



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.004
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.004
China Journal of General Surgery, 2023, 32(12):1854-1863.

· 专题论坛 ·

Stanford B型主动脉夹层术中主动脉内膜脱套的腔内处理策略

楼炎波¹, 祝茜茜², 张鸿坤²

(1. 浙江大学医学院附属第四医院 血管外科, 浙江 义乌 322000; 2. 浙江大学医学院附属第一医院 血管外科, 浙江 杭州 310003)

摘要

术中主动脉内膜脱套(AII)是胸主动脉腔内修复术(TEVAR)术中一种罕见但致命的并发症, 补救处理难度大且易漏诊、误诊、误判, 正确识别术中AII并快速有效地给予治疗是一大挑战。术中AII属于继发性AII, 具体病因仍不明确, 可能与手术操作原因和潜在的主动脉病变等原因相关。本文结合相关文献及临床诊疗经验, 对主动脉夹层患者TEVAR术中AII的发生原因、分型、诊断评估要点及紧急腔内处置方法等进行介绍和探讨。首先, 笔者提出基于脏器血流灌注的细化分型方案: 即在原分型的基础上增加脏器分支缺血严重程度的评价, 依据术中数字减影血管造影显示的脏器分支灌注情况细分为a、b两个亚型。新分型法的优势在于除了可以区分脏器缺血严重程度, 还可用于指导腔内紧急处置策略。第二, 对于疑诊术中AII的患者, 需要进行术中详细造影确定分型。笔者建议分三步完成主动脉支架近端、支架远端造影及腹主动脉真腔内造影, 这有助于明确近端锚定区的稳定性以及术中AII类型, 确定灌注不良的脏器分支、严重程度及缺血阻塞类型, 对下一步采取的补救措施至关重要。最后, 腔内补救支架治疗效果良好且具备创伤小、术后恢复快等优势, 已成为术中AII治疗的首选; 腔内补救支架治疗应按照先近端再远端、先主干再分支的顺序进行。针对重建支架远端胸腹主动脉真腔血供, 现有主流方案存在一定局限性, 笔者推荐采用“两步法”方案重建主动脉真腔血供, 该方案可以避免脱套内膜进一步向远端撕脱。

关键词

动脉瘤, 夹层; 主动脉, 胸; 血管成形术; 手术中并发症
中图分类号: R654.3

Endovascular management strategies for aortic intimal intussusception during repair of Stanford type B aortic dissection

LOU Yanbo¹, ZHU Qianqian², ZHANG Hongkun²

(1. Department of Vascular Surgery, the Fourth Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Yiwu, Zhejiang 322000, China; 2. Department of Vascular Surgery, the First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, China)

Abstract

Intraoperative aortic intimal intussusception (AII) is an uncommon but life-threatening complication

基金项目: 浙江省重点研发计划基金资助项目(2019C3013); 浙江省卫生健康委员会省部共建重大基金资助项目(2020380400)。

收稿日期: 2023-11-01; 修订日期: 2023-12-05。

作者简介: 楼炎波, 浙江大学医学院附属第四医院副主任医师, 主要从事主动脉及外周动脉疾病方面的研究。

通信作者: 张鸿坤, Email: 1198050@zju.edu.cn

during thoracic endovascular aortic repair (TEVAR). Remedial intervention is difficult, and it is prone to misdiagnosis, underdiagnosis, and misjudgment. Accurately identifying intraoperative AII and promptly providing effective treatment pose a significant challenge. Intraoperative AII is considered a secondary condition, and the specific etiology remains unclear, potentially associated with surgical factors and underlying aortic pathologies. This article, based on relevant literature and clinical experiences, introduces and discusses the causes, classifications, key points in diagnosis and evaluation, and emergency intravascular management of intraoperative AII in patients undergoing TEVAR for aortic dissection. The authors first propose a refined classification based on visceral blood flow perfusion, adding an assessment of the severity of visceral branch ischemia to the existing classification. This new classification divides intraoperative AII into two subtypes (a and b) based on intraoperative DSA depicting visceral branch perfusion. The advantage of the new classification lies in its ability not only to differentiate the severity of visceral ischemia but also to guide endovascular emergency management strategies. Secondly, for patients suspected of intraoperative AII, detailed intraoperative angiography is necessary to determine the classification. The authors recommend a three-step process involving proximal and distal stent graft imaging and endoluminal imaging of the abdominal aortic true lumen. This aids in clarifying the stability of the proximal landing zone and the type of intraoperative AII, determining the poorly perfused visceral branches, severity, and type of ischemic obstruction, and is crucial for the subsequent remedial measures. Finally, intraluminal remedial stenting is preferred for its excellent therapeutic effects, minimal trauma, and rapid postoperative recovery. The procedure should proceed smoothly in a proximal-to-distal and main trunk-to-branch manner. Concerning the reconstruction of blood supply in the distal thoracoabdominal aorta, existing mainstream approaches have certain limitations. The authors recommend a "two-step" approach to rebuild the blood supply of the true lumen of the aorta. This approach can prevent further detachment of the intimal layer toward the distal end.

Key words

Aneurysm, Dissecting; Aorta, Thoracic; Angioplasty; Intraoperative Complications

CLC number: R654.3

急性主动脉夹层是一种凶险的心血管疾病, 并发症发生率高、治疗难度大^[1-2], 且过去 30 年发病率呈上升趋势^[3], 其中 Stanford B 型夹层约占 33%^[4]。胸主动脉腔内修复术 (thoracic endovascular aortic repair, TEVAR) 相比传统外科手术具有显著的微创优势和良好的安全性, 已成为 Stanford B 型主动脉夹层、胸主动脉壁间血肿及穿透性溃疡等疾病的首选外科治疗手段^[3, 5-8]。然而, 受到手术器械、操作技巧、解剖条件等因素的限制, TEVAR 仍存在一些严重的并发症, 如脑卒中、内漏和支架相关近远端夹层以及术中主动脉内膜脱套 (aortic intimal intussusception, AII)^[9]等。术中 AII 是一种罕见但致命的术中并发症, 补救处理难度大且易漏诊、误诊或误判, 即便术中正确识别术中 AII, 如何快速有效地治疗仍然是一大挑战。目

前关于术中 AII 的报道多以个案或系列病例为主^[9-18], 仍缺乏指导临床操作的规范化处理原则和流程^[5-7]。本文结合相关文献, 对主动脉夹层患者 TEVAR 术中 AII 的发生原因、分型、诊断评估要点、紧急腔内处置方法等做简要探讨。

1 AII 的定义、术中 AII 的病因和分型

1.1 AII 的定义

AII 是指内膜层沿整个管腔的环形撕脱、顺动脉血流冲向远端, 脱套内膜可漂浮于主动脉管腔或堵塞分支血管, 导致严重的远端主动脉真腔狭窄甚至完全闭塞^[19-20]。

按发生原因可分为原发性 AII 和继发性 AII。前者约 90% 发生于 A 型主动脉夹层, 脱套部位多

发生于升主动脉及主动脉弓部^[19, 21-22]，仅有1例报道^[23]发生于慢性B型夹层；后者则多由创伤及医源性因素引起，其中术中AII就属于继发性AII，多发生于主动脉夹层患者腔内手术过程中，脱套部位以降主动脉多见，内膜撕脱的严重程度从部分撕脱到环形撕脱均有可能，通常发生于导管操作、球囊扩张、支架移植物植入等操作过程中。

1.2 术中AII的病因

术中AII的病因仍不明确^[9, 19, 24]，根据文献报道结合笔者经验，术中AII的发生主要源于以下两类原因：手术操作原因和潜在的主动脉病变相关原因。首先，手术操作可能造成主动脉内膜的损伤。Havelka等^[18]曾报道1例急性B型夹层降主动脉支架植入后，因支架远端展开受限，使用顺应性球囊在支架内扩张导致的术中AII。张韬等^[10]认为术中支架纵向移位、轴向扭转等操作因素是导致术中AII发生的重要原因。其次，潜在的主动脉病变相关因素在术中AII的发生、发展中起重要作用。文献报道的术中AII全部发生在主动脉夹层的患者，其中马方综合征等先天性结缔组织病患者更易发生，且急性期和亚急性期患者占比明显多于慢性期，可能与主动脉夹层急性期炎症反应增加、内膜水肿、中膜脆性增加有关。Ma等^[9]报道14例由支架移植物诱发的术中AII患者，发病率1.28%（14/1 096），其中包括3例马方综合征患者，92.9%（13/14）的患者是急性、亚急性期夹层，仅1例慢性期夹层，因此，作者认为术中AII的发生往往是在主动脉内膜脆弱易受损的基础上继发支架移植物损伤后形成。支架移植物远端诱导新发夹层（distal stent graft-induced new entry, DSINE）同样是发生于支架远端的内膜破损，但DSINE是慢性损伤且夹层相对稳定，高危因素包括III型主动脉弓、支架远端尺寸过大、严重扭曲成角以及内膜破口的部位、大小、个数等因素^[25-26]，而术中AII是急性损伤、破口巨大且不稳定，文献报道非常有限，可能的客观原因还包括主动脉弓形陡峭、真腔严重狭窄、支架推送困难等^[13, 27-28]。但是，Ma等^[9]研究未发现支架类型、远端oversize比例、手术时机（急性期或亚急性期）等因素与术中AII的发生存在相关性。对于B型主动脉夹层急性期手术并发症的问题，近年来多个研究^[29-34]均认为在急性期进行早期TEVAR手术并不会增加手术相关

并发症发生率，遗憾的是上述文献并未提及术中AII。由于目前关于术中AII的文献报道多以个案为主，病例数量少且缺乏病理生理方面的研究，具体的发生机制仍不明确。

1.3 术中AII的分型

Ma等^[9]根据术中AII病变发生的位置分为三种类型：I型，术中AII局限在预定植入的支架移植物覆盖节段内；II型，术中AII脱套的内膜延伸至预定植入的支架移植物远端的降主动脉，尚未影响腹主动脉内脏分支；III型，术中AII脱套的内膜向下滑移至腹主动脉内脏分支区段。

该分型方法以术中AII发生后内膜卷缩部位作为依据，优点是简单、直观易识记，不足之处是对术中AII相关的重要脏器缺血严重程度缺乏客观评价。由于术中AII引起的致命后果主要是灾难性脏器灌注不良^[9-10, 13]，脏器缺血的严重程度和缺血时间与患者预后直接相关。然而，脏器缺血的严重程度并不取决于AII的部位。无论脱套内膜位于何处，术中AII一旦发生，主动脉真假腔的血流动力学稳态都将被打破。由于内膜卷缩导致真腔压力下降、破口增大导致假腔压力迅速增加，主动脉真腔将完全塌陷，此时由真腔供血的脏器分支血供消失，仅存留假腔供血的脏器分支血流。并且这些假腔供血的分支血管也常因漂浮内膜活瓣作用而导致灌注不足^[23, 35]。因此，术中AII发生后脏器分支是否完全缺血更多是取决于分支血管与假腔的通畅性。

因此，笔者建议在原分型的基础上增加脏器分支缺血严重程度的评价，依据支架远端数字减影血管造影（digital subtraction angiography, DSA）显示的脏器分支灌注情况，将II、III型术中AII细分为a、b两个亚型，若所有腹腔脏器分支均存在残余血流灌注，并无脏器处于急性完全性缺血状态则定义为a型，此时有较宽裕的补救时间窗，b亚型则至少有1支脏器分支完全无血流灌注，此时需尽快重建分支血流以减少脏器热缺血时间，尤其是累及肾动脉时（图1）。

另一方面，主动脉夹层脏器分支灌注不良可分为静力型阻塞、动力型阻塞及兼具二者特点的混合型阻塞^[36-37]。由于术中DSA不同于计算机体层血管成像，前者无法精确显示夹层累及分支血管的情况，因此，笔者参考Nagamine等^[38]提出的主动

脉夹层分支血管灌注不良细化分型,以分支血管是否受夹层累及为依据,将a、b两种亚型术中AII的分支灌注不良分为三种状态:分支血管无夹层、

分支血管夹层、分支血管内膜自开口处撕裂(图2)。

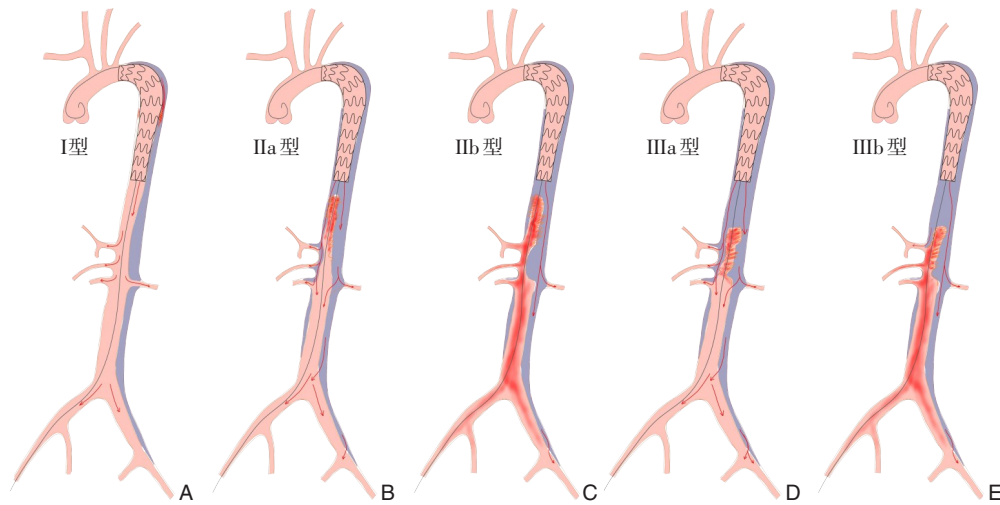


图1 笔者建议的术中AII分型 A: I型(脱套的内膜被植入的支架移植物完整覆盖); B: IIa型(脱套的内膜延伸至支架移植物远端的降主动脉但未累及腹主动脉,脏器分支血流灌注减少但未完全消失); C: IIb型(脱套的内膜延伸至支架移植物远端的降主动脉但未累及腹主动脉,合并1个脏器以上分支血流灌注完全消失); D: IIIa型(脱套的内膜延伸至支架移植物远端的腹主动脉,脏器分支血流灌注减少但未完全消失); E: IIIb型(脱套的内膜延伸至支架移植物远端的腹主动脉,合并1个脏器以上分支血流灌注完全消失)

Figure 1 Classification of intraoperative AII proposed by the authors A: Type I (the prolapsed intimal layer is completely covered by the transplanted stent graft); B: Type IIa (the prolapsed intimal layer extends to the distal descending aorta covered by the stent graft but does not involve the abdominal aorta, with reduced but not completely abolished blood flow to visceral branches); C: Type IIb (the prolapsed intimal layer extends to the distal descending aorta covered by the stent graft but does not involve the abdominal aorta, with complete loss of blood flow to one or more visceral branches); D: Type IIIa (the prolapsed intimal layer extends to the distal abdominal aorta covered by the stent graft, with reduced but not completely abolished blood flow to visceral branches); E: Type IIIb (the prolapsed intimal layer extends to the distal abdominal aorta covered by the stent graft, with complete loss of blood flow to one or more visceral branches)

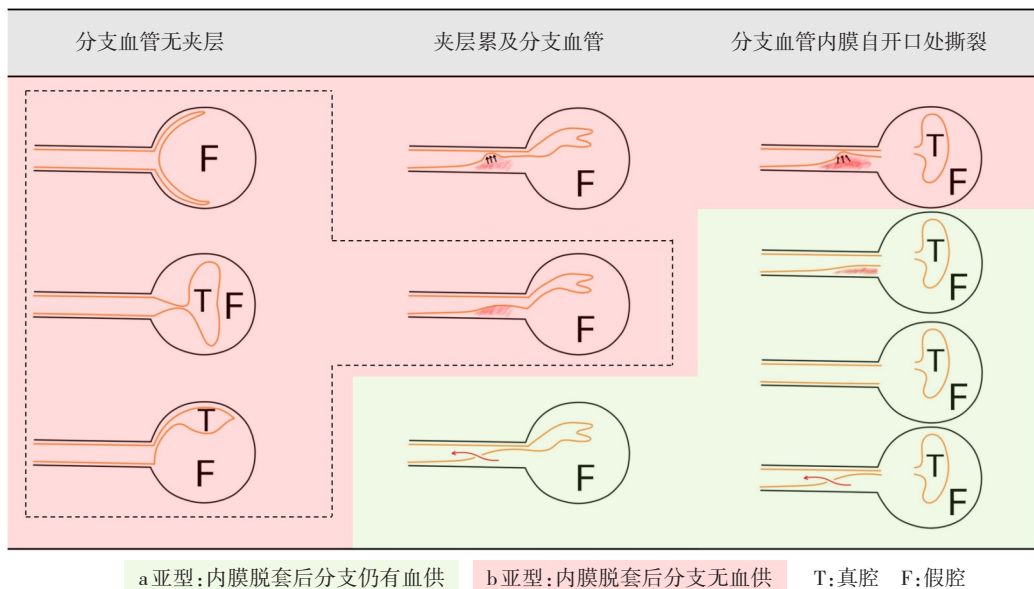


图2 术中AII引起分支灌注不良的分类 Figure 2 Classification of impaired branch perfusion caused by intraoperative AII

笔者认为,该分型的优势在于除了区分脏器缺血严重程度,还可用于指导腔内紧急处置策略:I型术中AII已被支架完整覆盖一般无需补救措施;所有II型和III型术中AII均需补救支架治疗,优先尝试重建主动脉真腔血流,a亚型术中AII即使主动脉真腔重建失败,仍有可能通过主动脉假腔超选分支动脉补救支架而改善脏器血供,而b亚型术中AII唯有紧急处置重建主动脉真腔血流才能改善脏器血供以避免预后不良,甚至还需要同时植入分支动脉补救支架。

2 TEVAR术中AII的诊断及评估要点

2.1 术中AII的术中诊断

术中AII的早期诊断主要依赖术中DSA。因此,主动脉支架释放完成后,常规进行支架近端、远端和腹主动脉高压造影至关重要,如果造影发现支架远端主动脉真腔消失假腔扩大、管腔不规则充盈缺损、内膜堆叠或漂浮、新发的腹腔脏器灌注延迟或充盈缺损甚至无显影等征象时则诊断为术中AII。若术中未能及时发现术中AII,待术后患者出现缺血症状和体征时往往治疗效果差预后不良^[10]。术者在手术过程中需要警惕可疑的术中AII征象。例如I型术中AII往往在支架导入过程中、导入后或支架释放过程出现“突破现象”^[9],即输送鞘或支架移植物突破主动脉夹层内膜的限制向大弯侧假腔移位;II、III型术中AII在支架释放后突然血压升高,胸主动脉支架段造影可见血流速度变缓,支架以远假腔环形增粗、主动脉不规则充盈缺损或显影浅淡、脏器灌注不良等征象。

2.2 术中AII的评估要点

术中AII按照内膜脱套的部位、脏器分支灌注不良的严重程度可分为不同类型。对于疑诊术中AII的患者,需要进行术中详细造影确定分型。除了常规主动脉支架近、远端造影以外,笔者建议经真腔工作导丝导入指引导管,分别在腹腔干动脉下方、肠系膜上动脉下方、双肾动脉下方水平造影。

2.2.1 支架近端造影 通过支架近端造影可以评估近端锚定区的长度及稳定性。术中AII发生后意味着原先植入的主动脉支架下段已失去内膜支撑,若降主动脉管腔扩张直径大于支架尺寸,则支架仅依靠近端锚定区固定,远端呈漂浮状态,极大

增加支架向下滑移的风险。因此,在开始植入主动脉远端补救支架之前,需要谨慎评估原支架的近端锚定区是否足够牢固。支架向下移位的高风险因素包括:近端较小的oversize、较短的健康锚定区、较粗的降主动脉最大径、锥形支架等,DSA造需要重点关注支架形态、支架外假腔显影情况及长度、直径等。

2.2.2 支架远端造影 通过支架远端造影可获取两方面信息并明确术中AII分型:(1)脱套内膜卷缩的位置,区分II型或III型脱套;(2)脏器分支血流灌注情况,若4条主要脏器分支均可见血流灌注,不论是否合并灌注减少均可分为a亚型,血流灌注正常的分支考虑为假腔完全供血;对于存在任意脏器分支无血流灌注的患者则为b亚型。

2.2.3 腹主动脉真腔内造影 通过指引导管进行腹主动脉真腔内分段造影可进一步明确腹主动脉真腔与脏器分支之间的通畅性,此时需要重点关注之前造影无血流灌注的分支血管。(1)若真腔造影可见分支血管显影,说明该分支缺血为动力型阻塞,只要完成腹主动脉真腔血供重建即可恢复分支灌注;(2)若真腔造影仍未见分支血管显影,则该分支缺血为混合型阻塞或静力型阻塞,此时需要先将导丝超选进该血管的远端真腔以备补救支架。

通过以上三步的造影,可以明确近端锚定区的稳定性以及术中AII脱套类型,确定灌注不良的脏器分支、严重程度及缺血阻塞类型,对下一步采取的补救措施至关重要。

3 TEVAR术中支架远端AII的腔内处理

术中AII的处理需要根据不同分型采取不同策略。对于I型术中AII,由于原支架已完整覆膜内膜破口,一般不需要补救支架植入,对于II、III型术中AII,需要尽快重建腹主动脉真腔血供。术中AII的紧急处置措施包括腔内补救支架和开腹主动脉切开取出脱套内膜。目前文献报道两种处理方法的短期效果和长期随访均令人满意,关键在于快速、有效地重建脏器分支血供。Havelka等^[18]报道2例术中AII转开腹手术切开腹主动脉切除脱套内膜,患者均顺利恢复。Lin等^[13]报道了1例术中AII经腹主动脉切开内膜切除手术后长期随访病例,患者在6年的长期随访中表现出良好的主动脉重

塑,腹主动脉直径保持稳定,未发生破裂及动脉瘤样扩张。近年来,随着学界对术中AII的关注度提升和理解逐渐深入,腔内补救支架的治疗方案同样取得良好效果^[9-11,17],且具备创伤小、术后恢复快等优势,已成为术中AII治疗的首选。腔内补救支架治疗应按照先近端再远端、先主干再分支的顺利进行。当然,在进行补救支架植入前可先经股动脉真腔预留重要脏器分支血管导丝,以备血管内植入补救支架,尤其是造影提示分支血管存在静力型或混合型阻塞情况下更应提前做好准备。

3.1 加固支架近端锚定区

腔内补救支架首先需要稳定牢固的近端锚定区。对于近端锚定区评估结果为不稳定的患者,需补救植入近端支架增加锚定区长度,避免在后续处理术中AII时出现不可预测的支架向下移位。可根据患者不同解剖条件选择Z1、Z2区作为新的锚定区并重建弓上分支血管^[39-40],分支血管重建推荐选择原位开窗植入支架增加近端稳定性^[41-45],但同时需要兼顾腹腔脏器缺血的严重程度,可采用烟囱支架技术简化操作过程从而减少重要脏器缺血时间^[46-49],对于左侧锁骨下动脉重建也可以在术中AII处置完成后进行(图3)。

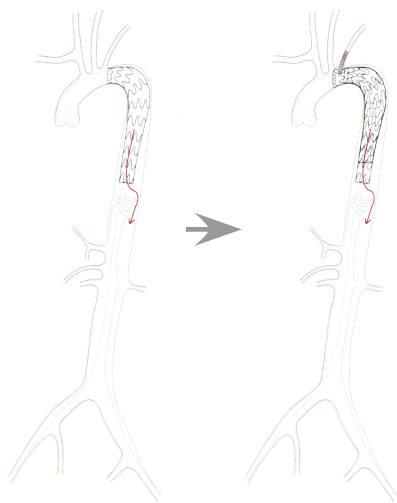


图3 近端补救支架加固锚定区

Figure 3 Bailout proximal graft stent to reinforce the anchoring zone

3.2 重建支架远端胸腹主动脉真腔血供

文献报道的主流方案为由近心端向远心端序贯植入覆膜支架或裸支架固定、支撑脱套内膜。但笔者发现该方案明显局限性:(1)补救支架直径的选择受限,很难同时兼顾支架两端的尺寸;(2)补

救支架释放过程中挤推脱套内膜进一步向远端滑移(图4),多篇文献^[9-11]均报道过此类现象。笔者认为该现象多发生于内膜环形脱套的术中AII患者,此时主动脉内膜完全漂浮于降主动脉,由于覆膜支架往往直径偏大且光滑,释放过程中无法对脱套内膜有效固定,反而会挤推脱套内膜向下滑移。而对于并非环形脱套的术中AII,由于还存在部分内膜附着于降主动脉可用于固定脱套的内膜,序贯植入远端覆膜支架后即可重建真腔血流,此时修复过程的原理类似于I型术中AII。遗憾的是术中DSA并不能准确鉴别术中AII是否环形脱套。

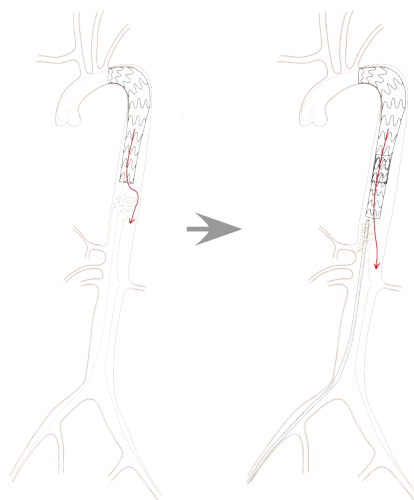


图4 远端接支架后脱套内膜继续向下移位

Figure 4 Continuous shift downward of the prolapsed intimal flap after distal stent deployment

因此,笔者推荐采用“两步法”方案重建主动脉真腔血供,避免II型术中AII进展为III型。第一步,先在脱套内膜段植入裸支架。第二步,在胸主动脉覆膜支架与裸支架之间桥接覆膜支架(图5)。需要注意裸支架的直径不必过大,II型术中AII一般选择16~20 mm直径,支架长度以能够完整覆盖内膜卷缩段或适当超出为准;III型术中AII不建议超过16 mm,主要基于两方面原因:(1)由于脱套卷缩的内膜团块位于腹主动脉内脏分支区,较小的支架直径可避免支架展开后过度挤压内膜而导致堵塞分支血管开口;(2)16 mm的直径虽小,但相对于压瘪的腹主动脉真腔来说足够大且支架释放后并不会移位^[17]。此方案可充分发挥裸支架在释放过程中对内膜干扰小、损伤小的优势,释放后同时具备径向支撑内膜、轴向固定内膜的作用,并且可作为中间桥接覆膜支架远端的

限制性支架，故覆膜支架直径的选择只需与原降主动脉支架远端直径匹配即可。

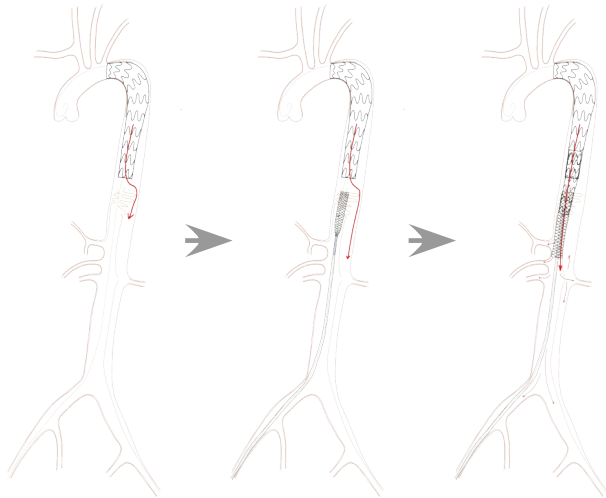


图5 “两步法”重建腹主动脉血供

Figure 5 "Two-step" method to recanalize abdominal aortic true lumen

3.3 重建脏器分支血供

在成功植入主动脉补救支架后，多数情况下腹主动脉真腔血供即可恢复，脏器分支灌注也将随之改善。但对于静力型或混合型阻塞引起的分支缺血可能仍无法恢复血流灌注，此时可经预留分支血管导丝植入补救支架来重建分支。若腹主动脉真腔重建失败，对于脏器分支仍残存假腔供血的IIa、IIIa型术中AII，可尝试腔内方法重建分支血供。Rolf等^[16]报道采用导丝通过内膜破口后经假腔抓捕后下拉撕裂内膜增加破口长度改善肠系膜上动脉（superior mesenteric artery, SMA）分支血供的成功案例，以及经腹主动脉假腔植入SMA分支支架成功改善血供的案例^[11]，即使腹主动脉真腔血栓形成也有足够时间转开腹手术切除内膜挽救患者生命^[35]。而对于IIb、IIIb型术中AII则建议果断转开腹手术，切开主动脉探查并切除脱套内膜。

当然，能够采取腔内手术补救支架重建血供的前提是主动脉真腔工作导丝始终在位，一旦真腔工作导丝撤出，往往很难再次成功建立真腔导丝通路，即使导丝重新超选进入升主动脉也很难保证全程从腹主动脉真腔通过，在此基础上进行的所有主动脉腔内补救支架处理的结果将变成不可预测，尤其是对于IIb、IIIb型术中AII，笔者建议尽早转开腹手术（图6）。

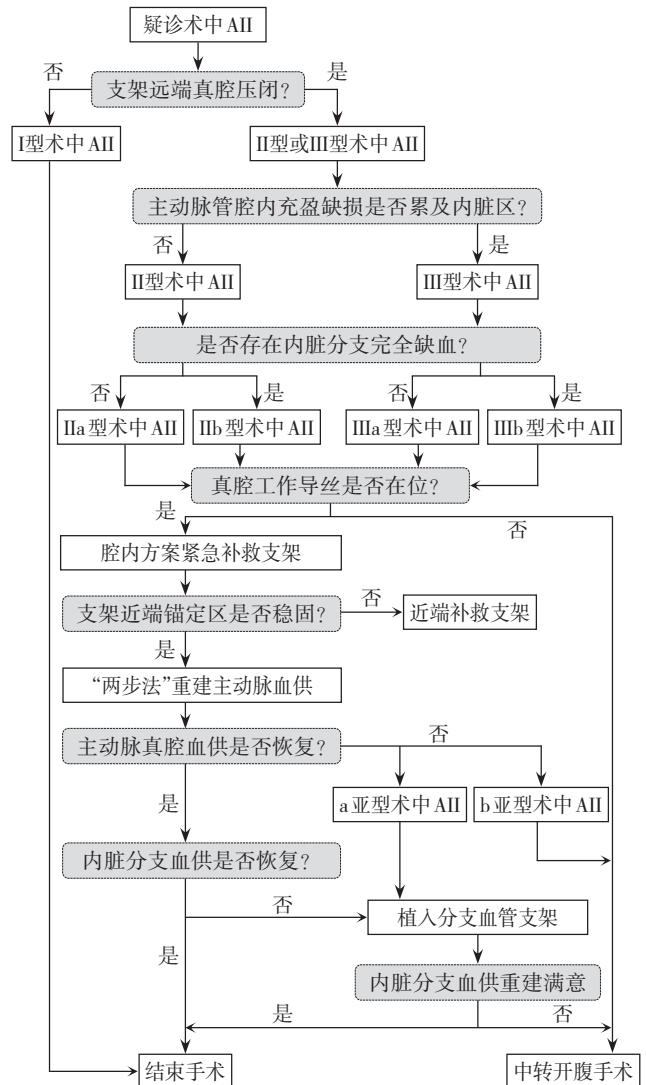


图6 术中AII的诊断和处理流程

Figure 6 Diagnosis and treatment flow of intraoperative AII

综上所述，术中AII是罕见的主动脉夹层腔内手术并发症，可能与疾病本身及术中操作有关，往往导致脏器急性缺血损伤而危及生命。因此，规范的手术操作、早期识别、及时正确处理对于避免术中AII引起的不良后果有重要意义。由于目前相关报道较少，针对术中AII的规范化腔内处理流程和原则仍需要进一步研究。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明：楼炎波负责收集文献资料和论文撰写，祝茜茜负责文章写作思路，张鸿坤指导写作和定稿。

参考文献

- [1] Nienaber CA, Clough RE. Management of acute aortic dissection[J]. *Lancet*, 2015, 385(9970): 800–811. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61005-9.
- [2] Hameed I, Cifu AS, Vallabhajosyula P. Management of Thoracic Aortic Dissection[J]. *JAMA*, 2023, 329(9): 756–757. doi: 10.1001/jama.2023.0265.
- [3] Bossone E, Eagle KA. Epidemiology and management of aortic disease: aortic aneurysms and acute aortic syndromes[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2021, 18(5): 331–348. doi: 10.1038/s41569-020-00472-6.
- [4] Evangelista A, Isselbacher EM, Bossone E, et al. Insights from the international registry of acute aortic dissection: a 20-year experience of collaborative clinical research[J]. *Circulation*, 2018, 137(17): 1846–1860. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.031264.
- [5] Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J, et al. 2022 ACC/AHA guideline for the diagnosis and management of Aortic Disease[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 80(24): e223–393. doi: 10.1016/j.jacc.2022.08.004.
- [6] 舒畅. TEVAR在非复杂型B型主动脉夹层中的作用—2022年STS/AATS B型主动脉夹层管理临床实践指南解读[J]. *中国普通外科杂志*, 2022, 31(12): 1557–1563. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2022.12.001.
- Shu C. Role of TEVAR in non-complex type B aortic dissection—interpretation of 2022 STS/AATS clinical practice guidelines on the management of type B aortic dissection[J]. *China Journal of General Surgery*, 2022, 31(12): 1557–1563. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2022.12.001.
- [7] 符伟国, 郭宝磊. 主动脉夹层腔内治疗的现状与展望[J]. *中国血管外科杂志: 电子版*, 2022, 14(2): 97–99. doi: 10.3969/j.issn.1674-7429.2022.02.001.
- Fu WG, Guo BL. Present situation and prospect of endovascular treatment of aortic dissection[J]. *Chinese Journal of Vascular Surgery: Electronic Version*, 2022, 14(2): 97–99. doi: 10.3969/j.issn.1674-7429.2022.02.001.
- [8] Tadros RO, Tang GHL, Barnes HJ, et al. Optimal treatment of uncomplicated type B aortic dissection: JACC review topic of the week[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 74(11): 1494–1504. doi: 10.1016/j.jacc.2019.07.063.
- [9] Ma T, Liu F, Chen B, et al. Intraoperative stent-graft-induced aortic intimal intussusception during TEVAR for type B aortic dissection[J]. *J Endovasc Ther*, 2021, 28(6): 860–870. doi: 10.1177/15266028211028213.
- [10] 张韬, 张学民, 李伟, 等. 主动脉夹层腔内修复术中内膜脱套的原因及诊疗分析[J]. *中华全科医师杂志*, 2019, 18(2): 170–174. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-7368.2019.02.015.
- Zhang T, Zhang XM, Li W, et al. Causes and treatment of intimo-intimal intussusception in endovascular repair of aortic dissecting aneurysms[J]. *Chinese Journal of General Practitioners*, 2019, 18(2): 170–174. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-7368.2019.02.015.
- [11] 岳晓星, 杨阳, 陈鹏杰, 等. 胸主动脉夹层腔内治疗修复术中内膜脱套一例分析[J]. *现代实用医学*, 2022, 34(7): 964–965. doi: 10.3969/j.issn.1671-0800.2022.07.052.
- Yue XX, Yang Y, Chen PJ, et al. Analysis of a case of intimal degloving during endovascular treatment and repair of thoracic aortic dissection[J]. *Modern Practical Medicine*, 2022, 34(7): 964–965. doi: 10.3969/j.issn.1671-0800.2022.07.052.
- [12] Maynar M, Rostagno R, Zander T, et al. Intimal dehiscence in the abdominal aorta following balloon fenestration for type B dissection[J]. *J Endovascular Ther*, 2005, 12(1): 103–109. doi: 10.1583/04-1368.1.
- [13] Lin M, Flentje AO, Drucker C, et al. Type B aortic dissection complicated by intimo-intimal intussusception and extensive intimal denuding: case report with long-term follow-up[J]. *Ann Vasc Surg*, 2020, 69: 451. e5–451. e10. doi: 10.1016/j.avsg.2020.06.041.
- [14] Lookstein RA, Mitty H, Falk A, et al. Aortic intimal dehiscence: a complication of percutaneous balloon fenestration for aortic dissection[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2001, 12(11): 1347–1350. doi: 10.1016/s1051-0443(07)61562-0.
- [15] Martín M, Moris C, Hevia S, et al. Intimal dehiscence during endovascular treatment of thoracic aortic dissection[J]. *Int J Cardiol*, 2007, 114(1): E1–2. doi: 10.1016/j.ijcard.2006.05.056.
- [16] Rolf T, Qanadli SD, Rey J, et al. Intussusception like lesion after fenestration in aortic type B dissection[J]. *Interact CardioVasc Thorac Surg*, 2010, 11(3): 376–377. doi: 10.1510/icvts.2009.232124.
- [17] Mirick AL, Patel HJ, Deeb GM, et al. Aortic intussusception complicating diagnostic angiography: recognition and management[J]. *Ann Thorac Surg*, 2013, 95(5): 1776–1778. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.10.049.
- [18] Havelka GE, Tomita TM, Malaisrie SC, et al. Two cases of aortic intimal intussusception during endovascular repair of an acute type B dissection[J]. *J Endovasc Ther*, 2016, 23(3): 521–528. doi: 10.1177/1526602816644917.
- [19] Wu ZY, Miao YQ, Knappich C, et al. Aortic intimo-intimal intussusception: a pooled analysis of published reports[J]. *Ann Vasc Surg*, 2021, 75: 471–478. doi: 10.1016/j.avsg.2021.02.041.
- [20] Hufnagel CA, Conrad PW. Intimo-intimal intussusception in dissecting aneurysms[J]. *Am J Surg*, 1962, 103(6): 727–731. doi: 10.1016/0002-9610(62)90255-6.
- [21] Shah PJ, Singh SS, Chalooob SS, et al. Intimo-intimal intussusception of the aorta[J]. *Ann Thorac Surg*, 2006, 82(6): 2274–

2276. doi: [10.1016/j.athoracsur.2006.05.119](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.05.119).
- [22] Gomes de Farias LP, Santos JMMM, Teles GBDS, et al. Intimointimal intussusception in acute aortic dissection[J]. *Radiol Cardiothorac Imaging*, 2020, 2(4): e200023. doi: [10.1148/ryct.2020200023](https://doi.org/10.1148/ryct.2020200023).
- [23] Kim SY, Hwang HY, Lee W, et al. Aortic intimointimal intussusception in chronic type B dissection causing dynamic obstruction of visceral arteries[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, 150(3):e33-35. doi: [10.1016/j.jtcvs.2015.05.033](https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.05.033).
- [24] 戚悠飞. 主动脉管壁纤维结构的研究进展[J]. *中国普通外科杂志*, 2023, 32(6): 929-935. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.015](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.015).
Qi YF. Research progress on the fibrous structure of aortic wall[J]. *China Journal of General Surgery*, 2023, 32(6): 929-935. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.015](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.06.015).
- [25] Xiang D, Chai B, Gui Y, et al. Risk factors for distal stent graft-induced new entry after endovascular repair in uncomplicated type B aortic dissection. [J]. *J Vasc Surg*, 2023, 77(1): 37-45. doi: [10.1016/j.jvs.2022.08.032](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.08.032).
- [26] Kim KM, Hofmann Bowman MA, Eagle KA. Treatment of Uncomplicated Type B Aortic Dissection: The Devil Is in the Details...Or Is It? [J]. *JAMA Cardiol*, 2023, 8(1): 54-55. doi: [10.1001/jamacardio.2022.4197](https://doi.org/10.1001/jamacardio.2022.4197).
- [27] Marrocco-Trischitta MM, Rylski B, Schofer F, et al. Prevalence of type III arch configuration in patients with type B aortic dissection[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 56(6): 1075-1080. doi: [10.1093/ejcts/ezz137](https://doi.org/10.1093/ejcts/ezz137).
- [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](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.08.070).
- [29] Al-Tawil M, Chikhal R, Abdelhaliem A. Thoracic endovascular aortic repair for uncomplicated Type B aortic dissection: what is the optimal time window for intervention?[J]. *J Cardiac Surg*, 2022, 37(4):1002-1003. doi: [10.1111/jocs.16191](https://doi.org/10.1111/jocs.16191).
- [30] Beck AW, Wang G, Lombardi JV, et al. Impact of thoracic endovascular aortic repair timing on outcomes after uncomplicated type B aortic dissection in the Society for Vascular Surgery Vascular Quality Initiative postapproval project for dissection[J]. *J Vasc Surg*, 2023, 77(5):1377-1386. doi: [10.1016/j.jvs.2022.12.056](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.12.056).
- [31] Jubouri M, Bashir M, Tan SZCP, et al. What is the optimal timing for thoracic endovascular aortic repair in uncomplicated Type B aortic dissection? [J]. *J Cardiac Surg*, 2022, 37(4):993-1001. doi: [10.1111/jocs.16190](https://doi.org/10.1111/jocs.16190).
- [32] Potter HA, Ding L, Han SM, et al. Impact of high-risk features and timing of repair for acute type B aortic dissections[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 76(2):364-371. doi: [10.1016/j.jvs.2022.03.030](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.03.030).
- [33] Yang Y, Zhang XH, Chen ZG, et al. Acute or Subacute, the Optimal Timing for Uncomplicated Type B Aortic Dissection: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Front Surg*, 2022, 9: 852628. doi: [10.3389/fsurg.2022.852628](https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.852628).
- [34] Xiang D, Wu F, Chen L, et al. Timing of endovascular repair impacts long-term outcomes of uncomplicated acute type B aortic dissection[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 75(3): 851-860. doi: [10.1016/j.jvs.2021.09.017](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2021.09.017).
- [35] Wu ZY, Li P, Wang JY, et al. Aortic intimal intussusception during acute type B aortic dissection endovascular repair[J]. *Ann Transl Med*, 2019, 7(22):700. doi: [10.21037/atm.2019.10.52](https://doi.org/10.21037/atm.2019.10.52).
- [36] Williams DM, Lee DY, Hamilton BH, et al. The dissected aorta: part III . Anatomy and radiologic diagnosis of branch-vessel compromise[J]. *Radiology*, 1997, 203(1): 37-44. doi: [10.1148/radiology.203.1.9122414](https://doi.org/10.1148/radiology.203.1.9122414).
- [37] 常光其, 杨文超. 主动脉夹层合并灌注不良综合征[J]. *外科理论与实践*, 2022, 27(4): 304-308. doi: [10.16139/j.1007-9610.2022.04.006](https://doi.org/10.16139/j.1007-9610.2022.04.006).
Chang GQ, Yang WC. Aortic dissection with hypoperfusion syndrome[J]. *Journal of Surgery Concepts & Practice*, 2022, 27(4): 304-308. doi: [10.16139/j.1007-9610.2022.04.006](https://doi.org/10.16139/j.1007-9610.2022.04.006).
- [38] Nagamine H, Ueno Y, Ueda H, et al. A new classification system for branch artery perfusion patterns in acute aortic dissection for examining the effects of central aortic repair[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2013, 44(1):146-153. doi: [10.1093/ejcts/ezs631](https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs631).
- [39] 张鸿坤, 郭文仁. 主动脉弓部原位针刺开窗并发病的防治经验[J]. *中国血管外科杂志: 电子版*, 2022, 14(2): 109-113. doi: [10.3969/j.issn.1674-7429.2022.02.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-7429.2022.02.004).
Zhang HK, Guo WR. Prevention and treatment of complications caused by in situ acupuncture at aortic arch[J]. *Chinese Journal of Vascular Surgery: Electronic Version*, 2022, 14(2): 109-113. doi: [10.3969/j.issn.1674-7429.2022.02.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-7429.2022.02.004).
- [40] 曹龙, 郭伟. 主动脉弓部疾病腔内治疗的新进展[J]. *中国血管外科杂志: 电子版*, 2023, 15(1): 1-4. doi: [10.3969/j.issn.1674-7429.2023.01.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-7429.2023.01.001).
Cao L, Guo W. New progress in endovascular treatment of aortic arch diseases[J]. *Chinese Journal of Vascular Surgery: Electronic Version*, 2023, 15(1): 1-4. doi: [10.3969/j.issn.1674-7429.2023.01.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-7429.2023.01.001).
- [41] Piazza R, Carbone M, Berchiolli RN, et al. A systematic review on methods and tools for the in situ fenestration of aortic stent-graft[J]. *IEEE Rev Biomed Eng*, 2023, 16:348-356. doi: [10.1109/RBME.2021.3085484](https://doi.org/10.1109/RBME.2021.3085484).
- [42] He Y, Wang Y, Zhou X, et al. Effects of Long Term Fatigue Cycling on In Situ Fenestrations of Polyethylene Terephthalate and

- Expanded Polytetrafluorethylene Thoracic Aortic Stent grafts: An Experimental Study[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2023. doi: 10.1016/j.ejvs.2023.08.060.[Online ahead of print]
- [43] Zeng Q, Zhou X, He Y, 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.
- [44] Antonello M, Spertino A, Rodinò G, et al. Emergent in situ fenestration in the ascending aorta for the endovascular repair of a large pseudoaneurysm: a technical note[J]. J Endovasc Ther, 2022, 15266028221125587. doi: 10.1177/15266028221125587.
- [45] 余钻标, 尹孝亮, 林作栋, 等. Ankura 主动脉覆膜支架原位开窗重建弓上分支的应用[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(12):1411-1417. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.004.
- Yu ZB, Yin XL, Lin ZD, et al. Application of in situ needle fenestration of Ankura aortic stent graft for revascularization of the supra-aortic branches[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(12):1411-1417. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2021.12.004.
- [46] 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.
- [47] Atkins MD, Lumsden AB. Parallel grafts and physician modified endografts for endovascular repair of the aortic arch[J]. Ann Cardiothorac Surg, 2022, 11(1): 16-25. doi: 10.21037/acs-2021-taes-171.
- [48] 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.
- [49] 郭宝磊, 符伟国, 郭大乔, 等. 多枚平行支架重建弓上分支腔内修复主动脉弓部疾病的手术疗效分析[J]. 中国临床医学, 2022, 29(3):377-382. doi: 10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20220145.
- Guo BL, Fu WG, Guo DQ, et al. Outcomes of endovascular repair of aortic arch disease with multiple parallel stent grafts[J]. Chinese Journal of Clinical Medicine, 2022, 29(3):377-382. doi: 10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20220145.

(本文编辑 姜晖)

本文引用格式:楼炎波,祝茜茜,张鸿坤. Stanford B型主动脉夹层术中主动脉内膜脱套的腔内处理策略[J]. 中国普通外科杂志, 2023, 32(12):1854-1863. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.004

Cite this article as: Lou YB, Zhu QQ, Zhang HK. Endovascular management strategies for aortic intimal intussusception during repair of Stanford type B aortic dissection[J]. Chin J Gen Surg, 2023, 32(12): 1854-1863. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.004

本刊对来稿中统计学处理的有关要求

1. 统计研究设计: 应交代统计研究设计的名称和主要做法。如调查设计(分为前瞻性、回顾性或横断面调查研究); 实验设计(应交代具体的设计类型, 如自身配对设计、成组设计、交叉设计、正交设计等); 临床试验设计(应交代属于第几期临床试验, 采用了何种盲法措施等)。主要做法应围绕4个基本原则(随机、对照、重复、均衡)概要说明, 尤其要交代如何控制重要非试验因素的干扰和影响。

2. 资料的表达与描述: 用 $\bar{x} \pm s$ 表达近似服从正态分布的定量资料, 用 $M(IQR)$ 表达呈偏态分布的定量资料; 用统计表时, 要合理安排纵横标目, 并将数据的含义表达清楚; 用统计图时, 所用统计图的类型应与资料性质相匹配, 并使数轴上刻度值的标法符合数学原则; 用相对数时, 分母不宜小于20, 要注意区分百分率与百分比。

3. 统计分析方法的选择: 对于定量资料, 应根据所采用的设计类型、资料所具备的条件和分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 t 检验和单因素方差分析; 对于定性资料, 应根据所采用的设计类型、定性变量的性质和频数所具备条件以分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 χ^2 检验。对于回归分析, 应结合专业知识和散布图, 选用合适的回归类型, 不应盲目套用简单直线回归分析, 对具有重复实验数据的回归分析资料, 不应简单化处理; 对于多因素、多指标资料, 要在一元分析的基础上, 尽可能运用多元统计分析方法, 以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系进行全面、合理地解释和评价。

4. 统计结果的解释和表达: 当 $P < 0.05$ (或 $P < 0.01$) 时, 应说明对比组之间的差异有统计学意义, 而不应说对比组之间具有显著性(或非常显著性)的差别; 应写明所用统计分析方法的具体名称(如: 成组设计资料的 t 检验、两因素析因设计资料的方差分析、多个均数之间两两比较的 q 检验等), 统计量的具体值(如 $t=3.45$, $\chi^2=4.68$, $F=6.79$ 等)应尽可能给出具体的 P 值(如 $P=0.0238$); 当涉及总体参数(如总体均数、总体率等)时, 在给出显著性检验结果的同时, 再给出95%置信区间。

中国普通外科杂志编辑部