

· 综 述 ·

DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2021.03.14

马凡综合征患者妊娠并发 主动脉夹层的诊断和治疗策略

俞 波, 张 婷, 刘振华, 陈 涛

[摘要]: 马凡(Marfan)综合征是公认的主动脉夹层风险因素,与 Marfan 综合征相关的心血管并发症(尤其是主动脉夹层)是导致患者死亡的主要原因。妊娠容易出现心血管疾病并发症,从而显著增加 Marfan 综合征并发主动脉夹层的风险。当前,对于 Marfan 综合征患者妊娠并发主动脉夹层的诊断和治疗存在争议,尤其是预防性主动脉根部修复和 β 受体阻滞剂的使用意见不一。本文主要就 Marfan 综合征患者妊娠并发主动脉夹层的流行病学、病因学、诊断和治疗等方面研究进行综述,以提高对该疾病的临床诊疗水平。

[关键词]: 马凡综合征;妊娠;主动脉夹层;诊疗;外科手术

Diagnosis and treatment strategy of aortic dissection in pregnancy with Marfan syndrome

Yu Bo, Zhang Ting, Liu Zhenhua, Chen Tao

Department of Cardiovascular Surgery, First Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Shaanxi Xi'an 710032, China

Corresponding author: Chen Tao, Email: chentao@fmmu.edu.cn

[Abstract]: Marfan syndrome is a recognized risk factor for aortic dissection. Cardiovascular complications (especially aortic dissection) related to Marfan syndrome are the main causes of death. Pregnancy is prone to complicated with cardiovascular disease, which significantly increases the risk of Marfan syndrome complicated with aortic dissection. At present, there is controversy regarding the diagnosis and treatment of aortic dissection in patients with Marfan syndrome during pregnancy, especially the preventive aortic root repair and the use of β -blockers. This study reviewed the epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of the aortic dissection in pregnancy with Marfan syndrome, in order to improve its clinical diagnosis and treatment.

[Key words]: Marfan syndrome; Pregnancy; Aortic dissection; Diagnosis and treatment; Cardiac surgery

马凡(Marfan)综合征是由编码原纤维蛋白的原纤维蛋白 1(Fibrillin-1, FBN1)基因突变引起一种常染色体显性遗传疾病,常常累及心脏血管系统、骨骼、眼和肺等多个器官^[1]。约 80% 的 Marfan 综合征患者在其一生中伴有心脏并发症,主要包括主动脉扩张、主动脉瓣关闭不全、主动脉夹层、二尖瓣脱垂和/或返流以及房性心律不齐等,Marfan 综合征是主动脉夹层的风险因素^[2]。妊娠期间孕妇处于一种固有的高血容量和高动力性心血管状态,其主要生

理变化包括孕妇血液量、心输出量、心搏量和心率都显著增加,同时,雌激素和孕酮水平升高减少主动脉中膜黏多糖和弹性纤维的数量,从而降低主动脉壁的弹性,容易形成主动脉夹层^[3-4]。研究表明,妊娠导致主动脉夹层风险增加 23 倍^[5]。

Marfan 综合征和妊娠两个风险因素显著增加患者发生主动脉夹层的可能性。自 1994 年 Schnitker 等^[6]首次报道 Marfan 综合征患者妊娠并发主动脉夹层以来,由于发病率较低,缺乏大宗病例报道,Marfan 综合征患者妊娠并发主动脉夹层的诊断和治疗存在争议,致使指南和专家共识亦在不断修改完善。本文通过回顾性分析国内外文献,主要就 Marfan 综合征患者妊娠并发主动脉夹层的流行病学、病因学、诊断和治疗等方面研究进行综述。

基金项目:国家重点研发计划(2016YFC1301900);国家自然科学基金(81770373, 81870218, 81970213)

作者单位:710032 西安,空军军医大学第一附属医院西京医院心血管外科

通信作者:陈 涛,Email: chentao@fmmu.edu.cn

1 流行病学

自 1994 年 Schnitker 等^[6]首次报道 Marfan 综合征患者妊娠并发主动脉夹层之后,学者们对该类疾病进行了深入研究。大量文献报道:Marfan 综合征患者妊娠后主动脉夹层发生率为 1.9%~4.4%^[7-9],孙立忠教授团队回顾性分析 1998 年至 2019 年 30 例 Marfan 综合征妊娠患者,证实 70% (21/30) 患者并发主动脉夹层^[10]。但这些研究的样本量比较小,多为单中心研究,不具有代表性。Kim 等^[11]通过查阅 2005 年至 2015 年 Marfan 综合征患者妊娠并发主动脉夹层相关文献,共纳入 1 112 名怀孕女性,其中 7.9% (88/1 112) Marfan 综合征患者妊娠后发生主动脉夹层。最近一篇 Meta 分析研究显示^[12]:Marfan 综合征患者妊娠主动脉夹层发生率为 5.3%。国内多学科专家最近研究证实 55.9% Marfan 综合征患者妊娠后发生主动脉夹层,认为 Marfan 综合征是妊娠期主动脉夹层的主要原因^[13]。

2 病因学及风险因素

FBN1 基因主要调控弹性蛋白组织和转化生长因子 β (transforming growth factor β , TGF- β), 该基因发生突变,会导致主动脉壁中膜弹性蛋白、胶原蛋白崩解,从而形成主动脉夹层^[1]。

妊娠增加了 Marfan 综合征患者发生主动脉夹层的几率。首先,妊娠本身会对心脏产生影响,尤其是在妊娠中期。孕妇怀孕期间心率增加 10~20 次/min,心搏量增加 30%~40%,从而导致心输出量显著增加,超过 50% 的这种生理适应发生在妊娠第 8 周时,血液动力学这种改变峰值出现在第 20~24 周,并一直持续到怀孕结束^[3]。1%~4% 的孕妇合并心血管疾病,包括妊娠高血压 (10%)、妊娠糖尿病 (6%~13%)、血脂异常、急性冠脉综合征、心肌炎、心内膜炎和主动脉疾病等^[14]。除血液动力学压力外,雌激素水平的增加引起弹性蛋白的崩解并增加基质金属蛋白酶-2 的水平,最终导致主动脉发生病变,同时,雌激素和孕酮水平升高减少主动脉中膜黏多糖和弹性纤维的数量^[4],从而降低主动脉壁的弹性,致使正常主动脉直径平均增加 1 mm,这种变化在 Marfan 综合征患者更为明显 (平均直径增加 3 mm)^[15]。

主动脉根部直径是 Marfan 综合征患者妊娠后发生主动脉夹层的主要风险因素。目前,世界卫生组织 (World Health Organization, WHO)^[16] 根据主动脉根部直径将 Marfan 综合征患者妊娠风险分为 4

个等级:WHO I 级,合并主动脉瓣脱垂,推荐每 4~8 周进行 1 次超声心动图检查;WHO II 级,主动脉根部直径 < 40 mm,推荐自然分娩 (排除其他自然分娩禁忌),且每 4~8 周进行 1 次超声心动图检查;WHO III 级,主动脉根部直径 40~45 mm,推荐剖宫产,孕前预防性主动脉根部修复术;WHO IV 级,主动脉根部直径 > 45 mm,推荐孕期预防性主动脉根部修复术。主动脉根部直径 > 40 mm,Marfan 综合征患者妊娠后发生主动脉夹层的风险增加 10%。美国心脏病学协会 (American Heart Association, AHA) 指南推荐^[17]:孕妇主动脉根部直径 > 40 mm 应该行主动脉根部修复术;加拿大和欧洲心脏病学协会 (European Cardiology Association, ESC) 指南推荐^[16,18]:孕妇主动脉根部直径 > 45 mm 应该行主动脉根部修复术。

3 诊断策略

3.1 尽早诊断 Marfan 综合征 尽早诊断 Marfan 综合征对降低妊娠患者并发主动脉夹层风险尤为重要。目前,临床上诊断 Marfan 综合征多是患者出现主动脉夹层症状后再做基因检测确诊。但有部分患者缺乏明显的 Marfan 综合征特征或是 Marfan 综合征是由于 FBN1 抗原基因之外的基因突变引起 (约占 25%),还有就是缺乏典型症状又没有家族史的患者诊断更加困难^[19-20]。这些表明急需建立 Marfan 综合征其他的诊断标准。通过早期诊断 Marfan 综合征,妊娠期间采取适当的措施,比如服用 β 受体阻滞剂,定期监测主动脉根部直径和预防性主动脉根部修复,则可能避免主动脉夹层的发生。但是除了基因检测确诊 Marfan 综合征外,孕妇产检时,没有任何一项临床特征或辅助检查可以作为 Marfan 综合征的筛查指标。

尽早诊断 Marfan 综合征重要性还体现在主动脉夹层可以发生在妊娠早期,文献报道主动脉夹层最早可以发生于妊娠 7 周,在这些患者中妊娠是否是主动脉夹层发展的重要组成部分或妊娠之前 Marfan 综合征主动脉就容易发生夹层,尚不清楚。而且,这些患者缺乏主动脉夹层家族史。所以建议 Marfan 综合征患者或家属在怀孕前或第一次产检时就应充分认识主动脉夹层的早期症状^[21]。

从治疗角度讲,早期诊断 Marfan 综合征也显得非常重要^[22]。Marfan 综合征患者妊娠后期出现主动脉夹层,可以先行紧急剖宫产,再行主动脉根部修复。但是,对于胎儿存活前的孕妇出现主动脉夹层,孕妇和医生必须考虑产妇和胎儿的风险,决定是外科修复主动脉根部之前终止妊娠还是保留胎儿进行

主动脉根部修复。因为患有 Marfan 综合征的孕妇比没有 Marfan 综合征的孕妇明显更早出现主动脉夹层。

3.2 尽早发现主动脉扩张 除了尽早诊断 Marfan 综合征,尽早发现主动脉扩张也尤为重要,因为最早对扩张的主动脉根部进行修复可以显著降低主动脉夹层的风险。Sato 等^[22]报道 1 例 Marfan 综合征患者妊娠 15 周时并发主动脉瘤(产检证实主动脉扩张),及时保留胎儿行主动脉修复,37 周剖宫产,患者整个孕期和产后均没有出现主动脉夹层。有文献报道:Marfan 综合征患者在怀孕前对扩张的主动脉进行修复,患者整个孕期和产后均未发生主动脉夹层,孕妇和胎儿安全^[23-24]。上述病例证实:尽早发现 Marfan 综合征患者主动脉扩张,并及时行主动脉根部修复术,有益于妊娠后孕妇和胎儿安全。AHA 指南推荐^[17]:孕妇主动脉根部直径 > 40 mm 应该行主动脉根部修复术;加拿大和 ESC 指南推荐^[16,18]:孕妇主动脉根部直径 > 45 mm 应该行主动脉根部修复术。但有文献报道主动脉根部直径 < 40 mm(最小的 28 mm)的 Marfan 综合征患者妊娠后发生了主动脉夹层,根据上述指南,这些患者就不会被确定为“高危”人群,同时也就不会建议避免怀孕或是怀孕前进行主动脉根部修复的建议。Meijboom 等^[25]回顾性研究发现:Marfan 综合征患者妊娠期间主动脉根部生长速率不一样。换句话说,无论 Marfan 综合征患者怀孕前主动脉根部直径是多少,“生长速率快”的患者就容易发生主动脉夹层。所以,对于某些 Marfan 综合征患者妊娠应该评估其主动脉根部生长速率这一因素。当然,无论主动脉根部生长速率如何,建议 Marfan 综合征患者妊娠期间定期监测主动脉根部直径是合理且有必要的。

4 治疗策略

4.1 药物治疗策略 长期以来, β 受体阻滞剂一直被认为是 Marfan 综合征患者妊娠的主要治疗手段,但由于缺乏大宗病例报道及确切的临床证据,其有效性一直是争论的焦点。2011 年欧洲妇产科学会指南^[16]推荐 Marfan 综合征患者妊娠需要每日口服 β 受体阻滞剂,可以显著降低主动脉夹层发生的风险。但有研究表明: β 受体阻滞剂降低 Marfan 综合征患者妊娠并发主动脉夹层的风险并未得到证实^[2,7]。Shores 等^[26]研究显示 β 受体阻滞剂可以显著减少主动脉扩张率,但在降低主动脉夹层发生率方面没有差异性。Ersbøll 等^[27]也证实 β 受体阻滞剂可以延缓主动脉扩张,安慰剂组没有这种效果,在降低主

动脉夹层发生率方面同样没有差异性。另外,还有文献报道^[29] Marfan 综合征患者在怀孕期间虽然接受 β 受体阻滞剂治疗,但部分患者还是发生了主动脉夹层,这就对 β 受体阻滞剂控制主动脉夹层发生的疗效提出了质疑。另外一方面,部分孕妇可能希望在怀孕期间避免使用任何药物,特别是在没有强有力的临床证据支持的情况下使用某些药物。还有就是 β 受体阻滞剂会对胎儿带来风险,有研究表明孕妇怀孕期间服用 β 受体阻滞剂,婴儿容易出现低体重,且新生儿容易出现低血糖^[29]。所以说,对于 Marfan 综合征患者在怀孕期间接受 β 受体阻滞剂治疗是否有效,还需要大宗病例,多中心研究。2018 年,ESC 修改指南,推荐 Marfan 综合征患者妊娠后考虑每日口服 β 受体阻滞剂,但承认其益处未得到证实^[30]。

4.2 外科治疗策略 外科治疗策略主要基于主动脉夹层类型和胎儿胎龄来决定是先分娩还是先行主动脉根部修复术。怀孕 28 周内的 A 型主动脉夹层患者,建议根据夹层累及程度和患者或亲属的意愿决定,进行紧急主动脉根部修复术,并进行积极的胎儿监测或流产。对于怀孕 28 周后的 A 型主动脉夹层患者,进行紧急剖腹产,同期行主动脉根部修复;对于 B 型主动脉夹层患者,建议首先分娩,然后进行外科手术或是血管内修复,除非因灌注不足,内脏缺血,持续性疼痛或即将发生主动脉破裂而必须进行紧急外科修复^[31]。

最近,孙立忠教授团队基于主动脉夹层类型和胎儿胎龄推荐 Marfan 综合征患者妊娠并发主动脉夹层的治疗如下^[10]:①孕 28 周内的 A 型主动脉夹层患者,先行主动脉根部修复,然后进行积极的母体和胎儿监测,以决定继续妊娠或终止妊娠。②孕 28 周后的 A 型主动脉夹层患者,一期分娩和主动脉根部修复同时进行。③简单的、单纯的 B 型主动脉夹层患者,推荐积极的母婴监护并进行药物治疗。④孕 28 周后的复杂 B 型主动脉夹层,首选一期分娩和外科手术或血管腔内修复(thoracic endovascular aortic repair, TEVAR)。⑤孕 28 周内的复杂 B 型主动脉夹层,应先行外科手术或 TEVAR,然后进行积极的母婴监护,以决定继续妊娠或终止妊娠。

孕 28 周后的 A 型主动脉夹层患者通过先分娩后主动脉根部修复或一期分娩同时主动脉根部修复后,母婴都可以取得很好的结局。但对于孕 28 周内的 A 型主动脉夹层患者要保证产妇和婴儿的安全,是需要多学科团队合作才能做到,临床上很多患者或家属选择流产^[32-33]。孙立忠教授团队根据主动

脉的病理进行治疗取得了很好的效果^[10]。对于夹层局限在升主动脉或横弓中部的 A 型主动脉夹层,修复期间远端不需要停循环,尽力挽救胎儿,该方法产妇存活率 100%,胎儿存活率为 66.7%。对于累及或超过远端主动脉弓的 A 型主动脉夹层,修复时远端需要停循环,通过妊娠期孕妇心脏和主动脉手术体外循环的常规策略,胎儿存活率较低^[34-36]。但孙立忠教授团队通过去除心脏停搏(HTK)液以防止其进入全身循环并避免高钾血症,降低鼻咽温度至 25℃ 确保向大脑提供足够的血液,成功挽救了 2 例母婴^[10]。

Marfan 综合征患者妊娠并发主 B 型主动脉夹层外科治疗优先考虑先分娩,但当孕妇伴有灌注不良,内脏缺血、持续疼痛或是主动脉夹层有破裂风险时,应先行主动脉根部修复术。尽管 TEVAR 对于伴有结缔组织疾病的主动脉夹层有很好的效果^[37],但只有当 Marfan 综合征患者妊娠出现急性远端缺血(下肢或内脏)或是主动脉夹层破裂征象(顽固性胸痛或背痛)时,作为一个紧急手术方式。

综上所述,为了降低 Marfan 综合征患者妊娠并发主动脉夹层风险,应该尽早诊断 Marfan 综合征,除基因检测外,要进一步加强其他特征的筛查研究,要增加患者或是家属对于主动脉夹层的认识,增加产前咨询。Marfan 综合征患者妊娠期间定期监测主动脉根部直径是合理且有必要的,还需加强主动脉生长速率研究,排除主动脉根部直径 < 40 mm 并发主动脉夹层的风险。对于 Marfan 综合征患者在怀孕期间接受 β 受体阻滞剂治疗是否有效,还需要大宗病例,多中心研究。主动脉修复方式和时机还需要进一步研究,尤其是孕 28 周内的 A 型主动脉夹层患者修复方式和 TEVAR 对于 Marfan 综合征患者妊娠并发 B 型主动脉夹层的时机。

参考文献:

- [1] Pepe G, Giusti B, Sticchi E, *et al*. Marfan syndrome: current perspectives[J]. *Appl Clin Genet*, 2016, 9: 55-65.
- [2] Curry RA, Gelson E, Swan L, *et al*. Marfan syndrome and pregnancy: maternal and neonatal outcomes[J]. *BJOG*, 2014, 121(5): 610-617.
- [3] Jarvis S, Nelson-Piercy C. Cardiac diseases complicating pregnancy[J]. *Anaesth Intensive Care Med*, 2010, 11(8): 305-309.
- [4] Ch'ng SL, Cochrane AD, Goldstein J, *et al*. Stanford type A aortic dissection in pregnancy: a diagnostic and management challenge[J]. *Heart Lung Circ*, 2013, 22(1): 12-18.
- [5] Nasiell J, Lindqvist PG. Aortic dissection in pregnancy: the incidence of a life-threatening disease[J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2010, 149(1): 120-121.
- [6] Schnitker MA, Bayer CA. Dissecting aneurysm of the aorta in young individuals, particularly in association with pregnancy with report of a case[J]. *Ann Intern Med*, 1944, 21: 486-511.
- [7] Cauldwell M, Steer PJ, Curtis SL, *et al*. Maternal and fetal outcomes in pregnancies complicated by Marfan syndrome [J]. *Heart*, 2019, 105(22): 1725-1731.
- [8] Roman MJ, Pugh NL, Hendershot TP, *et al*. Aortic complications associated with pregnancy in Marfan syndrome: the NHLBI national registry of genetically triggered thoracic aortic aneurysms and cardiovascular conditions (gentac) [J]. *J Am Heart Assoc*, 2016, 5(8): e004052.
- [9] De Martino A, Morganti R, Falcetta G, *et al*. Acute aortic dissection and pregnancy: review and meta-analysis of incidence, presentation, and pathologic substrates[J]. *J Card Surg*, 2019, 34(12): 1591-1597.
- [10] Ma WG, Zhu JM, Chen Y, *et al*. Aortic dissection during pregnancy and postpartum in patients with Marfan syndrome: A 21-year clinical experience in 30 patients [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2020, 58(2): 294-301.
- [11] Kim SY, Wolfe DS, Taub CC. Cardiovascular outcomes of pregnancy in Marfan's syndrome patients: A literature review [J]. *Congenit Heart Dis*, 2018, 13(2): 203-209.
- [12] Al-Thani H, Mekkodathil A, El-Menyar A. Management and outcomes of aortic dissection in pregnancy with Marfan syndrome: a systematic review[J]. *Curr Vasc Pharmacol*, 2020, 18(3): 282-293.
- [13] 费菲. 9 位多学科专家揭秘提高妊娠伴主动脉夹层诊治成功率精髓(上)[J]. *中国医药科学*, 2018, 8(23): 1-8.
- [14] Ramlakhan KP, Johnson MR, Roos-Hesselink JW. Pregnancy and cardiovascular disease[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2020. [Epub ahead of print].
- [15] Donnelly RT, Pinto NM, Kocolas I, *et al*. The immediate and long-term impact of pregnancy on aortic growth rate and mortality in women with Marfan syndrome[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60(3): 224-229.
- [16] European Society of Gynecology (ESG), Association for European Paediatric Cardiology (AEPC), German Society for Gender Medicine (DGesGM), *et al*. ESC guidelines on the management of cardiovascular diseases during pregnancy: the task force on the management of cardiovascular diseases during pregnancy of the european society of cardiology (ESC) [J]. *Eur Heart J*, 2011, 32(24): 3147-3197.
- [17] 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-e129.
- [18] Silversides CK, Kiess M, Beauchesne L, *et al*. Canadian cardiovascular society 2009 consensus conference on the management of adults with congenital heart disease; outflow tract obstruction, coarctation of the aorta, tetralogy of fallot, ebstein anomaly and Marfan's syndrome [J]. *Can J Cardiol*, 2010, 26(3): e80-e97.
- [19] Chang CY, Yang JM, Lam CW, *et al*. Successful management of aortic dissection in a patient with Marfan syndrome during pregnancy[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2013, 208(2): e3-e6.
- [20] Lichtman AD, Kjaer K. Combined cesarean delivery and repair of acute ascending and aortic arch dissection at 32 weeks of pregnancy[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2013, 27(4): 731-734.
- [21] Smith K, Gros B. Pregnancy-related acute aortic dissection in Marfan syndrome: A review of the literature[J]. *Congenit Heart Dis*, 2017, 12(3): 251-260.
- [22] Sato S, Ogino H, Matsuda H, *et al*. Annuloaortic ectasia treated successfully in a pregnant woman with Marfan syndrome: report of a case[J]. *Surg Today*, 2012, 42(3): 285-287.
- [23] Cox DA, Ginde S, Kuhlmann RS, *et al*. Management of the pregnant woman with Marfan syndrome complicated by ascending aorta dilation[J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2014, 290(4): 797-802.
- [24] Delgado Garcia DR, Latorre Andreu P, Fernandez Tomas B, *et al*. Marfan syndrome in a term-pregnant woman with aortic root dilatation between 40 and 45 mm[J]. *Rev Esp Anestesiol Reanim*, 2019, 66(1): 49-52.
- [25] Meijboom LJ, Vos FE, Timmermans J, *et al*. Pregnancy and aortic root growth in the Marfan syndrome: a prospective study[J]. *Eur Heart J*, 2005, 26(9): 914-920.
- [26] Shores J, Berger KR, Murphy EA, *et al*. Progression of aortic dilatation and the benefit of long-term beta-adrenergic blockade in Marfan's syndrome[J]. *N Engl J Med*, 1994, 330(19): 1335-1341.
- [27] Ersholl AS, Hedegaard M, Sondergaard L, *et al*. Treatment with oral beta-blockers during pregnancy complicated by maternal heart disease increases the risk of fetal growth restriction [J]. *BJOG*, 2014, 121(5): 618-626.
- [28] Canobbio MM, Warnes CA, Aboulhosn J, *et al*. Management of pregnancy in patients with complex congenital heart disease: a scientific statement for healthcare professionals from the American heart association[J]. *Circulation*, 2017, 135(8): e50-e87.
- [29] Bateman BT, Paterno E, Desai RJ, *et al*. Late pregnancy β blocker exposure and risks of neonatal hypoglycemia and bradycardia [J]. *Pediatrics*, 2016, 138(3): e20160731.
- [30] Regitz-Zagrosek V, Roos-Hesslink JW, Bauersachs J, *et al*. 2018 ESC guidelines for the management of cardiovascular diseases during pregnancy[J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(34): 3165-3241.
- [31] Zhu JM, Ma WG, Peterss S, *et al*. Aortic dissection in pregnancy: management strategy and outcomes [J]. *Ann Thorac Surg*, 2017, 103(4): 1199-1206.
- [32] Patel PA, Fernando RJ, MacKay EJ, *et al*. Acute type A aortic dissection in pregnancy—diagnostic and therapeutic challenges in a multidisciplinary setting[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2018, 32(4): 1991-1997.
- [33] Patel PA, Fernando RJ, Augoustides JG, *et al*. Acute type-B aortic dissection in pregnancy: therapeutic challenges in a multidisciplinary setting [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2017, 31(6): 2268-2276.
- [34] Barrus A, Afshar S, Sani S, *et al*. Acute type A aortic dissection and successful surgical repair in a woman at 21 weeks gestational pregnancy with maternal and fetal survival: a case report [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2018, 32(3): 1487-1493.
- [35] Kapoor MC. Cardiopulmonary bypass in pregnancy[J]. *Ann Card Anaesth*, 2014, 17(1): 33-39.
- [36] Lansman SL, Goldberg JB, Kai M, *et al*. Aortic surgery in pregnancy [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2017, 153(2): S44-S48.
- [37] Li Q, Ma WG, Zheng J, *et al*. Distal stent graft-induced new entry after TEVAR of type B aortic dissection: Experience in 15 years[J]. *Ann Thorac Surg*, 2019, 107(3): 718-724.
- (收稿日期:2020-07-14)
(修订日期:2020-08-03)

(上接第 154 页)

- [26] Fisser C, Reichenbacher C, Müller T, *et al*. Incidence and risk factors for cannula-related venous thrombosis after venovenous extracorporeal membrane oxygenation in adult patients with acute respiratory failure[J]. *Crit Care Med*, 2019, 47(4): e332-e339.
- [27] Chung YS, Cho DY, Sohn DS, *et al*. Is stopping heparin safe in patients on extracorporeal membrane oxygenation treatment [J]? *ASAIO J*, 2017, 63(1): 32-36.
- [28] Lorusso R, Barili F, Mauro MD, *et al*. In-hospital neurologic complications in adult patients undergoing venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: results from the extracorporeal life support organization registry[J]. *Crit Care Med*, 2016, 44(10): e964-e972.
- [29] Austin D, McCanny P, Aneman A. Post-operative renal failure management in mechanical circulatory support patients[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(13): 833.
- [30] MacLaren G, Schlaphach LJ, Aiken AM. Nosocomial infections during extracorporeal membrane oxygenation in neonatal, pediatric, and adult patients: a comprehensive narrative review[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2020, 21(3): 283-290.
- [31] Biffi S, Di Bella S, Scaravilli V, *et al*. Infections during extracorporeal membrane oxygenation: epidemiology, risk factors, pathogenesis and prevention[J]. *Int J Antimicrob Agents*, 2017, 50(1): 9-16.
- (收稿日期:2021-01-29)
(修订日期:2021-03-01)