.05$ indicating that there were statistically significant differences in the variable data. The cost of the three training methods was investigated, and a questionnaire survey of the trainees was conducted. **Results** For all the three groups, the speed of anastomosis and the number of anastomoses increased with the course of training. The duration of single-vessel anastomosis was significantly different between groups A and B as well as between groups A and C at all time points except on day 1 (A1 d vs. B1 d, $P=0.335$; A1 d vs. C1 d, $P=0.064$; $P<0.05$ for all the other time points); groups B and C showed no significant differences on day 1 ($P=0.196$) and day 3 ($P=0.115$) but had significant differences on days 5, 7, and 9 (all $P<0.05$) in the duration of anastomosis. The number of anastomoses was not significantly different between A1 d and B1 d ($P=0.081$), between A3 d and B3 d ($P=0.160$), between B1 d and C1 d ($P=0.695$), between B3 d and C3 d ($P=0.520$), and between A1 d and C1 d ($P=0.123$), with significant differences at the other time points (all $P<0.05$). The training costs were group A > group C > group B. The training questionnaire showed that the proportion of trainees who applied this technique in their daily work was 100.00% (48/48), the proportion of those who wished to participate in the training of this technique occasionally was 100.00% (48/48), the proportion of participants whose institutions had no relevant training conditions was 37.50% (18/48), the proportion of those whose institutions lacked necessary instruments and equipment was 35.42% (17/48), the proportion of those who had difficulties in access to laboratory animals was 68.75% (33/48), and the proportion of inability to carry out relevant training due to the lack of animal experimentation techniques such as anesthesia, preservation, and euthanasia was 91.67% (44/48), indicating that there is a great need for microsurgical vascular anastomosis training. **Conclusions** The three training modes have their own advantages and disadvantages. The A mode is suitable for small-scale training. The B mode is suitable for training with adequate funds, a large number of personnel, and a high use frequency. The C mode is the best choice for microsurgical vascular anastomosis training, in which trainees can not only practice the whole vascular anastomosis process but also cooperative skills for anastomosis.

【Key words】 Microsurgery;　Vascular anastomosis;　Training method;　Laboratory animals

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230724-01604

显微外科技术是外科的重要组成部分，是指在手术放大镜或手术显微镜下，借助精细的手术器械进行手术操作的一种外科手术技术，该技术的出现促进了整个外科学的飞速发展[1]。1960年首次报道了小血管吻合技术[2]，为显微外科的发展奠定了基础。作为一项基本的临床技能，显微外科已经广泛应用到骨外科、神经外科、血管外科、手外科、整形美容外科等多个外科领域，现已经发展成为一门独立的三级学科，是外科医师的必备操作技能[3-5]。开展显微外科技能培训是适应临床快速发展需求，培养高水平、技能型外科人才的有效措施。国内外许多大型医疗中心举办了多种显微外科操作培训班。北京市创伤骨科研究所动物室的显微外科血管吻合培训班从20世纪80年代开始，初期旨在培养北京积水潭医院手外科的人才和进行梯队建设，而后逐步获得全国甚至国外诸多学科同仁的认可。针对受训医师的参训时间、培训费用、技能基础的差异，不同培训方式所达到的培训效果及产生的培训成本存在差异。本研究以大鼠作为实验动物，采取理论与实际相结合的方式开展。培训医师先通过集中观看视频的方式学习各类显微外科相关理论知识；再由手外科临床经验丰富的主任医师进行面对面答疑；最后进行活体动物实操训练。本研究收集、分析、比较了来自不同机构的医师参加显微外科血管吻合3种培训方式的血管吻合速度、断端吻合数量及培训成本之间的差异，并在培训结束后开展了问卷调查。所得结果能够为基层医院开展相关专业医师的培训，选择、建立规范的培训课程提供参考。

1　对象与方法

1.1　实验动物

8周龄SD大鼠（sprague-dawley rats）328只，雌雄不限，体质量（250.0 ± 20.0）g，购于斯贝福（北京）生物技术有限公司[SCXK（京）2019-0010]。动物实验

场所为北京积水潭医院北京市创伤骨科研究所动物室[SYXK(京)2017-0035]。本项实验得到北京市创伤骨科研究所实验动物福利伦理委员会的批准(批文号:积伦动审字第 202112-02 号),并在其监督、指导下进行。

1.2　仪器与试剂

四目体视显微镜(上海医疗器械);双目体视显微镜(XTJ-4624);显微外科手术器械(宁波市成和显微器械厂);11/0 显微缝合带针线(宁波医用缝针有限公司);生理盐水;肝素钠;戊巴比妥钠。

1.3　实验方法

1.3.1　实验分组

48 名受训医师均为医院进修医师,受训医师来自各基层医院及国外医院来华交流团体,本研究随机选取 2018 至 2023 年几组数据统计。其中 1 人来自巴基斯坦国,47 人来自国内省、市、自治区三级和二级医院。48 人共分为 A、B、C 3 组,每组 16 人。A 组单人操作,每天每人用大鼠 1 只,共计培训 9 d;B 组双人配合操作,每天每 2 人用大鼠 1 只,培训 9 d;C 组前 4 d 双人配合操作,每天每 2 人用大鼠 1 只,后 5 d 单人操作,每天每人用大鼠 1 只,培训 9 d。实验期间记录 3 组培训方式下血管吻合速度、断端吻合数量及培训成本之间的差异,培训结束进行培训问卷调查。

1.3.2　实验方法

培训第 1 天所有医师进行理论学习与视频观摩后,练习显微镜下纱布缝合与打结等操作。培训的第 2 天至第 10 天进行大鼠尾动、静脉血管吻合练习。实际操作日,使用体积分数为 3.00% 的戊巴比妥钠,腹腔注射麻醉大鼠,剂量为 50~60 mg/kg,手术期间追加量 25 mg/kg 腹腔注射以维持麻醉。大鼠麻醉后,仰卧保定、备皮、消毒、铺巾,医师在显微镜下进行尾部血管吻合操作。在培训结束当天,对大鼠进行腹腔注射 3.00% 戊巴比妥钠 150 mg/kg,以实施安乐死。

1.4　统计学方法

应用软件 GraphPad Prism 8.3.0 单因素方差分析各组间吻合血管时间与吻合血管数量差异,$P<0.05$ 说明变量数据中存在具有统计学意义的显著性差异。

2　结果

2.1　单根血管吻合时间比较

图 1 显示 3 组血管吻合培训方式随培训日程的进行,吻合速度与吻合质量均呈逐渐升高的趋势。在 9 d 的实操过程中,A 组血管吻合时长均高于 B、C 两组;A 组与 B 组相比在第 1 天($P=0.335$)吻合时间差异无统计学意义,其他时间差异有统计学意义($P<0.05$);A 组与 C 组相比第 1 天($P=0.064$)血管吻合时间差异无统计学意义,其他时间差异有统计学意义($P<0.05$);B 组与 C 组相比第 1 天($P=0.196$)与第 3 天($P=0.115$)血管吻合时间差异无统计学意义,后 3 个时间点差异有统计学意义($P<0.05$)。

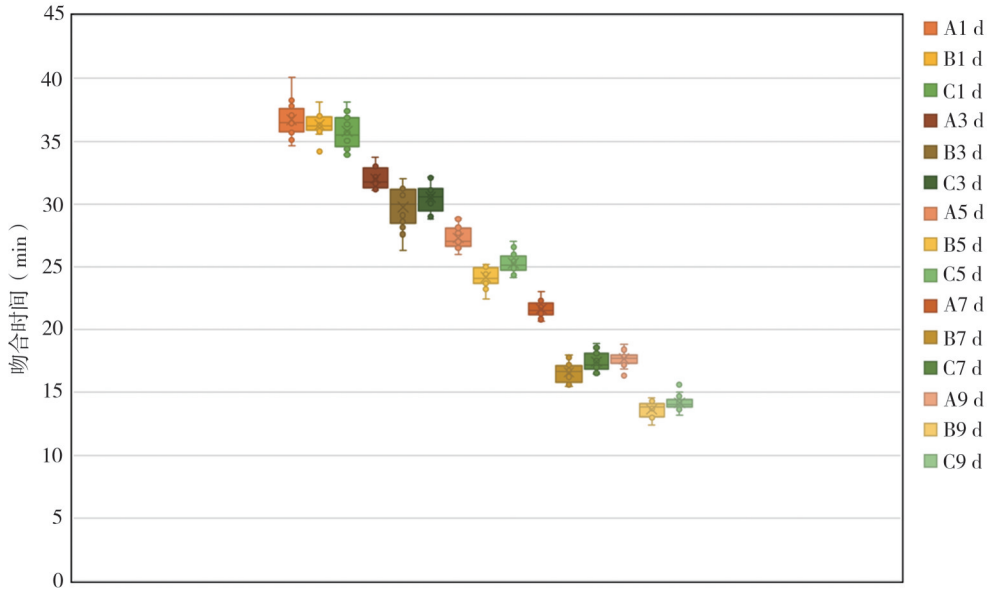


图 1　3 组血管吻合方式血管吻合时间比较

2.2　吻合断端数量比较

图 2 显示 3 组血管吻合培训方式随培训日程的进行，血管吻合数量均呈逐渐增多的趋势。在 9 d 的实操过程中，A 组与 B 组相比在第 1 天（P=0.081）与第 3 天（P=0.160）吻合血管的数量差异无统计学意义，其他时间差异有统计学意义（P<0.05）；A 组与 C 组相比在第 1 天（P=0.123）吻合血管的数量差异无统计学意义，其他时间差异有统计学意义（P<0.05）；B 组与 C 组相比在第 1 天（P=0.695）、第 3 天（P=0.520）吻合血管的数量差异无统计学意义，其他时间差异有统计学意义（P<0.05）。

2.3　培训成本的比较

在显微外科血管吻合培训中，A 组使用的动物数量最多，因此涉及的动物购买费和饲养费成本最高。相比之下，B 组的实验动物成本最低，而 C 组的动物费用和饲养成本则介于 A 组和 B 组之间（表 1）。在仪器设备方面，B 组和 C 组所使用的四目体视显微镜价格比 A 组所使用的双目体视显微镜更为昂贵。

2.4　培训问卷调查

培训医师调查问卷中表明，日常工作中应用此项技术的比例为 100.00%（48/48），希望不定期参加此项技术培训的医师比例为 100.00%（48/48），就职机构没有培训条件的比例为 37.50%（18/48），缺乏必要的仪器设备的比例为 35.42%（17/48），实验动物不好获取的比例为 68.75%（33/48），因缺少实验动物麻醉、保定、安乐死等动物实验技术而无法开展相关培训的比例为 91.67%（44/48）（表 2）。

表 1　实验动物成本

组别	实验动物（60 元/只）	饲养管理费 [2 元/（只·d）]	总费用（元）
A 组	8 640	1 440	10 080
B 组	4 320	720	5 040
C 组	6 720	1 280	8 000

注：实验动物与饲养管理费用参考北京市创伤骨科研究所收费标准，各单位收费标准可能存在差异。

3　讨论

近些年，显微外科技术中血管吻合器械的发明、创新、评估与改良[6]不断发展，且探索出了丰富多样的血管缝合方法[7]。在显微外科操作中各类缝合线与黏合剂[8]不断涌现，但手工间断缝合仍是目前显微外科学公认的血管吻合金标准。Onoda 和 Masahito[9]认为，不同于普通外科手术，显微外科手术即使在有经验的医师指导下，一位新手也难以一

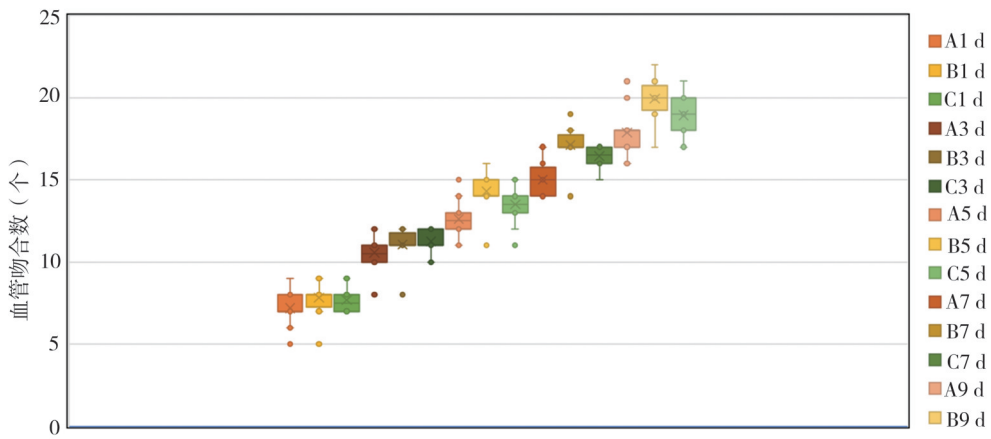


图 2　3 组血管吻合方式吻合血管数量比较

表 2　显微外科血管吻合培训问卷调查[例（%）]

项目	A 组（n=16）	B 组（n=16）	C 组（n=16）	合计（n=48）
日常工作中应用此项技术	16（100.00）	16（100.00）	16（100.00）	48（100.00）
希望不定期参加此项技术培训	16（100.00）	16（100.00）	16（100.00）	48（100.00）
就职机构没有培训条件	8（50.00）	5（31.25）	5（31.25）	18（37.50）
缺乏必要的仪器设备	5（31.25）	5（31.25）	7（43.75）	17（35.42）
实验动物不好获取	10（62.50）	11（68.75）	12（75.00）	33（68.75）
因缺少实验动物麻醉、保定、安乐死等动物实验技术而无法开展相关培训	15（93.75）	15（93.75）	14（87.50）	44（91.67）

开始就顺利完成。临床医师能否掌握显微外科缝合的稳、准、轻、巧操作技能，是显微外科手术的基础。显微外科培训是将显微操作技术从理论向临床转化的重要桥梁。

3.1 显微外科培训存在较大的社会需求

问卷调查发现：①我国各地医疗资源分配不均，基层医院由于培训场地与仪器设备的限制，缺乏显微外科培训平台。②我国动物实验管理采取的是行政许可制度，基层医院没有获得动物实验运行的相关资质，动物饲养、麻醉、手术、安乐死等动物实验技术匮乏。③显微操作技术的维持与提高是临床医师的迫切需求。单纯依赖临床手术量获得的技术积累，周期长，效率低。国外研究表明，仅对神经外科住院医师的分析就发现，40.00% 的外科医师认为显微外科培训不足。在外科医师的调研中，发现 70.00% 的医师没有接受过显微外科培训[10]。Pons 和 Tang [11]也指出，对所有显微外科医师来说，专业的集中培训是该项技术成长的重要组成部分。

3.2 大鼠是显微外科培训的理想动物

血管吻合是显微外科操作的重要组成部分，用于血管吻合培训的材料种类多样，包括非动物类、动物、人及机器人系统，它们各自有其独特的特点[12]。在培训实操过程中常用的纱布、橡胶手套及一次性头皮针管并不能完全模拟人体血管柔韧性等生理特点，活体实验动物仍是显微外科血管吻合应用最为广泛的模型。既往研究表明，大鼠股、颈动静脉广泛应用于显微外科血管吻合培训，已成为显微外科培训中的常用模型动物[13-14]。大鼠是显微外科血管吻合培训的模式动物的最佳选择。其尾部血管距离长（从尾根至尾端），可进行多节段血管吻合；其尾动静脉表浅，便于游离和操作；其尾部血管直径为 0.1~1.1 cm，能够满足医学显微手术中血管直径大多在 0.3~1.5 cm 范围内的需求。因此，在本研究中选择大鼠作为显微外科血管吻合培训的模式动物。

3.3 培训周期 1 至 2 周可达到良好效果

在单根血管吻合时间及断端吻合数量的比较方面显示，随着培训进程，前期都有很大程度提高，但在第 7~9 天增长幅度趋于平缓。这表明经过 1 周的培训，学员已基本掌握了显微外科血管吻合的操作要领，因此建议培训周期可以考虑 1 周时间。如法兰克福显微外科培训为 5 d，专门培训动静脉的不同吻合方式，取得了良好的效果[15]。本次培训最初的时长为 4 周，现已优化为 2 周。在第 2 周，学员们巩固了技术要领，并取得了良好的培训效果。

3.4 不同规模的机构应建立不同的培训模式

各组数据分析显示：①比较培训成本后发现，B 组的实验动物与饲养成本最低，更符合实验动物减少、替代、优化的 3R 原则。四目体视显微镜价格昂贵，需专业人员进行光学系统维护与维修。②单根血管吻合时间及断端吻合数量差异性比较显示，在培训的后期差异均有统计学意义。这表明双人操作的培训方式可以更快地提高技能，能够训练学员之间的协作能力，可以实现一对一精细动作教学，大大提高血管吻合效率，有助于训练主刀与助手互换身份，全面掌握显微外科技能；单人操作能够熟悉血管吻合全流程；前期双人后期单人操作的培训方式，既训练了血管吻合各要点，又锻炼了双人协作能力。③对培训规模较小，专业人员相对不足的单位，单人操作训练方式占有优势；对经费充足，专业人员基数大，培训频率高，而且有专门的动物实验部门的单位，前期双人后期单人操作的培训方式是最优选择；对以研究生教学为主要目的单位，可以建立双人协同操作的培训方式，如能配备带投屏系统的四目体视显微镜则能够取得更为理想的培训效果。

综上所述，随着显微外科培训平台的规范化建设、培训规模的日益扩大及新型培训形式的不断涌现，显微外科技术培训必将推动临床显微操作技术水平的提高，为临床手术诊疗提供有力的支撑。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　景金珠：项目设计、撰写论文、统计分析；梁震、张萌、郭文峰、张威、闫国强：方案优化、项目实施；相磊：项目指导、凝练主要观点

参考文献

[1] 裴国献. 中国显微外科 50 年[J]. 中华显微外科杂志, 2013, 36(1): 4-6. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2013.01.002.

[2] Jacobson JH, Suarez EL. Microsurgery in anastomosis of small vessels [J]. Surg Forum, 1960, 11(2): 243-245.

[3] Padilla L, Argüero R, Di Silvio M, et al. Vascular microsurgery course: 40 years at the Centro Médico Nacional 20 de Noviembre (ISSSTE) and 33 years at the Faculty of Medicine of the UNAM [J]. Cir Cir, 2018, 86(2): 196-203. DOI: 10.24875/CIRU.M18000023.

[4] 谈伟强, 胡艳艳, 张丁叮, 等. 针对临床医生开展显微外科技术培训的探索与实践[J]. 中国继续医学教育, 2018, 10(26): 5-7. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2018.26.003.