

心血管外科

扩大外膜内翻并翻转吻合与主动脉包裹后右房分流技术处理 A2 型夹层根部的近期疗效对比

史泽鹏¹ 何学志¹ 庄熙晶¹ 高峰¹ 高洋¹ 刘巍¹ 石磊¹ 王文君¹

[摘要] 目的:对比扩大外膜内翻并翻转吻合与主动脉包裹后右房分流两种手术方式的围术期差异,评价其术后及近期疗效,为手术处理策略提供新选择。方法:回顾性分析 2017 年 2 月—2020 年 3 月我中心行手术治疗的 68 例急性 A2 型主动脉夹层患者。其中外膜内翻组 22 例应用扩大外膜内翻并翻转吻合技术;包裹组 46 例应用主动脉包裹后右房分流技术。比较两组患者术前、术中及术后近期随访结果,评价其疗效及安全性。结果:外膜内翻组手术总时长、停机至关皮时间较包裹组明显缩短($P < 0.05$)。对比术后 2 周内及术后 12 个月心脏超声可见包裹组窦管交界直径明显扩张($P < 0.05$)。随访节点内外膜内翻组技术可有效闭合夹层假腔,降低吻合口漏风险,同时其复位主动脉瓣膜的效果维持情况优于包裹组技术($P < 0.05$),两组之间再手术相关事件发生情况存在明显差异($P < 0.05$)。结论:外膜内翻并翻转吻合技术处理 A2 型主动脉夹层较主动脉包裹后右房分流技术明显缩短了手术时间并可预防窦管交界的近期扩张,应用其处理主动脉根部安全且可靠,近期手术疗效维持更佳。

[关键词] 吻合技术;主动脉夹层;主动脉根部;疗效

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2022.03.010

[中图分类号] R541.3 **[文献标志码]** A

A comparison of the short-term efficacy of the extended adventitial inversion with graft eversion anastomosis and aortic wall wrapping graft with right atrial shunt anastomosis in root remodeling of A2-type aortic dissection

SHI Zepeng HE Xuezhi ZHUANG Xijing GAO Feng GAO Yang
LIU Wei SHI Lei WANG Wenjun

(Department of Cardiovascular Surgery, Dalian Municipal Central Hospital, Dalian, Liaoning, 116033, China)

Corresponding author: HE Xuezhi, E-mail: datrong@qq.com

Abstract Objective: We compared the perioperative differences between extended adventitial inversion with graft eversion anastomosis technique and aortic wall wrapping graft with right atrial shunt anastomosis technique to evaluate postoperative and short-term efficacy and provide a new surgical method. **Methods:** The 68 patients with acute A2 aortic dissection were analyzed retrospectively, who underwent surgery in our center from February 2017 to March 2020. Of them, 22 cases were treated with extended adventitial inversion with graft eversion anastomosis (eAiGe); 46 cases were treated with aortic wall wrapping graft with right atrial shunt anastomosis (AwAs). Some concerned results from pre-operation, intra-operation and short-term follow-ups of two groups were compared to evaluate the efficacy and safety. **Results:** The total time of surgery and extracorporeal circulation halt to suture skin were significantly shorter in eAiGe group ($P < 0.05$). For postoperative 2 weeks and 12 months the diameter of the sinotubular junction (STJ) was significantly dilated in AwAs group ($P < 0.05$). The eAiGe was effective in closing the false lumen, reducing the risk of anastomotic leakage, and maintaining the effect of the resetting aortic valvar follow-up time ($P < 0.05$). The difference between two groups of the occurrence of reoperation-related events was significant ($P < 0.05$). **Conclusion:** The eAiGe significantly reduces operative time and prevents the dilatation of STJ, which was more safer and reliable in the remodeling of the aortic root and maintained better in short-term in A2 aortic dissection.

Key words anastomosis technique; aortic dissection; aortic root; efficacy

急性 A 型主动脉夹层的治疗以应用人造血管替换病变范围主动脉从而消除假腔为主要手段,术中由于血管炎性水肿、组织脆性增加,快速且有效

地缝合止血变得极为困难^[1]。主动脉根部后壁解剖层次较深,有时即使明确出血部位,完成显露后准确地加针止血也十分困难。因而如何有效降低根部吻合口出血风险、增加手术安全性已成为临床学者探讨的焦点,为此临床上涌现了诸多处理策略。

¹大连市中心医院心脏大血管外科(辽宁大连,116033)

通信作者:何学志, E-mail: datrong@qq.com

既往 A2 型主动脉夹层根部处理常采用主动脉包裹人造血管后分流入右房从而降低后续出血风险,但因吻合口被完全覆盖,发现吻合口漏时往往难以补救^[2]。近年来主动脉根部“裸”处理的观念逐渐兴起,其吻合完成后加针止血方便的优势进一步鼓舞了吻合处理方式向更深层次探索。受“外膜内翻技术”与“翻转吻合理念”的影响与启发,本中心将两种方法整合,在原技术基础上创新地将主动脉外膜进一步扩大内翻缝合至夹层底部的正常组织上,后将人造血管外翻并插入主动脉管腔内完成吻合。本研究目的在于探讨扩大外膜内翻并人造血管翻转吻合技术与传统主动脉包裹后右房分流术在主动脉根部处理近期效果上是否存在差异,为主动脉根部重建方式提供新的选择^[3]。

1 对象与方法

1.1 分组

纳入本中心 2017 年 2 月 10 日—2020 年 3 月 1 日行手术治疗的急性 A 型主动脉夹层患者。97 例患者中 4 例主动脉窦部直径 >45 mm, 5 例主动脉瓣重度反流, 终行 Bentall 手术治疗; 3 例同期行冠状动脉(冠脉)移植; 12 例主动脉根部未受累; 2 例术后超声缺失; 3 例患者失访。最终共 68 例患者纳入研究, 其中外膜内翻组患者 22 例, 包裹组患者 46 例。纳入标准: ①主动脉窦受累且直径 <45 mm; ②中度及以下的主动脉瓣反流且为主动脉瓣膜交界受累所致; ③主动脉瓣瓣膜结构完整性良好。

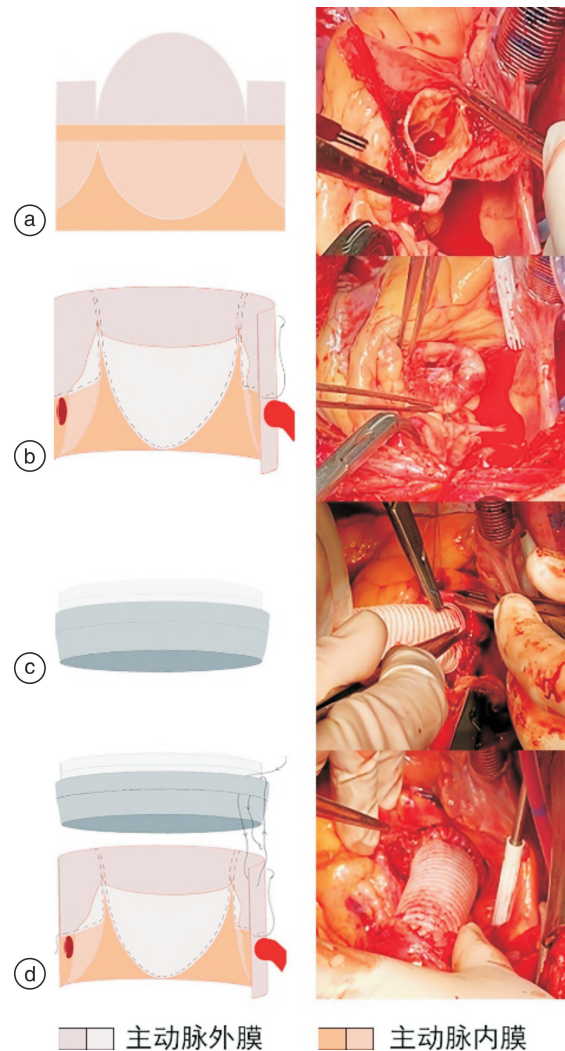
排除标准: ①同期行其他心脏外科手术患者(如主动脉移植、瓣膜置换等); ②患者术前至随访节点期间存在超声、CTA 结果缺失或主观性失访。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 均由同一名资深外科医生完成, 常规腋动脉、股动脉及右心房二梯级插管建立体外循环, 右上肺静脉置入左心引流; 循环不稳定者采用股动、静脉插管。术后留置心包、纵隔引流管各 1 枚并转入 ICU 行重症监护治疗。

扩大外膜内翻并人造血管翻转吻合技术(外膜内翻组): 体外循环降温阶段处理主动脉根部。环形修剪主动脉内膜至窦管交界平面上方约 0.5 cm, 沿主动脉瓣膜交界纵向剪开主动脉外膜至主动脉内膜边缘。根据主动脉窦形状及深度修剪预内翻的主动脉外膜形状, 使之内翻后于无冠窦可插入至窦底部, 左、右冠窦可及冠脉开口上缘。于无冠窦, 左、右冠脉开口上方应用带垫片缝线褥式缝合牵引暴露主动脉根部结构。将主动脉外膜向内翻转插入各冠脉窦并紧贴内膜。于右、无冠窦交界处进针行连续缝合, 无冠窦缝合深度可至瓣环水平, 左、右冠窦则缝合至冠脉开口上方垫片位置。主动脉瓣交界撕脱者应用外膜复位并固定主动脉

瓣交界, 注水试验测试关闭情况。选取合适直径人造血管, 将其近端外翻约 1 cm 并插入主动脉根部, 使得两管壁边缘平齐, 以针边距 0.5 cm 行连续缝合 1~2 遍, 灌注查看吻合口情况, 应用毡片缝闭局部出血点(图 1)。



a: 环形修剪主动脉内膜至窦管交界平面上, 沿瓣膜交界纵向剪开主动脉外膜至内膜缘, 根据冠脉窦修剪外膜形状; b: 主动脉外膜内翻插入冠脉窦, 连续缝合固定; c: 人造血管末端外翻插入主动脉管腔; d: 连续缝合 1~2 遍, 完成吻合。

图 1 扩大外膜内翻缝合并人造血管翻转吻合技术

Figure 1 Extended adventitial inversion with graft eversion anastomosis technique

主动脉包裹后右房分流技术(包裹组): 纵行切开主动脉前壁并于窦管交界上将其半横断, 对于主动脉瓣膜交界撕脱者于降温期间复位固定, 将人造血管与周径完整区主动脉近、远端相吻合。心脏复跳, 局部止血, 将留存的主动脉壁囊袋样包裹人造血管, 并于近心端完成其与右房的分流吻合, 术后查看吻合口及右房张力^[3]。

1.2.2 评估内容 ①术前一般资料:性别、年龄、高血压、糖尿病、吸烟史、饮酒史、手术方式、瓣膜功能、主动脉窦及瓣膜交界受累情况、冠脉开口受累情况。②手术相关时间:心肌阻断时间、停循环时间、手术总时长、开皮至停机时间、停机至关皮时间。③辅助检查:超声评估患者术前、术后 2 周内及随访节点主动脉窦直径(aortic sinus diameter, ASD)、主动脉窦管交界直径(sinotubular junction diameter, STJD)、主动脉瓣环直径(aortic valve annulus diameter, AVAD)、左室直径(left ventricle diameter, LVD)、右房直径(right atrium diameter, RAD)、左室射血分数(left ventricle ejection fraction, LVEF)。④随访:以术后 12 个月为近期随访节点复查超声及主动脉增强 CT(computed tomography angiography, CTA),记录患者主动脉相关性死亡时间。再手术相关事件定义为:主动脉瓣反

流情况恶化、主动脉根部吻合口漏、主动脉根部赘生物形成或主动脉根部来源纵隔感染、新发中等量以上心包积液、夹层假腔复现。对于发生多个再手术相关事件的患者,记录首次事件的发生时间。

1.3 统计学处理

应用 SPSS 25.0 软件行统计学分析。对计量资料采用 $\bar{X} \pm S$ 表示,采用 *t* 检验。计数资料组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。采用 Kaplan-Meier 法绘制生存曲线对患者随访节点内的主动脉相关性死亡及首次再手术相关事件发生情况进行统计分析,应用 Log-rank 检验、Breslow 检验比较两组患者差异。

2 结果

2.1 术前一般资料

两组患者术前一般资料及主动脉根部情况未见明显统计学差异(表 1)。

表 1 患者一般情况
 Table 1 General information of patients 例(%), $\bar{X} \pm S$

| 项目 | 外膜内翻组(22 例) | 包裹组(46 例) | 统计值 | <i>P</i> |
|-----------------------|------------------|-------------------|------|----------|
| 男性 | 16(72.7) | 28(60.9) | 0.92 | 0.338 |
| 年龄/岁 | 54.36±14.64 | 57.00±12.32 | 0.78 | 0.439 |
| 高血压 | 20(90.9) | 38(82.6) | * | 0.481 |
| 糖尿病 | 3(13.6) | 8(17.4) | * | 1.000 |
| 吸烟史 | 5(22.7) | 12(26.1) | 0.09 | 0.765 |
| 规律饮酒史 | 3(13.6) | 8(17.4) | * | 1.000 |
| 手术方式 | | | 5.04 | 0.081 |
| 升主动脉置换 | 9(40.9) | 21(45.7) | | |
| 升主动脉置换+半弓置换/成型 | 1(4.5) | 12(26.1) | | |
| 升主动脉置换+主动脉弓置换+远端支架置入术 | 10(45.5) | 13(28.3) | | |
| 术前瓣膜反流(轻度/中度) | 8(36.4)/14(63.6) | 24(52.2)/22(47.8) | 1.49 | 0.222 |
| 主动脉窦受累情况 | | | 2.49 | 0.287 |
| 单纯无冠窦 | 6(27.3) | 21(45.7) | | |
| 无冠窦+右冠窦 | 15(68.2) | 22(47.8) | | |
| 无冠窦+左冠窦+右冠窦 | 1(4.5) | 3(6.5) | | |
| 主动脉瓣膜交界受累情况 | | | 0.52 | 0.772 |
| 右、无交界撕脱 | 17(77.3) | 37(80.4) | | |
| 左、无交界撕脱 | 0(0) | 1(2.2) | | |
| 右、无+左、无交界撕脱 | 3(13.6) | 8(17.4) | | |
| 冠脉开口受累情况 | | | * | 1.000 |
| Neri A | 3(13.6) | 4(8.7) | | |
| Neri B | 2(9.1) | 5(10.9) | | |
| Neri C | 0(0) | 0(0) | | |
| 术前超声情况 | | | | |
| ASD/mm | 35.75±4.03 | 36.50±4.33 | 0.74 | 0.458 |
| STJD/mm | 37.18±4.24 | 40.13±6.69 | 1.61 | 0.107 |
| AVAD/mm | 24.09±1.97 | 25.33±2.76 | 1.89 | 0.059 |
| LVD/mm | 49.73±2.47 | 49.00±4.09 | 0.96 | 0.339 |
| RAD/mm | 31.41±10.91 | 28.89±7.33 | 0.36 | 0.722 |
| LVEF/% | 50.18±10.59 | 48.37±7.72 | 0.27 | 0.787 |

注: * 为 Fisher 精确检验;Neri 分型^[4]:A:冠脉开口正常;B:冠脉开口血肿;C:冠脉开口局部离断。

2.2 手术时间

外膜内翻组与包裹组手术总时长、停机至关皮时间存在明显统计学差异 ($P < 0.05$), 余手术相关时间并无明显统计学差异 (表 2)。

表 2 手术时间

| 手术相关时间 | Table 2 Surgery time | | min, $\bar{X} \pm S$ | |
|---------------|----------------------|----------------|----------------------|-------|
| | 外膜内翻组 (22 例) | 包裹组 (46 例) | 统计值 | P |
| 心肌阻断时间 | 83.23 ± 24.46 | 87.04 ± 29.66 | 0.35 | 0.723 |
| 停循环时间 | 9.22 ± 9.75 | 11.13 ± 16.65 | 0.33 | 0.738 |
| 手术总时长 (切口至关皮) | 354.27 ± 74.10 | 392.52 ± 83.83 | 1.98 | 0.047 |
| 开皮至停机时间 | 287.49 ± 70.50 | 314.02 ± 67.02 | 1.93 | 0.054 |
| 停机至关皮时间 | 66.78 ± 9.49 | 78.50 ± 16.76 | 3.09 | 0.002 |

2.3 术后及随访

术后随访时间 10.2 ~ 12.3 个月, 平均 (11.85 ± 0.38) 个月。共 6 例患者因术后循环衰竭死于住

院期间, 其中外膜内翻组 2 例, 包裹组 4 例 (其中 1 例二次开胸止血)。生存曲线 Log-rank 检验结果 ($\chi^2 = 0.01, P > 0.05$) 及 Breslow 检验结果 ($\chi^2 = 0.01, P > 0.05$) 示两者术后近期病死率无差异 (图 2)。

随访节点包裹组 STJD 较术后 2 周内明显扩大 ($P < 0.05$) (表 3)。所有患者术中即时注水试验均示主动脉瓣无反流, 相较于术后 2 周随访节点外膜内翻组中有 2 例患者瓣膜反流情况出现跨级恶化; 包裹组有 15 例出现跨级恶化, 两组瓣膜修复效果的维持情况存在明显统计学差异 ($P < 0.05$)。外膜内翻组的夹层假腔复现及吻合口漏效果明显少于包裹组 ($P < 0.05$) (表 4)。再手术相关事件-时间曲线 Log-rank 检验结果 ($\chi^2 = 16.05, P < 0.01$) 及 Breslow 检验结果 ($\chi^2 = 11.93, P < 0.01$) 示两组患者术后早期再手术相关事件发生率存在明显统计学差异 (图 2)。

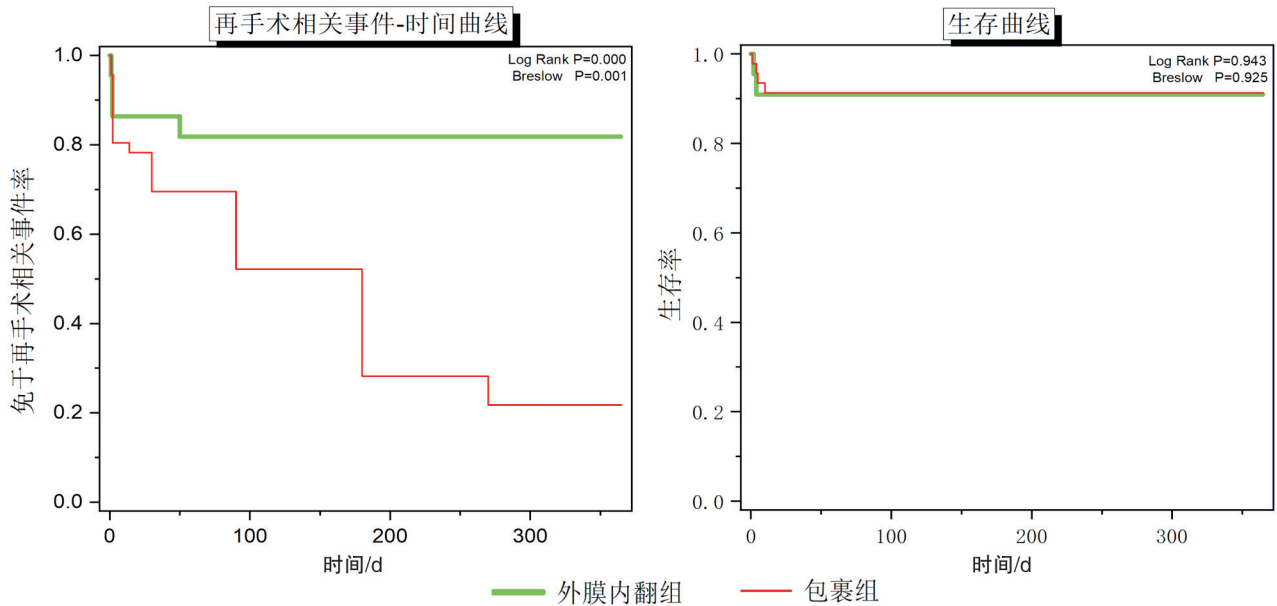


图 2 生存分析

Figure 2 Subsistence analysis

表 3 术后及随访心脏结构

Table 3 Post-operative and follow-up cardiac structure

$\bar{X} \pm S$

| 超声结构指标 | 外膜内翻组 (20 例) | | | | 包裹组 (42 例) | | | |
|---------|---------------|--------------|------|-------|---------------|--------------|------|-------|
| | 术后 2 周内 | 随访节点 | 统计值 | P | 术后 2 周内 | 随访节点 | 统计值 | P |
| ASD/mm | 34.90 ± 5.06 | 35.15 ± 4.92 | 0.82 | 0.414 | 37.83 ± 4.57 | 37.79 ± 4.52 | 1.00 | 0.317 |
| AVAD/mm | 24.05 ± 2.14 | 24.10 ± 2.07 | 0.26 | 0.796 | 25.26 ± 2.73 | 25.95 ± 3.60 | 1.89 | 0.058 |
| STJD/mm | 37.30 ± 4.19 | 34.90 ± 5.34 | 1.95 | 0.052 | 40.67 ± 7.08 | 42.35 ± 6.48 | 2.47 | 0.014 |
| LVD/mm | 47.85 ± 3.03 | 47.50 ± 2.93 | 1.13 | 0.259 | 48.24 ± 3.61 | 46.11 ± 5.91 | 0.74 | 0.463 |
| RAD/mm | 29.65 ± 10.59 | 29.10 ± 9.74 | 1.49 | 0.137 | 31.50 ± 10.04 | 34.23 ± 9.74 | 1.90 | 0.058 |
| LVEF/% | 48.50 ± 9.02 | 47.75 ± 7.97 | 1.00 | 0.317 | 48.38 ± 6.90 | 48.62 ± 6.48 | 0.58 | 0.564 |

表 4 再手术相关事件
 Table 4 Re-operation related events

| 随访节点评估内容 | 例(%) | | 统计值 | P |
|------------------|-----------------|---------------|-------|-------|
| | 外膜内翻组 (20 例) | 包裹组 (42 例) | | |
| 主动脉根部夹层假腔 复现 | 0(0) | 19(45.2) | 13.05 | 0.000 |
| 主动脉根部吻合口漏 | 0(0) | 9(21.4) | * | 0.047 |
| 中等量以上心包积液 | 1(5.0) | 4(9.5) | * | 1.000 |
| 纵隔感染或感染性心 内膜炎 | 1(5.0) | 2(4.8) | * | 1.000 |
| 主动脉瓣膜反流情况 | | | | |
| 术后 2 周内 有反流 | 4(20.0) | 7(16.7) | * | 0.735 |
| 随访节点内 反流进展 | 2(10.0) | 15(35.7) | 4.50 | 0.034 |

注: * 为 Fisher 精确检验

3 讨论

A2 型主动脉夹层急性期水肿内膜质脆易裂且血小板进行性下降,为降低吻合口撕脱及缝隙性出血风险,复位瓣膜功能,既往常应用主动脉囊壁包裹吻合口后分流入右房联合瓣膜交界悬吊技术来提高手术的安全性^[5-8]。单就解剖来说,其改变了正常的生理结构,各种原因下分流旁路无法自行闭合时,右心系统的负压吸引作用使得患者右心功能不全风险激增。而其他相对复杂的主动脉根部重建技术对术者的专业水平、团队配合及开展平台的硬件条件均提出了极高要求,目前很难有一种规范化的主动脉根部处理方式在均衡手术操作复杂性的同时兼顾患者获益的最大化^[9-10]。

外膜内翻技术由 Floten 首次介绍,借助翻转的外膜进一步加强脆弱的内膜,同时封闭并消除假腔,对于合并瓣膜交界撕脱的主动脉瓣反流患者,因外膜质地坚韧致密,借此顺势复位固定瓣膜交界在技术上可行^[11-12]。为增加安全性、保证术后远期疗效,我中心在原技术基础上将外膜的内翻程度进一步加深:将无冠窦外膜片缝合至主动脉瓣环的致密结缔组织上,左、右冠窦则缝至冠脉开口上缘,以期缝合至夹层底端的正常组织上,最大程度地封闭夹层假腔。对于夹层累及冠脉开口者,Neri C 型患者我们建议将外膜片直接缝至瓣环水平封闭冠脉开口,并结合冠脉旁路移植术恢复冠脉血供;Neri A、Neri B 型患者则于冠脉开口上缘“U 形”垫片缝合悬吊复位冠脉开口后,将外膜片内翻至垫片位置缝合固定。术中因主动脉根部位置深入,显露难度较大,吻合完成后后壁加针止血困难,故借助“翻转吻合理念”处理:人造血管外翻缘的弹性回缩拉紧吻合缝线的同时增大其与主动脉壁的接触面积,两者贴合变得更为紧密,缝隙出血风险被降低,吻合

后人造血管的持续外翻使得出血点可视化,渗血定位也更为准确,止血变得更为容易;内衬物下的无张力缝合使得缝线的切割作用被有效削弱,因而撕脱风险被有效降低^[13-14]。

在操作中包裹组因有大面积的缝合需求,因而对缝合技术水平要求颇高,术中不仅需连续缝合大面积地构建囊壁,同时额外增加的右房吻合操作也使得手术总时长明显延长,手术相关不良事件风险升高。因囊壁包裹吻合操作均集中于体外循环停机之后,故主要表现为停机至关皮时间延长,但两组患者根部处理及人造血管与主动脉吻合等所需的时间则未见明显差异,这也表明了外膜内翻组根部处理并不复杂,可有效节省手术时间。

主动脉根部成型过程中,常需平衡处理范围及理想化疗效,选择一种更符合主动脉根部解剖结构及血流变力学的处理方法以期将手术方式对心脏结构和功能的影响降到最小,这也是目前主动脉根部成型技术发展的初衷及动力。本研究两组患者术前心脏超声并未见明显差异,但包裹组 STJD 随访节点较术后 2 周内明显扩大,考虑这种差异性是由于:翻转吻合技术中内嵌的人造血管在主动脉腔内起到了一定的限制作用,STJD 扩张幅度受限;同时血流冲击力迫使外翻的人造血管进行轴向弹性运动被动拉紧其与主动脉根部之间的缝线,借缝线传导主动脉根部被进一步收紧并对抗由血流冲击所产生的形变。一部分血液动能被转化为了人造血管的弹性能,缓冲并分担了血流对主动脉根部及主动脉窦壁的牵张力,窦管交界受到了保护。内翻的外膜片也在一定程度上增加了主动脉根部的强度。与之相比,包裹组主动脉根部并未进行特殊处理,且无压力过渡区,吻合口的相对固化使得其上游主动脉根部成为压力释放区,由此所带来的血流变化也势必会对主动脉根部结构造成影响^[15-16]。

主动脉后再手术相关事件因其常呈进展性发展,为有效降低其带来的致死性损害风险,远期常不可避免地需行二次干预,故如何保证根部重建后效果的持续稳定不可避免地成为需密切关注的焦点。文献报道应用主动脉瓣交界悬吊技术复位主动脉瓣膜,因瓣膜功能退化需再次手术的概率为 10%~20%^[17-18]。本研究中两组患者术后 2 周的主动脉瓣反流情况并无差异,但外膜内翻组随访节点瓣膜反流跨级进展率为 10%,明显低于包裹组的 33.33%,这提示外膜内翻复位固定较交界悬吊技术复位主动脉瓣的效果维持情况更佳。对比两组患者随访节点内再手术相关事件:外膜内翻组的根部假腔闭合效果较包裹组更为理想,其吻合口漏发生率明显降低,而余再手术相关事件差异则并不明显。本研究中生存曲线虽显示两组患者近期生存率尚无差别,但因随访时间尚短,两者生存率差别

可能尚无法完全呈现。但对比两组患者再手术相关事件时间曲线,两组患者 12 个月内前、后效应均差异显著,这提示扩大外膜内翻并翻转吻合技术近期缝合效果持久性令人满意,其较包裹组重建主动脉根部效果更为理想,因而该组患者再手术率可能更低,远期预后可能更佳。

由于外膜内翻技术很大程度上依赖于外膜组织来完成加固操作,故该技术也显露了一些应用上的限制:对外膜的完整性要求过高;假腔过大或主动脉根部严重扩张的患者,因外膜组织变得菲薄,其支撑作用往往不佳,消除假腔效果可能并不理想,往往需其他技术为其提供辅助支撑。

综上,扩大外膜内翻并人造血管翻转吻合技术处理 A2 型主动脉夹层较既往主动脉包裹右房分流术简化了缝合操作,明显缩短了手术时间。内翻外膜片及翻转吻合技术的应用可预防窦管交界的近期扩张,应用该技术处理主动脉根部安全性可靠,术后近期效果维持情况令人满意。但仍待于扩大样本量、延长随访时间进一步评估。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Ullery BW, Suh GY, Hirotsu K, et al. Geometric deformations of the thoracic aorta and supra-aortic arch branch vessels following thoracic endovascular aortic repair[J]. *Vasc Endovascular Surg*, 2018, 52(3):173-180.
- [2] Caffarelli AD, Fann JI, Salerno CT, et al. Cardiac allograft aortic dissection: successful repair using a composite valve graft and modified-Cabrol coronary reconstruction[J]. *J Card Surg*, 2005, 20(5):450-452.
- [3] Nicholas TK, Eugene HB, Donald BD, et al. *Kirklin/Barrat-Boyes Cardiac Surgery* [M]. 3rd ed. Philadelphia:Churchill Livingstone, 2003:1820-1834.
- [4] Xue Y, Zhou Q, Pan J, et al. Root reconstruction for proximal repair in acute type A aortic dissection[J]. *J Thorac Dis*, 2019, 11(11):4708-4716.
- [5] Howard DP, Banerjee A, Fairhead JF, et al. Population-based study of incidence and outcome of acute aortic dissection and premorbid risk factor control:10-year results from the Oxford Vascular Study[J]. *Circulation*, 2013, 127(20):2031-2037.
- [6] 冯鑫,夏良涛,魏翔,等. ABO 血型与主动脉夹层的相关性:单中心 1448 例回顾性队列研究[J]. *临床心血管病杂志*, 2021, 37(2):146-150.
- [7] Korotcova L, Kumar S, Agematsu K, et al. Prolonged white matter inflammation after cardiopulmonary bypass and circulatory arrest in a juvenile porcine model [J]. *Ann Thorac Surg*, 2015, 100(3):1030-1037.
- [8] 金祺,李呈龙,樊凡,等. 急性 A 型主动脉夹层患者围术期血小板动态变化与预后相关性分析[J]. *心肺血管病杂志*, 2020, 39(2):173-177.
- [9] 孙立忠,刘宁宁,常谦,等. 主动脉夹层的细化分型及其应用[J]. *中华外科杂志*, 2005, 43(18):1171-1176.
- [10] Tasca G, Jaworek M, Lucherini F, et al. Leaflet kinematics after the Yacoub and Florida-sleeve operations: results of an in vitro study[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2021, 59(3):674-679.
- [11] Floten HS, Ravichandran PS, Furnary AP, et al. Adventitial inversion technique in repair of aortic dissection[J]. *Ann Thorac Surg*, 1995, 59(3):771-772.
- [12] Qiu J, Wu J, Xie E, et al. Surgical management and outcomes of the aortic root in acute type A aortic dissection[J]. *Ann Thorac Surg*, 2020, 110(1):136-143.
- [13] Tamura N, Komiya T, Sakaguchi G, et al. 'Turn-up' anastomotic technique for acute aortic dissection[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2007, 31(3):548-549.
- [14] Kazui T, Washiyama N, Muhammad BA, et al. Total arch replacement using aortic arch branched grafts with the aid of antegrade selective cerebral perfusion [J]. *Ann Thorac Surg*, 2000, 70(1):3-8; discussion 8-9.
- [15] 周子凡,王龙飞,王珺,等. David I 与 Bentall 术治疗主动脉根部病变[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2019, 10(7):414-416.
- [16] 陈彧,马维国,李建荣,等. Bentall 术后 Stanford A 型主动脉夹层手术治疗[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2018, 9(6):344-349.
- [17] Moreira R, Jacinto T, Neves P, et al. Predictors of acute kidney injury in the postoperative period of cardiac surgery associated with cardiopulmonary bypass [J]. *Rev Port Cir Cardiorac Vasc*, 2017, 24(3-4):154.
- [18] Kirsch M, Soustelle C, Houël R, et al. Risk factor analysis for proximal and distal reoperations after surgery for acute type A aortic dissection[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2002, 123(2):318-325.

(收稿日期:2021-10-01)