

不同腔内技术治疗非 A 非 B 型夹层的神 经系统并发症研究进展

李晨淑¹, 王瑞华^{1,2}, 陆信武²

(1. 安徽医科大学附属滁州医院血管外科, 安徽 滁州 239001;

2. 上海交通大学医学院附属第九人民医院血管外科, 上海 200011)

摘要:非 A 非 B 型主动脉夹层是一种危重症心血管疾病, 往往需要早期积极的干预治疗。因其累及主动脉弓部重要分支, 易造成神经系统并发症。目前对非 A 非 B 型夹层腔内治疗方式的选择尚未达到统一, 其主要的腔内技术主要包括烟囱技术、开窗技术和分支支架技术。本文从术后引起神经系统并发症方面对不同腔内技术治疗非 A 非 B 型夹层进行综述, 发现开窗技术可能与较低的围术期脑卒中并发症发生率相关, 烟囱技术与较低的围术期脊髓缺血并发症发生率相关。当主动脉弓部分支重建置入的支架数量增加时, 脑卒中发生率也随之升高。在与手术相关的神经系统并发症方面, 开窗、烟囱技术联合血管腔内修复非 A 非 B 型夹层的治疗方式可能有部分优势, 但这些结论仍需要大样本数据进行验证。此外, 非 A 非 B 型主动脉夹层围手术期神经系统并发症与多种因素相关, 其确切机制尚未完全明确, 相关危险因素和预防措施对预后的影响有待进一步深入研究。

关键词:主动脉夹层; 非 A 非 B 型; 胸主动脉腔内修复术; 开窗; 脑卒中

中图分类号: R654.3

文献标志码: A

Research progress in neurological complications of non-A non-B aortic dissection treated with different endovascular techniques

LI Chenshu¹, WANG Ruihua^{1,2}, LU Xinwu²

(1. Department of Vascular Surgery, The Affiliated Chuzhou Hospital of Anhui Medical University, Chuzhou 239001,

Anhui, China; 2. Department of Vascular Surgery, Shanghai Ninth People's Hospital,

Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China)

Abstract: Non-A non-B aortic dissection is a critical cardiovascular condition that often requires early and aggressive intervention. Due to its involvement of major branches of the aortic arch, it frequently leads to neurological complications. Currently, there is no consensus on the optimal endovascular treatment for non-A non-B aortic dissection. The main endovascular techniques include the chimney technique, fenestration technique, and branched stent grafts. This paper reviews the use of these techniques in relation to postoperative neurological complications. It was found that various fenestration techniques may be associated with a lower incidence of perioperative stroke, while the chimney technique may reduce the incidence of perioperative spinal cord ischemia. The number of stents implanted for aortic arch branch reconstruction is positively correlated with the incidence of stroke. With regard to surgery-related neurological complications, fenestration or chimney technology combined with endovascular repair for non-A non-B aortic dissections may have some advantages, but these conclusions still need to be validated with large sample data. Moreover, the perioperative neurological complications of non-A non-B aortic dissection are related to multiple factors, and the exact mechanism of which has not yet been fully elucidated. Furthermore, the impact of related risk factors and preventive measures on prognosis requires further in-depth investigation.

Key words: Aortic dissection; Non-A non-B; Thoracic endovascular aortic repair; Fenestration; Cerebral stroke

主动脉夹层是一种严重的主动脉疾病,其特点是主动脉内膜撕裂,血液进入主动脉中层,主动脉壁被分隔为真腔和假腔,随时可能因主动脉破裂而致命。Segesser等^[1-2]最早提出了非A非B型夹层的定义,用于描述累及主动脉弓部的夹层,包括两种类型:①是撕裂口起源于主动脉弓远端延伸至降主动脉;②是破口起源于降主动脉逆行延伸至主动脉弓。当夹层累及主动脉弓部血管时,低血压会引起大脑低灌注,患者表现出神经系统的症状,如缺血性脑卒中、发作性全面性遗忘、癫痫发作、意识障碍、晕厥、谵妄等。因此部分非A非B型夹层患者以神经系统的症状就诊,甚至以此为首发症状,而胸痛背并不典型,临床上容易误诊,这需要引起临床医生的重视^[3]。

非A非B型夹层的治疗方法主要包括外科手术、杂交技术和腔内治疗。在外科手术治疗夹层时,由于需要阻断主动脉弓分支动脉血流,导致神经系统并发症的概率较高。关于外科手术过程中的脑保护,现已有较多的研究,如深低温停循环、近红外光谱(near infrared spectroscopy, NIRS)监测脑氧饱和度和顺行脑灌注和逆行脑灌注、减慢复温速度^[4]。然而,目前针对不同腔内技术治疗累及主动脉弓部夹层的神经系统并发症的研究较少,样本有限且缺乏长期结果。因此,本文对相关文献进行回顾分析,对不同方法定义非A非B型夹层、不同腔内技术治疗非A非B型夹层神经系统并发症、神经系统并发症发生的危险因素及预防措施进行综述。

1 不同方法定义非A非B型夹层

传统的DeBakey及Stanford分型主要按照是否累及主动脉升、降部进行区分,对于主动脉弓部是否受累没有明确定义。自Segesser等提出非A非B型夹层以来,很多研究对主动脉夹层分型进行了改进。Rylski等^[2]将非A非B型夹层分为入口撕裂位置位于主动脉弓部(弓序)和降主动脉(降序)两类,弓序即主动脉第一破口在无名动脉和左锁骨下动脉(left subclavian artery, LSA)之间,降序即破口位于LSA远端。美国心脏协会指南将“近端B型主动脉夹层”用于描述撕裂口位于主动脉弓,并延伸至降主动脉的夹层^[5]。欧洲血管外科学会和胸外科协会描述了一种用于研究报告需求的新的主动脉夹层分类系统,将主动脉段划分为0~12区,再根据原发入口撕裂的位置划分夹层的亚型^[6]。此种

分类方法对于夹层的破口部位及累及夹层范围描述更为精准,笔者认为上述分区中的1区、2区、3区为主动脉弓部段。Koechlin等^[7]为了明确定义从主动脉弓处撕裂的非A非B型夹层,从解剖上明确了主动脉弓的范围是从心包皱襞延伸至动脉韧带附着处的主动脉峡部至LSA的远端的主动脉段,并且建议根据入口撕裂的位置,采取不同的手术方法。Qanadli等^[8]提出将非A非B型夹层归为C型夹层,并加入灌注不良综合征(malperfusion syndrome, MPS)亚型作为主动脉夹层一种新的分类方法。MPS1级表示腹主动脉真腔受压,MPS2级表示夹层延伸至左肾动脉,MPS3级表明两者兼有。Sievers等^[9]根据Stanford分类系统进行改进,将非A非B型夹层纳入分类,根据类型(type)、入口撕裂位置(entry site)和影像学表现及灌注不良(malperfusion)的临床体征对夹层进行精确分级即TEM分级。该分级系统基于Stanford夹层分类系统,通过添加非A非B主动脉夹层、主要撕裂位置(E)和灌注不良状态(M)等因素进行补充:如果看不见撕裂位置,为E0;撕裂位置位于升主动脉,为E1;位于主动脉弓,为E2;位于降主动脉,为E3;不存在灌注不良,为M0;灌注不良位置位于冠状动脉为M1;位于主动脉弓上血管为M2;位于内脏、下肢,为M3;如果临床上存在灌注不良的表现,添加后缀加号(+);如果是影像学发现,添加后缀减号(-)。

根据不同的非A非B夹层分类方法可知,很多学者关注到了夹层破口或者范围位于主动脉弓部这一区域的患者。Christodoulou等^[10]研究表明,非A非B型夹层的发病率介于A型主动脉夹层和B型主动脉夹层之间,约为2.8%~16.5%,且非A非B型夹层患者的年龄比A型和B型夹层更为年轻。但非A非B型夹层表现近似于复杂性B型夹层。最近的Meta分析显示,采用药物保守治疗的患者30d死亡率为14%,而接受干预治疗患者的30d死亡率为3.6%^[11]。因此,非A非B型夹层可能需要更加积极的手术干预。腔内技术既往广泛应用于单纯性B型夹层,而Liu等^[12]研究表明,腔内治疗非A非B型夹层患者的死亡率低于保守治疗和全弓置换联合冷冻象鼻技术,腔内技术近年来已经成为治疗非A非B型夹层的主要方法之一。然而,相较于B型夹层,非A非B夹层腔内治疗更为复杂。为了获得充分健康的近端锚定区,通常需要同时采用不同的技术进行一支或者多支弓部分支重建,手术的复杂度和相关并发症可能增加^[11]。

2 不同腔内治疗策略引起的神经系统并发症

当夹层累及弓部时,使用胸主动脉腔内修复术(thoracic endovascular aortic repair, TEVAR),重建弓部分支延长主动脉弓锚定区长度。目前重建主动脉弓上分支的方法包括平行支架技术、开窗技术、分支支架技术。

2.1 平行支架技术

平行支架技术中烟囱技术最为常用,为在主动脉支架覆盖的分支血管内平行于主动脉支架同时置入一个小支架来解决分支动脉的血运问题。既往对烟囱支架的报道主要关注其与内漏的关联,而非神经系统并发症。这可能是由于烟囱技术操作简单快捷,降低了围术期卒中的发生率。例如 Zhao 等^[13]对 234 例累及主动脉弓部夹层患者进行烟囱支架置入,围术期没有卒中发生,术后中位数超过 1 年的随访期间中,有 3 例患者(1.3%)发生缺血性脑卒中。Li 等^[14]报告中,345 例主动脉弓疾病患者(73.9%为主动脉夹层)中,338 例使用了烟囱技术。围术期 30 d 内,3 例(0.9%)卒中,1 例(0.3%)脊髓缺血。术后中位数 3 年以上的随访期间,有 9 例(2.6%)发生严重脑卒中,1 例(0.3%)发生脊髓缺血;双烟囱或三烟囱置入患者的不良事件发生率高于单烟囱置入患者,但此不良事件包括了内漏、逆行 A 型夹层、神经系统并发症。由于内漏是烟囱技术的主要问题,因此不能得出烟囱数量越多,神经系统并发症的概率越高的结论。但 Guo 等^[15]对 31 例烟囱置入的患者进行回顾性分析(35.5%为主动脉夹层)时,发现围术期 30 d 内,5 例(3.2%)发生轻微脑卒中,其中 4 例发生在三烟囱支架置入组,1 例发生在双烟囱支架置入组;术后中位数 2 年以上的随访期间,有 1 例(3.2%)发生脑卒中,亦发生在三烟囱支架置入组;该研究提示,烟囱的数量与卒中的风险可能有关。烟囱技术在非 A 非 B 型夹层的治疗中展现出良好的实用性。但 2019 年欧洲心胸外科协会和欧洲血管外科学会发布的专家共识^[16]认为,对于需要紧急进行主动脉弓修复的患者,平行支架技术是一种可行的选择;如果意外覆盖了主动脉上血管,平行支架也可作为补救措施;但在解剖结构适合分支或开窗或开放手术的选择性病例中,应避免使用平行支架,直到获得更多更高质量的数据。

2.2 开窗技术

开窗技术分为体外开窗和原位开窗。开窗技术

可以有效保护主动脉弓上分支动脉,减少缺血导致的并发症,并可以降低 I 型内漏的发生率。

2.2.1 体外开窗

体外开窗是指在支架置入血管内前预先开窗,再重新置入支架的输送系统,可分为非定制和定制预开窗。非定制预开窗是医生根据术前 CTA 测量的数据对支架进行开窗。破口与分支血管开口的对位准确性依赖于术者水平,且医师自主的开窗改造可能影响覆膜支架的稳定性,支架发生破损或塌陷会增加晚期 III 型内漏的可能性^[17]。定制预开窗支架则是术前由公司进行定制,能够相对精确定位并保证支架稳定。但对于累及主动脉弓的主动脉夹层这种急危重症,制作周期较长,且价格昂贵,难以应用于急诊手术。目前定制预开窗支架主要用于治疗主动脉瘤。非定制预开窗技术治疗累及主动脉弓部,以 Li 等团队^[18-20]报告的数量较多。其中,2022 年的报告卒中的发生率最高,3 组患者的基线特征对比,2022 年组患者的中位数年龄为 70 岁,而 2021 年组患者为 60 岁,2023 年组患者为 61 岁,且 2022 年组 13.5%的患者既往有中风史,提示高龄和基础疾病可能对脑卒中并发症的发生有一定影响。

开窗的量与卒中的发生有一定关联。Wen 等^[21]对 173 例主动脉弓疾病患者(18.5%为非 A 非 B 型夹层)进行体外预开窗,30 d 卒中率为 2%,其中 2 例发生在三开窗组,1 例发生在双开窗组,而单开窗组没有卒中发生。Zhu 等^[22]的报告中,对 58 例主动脉弓疾病患者(75.9%为主动脉夹层)进行体外预单开窗,30 d 围术期轻微脑卒中 1 例(1.7%)、脊髓缺血 1 例(1.7%),术后中位数 2 年以上的随访期间,仅 1 例患者(1.7%)发生轻微脑卒中,表明单开窗的卒中风险相对较低。

2.2.2 原位开窗

原位开窗技术先将主动脉支架置入血管内并覆盖分支血管,然后通过针刺、激光、射频等方法由分支血管逆向冲破主动脉支架,最终球囊扩张置入分支支架。目前针刺导致的神经系统并发症更为少见,但射频和激光由于存在热效应,在烧灼的过程中可能烧灼材料或者产生斑块、血凝块和组织碎片,从而增加栓塞风险^[23]。开窗过程可能会损伤周围的血管组织,同时原位开窗术中需暂时遮盖弓上分支血管,会增加神经系统并发症发生率^[24-25]。

2.2.2.1 激光原位开窗

研究表明,高能量激光会导致组织碎片和气泡的生成,从而增加脑卒中风险^[26]。但笔者课题组对 172 例累及主动脉弓部夹层患者进行激光原位开窗

后,围术期卒中率 1.16%,截瘫率 2.33%。其中 1 例卒中的原因,可能是由于扩大窗口时球囊破损导致的气体栓塞,因此建议扩大窗口时采用非顺应性高压球囊,以避免过度膨胀而导致球囊破裂,从而减少卒中的发生^[27]。Tish 等^[28]对激光原位开窗治疗累及主动脉弓部疾病的 Meta 分析也证明了激光原位开窗的有效性,所纳入的 8 项研究中,440 例患者(其中 80.5%为夹层),术后中位数 1 年以上的随访期间,卒中的发生率为 2%,脊髓缺血为 0.2%。因此,对于激光原位开窗,术中应注重维持脑部血供,减少气体栓塞,以改善患者预后。

2.2.2.2 射频原位开窗

射频原位开窗治疗累及主动脉弓部疾病的研究少见。Tse 等^[29]用射频的方法对 10 例累及主动脉弓部疾病患者进行逆行原位开窗,技术成功率仅为 60%。术后无卒中和内漏的发生,但有 1 例出现轻瘫,经脊髓引流后症状缓解,另有 1 例因先前存在的主动脉食管瘘死亡,初步验证了射频开窗的可行性,然而射频穿刺技术成功率低,只是 TEVAR 期间原位开窗术中针刺或激光穿刺的可行替代方案。当前研究应用射频原位开窗的人群为主动脉瘤患者,且样本量太少,对于神经系统并发症的影响证据级别较低。

2.2.2.3 针刺原位开窗

针刺原位开窗案例研究非常少见,并未得到足够多的关注。Xiang 等^[30]对 37 例胸主动脉疾病患者(73%为主动脉夹层)进行针刺原位开窗,围术期脑血管事件发生率为 8.1%,其中卒中率为 5.4%。而 Shang 等^[31]用针刺的方法对 10 例患有主动脉弓疾病的患者进行针刺原位开窗,技术成功率为 80%。虽然在围术期及接近半年的随访期间未发生开窗相关的神经系统并发症及死亡病例,但由于样本量少且随访时间短,针刺原位开窗导致较低神经

系统并发症的证据仍然薄弱。不同穿刺方法对于不同材料进行开窗的质量和稳定性具有影响,激光和针刺分别在聚酯支架和 ePTFE 支架上的穿刺窗口上表现出更合适的开窗面积和穿刺质量,所以可根据支架材料的不同选择不同的开窗方式^[32]。

2.3 分支支架技术

分支支架技术在夹层的治疗中应用较多。根据设计类型可分为外分支、内嵌式分支、一体式支架和模块化支架;根据重建分支的数量分为单分支、二分支和三分支支架^[33]。其中单分支支架应用最多,见表 1。Zhang 等^[34]使用单分支一体式覆膜支架对 51 例累及主动脉弓部的慢性夹层进行了治疗,该支架为定制型支架,等待定制中位周期为 22 d,围术期没有卒中和截瘫发生,在术后 8 年随访期间,1 例患者(2%)因脑卒中死亡,提示该支架具有一定安全性。该团队认为卒中率的降低与整个覆膜支架都被柔软的内鞘覆盖有关,这将减少内膜损伤和脑栓塞的风险。Tsilimparis 等^[35]对 54 例有主动脉弓疾病的患者(48.1%为主动脉夹层 26 例)进行了内嵌式双分支支架置入,围术期卒中发生率为 11%,截瘫发生率 1.9%。有研究认为第三个内分支的增加有可能降低脑卒中的发生,例如 Clough 等^[36]对 30 例主动脉弓部疾病患者(60%为夹层)进行内嵌式三分支支架置入,30 d 围术期卒中率为 7%,中位数 1 年随访期间未发生神经系统并发症。这可能是因为在插入和释放桥接支架之前夹住颈动脉两侧,从而防止了血栓物质和空气栓塞。多分支支架应用较少,Tazaki 等^[37]对 89 例累及主动脉弓疾病患者(34.8%为主动脉夹层)进行多分支支架置入,围手术期卒中率为 16%,截瘫率为 1.1%。值得注意的是三分支的并发症率相对单分支或是双分支更高,这表明单分支支架的围手术期疗效安全性和有效性更好,而多分支支架因手术并发症较多仍有比较多的改进空间。

表 1 各项研究中治疗非 A 非 B 型夹层引起神经系统并发症发生情况

Table 1 Occurrence of neurologic complications due to treatment of non-A and non-B type aortic dissection in various studies

第一作者及发表年份	国家	总例数	主动脉夹层例数	治疗技术	神经系统并发症/n(%)			
					围术期		随访期	
					卒中	脊髓缺血	卒中	脊髓缺血
Zhao 2019 ^[13]	中国	234	234	烟囱	0	0	3(1.3)	0
Li 2022 ^[14]	中国	345	255	烟囱	3(0.9)	1(0.3)	9(2.6)	1(0.3)
Guo 2020 ^[15]	中国	31	11	烟囱	5(3.2)	0	1(3.2)	0
Li 2021 ^[18]	中国	513	370	体外开窗	12(2.3)	2(0.4)	6(1.2)	0
Li 2022 ^[19]	中国	37	21	体外开窗	2(5.4)	0	1(2.7)	0
Li 2023 ^[20]	中国	47	47	体外开窗	0	0	1(2.1)	0
Wen 2023 ^[21]	中国	173	32	体外开窗	3(2)	0	2(1)	0
Zhu 2021 ^[22]	中国	58	40	体外开窗	1(1.7)	1(1.7)	1(1.7)	0
王瑞华 2022 ^[27]	中国	172	172	激光原位开窗	2(1.16)	4(2.33)	—	—

续表

第一作者及发表年份	国家	总例数	主动 脉夹层 例数	治疗技术	神经系统并发症/n(%)			
					围术期		随访期	
					卒中	脊髓缺血	卒中	脊髓缺血
Tish 2023 ^[28]	美国	440	354	激光原位开窗	—	—	9(2.0)	1(0.2)
Tse 2015 ^[29]	加拿大	10	10	射频原位开窗	0	1(10)	0	0
Xiang 2019 ^[30]	中国	37	27	针刺原位开窗	2(8.1)	0	—	—
Shang 2018 ^[31]	中国	10	9	针刺原位开窗	0	0	0	0
Zhang 2021 ^[34]	中国	51	51	单分支支架	0	0	1(2)	0
Tsilimparis 2019 ^[35]	德国	54	26	双分支支架	6(11)	3(6)	6(12)	0
Clough 2018 ^[36]	英国	30	18	三分支支架	1(3.3)	0	0	0
Tazaki 2017 ^[37]	日本	89	31	多分支支架	14(16.0)	2(2.7)	5(11.0)	0

3 神经系统并发症的危险因素及预防措施

3.1 危险因素

非 A 非 B 型夹层本身由于累及主动脉弓部,与单纯性 B 型夹层相比,可能有更高的脑卒中并发症率。有研究比较 A 型夹层、非 A 非 B 型夹层和单纯性 B 型夹层的治疗结果,其中 31 例非 A 非 B 型夹层的术后卒中率为 3%,A 型夹层的术后卒中率为 14%,而 110 例单纯性 B 型夹层术后卒中率为 1%^[9]。

围术期导致患者术后神经系统并发症的主要原因包括:①患者本身合并脑血管病变;②术中主动脉弓内支架释放过程中的脑微栓塞;③覆膜支架覆盖 LSA 开口,延长近端锚定区导致 LSA 急性闭塞引起的单侧后循环缺血;④术中血压过低或低血压时间过长等。

此外,不同腔内技术对神经系统并发症的影响不同。从表 1 中可知,烟囱技术及体内外开窗技术与围术期较低的脑卒中并发症相关,而烟囱技术与围术期较低的脊髓缺血并发症相关。这些差异可能由不同腔内技术操作的复杂程度、弓部分支重建时间、术中血压管理等引起,烟囱支架虽然有内漏的弊端,然而其操作最为快捷,可能是其较低的神经系统并发症发生率的原因。而原位开窗技术神经系统并发症也相对较低,提示包括激光、针刺等的各种开窗技术并不增加术中脑卒中的风险。

3.2 预防措施

针对以上不同的原因,可采取相应的预防措施。

3.2.1 术前评估

术前可使用影像学手段对患者的弓上分支和脑部血管及循环状况进行评估,对于已经表现出神经系统症状的患者更要注意患者是否存在解剖变异,例如主动脉弓型、迷走锁骨下动脉、左椎动脉起自主动脉弓。

3.2.2 术中脑保护

由于栓子包括术中导丝、导管、支架输送过程中脱落的斑块、血栓和气体栓子。术中可使用二氧化碳及大量生理盐水冲洗支架以减少气体栓子,还可以使用脑氧监测和脑栓塞保护装置减少固体栓子。Grover 等^[38]对 10 例需要 TEVAR 的患者同时置入了脑栓塞保护装置将固体栓子进行拦截捕获,术后 MRI 检测到的脑损伤总体减少。但由于样本量太少,以及气体栓子的比例比固体栓子多,需要更多的研究证实脑栓塞保护装置(cerebral embolic protection devices, CEPD)的有效性及其安全性并且探究气体栓子在神经系统损伤中的意义。对有神经系统并发症危险因素的患者,术中麻醉时应避免使用大剂量的阿片类药物、长效肌松药和长效静脉或吸入麻醉药,使患者在术后能早期排除药物干扰而进行神经功能评估^[39]。

3.2.3 术后血流动力学维持

术后预防和治疗神经系统并发症的关键是维持血流动力学的稳定。过高的血压可导致有脑水肿及颅内压增高的患者形成脑疝,甚至在没有脑水肿的情况下也可能引发脑出血。但低血压的危害更为严重,术中会引起脑或脊髓水肿,导致血管阻力增加,因此需要维持较高的灌注压以保持正常组织灌注。胸降主动脉手术后出现低血压可能显著增加截瘫的风险。因此在没有明显外科出血的情况下,术后应将动脉压维持在术前正常的上限范围。

无论是开放手术还是血管腔内技术,神经系统并发症与主动脉夹层患者的预后相关,应当是治疗累及主动脉弓部疾病的手术操作的关注点之一。降低术后神经系统并发症的关键在于预防,对于神经系统并发症风险高的患者可以选择风险相对较低的手术方法。术前对弓上分支和脑部血管及循环状况进行影像学评估,术中对于弓上分支的操作要注意脑保护,必要时可进行脑氧监测,而术后处理的重点

在于消除一切可能引起或加重神经系统缺血和损伤的因素,并早期发现和诊断中枢神经系统损伤并给予积极治疗。

4 小 结

非 A 非 B 型主动脉夹层的神经系统并发症较为常见,随着腔内技术治疗非 A 非 B 型夹层逐渐增多,术后神经系统并发症也越来越受重视。本文文献复习过程发现,由于目前文献资料相对较少,而且累及弓部夹层常常仅作为其研究对象的一部分,因而对于神经系统并发症的危险因素等无法进行统计学的精确分析。从目前的文献报道结果来看,开窗技术、烟囱技术可能与围术期较低的脑卒中发生率相关,且烟囱技术可能与围术期较低的脊髓缺血发生率相关;而分支支架技术在围术期的脑卒中发生率相对较高,弓部分支支架置入的数量越多,神经系统的并发症发生率也随之增加,需要引起重视。由于目前文献量少,后期随着腔内技术的发展,病例积累,可对非 A 非 B 夹层腔内修复过程中神经系统并发症的发病机制、预防措施、对预后影响等进行深入的研究。

参考文献:

- [1] von Segesser LK, Killer I, Ziswiler M, et al. Dissection of the descending thoracic aorta extending into the ascending aorta. A therapeutic challenge[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1994, 108(4): 755-761.
- [2] Rylski B, Pérez M, Beyersdorf F, et al. Acute non-a non-B aortic dissection: incidence, treatment and outcome[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2017, 52(6): 1111-1117.
- [3] Gaul C, Dietrich W, Erbguth FJ. Neurological symptoms in aortic dissection: a challenge for neurologists[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2008, 26(1): 1-8.
- [4] Rahimi M, Sahrai H, Norouzi A, et al. Cerebral protection in acute type A aortic dissection surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Thorac Dis*, 2024, 16(2): 1289-1312.
- [5] Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J 3rd, et al. 2022 ACC/AHA guideline for the diagnosis and management of aortic disease: a report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on clinical practice guidelines[J]. *Circulation*, 2022, 146(24): e334-e482.
- [6] Lombardi JV, Hughes GC, Appoo JJ, et al. Society for Vascular Surgery (SVS) and Society of Thoracic Surgeons (STS) reporting standards for type B aortic dissections[J]. *J Vasc Surg*, 2020, 71(3): 723-747.
- [7] Koechlin L, Schuerpf J, Bremerich J, et al. Acute aortic dissection with entry tear at the aortic arch; long-term outcome[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2021, 32(1): 89-96.
- [8] Qanadli SD, Malekzadeh S, Villard N, et al. A new clinically driven classification for acute aortic dissection[J]. *Front Surg*, 2020, 7: 37. doi:10.3389/fsurg.2020.00037.
- [9] Sievers HH, Rylski B, Czerny M, et al. Aortic dissection reconsidered: type, entry site, malperfusion classification adding clarity and enabling outcome prediction[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2020, 30(3): 451-457.
- [10] Christodoulou KC, Karangelis D, Efenti GM, et al. Current knowledge and contemporary management of non-a non-B aortic dissections[J]. *World J Cardiol*, 2023, 15(5): 244-252.
- [11] Carino D, Singh M, Molardi A, et al. Non-a non-B aortic dissection: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 55(4): 653-659.
- [12] Liu JT, Yang F, Chen LF, et al. Management and outcomes of non-a non-B aortic dissection[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2022, 64(5): 497-506.
- [13] Zhao YX, Feng JX, Yan XN, et al. Outcomes of the chimney technique for endovascular repair of aortic dissection involving the arch branches[J]. *Ann Vasc Surg*, 2019, 58: 238-247. doi:10.1016/j.avsg.2018.10.041.
- [14] Li JH, Xue YF, Li SQ, et al. Outcomes of thoracic endovascular aortic repair with chimney technique for aortic arch diseases[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 868457. doi:10.3389/fcvm.2022.868457.
- [15] Guo BL, Guo DQ, Chen B, et al. Endovascular outcomes in aortic arch repair with double and triple parallel stent grafts[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2020, 31(12): 1984-1992.
- [16] Czerny M, Schmidli J, Adler S, et al. Current options and recommendations for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch: an expert consensus document of the European Association for Cardio-Thoracic surgery (EACTS) and the European Society for Vascular Surgery (ESVS)[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 55(1): 133-162.
- [17] Canaud L, Morishita K, Gandet T, et al. Homemade fenestrated stent-graft for thoracic endovascular aortic repair of zone 2 aortic lesions[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2018, 155(2): 488-493.
- [18] Li XY, Li W, Dai XC, et al. Thoracic endovascular repair for aortic arch pathologies with surgeon modified fenestrated stent grafts: a multicentre retrospective study[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2021, 62(5): 758-766.

- [19] Li XY, Zhang L, Song C, et al. Outcomes of total endovascular aortic arch repair with surgeon-modified fenestrated stent-grafts on zone 0 landing for aortic arch pathologies[J]. J Endovasc Ther, 2022, 29(1): 109-116.
- [20] Li XY, Zhang L, Song C, et al. Outcomes of thoracic endovascular aortic repair with fenestrated surgeon-modified stent-graft for type B aortic dissections involving the aortic arch [J]. Front Cardiovasc Med, 2023, 9: 1031068. doi:10.3389/fcvm.2022.1031068.
- [21] Wen QS, Wu GY, Ji Y, et al. Physician-modified endografts for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch[J]. J Endovasc Ther, 2023. doi:10.1177/15266028231207023.
- [22] Zhu JC, Ma C, Dai XC, et al. Outcomes of single physician-modified fenestrated stent grafts for endovascular repair of thoracic aortic lesions involving the distal aortic arch [J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2021, 32(4): 560-565.
- [23] Lu H, Huang LC, Chen LW. Endovascular surgery for thoracic aortic pathologies involving the aortic arch[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9: 927592. doi:10.3389/fcvm.2022.927592.
- [24] Li HL, Chan YC, Jia HY, et al. Methods and clinical outcomes of *in situ* fenestration for aortic arch revascularization during thoracic endovascular aortic repair [J]. Vascular, 2020, 28(4): 333-341.
- [25] 向一郎, 吴子衡, 张鸿坤. 胸主动脉覆膜支架原位开窗技术的应用现状 [J]. 浙江大学学报(医学版), 2018, 47(6): 617-622.
XIANG Yilang, WU Ziheng, ZHANG Hongkun. Progress on *in situ* fenestration during thoracic endovascular aortic repair[J]. Journal of Zhejiang University (Medical Sciences), 2018, 47(6): 617-622.
- [26] Lin J, Udgiri N, Guidoin R, et al. *In vitro* laser fenestration of aortic stent-grafts: a qualitative analysis under scanning electron microscope [J]. Artif Organs, 2016, 40(11): E241-E252.
- [27] 王瑞华, 仇鹏, 刘俊超, 等. 激光原位开窗胸主动脉腔内重建治疗累及弓部分支的主动脉夹层: 近期结果及并发症[J]. 外科理论与实践, 2022, 27(4): 324-329.
WANG Ruihua, QIU Peng, LIU Junchao, et al. Laser *in situ* fenestration with thoracic endovascular aortic repair in treatment of aortic dissection involving arch branches: short-term result and complications[J]. Journal of Surgery Concepts & Practice, 2022, 27(4): 324-329.
- [28] Tish S, Chase JA, Scoville C, et al. A systematic review of contemporary outcomes from aortic arch *in situ* laser fenestration during thoracic endovascular aortic repair [J]. Ann Vasc Surg, 2023, 91: 266-274. doi:10.1016/j.avsg.2023.01.009.
- [29] 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.
- [30] Xiang YL, Qiu CY, He YY, et al. A single center experience of *in situ* needle fenestration of supra-aortic branches during thoracic endovascular aortic repair[J]. Ann Vasc Surg, 2019, 61: 107-115. doi: 10.1016/j.avsg.2019.03.016.
- [31] Shang T, Tian L, Li DL, et al. Favourable outcomes of endovascular total aortic arch repair via needle based *in situ* fenestration at a mean follow-up of 5.4 months[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2018, 55(3): 369-376.
- [32] Zeng QL, Zhou X, He YJ, et al. Experimental analysis of *in situ* fenestration of endovascular stent-grafts: comparison between needle and laser puncture [J]. Ann Vasc Surg, 2021, 77: 280-287. doi: 10.1016/j.avsg.2021.05.021.
- [33] 王伦常, 舒畅. 非 A 非 B 型主动脉夹层的腔内治疗 [J]. 外科理论与实践, 2022, 27(4): 294-298.
WANG Lunchang, SHU Chang. Endovascular treatment of non-A and non-B aortic dissection [J]. Journal of Surgery Concepts & Practice, 2022, 27(4): 294-298.
- [34] Zhang L, Lu QS, Zhu HQ, et al. Branch stent-grafting for endovascular repair of chronic aortic arch dissection [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2021, 162(1): 12-22.
- [35] Tsilimparis N, Detter C, Law Y, et al. Single-center experience with an inner branched arch endograft [J]. J Vasc Surg, 2019, 69(4): 977-985.
- [36] Clough RE, Spear R, van Calster K, et al. Case series of aortic arch disease treated with branched stent-grafts [J]. Br J Surg, 2018, 105(4): 358-365.
- [37] Tazaki J, Inoue K, Higami H, et al. Thoracic endovascular aortic repair with branched Inoue Stent Graft for arch aortic aneurysms[J]. J Vasc Surg, 2017, 66(5): 1340-1348.
- [38] 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.
- [39] Trimarchi S, de Beaufort HWL, Tolenaar JL, et al. Acute aortic dissections with entry tear in the arch: a report from the International Registry of Acute Aortic Dissection [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2019, 157(1): 66-73.