



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.10.020
http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2016.10.020
Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(10):1488-1493.

· 临床研究 ·

胸主动脉腔内修复术后截瘫发生的危险因素及处理

黎明¹, 舒畅^{1,2}, 阎方舟¹, 李全明¹

(1. 中南大学湘雅二医院 血管外科, 湖南 长沙 410011; 2. 中国医学科学院阜外医院 血管外科, 北京 100037)

摘要

目的: 探讨胸主动脉腔内修复术 (TEVAR) 后截瘫发生的危险因素及处理。

方法: 回顾性分析 2011 年 5 月—2015 年 5 月 593 例行 TEVAR 手术的 Stanford B 型主动脉夹层患者资料, 分析术后截瘫发生的危险因素并总结处理方法。

结果: 593 例患者中, 9 例 (1.5%) 发生 TEVAR 术后截瘫。单变量分析结果显示, 糖尿病、高血压、吸烟、围术期低血压和左锁骨下动脉封堵可能与 TEVAR 术后截瘫有关 (均 $P < 0.05$); 多变量 Logistic 回归分析结果显示, 围术期低血压是 TEVAR 术后截瘫的独立危险因素 ($P < 0.05$)。所有截瘫患者经脑脊液引流、激素冲击、适当升压、抗凝、扩血管、营养神经、降颅压联合治疗后, 神经系统功能均完全恢复。

结论: 围术期低血压是 TEVAR 术后截瘫发生的重要危险因素。截瘫发生后早期采取相应保守治疗手段提高脊髓灌注可以有效改善预后。

关键词

动脉瘤, 夹层 / 外科学; 血管成形术; 血管内操作; 截瘫

中图分类号: R654.3

Risk factors and management for paraplegia after thoracic endovascular aortic repair

LI Ming¹, SHU Chang^{1,2}, YAN Fangzhou¹, LI Quanming¹

(1. Department of Vascular Surgery, the Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China; 2. Department of Vascular Surgery, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract

Objective: To investigate the risk factors of paraplegia after thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) and its management strategies.

Methods: The clinical data of 593 patients with Stanford type B aortic dissection who underwent TEVAR between May 2011 and May 2015 were reviewed. The risk factors for postoperative paraplegia were analyzed and the treatment methods were summarized.

Results: Among the 593 patients, post-TEVAR paraplegia occurred in 9 cases (1.5%). Univariate analysis showed that diabetes, hypertension, smoking, left subclavian artery occlusion, and perioperative hypotension were associated with post-TEVAR paraplegia (all $P < 0.05$), and further multivariate Logistic regression analysis showed that perioperative blood pressure was the significant risk factor for paraplegia after TEVAR ($P < 0.05$). The nervous system function was completely recovered in all the patients with post-TEVAR paraplegia after combined treatment that included cerebrospinal fluid drainage, hormone stostherapy, appropriate blood pressure elevation, anticoagulation, vascular dilation, neuro-nutrition and lowering intracranial pressure

收稿日期: 2016-08-15; 修订日期: 2016-09-20。

作者简介: 黎明, 中南大学湘雅二医院主治医师, 主要从事大动脉疾病诊治及病因探讨方面的研究。

通信作者: 舒畅, Email: changshu01@yahoo.com

Conclusion: Perioperative hypotension is an important risk factor for paraplegia after TEVAR. Early adoption of corresponding conservative treatments to increase spinal cord perfusion may effectively improve the results.

Key words Aneurysm, Dissecting/surg, Angioplasty; Endovascular Procedures; Paraplegia

CLC number: R654.3

胸主动脉腔内修复术(thoracic endovascular aorta repair, TEVAR)是Stanford B型主动脉夹层的首选治疗方式。术后截瘫是该术式的严重并发症之一。文献^[1-5]报道TEVAR术后截瘫发生率为2%~10%。截瘫的发生机制目前尚无定论,目前认为可能与主动脉覆盖长度^[6-7]、围手术期低血压^[8]、是否曾行腹主动脉瘤修复术^[9]以及左锁骨下动脉是否通畅^[10]有关。处理方法包括脑脊液引流^[11-13]、调整血压^[14]以及激素治疗等^[15],但系统化的治疗方案仍有待进一步探讨。

本研究通过收集TEVAR治疗Stanford B型主动脉夹层患者的临床和影像学资料,统计分析TEVAR术后截瘫的危险因素,并为TEVAR术后截瘫的防治策略提出新的理念。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2011年5月—2015年5月,本中心共有593例Stanford B型主动脉夹层患者接受TEVAR手术。患者年龄22~79岁,平均为(55.7±4.8)岁;男女比例为3:1。

1.2 纳入排除标准

本研究纳入标准包括:(1)根据主动脉夹层的Stanford型分型,夹层仅累及左锁骨下动脉开口以远,即Stanford B型夹层;(2)至少接受1次主动脉造影+带膜支架腔内修复术,伴或不伴其他腔内辅助技术,如主动脉弓部分支“烟囱”支架、搭桥术、开窗术和封堵器植入术;(3)术前及术后均接受至少1次完整的全主动脉CTA血管造影。排除标准包括:(1)主动脉壁间血肿及主动脉溃疡;(2)外伤导致的各类主动脉损伤,如主动脉横断、主动脉假性动脉瘤等;(3)累及升主动脉的Stanford A型主动脉夹层。

1.3 TEVAR 步骤

根据患者情况,手术在局麻或全麻下进行,根据术前CTA及术中动脉造影结果决定支架种类、数量、直径及释放位置等。所使用支架包括Talent(美国美敦力公司),Zenith(美国库克公司),

Ankura(上海先健),Hercules(上海微创)等。支架长度从60mm到200mm不等。术毕造影以确定是否存在内漏。

1.4 截瘫评估

截瘫表现为术后下肢运动及感觉功能障碍,伴或不伴大小便失禁。根据症状可分为完全性截瘫及不完全性截瘫。使用改良Tarlov评分系统对患者进行神经系统评分(表1)。

表1 改良 Tarlov 评分系统
Table 1 Modified Tarlov scoring scale

分级	运动功能	缺陷
0	无下肢运动	截瘫
1	下肢运动不能对抗重力	截瘫
2	下肢运动仅可以对抗重力	截瘫
3	可以在辅助下站立	轻瘫
4	可在辅助下行走	轻瘫
5	正常	正常

1.5 统计学处理

结果以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。对所有数据进行单变量及多变量Logistic逐步回归分析,根据数据特性分别作t检验或F检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。统计过程通过SPSS 16.0软件包实现。

2 结果

2.1 截瘫发生率

593例胸主动脉夹层患者行TEVAR,其中9例患者发生术后完全性或不全性截瘫。术中左锁骨下动脉(LSA)完全覆盖率为31.2%(185/593),烟囱技术实施率为14.7%(87/593)。手术技术成功率为100%,内漏发生率为7.1%(42/593),术后逆撕A型夹层发生率为0.7%(4/593),围手术期病死率为1.2%(7/593),无截瘫相关性死亡。

2.2 单因素分析

临床病理因素因素分析显示,糖尿病($P=0.001$)、高血压($P=0.035$)、吸烟($P=0.001$)与TEVAR术后截瘫相关性较高;而手

术相关因素中,围术期最低平均动脉压(MAP) <70 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)($P=0.002$)和左锁骨下动脉(LSA)封堵($P=0.002$)与TEVAR术后截瘫相关性较高。而胸主动脉被支架覆盖长度、支架远端胸主动脉长度及腹主动脉瘤(AAA)手术与截瘫无明显关系(均 $P>0.05$)(表2-3)。

表2 临床病理与截瘫发生的单变量分析

Table 2 Univariate analysis of the relations of clinicopathologic factors with occurrence of paraplegia

变量	无截瘫	有截瘫	P
年龄($\bar{x}\pm s$)	52.58 ± 1.624	60.25 ± 6.183	0.2247
心血管疾病[n(%)]	63 (10.8)	1 (22.2)	0.199
糖尿病[n(%)]	10 (1.7)	1 (22.2)	0.001
高血压[n(%)]	488 (83.6)	9 (100)	0.035
脑血管疾病[n(%)]	32 (5.5)	0 (0.0)	0.321
肺部疾病[n(%)]	21 (3.6)	0 (0.0)	0.431
肾功能衰竭[n(%)]	21 (3.6)	0 (0.0)	0.431
吸烟[n(%)]	255 (43.7)	0 (0.0)	0.001

表3 手术相关因素与截瘫发生的单变量分析

Table 3 Univariate analysis of the relations of surgical factors with occurrence of paraplegia

变量	无截瘫	有截瘫	P
限制性裸支架[n(%)]	84 (14.4)	1 (11.1)	0.337
烟囱技术[n(%)]	87 (14.7)	0 (0)	0.084
胸主动脉被支架覆盖长度(mm, $\bar{x}\pm s$)	167.98 ± 17.60	177.75 ± 22.26	0.339
支架远端胸主动脉长度(cm, $\bar{x}\pm s$)	7.84 ± 3.87	8.125 ± 2.96	0.609
I型内漏[n(%)]	21 (3.6)	0 (0.0)	0.431
II型内漏[n(%)]	21 (3.6)	0 (0.0)	0.431
AAA外科干预事件[n(%)]	21 (3.6)	0 (0.0)	0.431
LSA封堵[n(%)]	183 (31.3)	2 (22.2)	0.050
围手术期最低MAP <70 mmHg[n(%)]	248 (42.5)	6 (66.7)	0.002

2.3 多因素分析

对糖尿病、高血压、吸烟、围手术期低血压及LSA封堵5项可能危险因素进行多变量Logistic逐步回归分析,结果显示仅围术期低血压对TEVAR术后截瘫模型具有统计学意义($P=0.001$)(表4)。

表4 多变量 Logistic 回归分析

Table 4 Multivariate Logistic regression analysis

变量	OR (95% CI)	P
糖尿病	1.7 (1.2~2.3)	0.091
高血压	2.3 (1.0~5.2)	0.135
吸烟	1.9 (1.3~2.1)	0.086
锁骨下动脉覆盖	1.3 (1.0~1.7)	0.426
围手术期最低 MAP <70 mmHg	0.7 (0.5~0.9)	0.001

术后截瘫患者即刻予以脑脊液引流、激素、适当升压、抗凝、扩血管、营养神经、降颅压联合治疗方案。所有截瘫患者经联合治疗后症状均有恢复,截瘫出现后1 d至6个月后Tarlov评分均恢复至5,大小便可自解。

3 讨论

腔内治疗因其低并发症发生率及手术死亡率的优势,已成为Stanford B型主动脉夹层的治疗首选^[16-18]。截瘫是术后并发症之一,发生率并不高,据文献^[1-5]报道约为2%~10%,我中心报告结果为1.5%,基本与文献一致。尽管脊髓供血动脉缺血是公认的胸主动脉术后截瘫发生原因,但其具体机制仍不清楚。已有多篇已发表文献分析TEVAR术后发生截瘫的危险因素,主要包括主动脉覆盖长度^[4, 19]、左锁骨下动脉开口覆盖^[9]、围手术期低血压^[6, 20]等,最近也有文献^[21]报道颈椎狭窄导致术后截瘫发生。治疗方法主要是早期发现及早期改善脊髓灌注。

3.1 支架长度与术后截瘫

Greenberg等^[19]最先提出TEVAR术后截瘫发病于主动脉覆盖长度相关。Feezor等^[4]提出术后截瘫患者主动脉平均覆盖长度较非截瘫患者大6.5 cm,每减少2 cm远端降主动脉覆盖长度,截瘫风险降低40%。支架覆盖长度与截瘫发生率表现为正相关的原因是支架越长,供应脊髓的节段动脉缺血越严重^[22],另外脊髓重要供血动脉根大动脉被覆盖也与截瘫发生有关^[23-24]。在本研究中,两组主动脉覆盖长度并未表现出统计学差异,这可能由于文献报告多为胸主动脉瘤TEVAR术后数据,而本研究为主动脉夹层TEVAR术后数据。在支架释放后,主动脉假腔血流并不会立即停止,而是将持续存在一段时间后逐步形成血栓,更有利于侧枝循环的建立。因此对于脊髓供血动脉发源于假腔的病例来说,急性脊髓缺血非常少见。另外也可能与术中刻意避免长段胸主动脉覆盖有关。

3.2 术中封堵LSA与术后截瘫

尽管普遍认为LSA参与脊髓供血,术中覆盖LSA开口将增加术后截瘫几率^[9]。这是由于锁骨下动脉发出的脊髓前动脉参与脊髓供血^[25]。根据笔者的既往研究,术中封堵LSA并未增加术后截瘫的发生几率^[26]。而本研究中两组LSA覆盖率尽管有统计学差异($P=0.002$),但无截瘫组LSA覆盖率高于截瘫组,而回归分析也表明LSA通畅与否并非术后截瘫的危险因素,这与一部分学者^[27-28]的观点

是一致的。既往行腹主动脉瘤手术也情况类似, 尽管既往或同期腹主动脉手术破坏了部分脊髓供血, 理论上增加TEVAR术后截瘫的风险, 也有文献^[9]报道其为危险因素之一, 但本研究结果并未体现这点。笔者认为以上两点以及主动脉覆盖长度等因素并非不参与脊髓缺血过程, 而是不能作为独立危险因素, 当评估术后截瘫危险时应综合考虑。如当病情需要覆盖长段胸主动脉时应保证LSA血流通畅, 必须覆盖LSA开口时应重建左锁骨下动脉; 若既往已行或术中需同时行腹主动脉手术, 则尽量减少胸主动脉覆盖长度, 且尽量保证LSA通畅。

3.3 围手术期低血压与术后截瘫

围手术期低血压是本研究发现的唯一独立危险因素, 这与其他一些报道结果是一致的^[16, 20]。由于脊髓灌注压为动脉压与脑脊液压力的差值, 若动脉压降低可导致脊髓灌注减少, 从而导致神经功能障碍^[29]。尽管对于主动脉夹层患者, 降低血压更有利于维持患者血流动力学稳定, 降低夹层破裂风险。但由于降压药物的残留作用、术前禁饮食、血容量相对不足以及麻醉药物影响等因素, 术中及术后短期内可出现血压过低。对于主动脉夹层TEVAR治疗, 术中及术后应采取静脉输注液体扩容、血管活性药物使用等措施以保证MAP维持在70 mmHg以上以降低术后截瘫风险。

3.4 其他影响因素讨论

除了以上被广泛认知的危险因素意外, 笔者还认为夹层真假腔的相对解剖关系、破口及再破口的数量及位置以及术后主动脉重塑过程的不同可能也与夹层术后脊髓缺血导致神经功能障碍的发生有关。正常解剖情况下脊髓主要由左锁骨下动脉、肋间动脉、腰动脉、腹腔干动脉及髂内动脉所构成的血管网供血, 其中在胸主动脉手术中值得注意的是主要是左锁骨下动脉及Adamkiewicz动脉(AKA)。左锁骨下动脉情况之前已作讨论, AKA作为脊髓血供重要目标血管值得引起格外关注。AKA尽管多有变异, 位置并不固定, 但多位于膈肌平面附近。TEVAR术中支架直接覆盖至该处的情况并不多见, 因此术中支架覆盖来源于真腔的AKA开口导致术后脊髓缺血并非主要原因。笔者认为术后AKA血供变化的影响因素主要为术后主动脉重塑过程, 即夹层假腔的相对位置、

远端再破口的位置以及术后假腔形成血栓的速度(图1-2)。回顾分析术后截瘫患者CT, 发现假腔多位于后侧。由于AKA动脉多由主动脉后侧发出, 因此AKA动脉多由假腔供血。TEVAR术后假腔内血栓形成, 导致AKA动脉血供减少, 尤其当封堵完整, 假腔迅速血栓化时, AKA动脉急性缺血, 在侧枝循环尚未建立时即可出现截瘫。除了假腔位于后侧、假腔内血栓形成速度过快外, 截瘫发生还与远端再破口的位置有关。夹层患者一般在腹主动脉内脏动脉段均存在再破口, TEVAR术后真腔血流可由再破口进入假腔并逆流至膈肌平面假腔, 从而继续维持AKA灌注。若腹主动脉不存在再破口, 或再破口位于腹主动脉远端, 则截瘫更易发生。因此对于主动脉夹层TEVAR治疗术后截瘫, 远端再破口的位置及数量比主动脉覆盖长度更有意义^[30]。由于样本量不多, 以上解剖学特点对术后截瘫的影响仍需进一步研究观察。

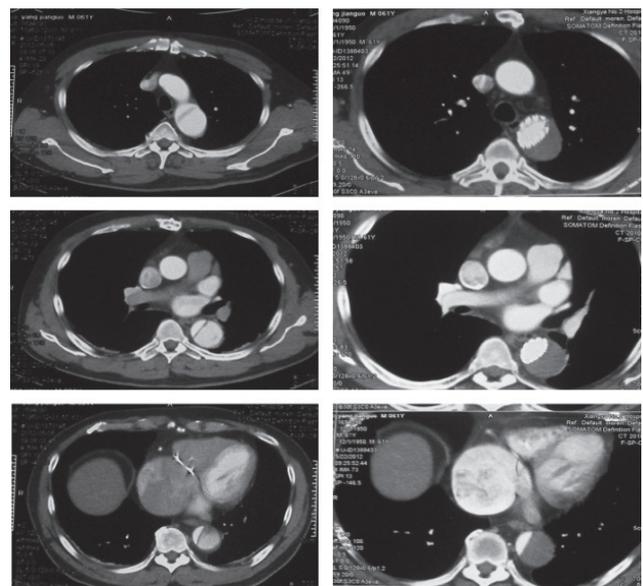


图1 截瘫患者术前术后CT对比(左侧为术前, 假腔位于后方; 右侧为术后3 d复查, 支架段及支架段远端假腔迅速形成血栓)

Figure 1 Comparison of the CT images of paraplegia patient before and after operation (left: pre-operative images showing the false lumen locating in the rear; right: postoperative 3 day CT images showing rapid thrombosis formation in the stenting segment and its distal segment)

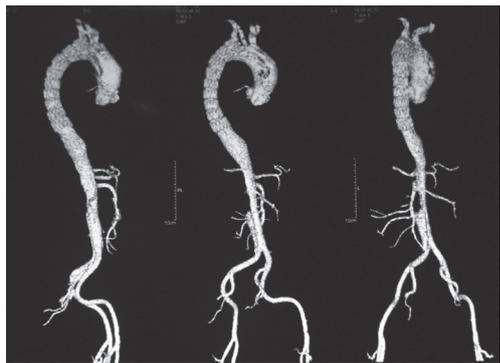


图2 截瘫患者术后CTA (术后假腔血栓形成,远端再破口位于肾下腹主动脉段)

Figure 2 CTA images of paraplegia patient (thrombosis formation in the false lumen after operation and the distal tear in the infrarenal abdominal aorta)

3.5 术后截瘫处理方法

术后截瘫的早期发现及早期增加脊髓灌注能显著改善预后^[31]。有文献^[32]报道,早期发现脊髓缺血,其永久性截瘫发生率为0;而未及时发现的脊髓缺血,其永久性截瘫发生率为21.7%。升高血压^[14]及脑脊液穿刺引流已被广泛认为是有效治疗方法^[6, 11-13, 33-35],结合其他辅助治疗,可以有效改善预后。我中心具体处理方法包括:(1)每日多次少量脑脊液引流,根据患者恢复情况引流1~7 d,将脑脊液压力降至12~15 cmH₂O (1 cmH₂O=0.098 kPa)左右;(2)将收缩压升至120~140 mmHg左右(MAP>70 mmHg);(3)使用抗凝药物防止血栓进一步形成;(4)使用扩血管药物增加脊髓灌注;(5)应用神经营养药物;(6)小剂量激素及甘油果糖等减轻水肿。经以上治疗,所有患者在1 d至6个月内均恢复自主行走。有学者介绍在截瘫发生早期进行脑脊液引流,使脑脊液压力保持10 cmH₂O以下,可以取得良好的效果。但应注意脑脊液引流时间一般为48~36 h,根据患者症状恢复情况可适当延长至5 d,且脑脊液引流量不超过15 mL/h^[31]。另有文献^[36]报道预防性脑脊液引流并不能降低术后脊髓缺血发生,反而会加重脑脊液穿刺的并发症,因此并不提倡术前或术中预防性脑脊液引流。激素的使用可以在截瘫早期减轻脊髓水肿,增加脊髓灌注^[15],但具体使用剂量仍有争议。过大剂量的激素冲击治疗易引起感染,可能导致呼吸功能衰竭、支架感染等严重后果。目前也有报道可以进行分期手术,先行节段动脉栓塞(minimally invasive selective segmental artery coil-embolization, MISACE)再行TEVAR手术;

或围手术期神经电位监测以早期预防及发现术后截瘫,可以降低截瘫发生率及改善截瘫预后^[37]。

总之,TEVAR术后截瘫是一个多因素共同作用的复杂病理过程;围术期低血压是TEVAR术后截瘫发生的重要危险因素;解剖学因素可能也与截瘫发生相关;截瘫发生后迅速采取相应保守治疗效果确切。

参考文献

- [1] Mitchell RS, Miller DC, Dake MD, et al. Thoracic aortic aneurysm repair with an endovascular stent graft: the "first generation"[J]. *Ann Thorac Surg*, 1999, 67(6):1971-1974.
- [2] Axisa BM, Loftus IM, Fishwick G, et al. Endovascular repair of an innominate artery false aneurysm following blunt trauma[J]. *J Endovasc Ther*, 2000, 7(3):245-250.
- [3] Bergeron P, De Chaumaray T, Gay J, et al. Endovascular treatment of thoracic aortic aneurysms[J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2003, 44(3):349-361.
- [4] Feezor RJ, Martin TD, Hess PJ Jr, et al. Extent of aortic coverage and incidence of spinal cord ischemia after thoracic endovascular aneurysm repair[J]. *Ann Thorac Surg*, 2008, 86(6):1809-1814.
- [5] Greenberg RK, Lu Q, Roselli EE, et al. Contemporary analysis of descending thoracic and thoracoabdominal aneurysm repair: a comparison of endovascular and open techniques[J]. *Circulation*, 2008, 118(8):808-817.
- [6] Gravereaux EC, Faries PL, Burks JA, et al. Risk of spinal cord ischemia after endograft repair of thoracic aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2001, 34(6):997-1003.
- [7] Preventza O, Wheatley GH 3rd, Williams J, et al. Identifying paraplegia risk associated with thoracic endografting[J]. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*, 2009, 17(6):568-572.
- [8] Weigang E, Hartert M, Siegenthaler MP, et al. Perioperative management to improve neurologic outcome in thoracic or thoracoabdominal aortic stent-grafting[J]. *Ann Thorac Surg*, 2006, 82(5):1679-1687.
- [9] Baril DT, Carroccio A, Ellozy SH, et al. Endovascular thoracic aortic repair and previous or concomitant abdominal aortic repair: is the increased risk of spinal cord ischemia real?[J]. *Ann Vasc Surg*, 2006, 20(2):188-194.
- [10] Buth J, Harris PL, Hobo R, et al. Neurologic complications associated with endovascular repair of thoracic aortic pathology: Incidence and risk factors. a study from the European Collaborators on Stent/Graft Techniques for Aortic Aneurysm Repair (EUROSTAR) registry[J]. *J Vasc Surg*, 2007, 46(6):1103-1110.
- [11] Ellozy SH, Carroccio A, Minor M, et al. Challenges of endovascular tube graft repair of thoracic aortic aneurysm: midterm follow-up and lessons learned[J]. *J Vasc Surg*, 2003, 38(4):676-683.
- [12] Bhama JK, Lin PH, Voloyiannis T, et al. Delayed neurologic deficit

- after endovascular abdominal aortic aneurysm repair[J]. *J Vasc Surg*, 2003, 37(3):690-692.
- [13] Ortiz-Gómez JR, González-Solis FJ, Fernández-Alonso L, et al. Reversal of acute paraplegia with cerebrospinal fluid drainage after endovascular thoracic aortic aneurysm repair[J]. *Anesthesiology*, 2001, 95(5):1288-1289.
- [14] McGarvey ML, Mullen MT, Woo EY, et al. The treatment of spinal cord ischemia following thoracic endovascular aortic repair[J]. *Neurocritical Care*, 2007, 6(1):35-39.
- [15] Hollier LH, Money SR, Naslund TC, et al. Risk of spinal cord dysfunction in patients undergoing thoracoabdominal aortic replacement[J]. *Am J Surg*, 1992, 164(3):210-213.
- [16] Bavaria JE, Appoo JJ, Makaroun MS, et al. Endovascular stent grafting versus open surgical repair of descending thoracic aortic aneurysms in low-risk patients: a multicenter comparative trial[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2007, 133(2):369-377.
- [17] Stone DH, Brewster DC, Kwolek CJ, et al. Stent-graft versus open-surgical repair of the thoracic aorta: mid-term results[J]. *J Vasc Surg*, 2006, 44(6):1188-1197.
- [18] Najibi S, Terramani TT, Weiss VJ, et al. Endoluminal versus open treatment of descending thoracic aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2002, 36(4):732-737.
- [19] Greenberg R, Resch T, Nyman U, et al. Endovascular repair of descending thoracic aortic aneurysms: an early experience with intermediate-term follow-up[J]. *J Vasc Surg*, 2000, 31(1 Pt 1):147-56.
- [20] Cheung AT, Pochettino A, McGarvey ML, et al. Strategies to manage paraplegia risk after endovascular stent repair of descending thoracic aortic aneurysms[J]. *Ann Thorac Surg*, 2005, 80(4):1280-1288.
- [21] Koleilat I, Moore E, Hanover T, et al. An unusual cause of spinal cord ischemia after thoracic endovascular repair[J]. *Vascular*, 2016, 24(2):194-196.
- [22] Melissano G, Bertoglio L, Rinaldi E, et al. An anatomical review of spinal cord blood supply[J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2015, 56(5):699-706.
- [23] Bisdas T, Panuccio G, Sugimoto M, et al. Risk factors for spinal cord ischemia after endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2015, 61(6):1408-1416.
- [24] N'da HA, Chenin L, Capel C, et al. Microsurgical anatomy of the Adamkiewicz artery-anterior spinal artery junction[J]. *Surg Radiol Anat*, 2016, 38(5):563-567.
- [25] Colman MW, Hornicek FJ, Schwab JH. Spinal Cord Blood Supply and Its Surgical Implications[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2015, 23(10):581-591.
- [26] 舒畅, 王沙龙, 姜晓华, 等. 胸主动脉腔内修复术中封堵左锁骨下动脉的安全性研究[J]. *中国普通外科杂志*, 2014, 23(12):1614-1619.
- Shu C, Wang SL, Jiang XH, et al. The safety research of intentional coverage of left subclavian artery during TEVAR[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2014, 23(12):1614-1619.
- [27] Amabile P, Grisoli D, Giorgi R, et al. Incidence and determinants of spinal cord ischaemia in stent-graft repair of the thoracic aorta[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2008, 35(4):455-461.
- [28] Khoynezhad A, Donayre CE, Bui H, et al. Risk factors of neurologic deficit after thoracic aortic endografting[J]. *Ann Thorac Surg*, 2007, 83(2):S882-889.
- [29] Blacker DJ, Wijidicks EF, Ramakrishna G. Resolution of severe paraplegia due to aortic dissection after CSF drainage[J]. *Neurology*, 2003, 61(1):142-143.
- [30] Qin YL, Deng G, Li TX, et al. Risk factors of incomplete thrombosis in the false lumen after endovascular treatment of extensive acute type B aortic dissection[J]. *J Vasc Surg*, 2012, 56(5):1232-1238.
- [31] Kayama S, Mita N, Takahashi T, et al. Retrospective Risk Factor Analysis of Spinal Cord Ischemia after Thoracic Endovascular Aneurysm Repair[J]. *Masui*, 2016, 65(3):270-274.
- [32] Kamada T, Yoshioka K, Tanaka R. Strategy for thoracic endovascular aortic repair based on col-lateral circulation to the artery of Adamkiewicz[J]. *Surg Today*, 2016, 46(9):1024-1030.
- [33] Coselli JS, LeMaire SA, Koksoy C, et al. Cerebrospinal fluid drainage reduces paraplegia after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: results of a randomized clinical trial[J]. *J Vasc Surg*, 2002, 35(4):631-639.
- [34] Fleck T, Hutschala D, Weissl M, et al. Cerebrospinal fluid drainage as a useful treatment option to relieve paraplegia after stent-graft implantation for acute aortic dissection type B[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2002, 123(5):1003-1005.
- [35] Tiesenhansen K, Amann W, Koch G, et al. Cerebrospinal fluid drainage to reverse paraplegia after endovascular thoracic aortic aneurysm repair[J]. *J Endovasc Ther*, 2000, 7(2):132-135.
- [36] Dias NV, Sonesson B, Kristmundsson T, et al. Short-term outcome of spinal cord ischemia after endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2015, 49(4):403-409.
- [37] Dias-Neto M, Reis PV, Rolim D, et al. Strategies to prevent TEVAR-related spinal cord ischemia[J]. *Vascular*, 2016, pii: 1708538116671235. [Epub ahead of print]

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 黎明, 舒畅, 阎方舟, 等. 胸主动脉腔内修复术后截瘫发生的危险因素及处理[J]. *中国普通外科杂志*, 2016, 25(10):1488-1493. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.10.020

Cite this article as: Li M, Shu C, Yan FZ, et al. Risk factors and management for paraplegia after thoracic endovascular aortic repair[J]. *Chin J Gen Surg*, 2016, 25(10):1488-1493. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.10.020