

体肺动脉侧支血管堵闭术在全腔静脉肺动脉连接手术前后的应用

李 珊,李俊杰,王树水,李渝芬,许 刚,王树杰,张智伟

[广东省心血管病研究所心儿科 广东省华南结构性心脏病重点实验室 广东省人民医院 (广东省医学科学院),广州 510100]

摘要:目的 评价体肺动脉侧支血管堵闭术在全腔静脉肺动脉连接手术(total cavopulmonary connection, TCPC)前后的应用价值。**方法** 广东省心血管病研究所心儿科 2006年5月至2014年10月于TCPC前、后应用经皮体肺动脉侧支血管堵闭术共治疗患者13例,其中10例于TCPC术前行侧支血管堵闭术,3例于术后进行堵闭。**结果** 成功堵闭体肺动脉侧支血管16条,术中应用Cook弹簧圈23个,塔型弹簧圈2个,一代血管塞4个,二代血管塞1个。共3例患者于外科术后出现咯血,其中2例行侧支堵闭术后咯血症状消失;另外1例堵闭术后4年因大咯血抢救无效死亡;其他10例患者于侧支堵闭术后行TCPC手术,术后顺利出院,随访结果满意。**结论** 于TCPC术前、后行体肺动脉侧支血管堵闭术,可以缩短手术时间、简化手术操作、提高手术成功率,并且能够降低术后肺动脉压力,减少术后咯血症状发生,是一种安全、可行的方法。

关键词:先天性心脏病;体肺动脉侧支血管;堵闭;全腔静脉肺动脉连接术

中图分类号:R541.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1007-9688(2016)03-0246-04

Application of transcatheter occlusion of aortopulmonary collateral vessels in patients before and after total cavopulmonary connection

LI Shan, LI Jun-jie, WANG Shu-shui, LI Yu-fen, XU Gang, WANG Shu-jie, ZHANG Zhi-wei

(Department of Cardiac Pediatrics, Guangdong Cardiovascular Institute, Guangdong Provincial Key Laboratory of South China Structural Heart Disease, Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangzhou 510100, China)

Abstract: Objectives To evaluate the efficacy of transcatheter occlusion of aortopulmonary collateral vessels in patients before and after total cavopulmonary connection (TCPC). **Methods** From May 2006 to October 2014, a total of 13 in-patients underwent transcatheter occlusion of aortopulmonary collateral vessels before and after TCPC in Department of Cardiac Pediatrics of Guangdong Cardiovascular Institute. Among them, transcatheter occlusion of aortopulmonary collateral vessels was attempted in 10 patients before TCPC, and 3 patients underwent this occlusion after the operation. **Results** Sixteen vessels were embolized successfully. There were 23 Cook coils, 4 plug I s, 1 plug II and 2 tower-shaped coils used in occlusions. Three patients had hemoptysis after surgical operation, among whom, 2 patients' symptoms disappeared after occlusion, the other one died of massive hemoptysis 4 years after TCPC. The other 10 patients were discharged, and followed up without serious complications, the results were satisfactory. **Conclusions** Transcatheter occlusion of aortopulmonary collateral vessels before and after TCPC not only can shorten operating time, simplify the corrective surgery procedure, improve the success rate of surgery, but also can reduce the pulmonary arterial press and symptom of hemoptysis. It is a safe and feasible method.

Key words: congenital heart disease; aortopulmonary collateral vessels; occlusion; total cavopulmonary connection

全腔静脉肺动脉连接手术(total cavopulmonary connection, TCPC)是治疗功能性单心室及右心发

育不良类先天性心脏病的有效术式^[1],手术将回流入右心房的上腔、下腔静脉(包括肝静脉)的血流改道而流向肺动脉,减少了心室内低氧和血液的混合,从而达到改善患者血氧饱和度的目的。然而,这些患者常常合并有粗大体肺动脉侧支血管(major aortopulmonary collateral vessel, MAPCA)的

作者简介:李珊(1989-),女,在读硕士研究生,研究方向为小儿心血管疾病及小儿心脏B超。

通信作者:张智伟, E-mail: drzhangzhiwei@sina.com

形成^[2]。对于未经手术的患者,MAPCA 有利于肺血流的灌注,从而增加氧和血含量;但在外科术后往往会导致肺动脉压力增高,出现咯血症状,严重者引起肺血倒流,甚至引起左心容量负荷增加。但是由于 MAPCA 的解剖位置多变,外科手术中分离常常难度很大,不仅增加了手术风险和手术创伤,而且延长了体外循环时间。因此,2006 年 5 月至 2014 年 10 月,广东省心血管病研究所心儿科共对 13 例患者于 TCPC 手术前、后行体肺动脉侧支血管闭塞术,现将经验总结如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料

广东省心血管病研究所心儿科 2006 年 5 月至 2014 年 10 月为 13 例患者于 TCPC 手术前、后行经皮体肺动脉侧支血管闭塞术,其中男 8 例,女 5 例,年龄 2~21 岁。术前诊断单心室(SV)6 例,右心室双出口(DORV)4 例,肺动脉闭锁(PA)1 例,三尖瓣闭锁(TA)1 例,完全性大动脉转位(TGA)1 例。其中 10 例于 TCPC 术前行体肺动脉侧支血管闭塞术,3 例于术后进行闭塞。

1.2 手术方法

入组患儿术前均行胸部 X 线检查,明确肺血情况以及有无其他疾病,行超声心动图检查初步明确心内结构。手术均在全身麻醉下进行,行股动静脉穿刺并置入鞘管,肝素 100 U/kg 抗凝。术中常规行左、右心导管检查,并行主动脉造影和选择性侧支血管造影,明确侧支血管的数目、大小、走行以及供血范围;此外,还应明确侧支血管是否与固

有肺动脉共同参与相应肺组织的供血,即双重血供;对于单独供应局部肺组织的 MAPCA 不宜进行闭塞。确定拟闭塞的靶血管后,选择合适的闭塞器械。再根据所选器械的型号以及靶血管的解剖,选择合适的输送鞘管。将输送鞘管的头端置于靶血管的合适部位,然后将所选闭塞器械缓慢推出输送导管,确定其位置以及是否闭塞完全后再次造影观察,必要时可再次选择合适器械,如 Cook 弹簧圈进行闭塞直至分流消失。

1.3 术后处理

术后常规拔管、压迫止血。返回病房后密切监测患儿心率、心律、血压、呼吸情况以及患儿尿液颜色,注意有无溶血发生。

2 结果

手术共成功闭塞体肺动脉侧支血管 16 条,术中共应用 Cook 弹簧圈 23 个,塔型弹簧圈 2 个,一代血管塞 4 个,二代血管塞 1 个。共 3 例患者于外科术后出现咯血,其中 2 例行侧支闭塞术后咯血症状消失,另外 1 例闭塞术后 4 年因大咯血抢救无效死亡;其他 10 例患者于侧支闭塞术后行 TCPC 手术,术后顺利出院,分别于术后 1 个月、3 个月、半年、1 年回院复查心电图及超声心动图检查,随访结果满意,无严重并发症发生。13 例患者一般资料及随访结果见表 1。

3 讨论

对于作为肺血主要来源以及局部肺组织单一供血来源的 MAPCAs,应积极施行侧支融合术;对

表 1 13 例患者一般资料及随访结果

序号	性别	年龄/岁	体质量/kg	诊断	封闭时间	闭塞侧支数/个	闭塞器械	术前血氧饱和度/%	术后血氧饱和度/%	随访结果
1	男	2.9	11	SV	Pre-1M	2	Plug I x1, Plug II x1	80	82	-
2	女	3.6	12	SV	Pre-10M	1	Plug I x1	84	85	-
3	男	7.9	12	DORV	Post-18M	1	塔型弹簧圈	85	95	咯血(闭塞后消失)
4	男	21	40	TGA	Pre-6M	1	Cook coil x6	93	94	-
5	男	5.3	15.5	DORV	Pre-4M	1	Cook coil x5	87	87	-
6	男	15	68	SV	Pre-1M	1	Cook coil x6	82	85	-
7	女	16	41	SV	Pre-7M	1	塔型弹簧圈	95	95	-
8	男	16	40	SV	Post-35M	2	Cook coil x2	86	88	咳血(闭塞后消失)
9	男	18	45	PA	Post-1M、22M	2	Cook coil x2	85	85	大咳血死亡
10	女	16	49.5	SV	Pre-0.5M	1	Plug I x1	83	86	-
11	女	8.9	28	DORV	Pre-8D	1	Cook coil x1	83	84	-
12	女	7.7	22	TA	Pre-3M	1	Cook coil x1	80	82	-
13	男	14	26	DORV	Pre-5D	1	Plug I x1	84	85	-

注:Pre 为术前;Post 为术后;Coil 为弹簧圈;Plug 为血管塞;SV 为单心室;DORV 为右心室双出口;PA/VSD 为肺动脉闭锁伴室间隔缺损;TA 为三尖瓣闭锁;TGA 为完全性大动脉转位;M 为个月;D 为天

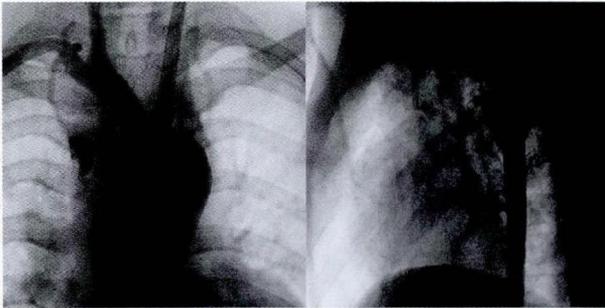


图 1 应用 Cook coil 堵闭体肺动脉侧支血管的造影图像

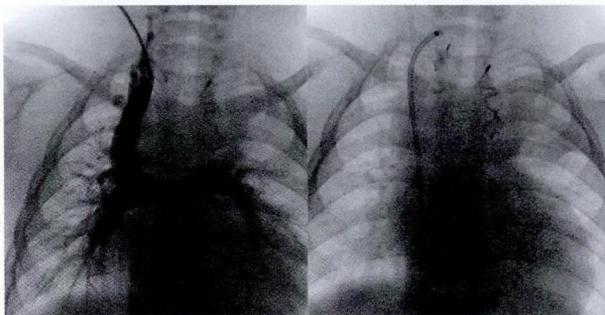


图 2 应用 plug 堵闭体肺动脉侧支血管的造影图像

于不适合进行侧支融合术，但与固有肺动脉共同参与肺组织供血的 MAPCA，应在体外循环开始前予以分离和结扎。在体外循环前若未能对这些侧支血管进行有效处理，在根治手术中由侧支血管回流至肺静脉的大量血流，可能会影响手术视野^[7]；另外，根治术后由于通过侧支血管左向右分流的存在，可导致肺血过多，从而引起充血性心力衰竭。有报道显示，MAPCA 导致的回心血量增加是 TCPC 手术的危险因素之一，并且在术后早期阶段，侧支血流不但不会减少，反而有增加的趋势^[4,5]。因此，在外科术前积极采用介入的方式堵闭 MAPCA，不仅可以减少回心血量，而且可以降低 TCPC 手术的风险及术后并发症的发生率^[6-8]。

目前应用较多的侧支堵闭材料包括美国 Cook 公司生产的可控弹簧圈(Cook coil)以及一代(plug I)和二代(plug II)血管塞。Cook coil 最初应用于细小动脉导管未闭的堵闭^[9]，后逐渐用于堵闭体肺动脉侧支血管。Perry 等^[10]曾应用 Cook coil 对 55 例患者的 77 条血管进行堵闭，其中完全堵闭者 69%。在本研究中，有 8 例患者术中应用 Cook coil 进行堵闭(图 1)。该种器械通常适用于内径较小的体肺动脉侧支血管，所选直径应大于侧支血管直径的 20%~30%。在操作过程中将端孔导管由主动脉探入欲封堵的侧支血管内，选择合适型号的器械，沿导管轻轻推送至导管头端，进入

所需封堵的血管腔内。根据造影后即刻残余分流情况，调整形状或增加数量，直到满意封堵。

然而，对于直径较大的 MAPCA，Cook coil 常常不能够堵闭完全，如应用多个器械进行封堵，不仅增加了麻醉时间和放射剂量，而且弹簧圈移位的可能也大大增加。随着材料的不断更新，目前 plug 常常用于较大 MAPCA 的封堵。最早的 plug I 由镍钛合金的网状结构编织而成，内部没有阻流膜填充，这样的设计延伸性较好，可以应用于相对较小的指引导管输送至靶血管^[11]；后研究者在 plug I 的基础上进行改良，将其体部由之前的两部分改进成为三部分，并且在其中加入阻流膜来阻挡血流通过，这就是目前应用广泛的 plug II，其堵闭效果较 plug I 明显改善。本研究中有 4 例患者选择了 plug 进行堵闭(图 2)，其中 1 例患者应用了 plug I 和 plug II 两种器械，其他 3 例均应用 plug I。该装置操作简单，对血管的损伤较小，对侧支血管的完全封堵率高，移位和栓塞的发生率较低，是一种适合于 MAPCA 封堵的、较为理想的材料。除此之外，塔型弹簧圈、切割球囊等也部分应用于侧支血管的堵闭。

咯血是 TCPC 术后常见症状，由于部分患者术前肺动脉压力较高，术后上、下腔静脉与右肺动脉吻合后仍然存在肺动脉高压；加之术中有些侧支血管正中切口不能够充分暴露，即使术前进行了选择性造影，在外科手术中也很难找到所有的侧支血管；因此，粗大的 MAPCA 使分流到肺血管的血流量增加，导致肺动脉压力增高，使肺毛细血管床破坏进而出血。Pastuszko、Suda 等^[12,13]曾报道 TCPC 术后对 MAPCA 进行堵闭的患者，堵闭后心导管检查测得肺动脉压力降低，血氧饱和度较前升高，术后随访咯血症状消失。TCPC 术后选择性堵闭 MAPCA，可使肺血流量减少，部分起到降低肺动脉压力的作用，减轻肺水肿、肺淤血，从而达到减轻甚至消除患儿术后咯血的目的。本研究中有 3 例患者在 TCPC 术后出现咯血症状，其中 2 例分别于 TCPC 术后 18 个月、35 个月行侧支血管堵闭，堵闭后咯血症状消失，随访无严重并发症。另外 1 例患者随访期间反复咯血，曾于术后 1 个月、22 个月，分别两次行体肺动脉侧支血管堵闭术，术后患儿咯血症状稍有缓解，后又再次加重，长期顽固性咯血，于 TCPC 术后 52 个月因大咯血于我院抢救无效死亡。该患者的死亡原因除了考虑行根治术较迟、肺动脉发育较差外，长期的

肺动脉高压也是死亡另一原因。

堵闭术后穿刺部位股动脉栓塞、术后发热、弹簧圈移位等是侧支堵闭常见的并发症^[14]；本研究全部患者围术期及随访过程中无严重并发症发生，这也与我中心拥有先进的仪器设备，以及手术医师拥有丰富临床经验和导管操作技术娴熟有关。

综上所述，在 TCPC 术前进行侧支血管堵闭可以缩短手术时间、简化手术操作、提高手术成功率；对于术后仍然存在左向右分流的病例，积极应用侧支血管堵闭术可以减少肺血流量，降低左心负荷，进一步消除引起咯血的危险因素。可见，于 TCPC 手术前、后行体肺动脉侧支血管堵闭术是一种安全、可行的方法。

参考文献：

- [1] NAGASHIMA M, HIBINO N, YAMAMOTO E, et al. Total cavopulmonary connection for functionally single ventricle with pulmonary atresia and abnormal arborization of pulmonary arteries—exclusion of overwhelmed area by collateral arteries from Fontan circulation[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2008, 7(6):1180–1182.
- [2] HEINEMANN M, BREUER J, STEGER V, et al. Incidence and impact of systemic venous collateral development after Glenn and Fontan procedures[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2001, 49(3):172–178.
- [3] SPICER R L, UZARK K C, MOORE J W, et al. Aortopulmonary collateral vessels and prolonged pleural effusions after modified Fontan procedures[J]. *Am Heart J*, 1996, 131(6):1164–1168.
- [4] WHITEHEAD K K, HARRIS M A, GLATZ A C, et al. Status of systemic to pulmonary arterial collateral flow after the fontan procedure[J]. *Am J Cardiol*, 2015, 115(12):1739–1745.
- [5] GLATZ A C, ROME J J, SMALL A J, et al. Systemic-to-pulmonary collateral flow, as measured by cardiac magnetic resonance imaging, is associated with acute post-Fontan clinical outcomes[J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2012, 5(2):218–225.
- [6] ICHIKAWA H, YAGIHARA T, KISHIMOTO H, et al. Extent of aortopulmonary collateral blood flow as a risk factor for Fontan operations[J]. *Ann Thor Surg*, 1995, 59(2):433–437.
- [7] BRADLEY S M, MCCALL M M, SISTINO J J, et al. Aortopulmonary collateral flow in the Fontan patient: does it matter? [J]. *Ann Thor Surg*, 2001, 72(2):408–415.
- [8] LATUS H, GUMMEL K, DIEDERICH S T, et al. Aortopulmonary collateral flow is related to pulmonary artery size and affects ventricular dimensions in patients after the Fontan procedure [J]. *PLoS One*, 2013, 8(11):e81684.
- [9] CAMBIER P A, KIRBY W C, WORTHAM D C, et al. Percutaneous closure of the small (less than 2.5 mm) patent ductus arteriosus using coil embolization[J]. *Am J Cardiol*, 1992, 69(8):815–816.
- [10] PERRY S B, RADTKE W, FELLOWS K E, et al. Coil embolization to occlude aortopulmonary collateral vessels and shunts in patients with congenital heart disease[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1989, 13(1):100–108.
- [11] LOPERA J E. The amplatzer vascular plug: review of evolution and current applications[J]. *Seminars in interventional radiology*, 2015, 32(4):356–369.
- [12] PASTUSZKO P, ROME J J, GLEASON M M, et al. Hemoptysis after CardioSEAL device embolization of a venous collateral after the Fontan operation[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2005, 129(6):1447–1448.
- [13] SUDA K, MATSUMURA M, SANO A, et al. Hemoptysis from collateral arteries 12 years after a fontan-type operation[J]. *Ann Thor Surg*, 2005, 79(1):e7–8.
- [14] REIDY J F, QURESHI S A. Interlocking detachable platinum coils, a controlled embolization device: early clinical experience [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 1996, 19(2):85–90.

(收稿日期:2016-02-15)