



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.12.004

http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2020.12.004

Chinese Journal of General Surgery, 2020, 29(12):1435-1444.

· 专题研究 ·

个体化体外循环联合原位针刺开窗技术在主动脉弓部病变腔内修复术中的应用

魏立春, 郑志勇, 苏奕明, 许太福, 张科, 罗长志, 侯培勇

(广西医科大学第四附属医院 血管外科, 广西 柳州 545005)

摘要

背景与目的: 主动脉弓部病变的治疗是临床上有待解决的一大难题。完全腔内修复技术是目前该病的主要研究方向。由于主动脉弓部病变局部解剖形态的多样性和复杂性, 在有效脑保护下重建弓上分支血管仍是面临的重大挑战。本研究探讨选择性建立个体化体外循环模式联合原位针刺开窗技术在主动脉弓部病变覆膜支架腔内修复术中应用的疗效和安全性, 旨在为该类疾病的治疗提供一定的借鉴和新的研究思路。

方法: 回顾性分析 2018 年 1 月—2019 年 6 月收治的 8 例累及弓部的主动脉病变 (Stanford A 型主动脉夹层 3 例, 主动脉弓动脉瘤 3 例, 主动脉弓穿透性溃疡 2 例) 患者的临床资料。根据术前经颅多普勒超声 (大脑前、后交通动脉和 Willis 动脉环及双侧椎动脉优势情况) 决定术中选择性应用右股静脉—右腋动脉和左颈总动脉伴 (或不伴) 左腋动脉转流模式, 建立个体化体外循环实施术中有效脑保护。根据基础脑血流图, 合理、准确地控制体外循环的流量和压力。胸主动脉覆膜支架释放后, 采用腔内原位针刺开窗、球囊扩张穿刺口以及植入 Viabahn 覆膜支架对主动脉弓上分支进行重建。术后 3、6、12 及 24 个月行主动脉 CTA 复查随访。

结果: 所有患者均获成功手术, 无手术死亡, 共植入 Gore TAG 胸主动脉覆膜支架 14 枚, Gore Viabahn 覆膜支架 19 枚。术中三分支开窗 3 例, 二分支开窗 5 例。全组患者手术时间 180~360 min, 平均 (240 ± 30) min; 术中开窗时间 18~55 min, 平均 (35 ± 5) min; 术中出血量 300~800 mL, 平均 (400 ± 50) mL。术后 ICU 监护时间 2~5 d, 平均 2.5 d; 术后出现 1 例轻微腔隙性脑梗塞, 经抗凝、改善脑循环对症治疗患者康复, 8 例均于术后 5~10 d 出院。随访 6~24 个月, CTA 显示主动脉瘤的瘤腔、夹层和溃疡的破口隔绝满意, 瘤腔和假腔逐渐血栓化并顺利重塑。

结论: 应用个体化体外循环模式联合原位针刺开窗重建分支技术治疗主动脉弓病变, 是一种可行、有效、安全、微创的治疗方法, 具有脑保护确切、开窗精准快速、术后恢复快、并发症少等优点, 近期效果良好, 远期效果有待进一步随访。

关键词

主动脉疾病; 主动脉, 胸; 血管内操作; 体外循环; 原位开窗; 精准医学

中图分类号: R654.3

收稿日期: 2020-02-23; 修订日期: 2020-06-28。

作者简介: 魏立春, 广西医科大学第四附属医院副主任医师, 主要从事外周血管疾病的腔内介入诊疗方面的研究。

通信作者: 侯培勇, Email: zxp19841223@163.com

Application of individualized extracorporeal circulation combined with in-situ needle fenestration technique in endovascular repair of aortic arch lesions

WEI Lichun, ZHENG Zhiyong, SU Yiming, XU Taifu, ZHANG Ke, LUO Changzhi, HOU Peiyong

(Department of Vascular Surgery, the Fourth Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Liuzhou, Guangxi 545005, China)

Abstract

Background and Aims: The treatment of aortic arch lesions is a difficult problem to be solved in clinical practice. The technology of complete endovascular repair is the important research direction of this condition. Because of the diversity and complexity of the local anatomical morphology of aortic arch lesions, reconstruction of the supra-arch vessels with effective cerebral circulatory protection is still a major challenge. This study was conducted to investigate the efficacy and safety of the application of selective establishment of individualized extracorporeal circulation mode combined with technique of in-situ needle fenestration in endovascular repair of aortic arch lesions, so as to provide certain reference and new research strategies for the treatment of this condition.

Methods: The clinical data of 8 patients with aortic lesions involving the arch (3 cases of Stanford type A aortic dissection, 3 cases of aortic arch aneurysm, and 2 cases of aortic arch penetrating ulcer) treated from January 2018 to June 2019 were retrospectively analyzed. According to the preoperative transcranial Doppler ultrasound (the anterior and posterior cerebral communicating arteries and arterial circle of Willis as well as the dominance of bilateral vertebral arteries), the selective application of right femoral vein-right axillary artery and left common carotid artery with (or without) left axillary artery diversion mode was determined to establish the individualized extra-cardiopulmonary bypass for intraoperative cerebral protection. According to the basic cerebral blood flow chart, the flow and pressure of extracorporeal circulation were reasonably and accurately controlled. After the release of the thoracic aortic covered stent, the supra-arch branches were reconstructed by endovascular in-situ needle fenestration followed by balloon dilation of the hole and then Viabahn covered stent insertion. CTA of the aorta was performed 3, 6, 12 and 24 months after operation for follow-up.

Results: Operations were successfully performed in all patients, and no surgical death occurred. The total of 14 Gore TAG thoracic aortic covered stents and 19 Gore Viabahn covered stents were implanted. Three branches were fenestrated in 3 cases and two branches were fenestrated in 5 cases during operation. In the whole group of patients, the operative time was 180–360 min, with an average of (240±30) min, the time for fenestration was 18–55 min, with an average of (35±5) min, and the intraoperative blood loss was 300–800 mL, with an average of (400±50) mL. The length of postoperative ICU stay was 2–5 d, with an average of 2.5 d. Mild lacunar cerebral infarction occurred in one case after surgery, and was recovered after symptomatic treatment with anticoagulation and improvement of cerebral circulation. All the 8 patients were discharged from hospital 5–10 d after operation. The follow-up period was 6–24 months. CTA showed that the aneurysmal sacs and tears of dissection and ulcers were satisfactorily occluded, and thrombus organization and remodeling were seen in the aneurysmal sacs and false lumens.

Conclusion: Individualized extracorporeal circulation mode combined with in-situ needle fenestration and branch reconstruction is a feasible, effective and safe as well as minimally invasive method for the treatment of aortic arch lesions, with the advantages of definite brain protection, accurate and rapid fenestration, fast postoperative recovery and fewer complications. Its short-term efficacy is excellent and long-term efficacy needs to be clarified by further followed-up observations.

Key words

Aortic Diseases; Aorta, Thoracic; Endovascular Procedures; Extracorporeal Circulation; In-Situ Fenestration; Precision Medicine

CLC number: R654.3

主动脉弓部病变,包括主动脉瘤(aortic aneurysm, AA)、主动脉夹层(aortic dissection, AD)、主动脉壁间血肿(intramural aortic hematoma, IMH)以及穿透性溃疡(penetrating aortic ulcers, PAU),是一种致命性疾病,发病率逐年升高,其治疗难度大、预后差,严重危害患者生命健康^[1]。传统手术方式是主动脉弓人工血管置换+弓上分支重建,虽然疗效确切,但是创伤大、术中出血多及病死率高、术后恢复慢等弊端制约着其广泛应用^[2]。随着介入技术的发展和器材的革新,腔内治疗因其微创、安全、有效、恢复快等优势已成为目前主动脉弓部病变治疗的主要研究方向^[3]。一些学者已相继报道完全腔内修复技术治疗主动脉弓部病变,并获得了较为满意的疗效,但由于弓部病变局部解剖形态的多样性和复杂性,在重建弓上分支血管时仍有较高的病死率和并发症发生率^[4-5]。因此,对于如何在有效的脑循环保护下,快速安全重建弓上分支仍是现阶段面临的最大挑战^[6]。针对于此,笔者通过选择性建立个体化体外循环保证有效脑循环下,配合原位针刺开窗技术重建弓上分支血管,实现主动脉弓部病变覆膜支架腔内修复术,取得了满意的疗效和安全性,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

主动脉弓部病变患者8例,其中Stanford A型AD 3例(急性期AD 1例,余均为亚急性期),弓部AA 3例,弓部PAU 2例;男7例,女1例;年龄38~75岁,平均(45±7)岁;患者均有突发胸背部疼痛病史,病程3 h至3 d;均合并有不同程度原发性高血压,且75%血压控制不佳[口服2种以上降压药物,血压仍长时间处于150/80 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)以上]。有吸烟史6例。术前行超声心动图检查明确瓣膜病变情况,合并中

度以上主动脉瓣关闭不全2例(25.0%, 2/8)、存在心包积液2例(25.0%, 2/8)、合并胸腔积液3例(37.5%, 3/8)。

1.2 手术方法

1.2.1 个体化体外循环模式的选择 (1) 术前完善经颅彩色多普勒超声(transcranial Doppler, TCD)了解脑血流和颅内动脉交通情况。(2) 根据检查结果结合椎动脉优势情况选择相应的转流方案(静脉与动脉之间由体外循环机连接,以合理控制转流的流量、压力,保证充足的脑血流灌注),大脑前、后交通动脉均存在(直径>1 mm):右股静脉-右腋动脉;大脑前交通动脉存在:右股静脉-右腋动脉;大脑后交通动脉存在:右股静脉-右腋动脉及左颈总动脉;大脑前后交通动脉均不存在:如左椎动脉优势或双椎动脉等势,则为右股静脉-右腋动脉及左颈总动脉;如右椎动脉优势,则为右股静脉-右腋动脉、左颈总动脉及左腋动脉。

1.2.2 手术操作(以1例胸主动脉弓动脉瘤在“右股静脉-右腋动脉及左颈总动脉”转流模式下行弓上三支血管重建技术为例) (1) 建立个体化体外循环:患者术前经胸腹部CTA明确诊断、分型、瘤体(或夹层)累及的范围及入路血管等情况(图1A)。患者平卧位,气管插管静脉复合麻醉,消毒双上肢、双腋窝、双侧颈部、双侧腹股沟区皮肤,常规铺巾。TCD留存基础脑血流图,并动态监测。切开双腋窝、双颈侧及双腹股沟区皮肤,逐层解离双腋动脉、双侧颈总动脉和双侧股总动脉并套带留置。切开双腋动脉留置10~12 F导管鞘备用。在双侧颈总动脉近心端使用5-0血管缝合线做一荷包缝合,经荷包缝合中心向近心端置入12 F导管鞘(分离左颈总动脉时尽量足够长,最好在5 cm以上,因为颈总动脉远端需要插入体外循环转流管)。切开双侧股动脉以及右股静脉并分别置入20 F导管鞘。连接右股静脉导管至体外循环机,分别将体外循环机另一端接口和右腋动脉、左颈动脉连接导管,建立体外循环转流。根据基础脑血流图,通过体外循环机对转流的流量、压力进行合理、精准的控制[流量控制在1 500~1 800 mL/min,压力控制在120~150 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)]。(术中应用的12~20 F血管鞘均为Goer鞘管,美国)。(2) 植入胸主动

脉覆膜支架：经较健康一侧（如两侧均良好，首选右侧）股动脉留置鞘管置入5 F黄金标测导管配合超滑导丝，上行至升主动脉行全程主动脉造影确定椎动脉优势、破口位置及大小、判别真假腔、夹层累及范围。分别测量无名动脉、左颈总动脉、左锁骨下动脉开口处主动脉直径以及弓上三分支血管近端直径，按最大直径值的100%~110%（AA和PAU按110%、AD按100%~105%的oversize）比例确定植入大动脉支架近端内径^[10-11]。标记定位大动脉支架近端锚定区后，交换Lunderquist特硬导丝，经特硬导丝置入主体支架（Goer TAG覆膜支架输送系统，直径为30~44 mm，长度为140~200 mm），支架近端至升主动脉合适位置（笔者经验是近端锚定区应达到2.5 cm以上），控制性降压于100/60 mmHg左右并逐步释放主动脉支架（图1B）。(3)重建弓部三分支血管：交换置入腔内破膜穿刺针及球囊一体套件（深圳先健科技）（图2），穿刺针调整刻度为头端露出球囊导管约1~1.5 cm。当球囊导管头端顶住覆膜支架上壁时，充盈穿刺针球囊，扣动穿刺针尾端手柄，使穿刺针瞬间破膜，固定穿刺针并跟进外套球囊导管。撤出穿刺针交换置入Stiff加硬泥鳅导丝，撤出球囊导管，经加硬导丝置入猪尾导管，并旋转猪尾导管，观察头端是否自由旋转，如自由旋转则证明已顺利破膜开窗，反之，则可能位于支架侧壁。交换置入Amplatz超硬导丝及Mustang非顺应性球囊（Boston Scientific，

美国）5/40 mm和8/50 mm分别预扩张窗口（图3）。弓上三分支重建的顺序可以为无名动脉、左颈总动脉、左锁骨下动脉（I、II型弓），也可以是左颈总动脉、左锁骨下动脉、无名动脉（III型弓）。分别于弓上三分支开口处置入合适尺寸的Viabahn（Gore，美国）覆膜支架以重建血流（笔者经验是：Viabahn支架应伸入主动脉覆膜支架腔内以10 mm为宜）。术后造影显示主动脉弓动脉瘤被成功隔绝，无明显内漏，弓上三分支血管通畅，TCD监测显示血流量基本满足脑循环且无栓子或斑块脱落。(4)后续拔鞘及血管缝合：边后撤双侧颈总动脉鞘管边收紧预埋的荷包缝合线，5-0血管缝合线缝合双腋动脉、双股动脉及右股静脉切口，逐层关闭切口。术后第2天，切口无明显渗出，予口服拜阿司匹林100 mg或硫酸氢氯吡格雷75 mg/日抗血小板治疗6个月以上，并严格监控血压130~150/60~80 mmHg。

1.3 随访

随访方式为门诊或住院，时间为出院后1、3、6、12个月及其后每年，随访形式为复查主动脉CTA及颅脑CT（术后并发脑梗塞者），评估内容包括主动脉弓部三分支血供、真假腔开放、假腔血栓形成、肢体及内脏动脉供血、支架位置及形态、远端破口及有无新发夹层或动脉瘤、支架相关并发症如内漏及支架移位、神经系统体征等。随访时间截至2020年1月。

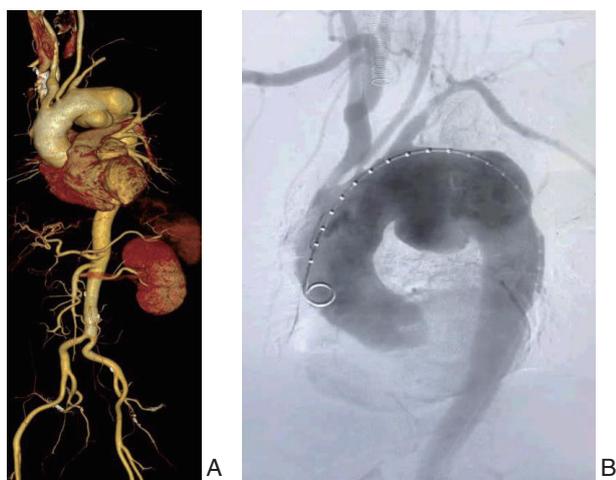


图1 主动脉弓动脉瘤 A: 术前CTA; B: 术中DSA造影
Figure 1 Aortic arch aneurysm A: Preoperative CTA; B: Intraoperative DSA



图2 穿刺针球囊一体套件
Figure 2 The puncture needle and balloon two-in-one device

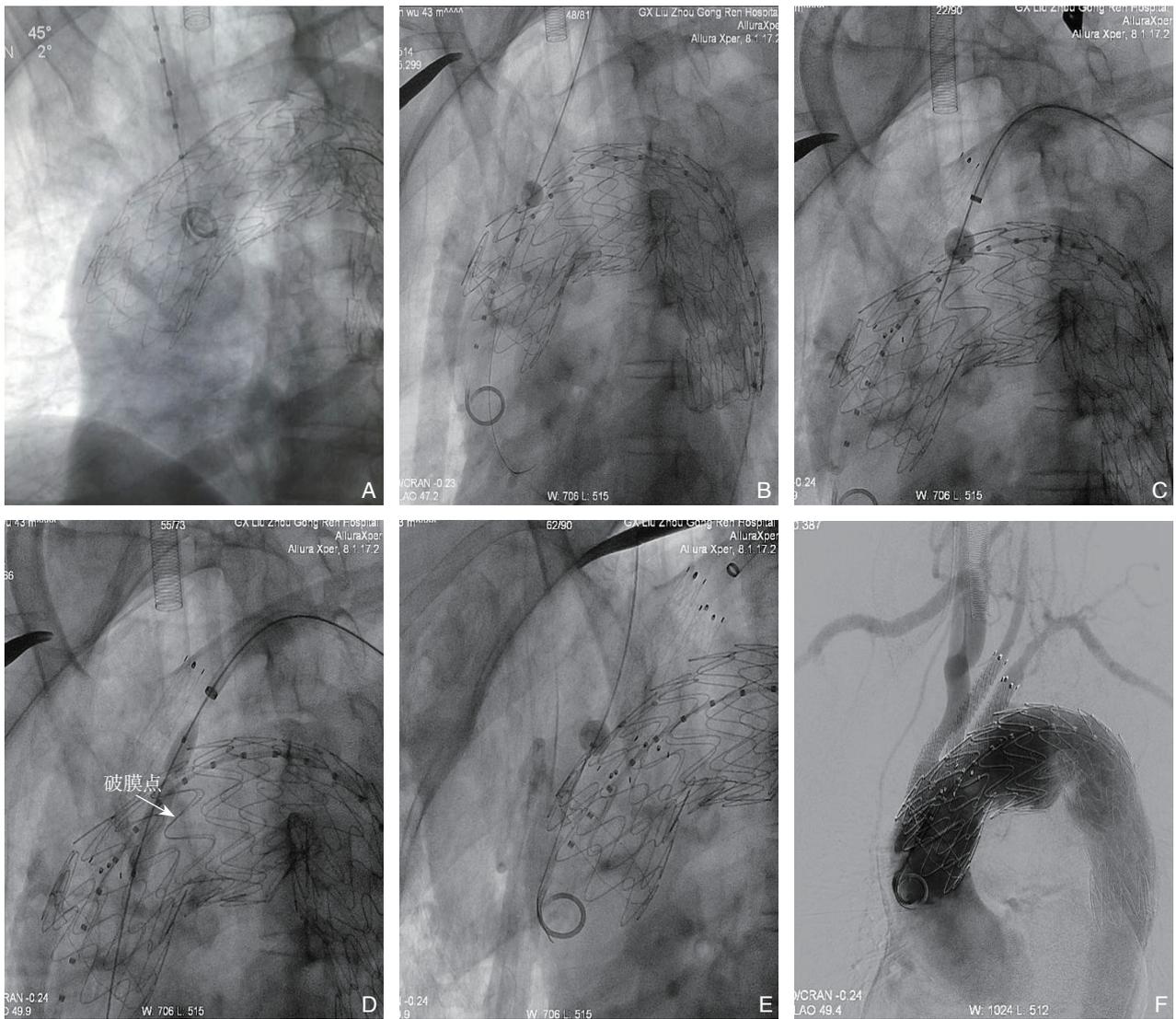


图3 术中照片 A: 旋转猪尾导管, 观察头端形态, 以证明破膜成功; B: 术中左颈总动脉开窗; C: 术中左锁骨下动脉开窗; D: 术中左锁骨下动脉开窗后球囊扩张成形; E: 术中无名动脉开窗; F: 术后造影

Figure 3 Intraoperative images A: Verification of the successful breakthrough of the membrane by rotating the pigtail catheter and observing shape of the head end; B: Intraoperative fenestration to the left common carotid artery; C: Intraoperative fenestration to the left subclavian artery; D: Balloon dilatation after fenestration to the left subclavian artery; E: Intraoperative fenestration to the innominate artery; F: Postoperative arteriography

2 结果

2.1 手术情况

本组8例均获手术成功, 无手术死亡。1例急性期AD患者夹层累及弓部, 胸背痛缓解不明显且左侧大量胸腔积液, 不排除先兆破裂, 遂急诊行手术治疗。全组患者植入Gore TAG胸主动脉覆膜支架14枚, Viabahn覆膜支架19枚(表1)。术中头臂干+左颈总动脉+左锁骨下动脉三分支开窗3例, 二分支开窗5例, 其中头臂干+左颈总动脉开窗2例(患者右侧椎动脉优势, 故未重建左侧锁

骨下动脉), 左颈总动脉+左锁骨下动脉开窗3例(由于头臂干距左颈总动脉较远, 且保留头臂干动脉开口的近端锚定区 ≥ 1.5 cm)。全组患者手术时间180~360 min, 平均(240 \pm 30) min。术中出血量约为300~800 mL, 平均(400 \pm 50) mL, 输血量0~6 U浓缩红细胞, 平均(4 \pm 2) U, 造影剂使用量平均(210 \pm 25) mL。

2.2 术后情况

患者术后ICU监护时间2~5 d, 平均2.5 d。术后1例出现一过性言语不清, 左侧肢体麻木、肌力降低为III级, 行颅脑CT检查显示左侧脑室和大脑

枕叶局部腔隙性梗塞(图4A), 经予抗凝、抗血小板、改善脑循环药物治疗后症状逐渐消失, 术后10 d顺利康复出院, 术后3个月复查梗塞灶基本

消失(图4B)。余7例未见手术并发症发生, 并分别于术后5~10 d出院。

表1 术中主体支架及弓上分支支架使用情况

Table 1 The usage of thoracic aortic stents and supra-arch stents

项目	Gore TAG 覆膜支架						Viabahn 覆膜支架			
	30/150	32/150	36/200	40/200	42/200	44/200	8/50	10/50	11/50	13/50
直径/长度(mm)	30/150	32/150	36/200	40/200	42/200	44/200	8/50	10/50	11/50	13/50
数量(枚)	3	2	1	2	3	3	4	6	4	5
合计(枚)	14						19			

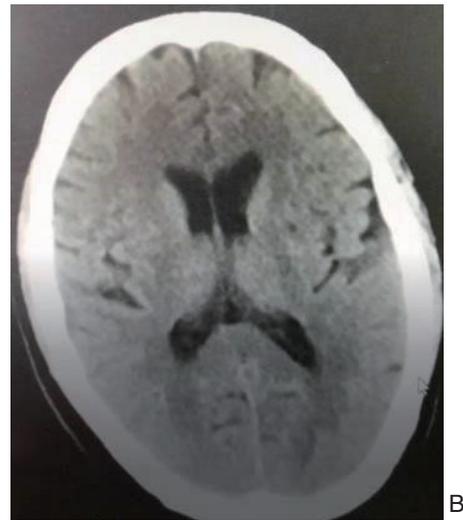


图4 术后腔隙性脑梗塞患者影像资料 A: 术后2 d CT平扫; B: 术后3个月CT复查

Figure 4 Imaging data of the patient who developed postoperative lacunar infarction A: CT plain scan on postoperative day 2; B: CT reexamination on 3 months after operation

2.3 随访情况

8例分别随访6~24个月, 平均(14±1)个月, 主动脉CTA显示主动脉瘤瘤腔或夹层破口隔绝满意无内漏, 支架形态和位置良好, 瘤腔或假腔逐渐血栓化并顺利重塑(图5)。



图5 术后6个月CTA

Figure 5 CTA image on 6 months after operation

3 讨论

累及弓部的主动脉病变是临床上的一类难治疾病, 外科手术与胸主动脉腔内修复术(thoracic endovascular aortic repairs, TEVAR)以及杂交(hybrid)技术均存在明显不足。随着腔内技术的发展和诊疗理念的进步, 以微创、安全、恢复快见长的完全腔内治疗成为了临床关注的焦点^[12]。目前完全腔内治疗主动脉弓部病变的技术主要有: 烟囱支架技术、分支支架技术、原位或体外预开窗技术等^[13]。然而, 各种技术均有明显的优缺点, 烟囱支架技术为使用最广泛的技术之一, 其操作简单, 技术难度小, 但是烟囱技术的术后内漏发生率较高约20%, 以及后期受压狭窄或闭塞率较高约为12%~15%^[14-15]。分支支架技术主体稳定性强, 能有效减少内漏及提高术后分支通畅率, 包括自制分支和商业化分支两种, 自制分支适用于瘤体较大的真性动脉瘤, 使其有足够空间

重建、释放分支支架;商业化分支定制周期长,且费用昂贵,难以广泛开展^[16-17]。开窗技术因贴近血管生理解剖、创伤小、并发症少,被广大学者所推崇,包括原位开窗和体外预开窗两种,体外预开窗技术需经过术前精准测量,并通过Endosize等专业软件或3D打印技术,准确获得分支血管直径、间隔距离、开口方向、主动脉病变长度、近段和远端管径等重要参数,术中根据术前获得的重要数据进行主体支架的预先释放、开窗,并在支架释放后通过导丝超选入分支血管内,再植入支架,达到重建分支血流的目的。但是术中对位准确,并通过开窗孔超选入分支血管是体外预开窗技术的关键和难点,特别是对于双分支开窗和三分支开窗病例,其操作难度倍增^[18]。然而,由于主动脉弓部解剖复杂,且术中释放收到高压血流的冲击,易发生对位不准而封堵重要弓上动脉,将发生难以补救的严重神经系统并发症,而且体外预开窗受术者经验及学习曲线制约,不易推广应用^[19]。

原位开窗技术术前无需特殊软件进行精准测量,也可以避免预开窗对位不准确的弊端,同时受术中经验和学习曲线影响较小,只要做好充分术前准备,原位开窗的技术难度不高,可操作性更强。目前开窗方法有机械开窗(如穿刺针)和物理开窗(如激光、射频)两种。激光或射频开窗对设备和器械操作有一定的要求,且物理方法开窗对于脑部气体栓塞或开窗效果尚存在一定的争议^[20-21]。笔者所在单位早期也应用激光开窗进行了一些尝试,收到了较好的疗效,但是对比物理开窗,穿刺针更安全、开窗效果更确切,且相对简单易行^[22]。笔者应用穿刺针对本组8例患者(19支分支血管)实施了快速、精准开窗,效果满意。穿刺针为专用的血管腔内穿刺系统(深圳先健),其穿刺针头距球囊长度可自由调节并固定,笔者经验是此长度调整为1~1.5 cm较为合适,可轻松实施破膜且可避免穿刺过度损伤对侧主动脉壁。穿刺针是利用机械性破膜原理开窗,较激光或射频探针的热效应开窗更安全,能够避免破膜过程中或较长时间腔内操作引发碎屑或血栓形成脱落致脑梗塞的风险。本组8例中,仅1例出现轻微局灶性脑梗塞,且患者术后顺利出院,未遗留神经系统后遗症。术后分析该例并发症病例,可能由于术前双侧大脑后循环局部管腔存在狭窄,术中脑血流灌注不足或者主动脉弓部附壁血

栓较多,在穿刺破膜过程中一些血栓脱落所致。

然而,使用原位开窗技术治疗弓部病变,特别是弓上二分支和三分支同时阻断,需要应用临时转流措施来保证脑部持续血供,即实施有效的脑缺血保护,以避免出现严重脑部并发症^[23]。常规的体外循环模式需要开胸、插管至升主动脉和心房或腔静脉以及双泵(血泵、膜式氧合器)等复杂手术技术,临床操作难度大,患者风险高,限制了其广泛应用。笔者根据不同患者的大脑Willis环和颅脑交通动脉完整与否以及双侧椎动脉优势情况,选择性地建立个体化体外循环转流模式,只需解剖股静脉、腋动脉和颈动脉等周围血管,降低了创伤和手术复杂程度,而且能够保证大脑循环持续充足的血液供应,为进一步完成主动脉覆膜支架腔内修复术并重建弓上动脉血流提供了良好的前提。

此种体外循环模式的建立原则是保证脑血流持续充足的情况下,尽量简化体外循环转流方案,从而降低操作技术难度、缩短手术时间。对于大脑前交通动脉伴(或不伴)后交通动脉存在(直径>1 mm),提示建立一侧大脑血流就能够满足全脑血流需求,因此可建立经右股静脉连通体外循环机至右腋动脉的体外循环转流。而对于仅存在大脑后交通动脉或者前后交通动脉均不存在,并且术前造影显示左椎动脉优势或双椎动脉等势的患者,因建立一侧大脑前循环血流是不足以满足全脑循环的,则需要建立右股静脉连通体外循环机至右腋动脉及左颈总动脉的双侧转流方式的体外循环。对于大脑前后交通动脉均不存在,并且术前造影显示右椎动脉优势,则应建立右股静脉连通体外循环机分别至右腋动脉、左颈总动脉及左腋动脉的体外循环转流模式,以经右腋动脉建立右侧大脑前、后动脉循环,经左颈总动脉建立左侧大脑前动脉循环,经左腋动脉建立左侧大脑后动脉循环。借助上述几种体外循环转流模式,确保了脑循环持续有效的维持,为进一步手术治疗打下了坚实的基础。上述个体化体外循环模式,文献尚鲜有报道。

在建立个体化体外循环模式后,需根据基础脑血流图,应用TCD实时调控,以保证术中充足稳定的脑血流灌注。通过中间连通的体外循环转流机对转流的流量、压力进行合理、精准的控制。流量控制在1 500~1 800 mL/min(心脏每搏量约为60 mL,对于心率80次/min的患者,心输出量

约为4 800 mL, 由于正常人脑血流量约为心脏输血量的1/3, 故体外血液循环流量应为1 600 mL左右)。同时, 术中体外循环的压力应调控在人体正常血压范围内(120~150 mmHg), 且应使患者术前基础血压升高约20 mmHg左右。笔者认为, 使用TCD血流分析仪记录体外循环术前、术中及术后双侧大脑中动脉平均血流速度、搏动指数等血流动力学参数, 进而实时评估脑血流灌注情况, 指导体外循环转流数值的精准控制, 是一项非常必要且可靠的监测手段。术前TCD评估大脑前后交通循环开放情况, 如前交通循环未开放而后交通开放则术中发生脑梗死风险较高; 转流术中大脑中动脉血流速度应较术前>50%, 以保证足够脑血流灌注, 防止术中发生脑梗死。此外, 术中应保持血压相对平稳, 波动<30~40 mmHg, 对于预防脑梗死同样非常重要。

尽管TEVAR是未来主动脉弓部病变外科治疗发展的主要方向, 但其也带来了特有的并发症^[24]。支架移植物可以造成主动脉内壁慢性损伤, 主要原因可能是支架移植物被植入后金属骨架(特别是近端带有较长裸支架)的慢性持续外向扩张力、主动脉的搏动性机械运动与支架移植物相互作用力、支架过大的oversize以及主动脉病变进展等^[25-26]。主动脉新发损伤常表现为支架移植物近远端新发破口、逆行A型夹层和主动脉破裂, 后果严重, 常常危及患者生命, 而且处理起来相当棘手^[27]。Ma等^[28]研究显示, TEVAR修复术后支架移植物诱导新发破口的发生率为3.4%, 相关病死率26.1%。主动脉内膜损伤所致的逆行A型夹层可以发生在术后不同时期, 64%逆行A型夹层发生随访期间, 36%发生在围手术期^[29], 提示逆行A型夹层风险长期存在, 是术后重点关注和预防的并发症。

本组病例中, 笔者使用的胸主动脉覆膜血管内支架系统是Gore TAG支架系统, 该款支架是由一段膨体聚四氟乙烯(ePTFE)/氟化乙丙烯(FEP)覆膜以及支撑其全段的一个镍钛诺合金丝支架构成, 覆膜支架近端为很短的裸露的支架花冠, 而远端与覆膜材料齐平, 释放后对主动脉壁的慢性径向扩张力较小, 不易引起后期的主动脉内壁损伤。本组8例患者经平均14个月的随访, 均未发现主动脉支架近远端新发夹层的发生。同时, 该款支架被缝制的展开套管包裹, 固定在输送系统的前端, 释放时, 通过拉动在展开系统的展开旋钮, 从中心向两端解开套管缓慢释放, 释

放更加精准。另外笔者的体会是, 该款覆膜支架柔顺性好, 适应弓部走形的曲度, 贴附性较其他覆膜支架更佳; 而且覆膜更致密, 不易出现“鸟嘴”现象和IV型内漏^[30]。同时, 使用穿刺针进行开窗较激光热效应开窗能够克服Gore TAG支架不易穿透的弊端^[31]。开窗口的扩张球囊笔者选用的是Mustang非顺应性球囊(Boston Scientific, 美国)5/40 mm和8/50 mm, 这款球囊的特点是爆破压大, 约24 at(1 at=98.07 kPa)。一般Gore TAG支架覆膜材料有效扩开的压力在12~16 atm(1 atm=101.325 kPa)之间, 这样利用这款高压球囊达到有效扩开覆膜材料的目的。

因此, 主动脉弓部病变腔内修复术, 术前颅脑循环和主动脉弓部的充分、细致评估是手术成功的前提。对于动脉瘤体内多量血栓的患者, 术前需详细评估脑循环及弓上分支管壁斑块情况; 对于IMH患者, 应术前稳定3周待血肿吸收机化充分后再考虑实施手术。术中合理、有效的体外循环脑保护是手术成功的重要保障。而术中快速、精准开窗, 之后应用小球囊预扩后快速植入分支覆膜支架是手术成功的关键。总之, 选择性建立个体化体外循环模式联合原位针刺开窗技术治疗主动脉弓病变具有较好的近期疗效, 是一种可行、有效、安全、创伤小的治疗方法。然而, 由于原位开窗技术可能会影响人工血管内支架结构的完整性和结构强度, 而且本文所报道的病例数较少以及随访时间较短, 这种完全腔内修复术仍需要进一步增加病例数和延长随访时间以验证其远期效果。

参考文献

- [1] Yap HY, Chong TT, Tay HL, et al. Fenestrated Endovascular Repair of Zones 1 and 2 Aortic Arch Pathologies[J]. *Ann Vasc Surg*, 2019, 54:145.e1-145.e9. doi: 10.1016/j.avsg.2018.09.005.
- [2] Qin J, Zhao Z, Liu G, et al. In situ diode laser fenestration of aortic arch stent grafts during thoracic endovascular aortic repair of Stanford type A aortic dissection[J]. *EuroIntervention*, 2019, 14(18):e1854-1860. doi: 10.4244/EIJ-D-18-00710.
- [3] Rimbau V, Böckler D, Brunkwall J, et al. Editor's Choice - Management of Descending Thoracic Aorta Diseases: Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS)[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2017, 53(1):4-52. doi: 10.1016/j.ejvs.2016.06.005.

- [4] 刘昭, 童垣皓, 于同, 等. 3D打印引导下采用开窗或分支支架治疗胸腹主动脉疾病[J]. 中华普通外科杂志, 2019, 34(3):213–216. doi:10.3760/cma.j.issn.1007–631X.2019.03.006.
- Liu Z, Tong YH, Yu T, et al. Treatment of thoraco-abdominal aortic disease with fenestrated stent-graft or branch stent-graft technique guided by 3D printing[J]. Zhong Hua Pu Tong Wai Ke Za Zhi, 2019, 34(3):213–216. doi:10.3760/cma.j.issn.1007–631X.2019.03.006.
- [5] Wooster M, Zwiebel B, Back M, et al. Early Experience with Snorkels and Chimneys for Expanding the Indications for Use of Endovascular Aneurysm Repair[J]. Ann Vasc Surg, 2017, 41:105–109. doi: 10.1016/j.avsg.2016.09.037.
- [6] 吴鸿飞, 曾昭凡, 戚悠飞, 等. 体外开窗及开槽技术在主动脉弓部疾病TEVAR术的应用[J]. 中国普通外科杂志, 2019, 28(12):1449–1454. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2019.12.002.
- Wu HF, Zeng ZF, Qi YF, et al. Application of invitro fenestration and scallop techniques in TEVAR for aortic arch disease[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2019, 28(12):1449–1454. doi: 10.7659/j.issn.1005–6947.2019.12.002.
- [7] 中国医师协会心血管外科分会大血管外科专业委员会. 主动脉夹层诊断与治疗规范中国专家共识[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2017, 33(11):641–654. doi:10.3760/cma.j.issn.1001–4497.2017.11.001.
- The Committee of Great Vascular Surgery and Cardiovascular Surgery, Chinese Medical Association. Chinese experts' consensus of standardized diagnosis and treatment for aortic dissection[J]. Chinese Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, 2017,33(11):641–654. doi:10.3760/cma.j.issn.1001–4497.2017.11.001.
- [8] 吴丹明, 沈世凯. 主动脉溃疡的诊治要点[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2018, 25(5):619–621. doi:10.7507/1007–9424.201712022.
- Wu DM, Shen SK. Diagnosis and treatment of aortic ulcer [J]. Chinese Journal of Basic and Clinical Medicine, 2018,25(5):619–621. doi:10.7507/1007–9424.201712022.
- [9] Jánosi RA, Gorla R, Tzagakis K, et al. Thoracic endovascular repair of complicated penetrating aortic ulcer: an 11-year single-center experience[J]. J Endovasc Ther, 2016, 23(1):150–159. doi: 10.1177/1526602815613790.
- [10] 陆清声. Stanford B型主动脉夹层腔内修复术中支架种类及尺寸的选择策略[J]. 中华外科杂志, 2018, 56(10):753–755. doi:10.3760/cma.j.issn.0529–5815.2018.10.009.
- Lu QS. Thoracic stent graft sizing for endovascular repair in Stanford type B aortic dissection[J]. Chinese Journal of Surgery, 2018, 56(10):753–755. doi:10.3760/cma.j.issn.0529–5815.2018.10.009.
- [11] Meng Z, Ma T, Cai Y, et al. Numerical Modelling and Simulations of Type B Aortic Dissection Treated by Stent-Grafts with Different Oversizing Ratios[J]. Artif Organs, 2020. doi: 10.1111/aor.13750. [Online ahead of print]
- [12] Shu C, Fan B, Luo M, et al. Endovascular treatment for aortic arch pathologies: chimney, on-the-table fenestration, and in-situ fenestration techniques[J]. J Thorac Dis, 2020, 12(4):1437–1448. doi: 10.21037/jtd.2020.03.10.
- [13] 郭伟, 贾森皓. 主动脉弓腔内重建技术:回顾与前瞻[J]. 中华普通外科杂志, 2018, 33(3):185–187. doi:10.3760/cma.j.issn.1007–631X.2018.03.001.
- Guo W, Jia SH. Endovascular aortic arch reconstruction technique: retrospect and prospect[J]. Zhong Hua Pu Tong Wai Ke Za Zhi, 2018, 33(3):185–187. doi:10.3760/cma.j.issn.1007–631X.2018.03.001.
- [14] Wang T, Shu C, Li M, et al. Thoracic Endovascular Aortic Repair With Single/Double Chimney Technique for Aortic Arch Pathologies[J]. J Endovasc Ther, 2017, 24(3):383–393. doi:10.1177/1526602817698702.
- [15] Zhang H, Huang H, Zhang Y, et al. Comparison of Chimney Technique and Single-Branched Stent Graft for Treating Patients with Type B Aortic Dissections that Involved the Left Subclavian Artery[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2019, 42(5):648–656. doi: 10.1007/s00270–018–2145–3.
- [16] Tsilimparis N, Haulon S, Spanos K, et al. Combined fenestrated-branched endovascular repair of the aortic arch and the thoracoabdominal aorta[J]. J Vasc Surg, 2020, 71(6):1825–1833. doi: 10.1016/j.jvs.2019.08.261.
- [17] 陆清声. 分支支架技术在弓部分支血管重建中的应用及评价[J]. 中国实用外科杂志, 2018, 38(12):1369–1373. doi:10.19538/j.cjps.issn1005–2208.2018.12.07.
- Lu QS. Application and evaluation of branched stent-graft technique in reconstruction of aortic arch branches[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2018, 38(12):1369–1373. doi:10.19538/j.cjps.issn1005–2208.2018.12.07.
- [18] Chassin-Trubert L, Gandet T, Ozdemir BA, et al. Aortic Arch Anatomy Pattern in Patients Treated Using Double Homemade Fenestrated Stent-Grafts for Total Endovascular Aortic Arch Repair[J]. J Endovasc Ther, 2020, 2020:1526602820931787. doi: 10.1177/1526602820931787. [Online ahead of print]
- [19] 黄建华, 王伟, 刘睿. 复杂胸主动脉病变的腔内治疗策略[J]. 中国普通外科杂志, 2017, 26(6):675–679. doi:10.3978/j.issn.1005–6947.2017.06.001.
- Huang JH, Wang W, Liu R. Endovascular treatment strategies for complex thoracic aortic diseases[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(6):675–679. doi:10.3978/j.issn.1005–6947.2017.06.001.

- [20] Qin J, Zhao Z, Wang R, et al. In Situ Laser Fenestration Is a Feasible Method for Revascularization of Aortic Arch During Thoracic Endovascular Aortic Repair[J]. J Am Heart Assoc, 2017, 6(4):e004542. doi: 10.1161/JAHA.116.004542.
- [21] Tse LW, Lindsay TF, Roche-Nagle G, et al. Radiofrequency in Situ Fenestration for Aortic Arch Vessels During Thoracic Endovascular Repair[J]. J Endovasc Ther, 2015, 22(1):116–121. doi: 10.1177/1526602814565776.
- [22] 魏立春, 张玉霞, 侯培勇, 等. 腔内激光原位开窗覆膜支架植入术治疗Stanford A型主动脉夹层7例疗效分析[J]. 中国实用外科杂志, 2017, 37(12):1385–1389. doi:10.19538/j.cjps.issn1005–2208.2017.12.18.
- Wei LC, Zhang YX, Hou PY, et al. Therapeutic effect of situ fenestration by laser in intracavitary with stent covered a membrane implantation in the treatment of Stanford type A aortic dissection (aneurysm) [J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2017, 37(12):1385–1389. doi:10.19538/j.cjps.issn1005–2208.2017.12.18.
- [23] Grover G, Perera AH, Hamady M, et al. Cerebral embolic protection in thoracic endovascular aortic repair[J]. J Vasc Surg, 2018, 68(6):1656–1666. doi: 10.1016/j.jvs.2017.11.098.
- [24] Li C, Xu P, Hua Z, et al. Early and Midterm Outcomes of in Situ Laser Fenestration During Thoracic Endovascular Aortic Repair for Acute and Subacute Aortic Arch Diseases and Analysis of Its Complications[J]. J Vasc Surg, 2020, S0741–5214(20)30282–2. doi: 10.1016/j.jvs.2020.01.072. [Online ahead of print]
- [25] Kudo T, Kuratani T, Shimamura K, et al. Determining the Optimal Proximal Landing Zone for TEVAR in the Aortic Arch: Comparing the Occurrence of the Bird-Beak Phenomenon in Zone 0 vs Zones 1 and 2[J]. J Endovasc Ther, 2020, 27(3):368–376. doi: 10.1177/1526602820914269.
- [26] Fernández-Cisneros A, Hernández Campo J, Sandoval Martínez E, et al. Surgery for retrograde dissection and endoleak repair following endovascular repair of type B aortic dissection[J]. Multimed Man Cardiothorac Surg, 2019. doi: 10.1510/mmcts.2019.029.
- [27] Dun Y, Shi Y, Guo H, et al. The surgical management of retrograde type A aortic dissection after thoracic endovascular aortic repair[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2020. 30(5):732–738. doi: 10.1093/icvts/ivz326.
- [28] Ma T, Dong ZH, Fu WG, et al. Incidence and risk factors for retrograde type A dissection and stent graft-induced new entry after thoracic endovascular aortic repair[J]. J Vasc Surg 2018, 67(4):1026–1033. doi: 10.1016/j.jvs.2017.08.070.
- [29] 中华医学会心血管病学分会大血管学组, 中国医师协会心血管内科医师分会指南与共识工作委员会. 胸主动脉腔内治疗围手术期管理中国专家共识[J]. 中华医学杂志, 2019, 99(32):2489–2496. doi:10.3760/cma.j.issn.0376–2491.2019.32.003.
- Macrovascular Group of Cardiovascular Disease Branch of the Chinese Medical Association, Guidelines and Consensus Working Committee of the Chinese College of Cardiovascular Physicians. Chinese expert consensus on perioperative management of thoracic aortic endovascular therapy[J]. National Medical Journal of China, 2019, 99(32):2489–2496. doi:10.3760/cma.j.issn.0376–2491.2019.32.003.
- [30] Antonello M, Squizzato F, Dall'Antonia A, et al. GORE TAG Thoracic Endograft with Active Control System: Landing Accuracy and Wall Apposition in an Initial Clinical Experience[J]. Ann Vasc Surg, 2019, 58:261–269. doi: 10.1016/j.avsg.2018.11.020.
- [31] Wang LX, Zhou XS, Guo DQ, et al. A New Adjustable Puncture Device for In Situ Fenestration During Thoracic Endovascular Aortic Repair[J]. J Endovasc Ther, 2018, 25(4):474–479. doi: 10.1177/1526602818776623.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 魏立春, 郑志勇, 苏奕明, 等. 个体化体外循环联合原位针刺开窗技术在主动脉弓部病变腔内修复术中的应用[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29(12):1435–1444. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2020.12.004

Cite this article as: Wei LC, Zheng ZY, Su YM, et al. Application of individualized extracorporeal circulation combined with in-situ needle fenestration technique in endovascular repair of aortic arch lesions[J]. Chin J Gen Surg, 2020, 29(12):1435–1444. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.2020.12.004