

• 临床经验 •

规范化综合性脊髓保护措施能够降低主动脉手术患者围手术期脊髓损伤发生率：8年回顾性分析

周宏艳¹ 王冀¹ 袁素² 于存涛³ 钱向阳³ 孙晓刚³ 陈祖君¹ 张海涛¹

¹ 中国医学科学院北京协和医学院国家心血管病中心阜外医院心脏外科ICU, 北京 100037;

² 中国医学科学院北京协和医学院国家心血管病中心阜外医院麻醉中心, 北京 100037;

³ 中国医学科学院北京协和医学院国家心血管病中心阜外医院心脏外科, 北京 100037

通信作者: 张海涛, Email: boy8672@163.com

【摘要】目的 观察中国医学科学院阜外医院8年间主动脉手术后脊髓损伤(SCI)的发生情况以及规范化综合性脊髓保护措施的效果,为主动脉手术围手术期SCI防治总结相关经验。**方法** 回顾性分析2011年1月至2018年12月阜外医院血管中心完成主动脉手术患者的临床资料,其中2011年1月至2016年12月接受传统脊髓保护管理流程的患者作为对照组;2017年1月至2018年12月接受规范化综合性脊髓保护措施的患者作为规范化治疗组,包括预防性脑脊液引流(CSFD)、呼吸道管理、维持有效循环的最低静脉压,同时启动抗凝、糖皮质激素、改善微循环、清除氧自由基等辅助治疗,并监测神经功能,预防并发症。观察开展围手术期规范化综合性脊髓保护措施前后主动脉手术后SCI发生率的变化,评价规范化综合性脊髓保护措施的效果;同时对术后SCI的类型以及CSFD的安全性进行分析。**结果** 8年间阜外医院血管中心共完成主动脉手术7724例,术后出现SCI患者64例,总体发生率为0.83%;其中速发型SCI 39例(60.94%),迟发型SCI 25例(39.06%),速发型SCI仍占较大比例;截瘫患者52例(81.25%),轻瘫患者12例(18.75%);出院未恢复永久性SCI 38例(59.38%),部分恢复或完全恢复25例(39.06%),死亡1例(1.56%)。与对照组比较,规范化综合性脊髓保护措施实施后,SCI发生率明显下降,主动脉手术后SCI总体发生率由1.06%(52/4893)下降至0.42%(12/2831),其中深低温停循环下全主动脉弓置换术后SCI发生率由3.66%(40/1092)下降至1.11%(5/450),全胸腹主动脉置换术后SCI发生率由9.40%(11/117)下降至2.47%(2/81),差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。围手术期CSFD情况分析显示,CSFD相关并发症发生率较低,总体发生率为5.45%(3/55),其中脑脊液漏1例,血性脑脊液2例,无中枢神经系统出血、感染等严重并发症发生。**结论** 主动脉手术后SCI以速发型为主,约39%的SCI患者可以部分或者完全恢复;包括预防性CSFD在内的规范化综合性脊髓保护措施能够降低主动脉手术后SCI发生率;CSFD相关并发症发生率低,安全有效。

【关键词】 脊髓损伤; 主动脉手术; 脊髓保护措施; 脑脊液引流

基金项目: 北京市科技计划项目(D171100002917004)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.05.022

Standardized multidisciplinary spinal cord protection strategies reduce spinal cord injury during perioperative period of aortic surgery: an 8-year retrospective analysis

Zhou Hongyan¹, Wang Ji¹, Yuan Su², Yu Cuntao³, Qian Xiangyang³, Sun Xiaogang³, Chen Zujun¹, Zhang Haitao¹

¹Department of Cardiac Surgery ICU, Fuwai Hospital, National Center for Cardiovascular Diseases, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100037, China; ²Department of Anesthesia, Fuwai Hospital, National Center for Cardiovascular Diseases, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100037, China; ³Department of Cardiac Surgery, Fuwai Hospital, National Center for Cardiovascular Diseases, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100037, China

Corresponding author: Zhang Haitao, Email: boy8672@163.com

【Abstract】Objective To observe the incidence of spinal cord injury (SCI) following aortic surgery in Fuwai Hospital of Chinese Academy of Medical Sciences, and evaluate the effect of standardized multidisciplinary spinal cord protection strategies, to summarize the experience in the prevention and treatment of SCI at perioperative period of aortic surgery. **Methods** The clinical data of patients underwent aortic surgery admitted to vascular center of Fuwai Hospital from January 2011 to December 2018 were retrospectively analyzed. The patients receiving traditional spinal cord protection strategies from January 2011 to December 2016 were defined as the control group, while the patients receiving standardized multidisciplinary spinal cord protection strategies from January 2017 to December 2018 were defined as the standardized treatment group. The standardized multidisciplinary treatment included preoperative cerebrospinal fluid drainage (CSFD), respiratory tract management, and maintenance of effective circulation of the lowest venous pressure; at the same time, anticoagulation, glucocorticoid, improve microcirculation, scavenge oxygen free radicals and other adjuvant treatments were started, and nerve function was monitored to prevent complications. The changes in SCI incidence after aortic surgery between the two groups were observed in order to evaluate the effect of standardized multidisciplinary spinal cord protection strategies. Meanwhile, the types of SCI after operation and the safety of CSFD

were analyzed. **Results** During the 8-year period, 7 724 patients underwent aortic surgery at vascular center of Fuwai Hospital, 64 of which suffered from SCI after aortic surgery with total incidence of 0.83%. The onset of SCI was immediate in 39 patients (60.94%) and was delayed in 25 patients (39.06%), more than half of patients were immediate SCI. Of 64 patients with SCI, 52 patients (81.25%) underwent paraplegia and 12 (18.75%) underwent paraparesis. SCI persisted beyond discharge in 38 patients (59.38%) and 25 patients (39.06%) fully or partly recovered from SCI. One patient (1.56%) died. Compared with the control group, the incidence of SCI was decreased significantly after application of standardized multidisciplinary spinal cord protection strategies. The total incidence of SCI after aortic surgery was decreased from 1.06% (52/4 893) to 0.42% (12/2 831), the incidence after aortic arch replacement under deep hypothermic circulatory arrest was decreased from 3.66% (40/1 092) to 1.11% (5/450), and the incidence after thoraco-abdominal aortic replacement was decreased from 9.40% (11/117) to 2.47% (2/81) with statistically significant difference (all $P < 0.05$). Perioperative CSFD analysis showed that the incidence of CSFD-related complications was low, the overall incidence was 5.45% (3/55), including 1 patient of cerebrospinal fluid leakage, 2 patients of blood cerebrospinal fluid. No serious complications such as hemorrhage and infection of central nervous system occurred. **Conclusions** The main type of SCI after aortic surgery was immediate, about 39% SCI patients fully or partly recovered. Standardized multidisciplinary spinal cord protection strategies which included preoperative CSFD, reduced incidence of SCI after aortic surgery. The incidence of CSFD-related complications was low, which was safe and effective.

【Key words】 Spinal cord injury; Aortic surgery; Spinal cord protection strategy; Cerebrospinal fluid drainage

Fund program: Beijing Municipal Science and Technology Planning Project (D171100002917004)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.05.022

脊髓损伤(SCI)是主动脉手术围手术期具有灾难性的并发症,可增加30 d病死率,降低5年生存率^[1],其发生率在不同中心以及不同主动脉手术之间存在很大的差异,其中全胸腹主动脉置换手术围手术期SCI发生率为2%~20%^[1-2],深低温停循环下全主动脉弓置换术围手术期SCI发生率为2.4%~4.0%^[3]。近年来,远端灌注、脑脊液引流(CSFD)、允许性低温、积极的肋间动脉重建技术以及相关辅助药物治疗等综合性脊髓保护措施的实施使SCI发生率明显下降^[4]。目前国内尚无规范化综合性脊髓保护措施在主动脉手术围手术期应用情况的报道,本研究通过回顾分析本院8年间主动脉手术围手术期SCI的发生情况,探讨主动脉手术围手术期包括预防性CSFD在内的规范化综合性脊髓保护措施的效果及CSFD的安全性,为主动脉手术围手术期SCI管理总结相关经验。

1 资料和方法

1.1 病例的选择:通过中国医学科学院阜外医院信息中心数据库检索本院2011年1月至2018年12月主动脉手术后出现SCI患者的临床资料。

1.1.1 纳入标准:主动脉根部置换术、升主动脉置换术、深低温停循环下全主动脉弓置换术、全胸腹主动脉置换术、胸主动脉腔内修复术、胸主动脉人工血管置换术、腹主动脉腔内修复术和腹主动脉人工血管置换术等主动脉疾病手术后出现SCI的患者。

1.1.2 排除标准:主动脉手术前存在SCI;脑卒中病史;术后中枢神经系统并发症导致肢体活动和感觉障碍;术后肢体缺血导致肢体活动和感觉障碍。

1.1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,经医院伦理委员会批准(审批号:2018-223),所有治疗均获得过患者和家属的知情同意。

1.2 SCI定义:按照损伤程度分为截瘫和轻瘫,改良Tarlov评分肌力0~2级为截瘫,3~4级为轻瘫,5级为正常。按照发生时间分为速发型和迟发型,速发型为麻醉清醒即出现

症状,无论严重程度如何;迟发型为麻醉清醒时神经肌肉功能正常,随后出现症状。

1.3 预防性CSFD和管理流程:将下胸段肋间动脉均起自假腔的主动脉夹层患者和全胸腹手术患者定义为术后SCI高危人群。高危患者麻醉诱导后由麻醉师置入CSFD装置。全胸腹手术采用常温阻断血泵回收法,术中积极重建肋间动脉^[5],并维持合适的灌注压。维持脑脊液压力10~13 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),优化氧输送。术后条件允许情况下维持平均动脉压(MAP)≥90 mmHg,脑脊液压力10~15 mmHg,尽早判断意识状态及肢体活动情况,如果无SCI表现,则CSFD装置保留2~3 d后撤除;如果清醒后出现SCI症状,对于术前未置入CSFD装置的患者应立即置入。

1.4 主动脉手术围手术期规范化综合性脊髓保护措施:包括提高MAP≥90 mmHg,同时维持血红蛋白(Hb)≥100 g/L;积极的呼吸道管理、维持有效循环的最低静脉压,同时启动辅助治疗,如抗凝、糖皮质激素、改善微循环以及依达拉奉等清除氧自由基的综合治疗;每小时进行神经科查体评估;同时监测CSFD情况,要求引流量≤15 mL/h,观察脑脊液的颜色及性状,如果出现血性脑脊液则停止引流进行神经科查体评估,必要时进行影像学检查排除颅内出血等情况。治疗性CSFD 5~7 d后拔出引流装置,避免出现感染等情况。

1.5 分组及观察指标:2011年1月至2016年12月本院主动脉手术后脊髓保护管理流程尚不规范(对照组),2017年1月至2018年12月本院采取包括预防性CSFD在内的规范化综合性脊髓保护措施(规范化治疗组)。统计两组主动脉手术后SCI的发生率,并观察不同手术类型患者SCI的发生率。收集主动脉手术后出现SCI患者的人口学特征,术后出现SCI的类型以及预后转归,同时分析总结CSFD的安全性。

1.6 统计学分析:采用SPSS 20.0软件处理数据。连续变量呈正态分布,以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;分类变量采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 SCI发生情况(表1):2011年1月至2018年12月阜外医院血管中心共完成主动脉手术7724例,术后出现SCI患者64例,总体发生率0.83%;其中深低温停循环下全主动脉弓置换术1542例,术后SCI患者45例,发生率2.92%;全胸腹主动脉置换术198例,术后SCI患者13例,发生率6.57%。2017年1月开始采用包括预防性CSFD在内的规范化综合性脊髓保护措施,主动脉手术后总体SCI发生率由1.06%下降到0.42%($P<0.01$),深低温停循环下全主动脉弓置换术后SCI发生率由3.66%下降到1.11%($P<0.01$),全胸腹主动脉置换术后SCI发生率由9.40%下降到2.47%($P<0.05$)。

表1 是否采取围手术期规范化综合性脊髓保护措施两组主动脉手术患者术后SCI发生率的比较

组别	SCI发生率[% (例/例)]		
	总体	全主动脉弓置换术	全胸腹主动脉置换术
对照组	1.06(52/4893)	3.66(40/1092)	9.40(11/117)
规范化治疗组	0.42(12/2831)	1.11(5/450)	2.47(2/81)
χ^2 值	8.910	7.325	3.731
P 值	0.003	0.007	0.045

注:对照组为2011年1月至2016年12月采用传统脊髓保护管理流程患者,规范化治疗组为2017年1月至2018年12月采用包括预防性脑脊液引流(CSFD)在内的规范化综合性脊髓保护措施患者;SCI为脊髓损伤

2.2 一般资料:在64例SCI患者中,男性50例(78.12%),女性14例(21.88%);年龄25~74岁,平均(51.1±11.4)岁;速发型SCI39例(60.94%),迟发型SCI25例(39.06%),速发型仍占较大比例;截瘫52例(81.25%),轻瘫12例(18.75%)。出院未恢复永久性SCI患者38例(59.38%),部分恢复13例(20.31%),完全恢复12例(18.75%),死亡1例(1.56%)。

2.3 CSFD情况:64例SCI患者中接受CSFD55例;对照组SCI患者52例,其中接受CSFD43例,引流率为82.69%;规范化治疗组SCI患者12例,全部接受CSFD,引流率100%。早期SCI患者CSFD率低,引流时间相对滞后;2017年1月开始实施规范化综合性脊髓保护措施后,CSFD率明显提高($P<0.05$)。CSFD相关并发症发生率较低,总体发生率5.45%(3/55),其中脑脊液漏1例,血性脑脊液2例,无中枢神经系统出血、感染等严重并发症发生。

3 讨论

主动脉手术后SCI是灾难性并发症,预后差,主要与多种因素造成脊髓供血受到影响、脊髓神经细胞氧供需失衡导致脊髓缺血以及神经缺血/再灌注损伤有关^[4]。近年来由于规范化综合性脊髓保护措施的应用,主动脉手术后SCI发生率明显下降。本研究回顾性分析本院采用包括预防性CSFD在内的规范化综合性脊髓保护措施前后主动脉手术后SCI发生率的变化,结果显示,总体主动脉手术、深低温停循环下全主动脉弓置换术、全胸腹主动脉置换术后SCI的发生率均明显降低,提示多学科协作的规范化综合性脊髓保护措施是防治主动脉手术后SCI的有效解决方案。

有研究报道,全胸腹主动脉置换术后速发型SCI发生率为2.9%,迟发型SCI发生率为4.4%,其中40%的患者部分恢复,17%完全恢复。该研究表明,迟发型SCI平均发生时间为(1.8±1.4)d,主要与高龄、广泛的主动脉病变、低灌注、CSFD失败、血液流变学变化、血栓形成、术后肾脏替代治疗以及术后收缩压变异率较大有关^[6]。而本中心速发型SCI发生率仍多于迟发型,SCI恢复情况分析显示,部分恢复13例(20.31%),完全恢复12例(18.75%)。

目前规范化综合性脊髓保护措施主要包括尽量缩短全胸腹主动脉远端灌注缺血时间、积极的肋间动脉重建、允许性低温、维持合适的脊髓灌注压、CSFD、药物辅助治疗以及优化氧输送改善脊髓氧供需平衡^[7]。目前循证医学证据最多的是CSFD以及维持足够有效的脊髓灌注压。CSFD的原理是主动脉阻断后脑脊液压力升高,降低脑脊液压力能改善脊髓灌注压力。20世纪90年代初已经有一些中心基于动物实验的结果开始临床应用CSFD。随后的随机对照临床试验把目标脑脊液压力设定在10 mmHg,研究显示,CSFD组患者截瘫率明显低于非CSFD组^[8]。自此,CSFD被广泛采用,也得到美国^[9]及欧洲^[10]指南推荐。

MAP与脑脊液压力的差值即为脊髓灌注压,目前的综合性脊髓保护措施要求MAP>90 mmHg,脑脊液压力≤10 mmHg,保证脊髓灌注压>80 mmHg。但是有研究显示,术后收缩压变异率与迟发型SCI直接相关^[6],提示围手术期脊髓保护措施的关注点除循环状态外,能够引起氧输送和血流动力学变化的因素也应该密切关注。

CSFD作为有创操作有一定并发症的发生风险,最常见的并发症包括:①低颅压头痛。低颅压头痛多与硬脑膜窦感觉感受器的牵张有关,发生率0.74%~3.60%,常见于年轻男性^[11-12],大多数病例可通过限制体位、补液治疗好转,严重者可通过硬膜外注射自体红细胞治疗。②持续性脑脊液漏:持续性脑脊液漏发生率0.64%,多与引流管放置时间过长、管径过大有关^[11],严重者可通过局部缝合或硬膜外血贴疗法治愈。③血性脑脊液:血性脑脊液发生率5.0%~10.1%,在恢复器官灌注后出现的血性脑脊液可能与再灌注损伤和水肿有关^[11]。如果是穿刺损伤导致血性脑脊液,引流液颜色会逐渐转淡,如颜色持续为血性则应停止引流,中和抗凝、纠正凝血紊乱的同时进行神经科查体以及影像学检查以排除颅内出血。回顾性分析显示,对于全胸腹主动脉置换术采用CSFD的患者,颅内出血同时出现神经系统并发症的发生率为0.3%~5.5%,病死率0.20%~0.45%^[11-13]。术中引流量过大(mL:178比124)或者总量过多(mL:690比359)可增加血性脑脊液和颅内出血的风险^[14]。④感染:主脉手术预防性CSFD出现感染的风险很低,发生率约0.2%,一旦出现感染,病死率可高达50%^[15],多与无菌操作不严格以及引流管放置时间过长相关。⑤其他:其他并发症还包括引流管折断,发生率0.2%^[13]。本研究显示,通过规范化的管理流程、严密的临床观察和评估,CSFD患者无中枢神经系统出血以及感染等严重并发症出现,安全有效,并发症发生率低。

目前临床关于主动脉手术后 SCI 辅助药物治疗的循证医学证据不多,多为小型临床研究,可能有效的药物包括糖皮质激素、纳洛酮、甘露醇、鞘内注射罂粟碱以及依达拉奉等可以清除自由基的药物^[7, 16-18]。也有研究显示,吩噻嗪类药物如三氟啦嗪可改善 SCI 后脊髓血流,可能改善预后^[19]。

综上所述,本研究显示,主动脉手术围手术期施行包括预防性 CSFD 在内的规范化综合性脊髓保护措施能够明显降低术后 SCI 的发生率,对于术后发生 SCI 的患者,治疗后近 40% 可以部分恢复或者完全恢复;CSFD 在主动脉手术围手术期应用的并发症发生率低,安全有效。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Coselli JS, Green SY, Price MD, et al. Spinal cord deficit after 1 114 extent II open thoracoabdominal aortic aneurysm repairs [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, pii: S0022-5223(19)30352-6. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2019.01.120.

[2] Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, et al. Experience with 1 509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations [J]. *J Vasc Surg*, 1993, 17 (2): 357-368; discussion 368-370. DOI: 10.1067/mva.1993.42297.

[3] Lin HH, Liao SF, Wu CF, et al. Outcome of frozen elephant trunk technique for acute type a aortic dissection: as systematic review and meta-analysis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94 (16): e694. DOI: 10.1097/MD.0000000000000694.

[4] Wynn MM, Acher CW. A modern theory of spinal cord ischemia/injury in thoracoabdominal aortic surgery and its implications for prevention of paralysis [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2014, 28 (4): 1088-1099. DOI: 10.1053/j.jvca.2013.12.015.

[5] 孙晓刚,常谦,张良,等. 81 例胸腹主动脉置换术脊髓保护中间动脉重建技术的应用 [J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2012, 28 (4): 215-218. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2012.04.010. Sun XG, Chang Q, Zhang L, et al. The protective effect of intercostal artery reconstruction for spinal cord in thoracoabdominal aorta replacement [J]. *Chin J Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 28 (4): 215-218. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2012.04.010.

[6] Sandhu HK, Evans JD, Tanaka A, et al. Fluctuations in spinal cord perfusion pressure: a harbinger of delayed paraplegia after thoracoabdominal aortic repair [J]. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2017, 29 (4): 451-459. DOI: 10.1053/j.semtcvs.2017.05.007.

[7] Arora L, Hosn MA. Spinal cord perfusion protection for thoracoabdominal aortic aneurysm surgery [J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2019, 32 (1): 72-79. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000670.

[8] Coselli JS, LeMaire SA, Köksoy 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. DOI: 10.1067/mva.2002.122024.

[9] Hiratzka LF, Bakris GL, Beckman JA, et al. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the

diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 55 (14): e27-129. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.02.015.

[10] Erbel R, Aboyans V, Boileau C, et al. 2014 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) [J]. *Eur Heart J*, 2014, 35 (41): 2873-2926. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu281.

[11] Youngblood SC, Tolpin DA, LeMaire SA, et al. Complications of cerebrospinal fluid drainage after thoracic aortic surgery: a review of 504 patients over 5 years [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 146 (1): 166-171. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2013.01.041.

[12] Wynn MM, Mell MW, Tefera G, et al. Complications of spinal fluid drainage in thoracoabdominal aortic aneurysm repair: a report of 486 patients treated from 1987 to 2008 [J]. *J Vasc Surg*, 2009, 49 (1): 29-34; discussion 34-35. DOI: 10.1016/j.jvs.2008.07.076.

[13] Youngblood SC, Tolpin DA, LeMaire SA, et al. Complications of cerebrospinal fluid drainage after thoracic aortic surgery: a review of 504 patients over 5 years [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 146 (1): 166-171. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2013.01.041.

[14] Dardik A, Perler BA, Roseborough GS, et al. Subdural hematoma after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: an underreported complication of spinal fluid drainage? [J]. *J Vasc Surg*, 2002, 36 (1): 47-50. DOI: 10.1067/mva.2002.125022.

[15] Estrera AL, Sheinbaum R, Miller CC, et al. Cerebrospinal fluid drainage during thoracic aortic repair: safety and current management [J]. *Ann Thorac Surg*, 2009, 88 (1): 9-15; discussion 15. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2009.03.039.

[16] Kirshner DL, Kirshner RL, Heggeness LM, et al. Spinal cord ischemia: an evaluation of pharmacologic agents in minimizing paraplegia after aortic occlusion [J]. *J Vasc Surg*, 1989, 9 (2): 305-308. DOI: 10.1067/mva.1989.v9n020305.

[17] Kunihara T, Matsuzaki K, Shiiya N, et al. Naloxone lowers cerebrospinal fluid levels of excitatory amino acids after thoracoabdominal aortic surgery [J]. *J Vasc Surg*, 2004, 40 (4): 681-690. DOI: 10.1016/j.jvs.2004.07.005.

[18] Lima B, Nowicki ER, Blackstone EH, et al. Spinal cord protective strategies during descending and thoracoabdominal aortic aneurysm repair in the modern era: the role of intrathecal papaverine [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 143 (4): 945-952. e1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.01.029.

[19] 章亚东,侯树勋,杨恒文. 三氟啦嗪对脊髓损伤后脊髓血流量的影响 [J]. *中华危重病急救医学*, 2001, 13 (7): 397-399. DOI: 10.3760/j.issn:1003-0603.2001.07.004. Zhang YD, Hou SX, Yang HW. Effect of trifluoperazine on blood flow of injured spinal cord [J]. *Chin Crit Care Med*, 2001, 13 (7): 397-399. DOI: 10.3760/j.issn:1003-0603.2001.07.004.

(收稿日期: 2019-01-28)

• 科研新闻速递 •

环境二氧化氮和 PM_{2.5} 减少与哮喘发病率降低相关

暴露于空气污染物是诱发儿童哮喘加重的明确原因,然而空气污染物是否在儿童哮喘的发病中起作用仍不确定。为此,有学者进行了相关队列研究,旨在了解减少区域空气污染能否降低儿童哮喘发病率。研究人员选择南加州儿童健康研究的 3 个纵向队列,即 1993 至 2001 年、1996 至 2004 年和 2006 至 2014 年,最终随访日期是 2014 年 6 月。共纳入基于人群抽样的 4 140 名儿童,均无哮喘病史,并居住在儿童健康研究社区。随访期间,通过问卷调查的方式记录儿童哮喘事件发生情况。结果显示:4 140 名儿童中,男性 1 961 名(占 47.4%),女性 2 179 名(占 52.6%);研究开始时中位年龄 9.5 (0.6) 岁;白种人 2 273 名(54.9%);西班牙裔 1 686 名(40.7%);共 525 人发生了哮喘。二氧化氮导致哮喘的发病率比(IRR)为 0.80 [95% 可信区间(95%CI)=0.71~0.90],绝对发病率降低 0.83/(100 人·年);PM_{2.5} 导致哮喘的 IRR 为 0.81 (95%CI=0.67~0.98),绝对发病率降低 1.53/(100 人·年);臭氧导致哮喘的 IRR 为 0.85 (95%CI=0.71~1.02),绝对发病率降低 0.78/(100 人·年);PM_{10.0} 导致哮喘的 IRR 为 0.93 (95%CI=0.82~1.07),绝对发病率降低 0.46/(100 人·年)。研究人员据此得出结论:在南加州的儿童中,1993 至 2014 年环境中二氧化氮和 PM_{2.5} 减少与哮喘发病率降低相关。

罗红敏,编译自《JAMA》,2019, 321(19): 1906-1915