the evaluation of the intraoperative graft patency with real color charge-coupled device camera system: an advanced device for simultaneous capturing of color and near-infrared images during coronary artery bypass graft[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2009, 9(2): 150 – 154.

[4] Jang I K. Near infrared spectroscopy: another toy or indispensible diagnostic tool? [J]. Circ Cardiovasc Interv, 2012, 5(1): 10 – 11.

[5] Truijen J, Kim Y S, Krediet C T, *et al*. Orthostatic leg blood volume changes assessed by near-infrared spectroscopy [J]. Exp Physiol, 2012, 97(3): 353 – 361.

[6] 陈丽华, 林峰. 近红外线在临床医学应用中的研究进展[J]. 现代临床医学, 2010, 36(1):11 – 12.

[7] 袁圣付, 罗威, 钟炜, 等. 中、远红外双波段激光器的性能优化[J]. 红外与毫米波学报, 2013, 32(5): 404 – 407.

(**收稿**:2014-06-25;**修回**:2014-09-19)

(编辑 栾 嘉)

短篇论著

文章编号:1000-5404(2014)23-2418-03

颅内颈动脉高流量血管搭桥手术训练模型的构建

马 琳,黄 楹,张祥茂 (300060 天津,天津市环湖医院神经外科)

[**摘要**] **目的** 构建颅内颈动脉高流量血管搭桥手术模型,搭建训练平台。**方法** 成人头颅湿标本9具,利用猪前臂动脉代替移植血管,建立颈内动脉-大脑中动脉血管移植高流量分流手术模型。6名既往无血管吻合经验的住院医师,对本实验模型进行时长不同的显微血管吻合训练后,利用自制的血管吻合难度调节装置进行血管吻合,吻合完成后,即刻解剖观察内膜,了解吻合口通畅情况。**结果** 6名住院医师进行了总共18侧36处血管吻合,随着难度的升高,血管吻合所用时间延长,通畅率呈下降趋势。**结论** 利用猪前臂动脉代替移植血管,建立颈内动脉-大脑中动脉血管移植高流量分流手术模型,与传统的显微血管吻合训练模型相比较,具有材料相似、更真实模拟术中情况、移植血管获取方便、手术难度可调节等优点。

[**关键词**] 颅内外血管;高流量;血管搭桥;血管吻合;模型

[**中图法分类号**] R-332; R651.12 [**文献标志码**] A

随着神经外科医师手术技巧的提高及术中脑血管显影技术的普及,颅内外高流量血管搭桥已经逐渐成为能够有效协助处理颅内肿瘤、脑血管病等多种疾病的重要手段之一[1-3],应为更多的神经外科医师所掌握。高流量血管搭桥手术是一项需特殊训练的技术,要掌握这项技术,首先应利用橡胶手套、实验动物及尸体标本练习[4-9],方能提高对该技术的认知和操作能力。但这些训练方法与实际手术过程有较大差异,如非生物材料的缝合感觉与缝合哺乳动物血管的感觉截然不同,小实验动物血管吻合也不能满足高流量血管吻合的要求。为在手术中获得更好的手术结果,我们利用猪前臂动脉代替移植血管,建立了颈内动脉-大脑中动脉高流量血管搭桥手术模型,旨在为希望掌握高流量血管搭桥技术的外科医师提供一个更接近于真实手术过程的模拟训练平台。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 尸头 9具经10%福尔马林充分固定的成人头颅湿标本,其中男性6具,女性3具(由天津市环湖医院解剖教研室提供)。75%酒精浸泡还原组织颜色,减少甲醛刺激,冲洗后用红色橡胶灌注动脉,蓝色橡胶灌注静脉。每具尸头均进行双侧解剖。

1.1.2 猪前臂动脉 市场购买新鲜猪前臂,解剖分离获取前臂动脉(图1、2)。



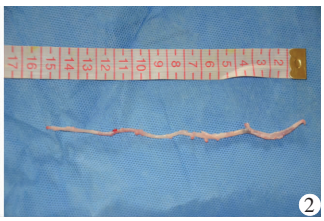


图1 猪前臂

图2 猪前臂动脉

1.1.3 自制血管吻合难度调节装置 该装置由前方可更换的3组不同直径和高度的塑料管头及后方固定前方管头的可方便移动的蛇形装置组成(图3)。前方可更换的3组塑料管头缩小了手术野及工作空间,限制了手术器械操作的方向与角度,因此增加了进行血管吻合操作的难度。当术中手术难度增高时,后方的固定装置又可以快速移开以方便操作。不同大小的塑料管头,可以模拟真实手术中狭窄深在的手术环境。根据难度的不同,三种塑料管头的直径和高度分别为:管Ⅰ(难度Ⅰ)直径4 cm、高度1.5 cm;管Ⅱ(难度Ⅱ)直径3 cm、高度3.5 cm;管Ⅲ(难度Ⅲ)直径2.5 cm、高度4.5 cm。

[**基金项目**] 国家临床重点专科项目基金(2012);天津市卫生局科技基金(00KYZB7)

[**通信作者**] 黄 楹,电话:(022)60367988,E-mail:Yinghuang00@aliyun.com

[**优先出版**] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20141106.1611.021.html (2014-11-06)

1.2 方法

1.2.1 体位 尸头呈相当于平卧位,向对侧旋转 20°~30°,置于固定架上。

1.2.2 皮肤切口 经颧弓下 1~2 cm,耳前 0.5 cm 做额颞皮肤切口。

1.2.3 暴露大脑中动脉分叉部 将颞肌牵向前外,在额骨颧突、对应眶上切迹的额骨处、冠状缝前、颞骨鳞部分别钻孔,游离骨瓣。剪开硬膜后,显微镜下分离侧裂前中部,暴露大脑中动脉分叉部(图 4)。

1.2.4 暴露颈内动脉 沿胸锁乳突肌前缘切开皮肤,分离胸锁乳突肌,游离颈动脉鞘,暴露颈总动脉分叉部及颈外、颈内动脉起始部。

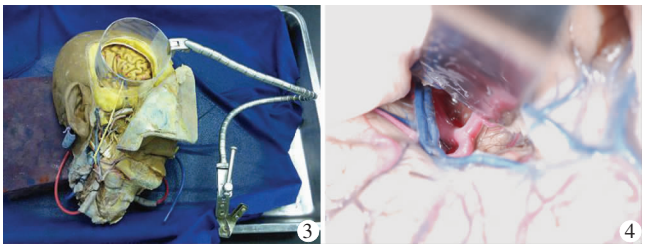


图 3 自制血管吻合难度调节装置

图 4 暴露大脑中动脉分叉部

1.2.5 血管吻合 建立颈内动脉-大脑中动脉血管移植高流量分流手术模型。利用猪前臂动脉代替移植血管,先行大脑中动脉分叉部与猪前臂动脉远心端的血管吻合,分离侧裂,暴露大脑中动脉分叉部,使用 10-0 显微缝线、采用连续缝合的方法,行猪前臂动脉远心端与大脑中动脉端侧吻合;再行颈部颈内动脉与猪前臂动脉近心端的血管吻合,使用 8-0 显微缝线、采用连续缝合的方法,行猪前臂动脉近心端与颈部颈内动脉端侧吻合(图 5)。

6 名既往无血管吻合经验的住院医师,对本实验模型进行时长不同的显微血管吻合训练后,利用我们自制的血管吻合难度调节装置进行血管吻合(图 6)。吻合完成后,即刻解剖观察内膜,了解吻合口通畅情况。

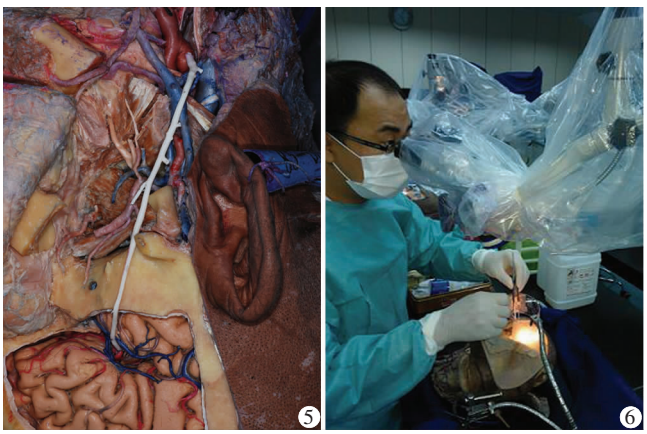


图 5 猪前臂动脉代替移植血管颈内动脉-大脑中动脉血管移植高流量分流手术模型

图 6 利用自制血管吻合难度调节装置进行血管吻合

2 结果

6 名住院医师对本实验模型进行时长不同的显微血管吻合训练后,利用自制血管吻合难度调节装置,进行了总共 18 侧 36 处血管吻合,随着难度的升高,血管吻合所用时间延长,通畅率呈下降趋势(表 1)。

表 1 6 名住院医师利用自制血管吻合难度调节装置进行血管吻合的通畅率和所用时间

训练时间	n	管Ⅰ(难度Ⅰ) 直径 4cm、高度 1.5cm		管Ⅱ(难度Ⅱ) 直径 3 cm、高度 3.5 cm		管Ⅲ(难度Ⅲ) 直径 2.5 cm、高度 4.5 cm	
		通畅率	所用时间(min)	通畅率	所用时间(min)	通畅率	所用时间(min)
未训练	3	67%(4/6)	62	17%(1/6)	69	未完成	未完成
训练 3 个月(时长>200 h)	2	75%(3/4)	49	100%(4/4)	58	50%(2/4)	65
训练 1 年(时长>600 h)	1	100%(2/2)	26	50%(1/2)	30	100%(2/2)	42

3 讨论

随着显微神经外科技术的普及和发展,脑血管重建术在颅底肿瘤、缺血性脑血管病及复杂动脉瘤等疾病的治疗过程中发挥着越来越重要的作用[1-3],该技术也应被更多的外科医师所掌握。虽然目前国内许多大型医疗中心举办了多种为期不等的显微外科操作培训班,但血管吻合技术的成熟仍然是一个长期渐进的过程,需要通过实验室长期培训保持该技术的熟练程度。为在手术中获得更好的手术结果,我们建立了一种简单、易行、方便、经济的颈内动脉-大脑中动脉血管移植高流量分流手术的实验室模型,形成训练模式,使经过该模型训练的外科医师能够掌握、保持、提高脑血管重建技术,并能尽快过渡到临床进行实际手术。

临床上前循环系统的颅内外血管搭桥术式包括:颞浅动脉与大脑中动脉皮层支或近端的血管搭桥;利用桡动脉等移植血管,从颈外动脉、颈内动脉、上颌动脉至颅内颈内动脉、大脑中动脉或从颞浅动脉近端至大脑中动脉的血管搭桥等[1-3,10-12]。在这些术式中,最常应用的是颞浅动脉与大脑中动脉皮层支的血管搭桥,然而即使吻合通畅,也只能为脑组织提供不足 25 mL/min 的附加血流,这对预防脑缺血的发生是远远不够的[12-13]。研究认为利用上颌动脉进行血管搭桥能提供较高的血流量,且国内已有用上颌动脉成功搭桥的临床报道[12],但其长期疗效还有待于进一步观察和研究。文献[14]报道,相比大脑中动脉皮层支,采用颈内动脉或大脑中动脉近端作为受血血管,可以为脑组织提供更多的血流保护。因此,当需要高流量的血管搭桥时,目前多采用颈外、颈内动脉与大脑中动脉近端进行搭桥。本实验模型采用了颈内动脉-大脑中动脉血管移植高流量分流手术的方式。

在本研究中,我们根据动物解剖学的记载,并比较了多种实验动物的不同部位血管后,发现猪前臂动脉与人类桡动脉口径相匹配,因此选用猪前臂动脉代替桡动脉,作为移植血管建立颈内动脉-大脑中动脉血管移植高流量分流手术模型。猪前臂动脉作为移植血管具有以下优点:①获取方便;②价格便宜;③容易分离;④管径适中。

在颈内动脉-大脑中动脉血管移植高流量分流手术的实验室模型的建立过程中,我们使用了自制的血管吻合难度调节装置。调节装置的管头缩小了手术野及工作空间,限制了手术器械操作的方向与角度,因此增加了进行血管吻合操作的难度。当术中手术难度增高时,后方的固定装置又可以快速移开以方便操作。不同大小的塑料管头,可以模拟真实手术中狭窄深在的手术环境。3种不同型号的管头可以方便的更换,以适应训练者对难度的要求。在我们的统计中,不难发现,随着手术难度的升高,血管吻合所用时间延长,通畅率呈下降趋势。

颈内动脉-大脑中动脉血管移植高流量分流手术的实验室模型,相对以往的血管吻合训练方法,有以下优点:①利用尸头和猪前臂血管作为吻合血管,缝合感觉较缝合非生物材料更加真实;②手术部位与真实手术相同,可以模拟术中的实际情况,甚至可以在术前提前演练;③结合自制的血管吻合难度调节装置可以模拟真实手术中狭窄深在的手术环境,3种不同型号的管头可以方便的更换,以适应训练者对难度的不同需求;④作为移植血管的猪前臂动脉容易获取,价格便宜,取材后的猪前臂,可以食用,不至浪费;⑤不需要面对利用活体动物进行血管吻合训练时需要面对的动物出血和麻醉问题。

颈内动脉-大脑中动脉血管移植高流量分流手术的实验室模型也存在一些局限性:①利用尸头建立的手术模型无法观测其血流动力学指标;②吻合血管的通畅程度也只有通过对吻合血管的解剖才能获得;③尸头的前期准备工作(血管冲洗、灌注等)相对复杂。

综上所述,利用猪前臂动脉代替移植血管,建立颈内动脉-大脑中动脉血管移植高流量分流手术模型,与传统的显微血管吻合训练模型相比较,具有材料相似、更真实模拟术中情况、移植血管获取方便、手术难度可调节等优点,可以为希望掌握高流量血管搭桥技术的外科医师提供一个更接近于真实手术过程的模拟训练平台。

参考文献:

[1] Sekhar L N, Natarajan S K, Ellenbogen R G, *et al*. Cerebral revascularization for ischemia, aneurysms, and cranial base tumors[J]. Neurosurgery, 2008, 62(6 Suppl 3): 1373 - 1410.

[2] Rodriguez-Hernandez A, Josephson A S, Langer D, *et al*. Bypass for the prevention of ischemic stroke[J]. World Neurosurg, 2011, 76(6 Suppl): S72 - S79.

[3] Ramanathan D, Temkin N, Kim L J, *et al*. Cerebral bypasses for complex aneurysms and tumors: long-term results and graft management strategies[J]. Neurosurgery, 2012, 70(6): 1442 - 1457.

[4] 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.

[5] Hino A. Training in microvascular surgery using a chicken wing artery [J]. Neurosurgery, 2003, 52(6): 1495 - 1498.

[6] Colpan M E, Slavin K V, Amin-Hanjani S, *et al*. Microvascular anastomosis training model based on a Turkey neck with perfused arteries [J]. Neurosurgery, 2008, 62(5 Suppl 2): ONS407 - ONS411.

[7] Abla A A, Uschold T, Preul M C, *et al*. Comparative use of turkey and chicken wing brachial artery models for microvascular anastomosis training[J]. J Neurosurg, 2011, 115(6): 1231 - 1235.

[8] Ishikawa T, Yasui N, Ono H. Novel brain model for training of deep microvascular anastomosis[J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 2010, 50 (8): 627 - 629.

[9] Russin J J, Mack W J, Carey J N, *et al*. Simulation of a high-flow extracranial-intracranial bypass using a radial artery graft in a novel fresh tissue model [J]. Neurosurgery, 2012, 71 (2 Suppl Operative): ons315 - ons320.

[10] Vilela M D, Newell D W. Superficial temporal artery to middle cerebral artery bypass: past, present, and future[J]. Neurosurg Focus, 2008, 24(2): E2.

[11] Patel H C, Teo M, Higgins N, *et al*. High flow extra-cranial to intracranial bypass for complex internal carotid aneurysms[J]. Br J Neurosurg, 2010, 24(2): 173 - 178.

[12] Shi X, Qian H, K. C K I, *et al*. Bypass of the maxillary to proximal middle cerebral artery or proximal posterior cerebral artery with radial artery graft[J]. Acta Neurochir (Wien), 2011, 153(8): 1649 - 1655.

[13] Mura J, Malogo-Tavares W, Figueiredo E G. Basic aspects of high-flow extracranial-intracranial bypass: part Ⅰ[J]. Contemp Neurosurg, 2010, 32(4): 1 - 4.

[14] Sekhar L N, Burgess J, Akin O. Anatomical study of the cavernous sinus emphasizing operative approaches and related vascular and neural reconstruction[J]. Neurosurgery, 1987, 21(6): 806 - 816.

(**收稿**:2014-06-23;**修回**:2014-09-09)

(编辑 王小寒)