

· 专家共识 ·

TAVR 手术麻醉中国专家临床路径管理共识
(2018)

中国心胸血管麻醉学会心血管麻醉分会

经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)是指将组装好的主动脉瓣经导管置入到主动脉根部,在功能上完成主动脉瓣的置换,也称作经导管主动脉瓣置入术(transcatheter aortic valve implantation, TAVI)。TAVR 手术具有微创、手术时间短、无需心肺转流(cardiopulmonary bypass, CPB)等优势,适用于不耐受开胸手术、高龄、左心功能差或合并其他重要脏器严重疾患的主动脉瓣病变患者^[1-2]。

在 2010 年 10 月国内实施了第 1 例 TAVR 手术之后,北京、上海、浙江、江苏、四川、福建、贵州等省市数十家医院相继开展 TAVR。为提高 TAVR 手术麻醉管理质量,改善患者预后,中国心胸血管麻醉学会心血管麻醉分会对全国开展 TAVR 手术的各级医院进行了调查。截止到 2018 年 3 月 31 日,据不完全统计,国内开展此类手术的医院共计 20 余家,共完成 TAVR 手术约 1 200 例,总体呈快速增长趋势。所完成的 TAVR 手术多采用经股动脉或经心尖路径,麻醉方式以全身麻醉为主,占 55%;监测麻醉管理(monitored anesthesia care, MAC)占调查病例的 44%;单纯采用局部麻醉仅 1%。本学会对手术例数最多的 17 家医院进行了 TAVR 手术临床路径调研,根据 17 家医院提供的完整临床信息,通过分析、归纳、总结、优化,在参考国内外相关研究及文献的基础上,形成《TAVR 手术麻醉中国专家临床路径管理共识(2018)》。本共识不具备强制性,亦不作为医学责任认定和判断的依据,仅供麻醉专业人员参考。

适应证与禁忌证

一、TAVR 手术适应证

2017 年 AHA/ACC 及 ESC/EACTS 指南推荐:对于手术风险较高(STS 评分或 EuroSCORE II $\geq 4\%$,或 logistic EuroSCORE $\geq 10\%$,或具有虚弱、瓷化主动脉、胸廓畸形等其他危险因素)的症状性重度主动脉瓣狭窄(aortic stenosis, AS)患者,心脏团队应基于患者特质权衡开胸主动脉瓣置换手术和 TAVR 手术的利弊,年龄较大且股动脉入路可行的患者更适于 TAVR 手术^[3-5]。由于东西方人群差异,国内在主动脉瓣反流(aortic regurgitation, AR)患者^[6]中也在逐渐应用 TAVR 手术,并且更多尝试经心尖/颈动脉 TAVR 手术。

二、TAVR 手术禁忌证

(1)绝对禁忌证:患者拒绝。

(2)相对禁忌证包括:①预期生存时间 <1 年;②合并症可能致 TAVR 手术后生活质量改善不佳者;③患者的症状主要来自严重的其他瓣膜原发疾病,且只能外科治疗者;④活动性心内膜炎、左心室内血栓;⑤解剖不适合 TAVR 手术;⑥左室射血分数 $<20\%$ 、严重肺动脉高压、右心室功能不全;⑦30 d 内新发心肌梗死;⑧未纠治的需要血管重建的冠状动脉疾病;⑨患者无法配合^[7-8]。

手术操作要点

TAVR 手术有多种手术路径选择:经股动脉^[9]、心尖^[10-11]、主动脉^[12]、颈动脉^[13]、锁骨下或腋动脉路径^[14]等,其中经股动脉和经心尖路径两种方式最为常用。简要手术流程包括^[9, 11]:

一、建立血管入路,放置临时起搏器

穿刺非瓣膜入路侧股动脉,放置猪尾导管至主动脉根部,供测压与造影。经静脉置入临时起搏器。在瓣膜入路侧股动脉穿刺或左心室心尖做荷包缝合(经心尖路径)建立瓣膜置入通路。

二、置入跨瓣导丝

(1)股动脉入路:指引导管及导丝跨过主动脉瓣进入左心室,交换为猪尾导管进行左心室内压力测定,再由猪尾导管导入超硬导丝至左心室内。超硬导丝塑形成圆圈状,支撑扩张球囊及瓣膜输送系统。

(2)心尖入路:泥鳅导丝经心尖荷包进入左心室,顺行通过主动脉瓣进入升主动脉,之后交换成标准导丝并引入降主动脉。切开心尖处心外膜,沿导丝置入扩张球囊/瓣膜输送系统。

三、装载瓣膜

瓣膜充分预冲洗后,由专门技术人员装配。输送鞘置入前应全身肝素化,使活化凝血时间(activated clotting time, ACT) >250 s。

四、AS 患者需行球囊扩张

球囊扩张应在快速心室起搏(rapid ventricular pacing, RVP)下进行,扩张完毕抽瘪球囊后方可停止 RVP。

五、置入及释放瓣膜

自膨胀瓣膜释放前将输送系统送至主动脉瓣环水平,精确定位后缓慢释放瓣膜。当瓣膜打开约一半面积时,复查主动脉根部造影,确认瓣膜处于合适高度后快速释放瓣膜。

经心尖路径瓣膜,其上有 3 个定位键^[11],放置时先将定位键在主动脉根部打开并向后牵拉固定于主动脉窦内,

然后将瓣膜下降到主动脉瓣环内,在主动脉瓣口处打开,此过程无需 RVP。

支架短的球扩瓣膜,定位要求更高,释放过程可能需要 RVP 和/或暂停呼吸。

六、评估释放结果

以主动脉根部造影及经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)检查评判瓣膜位置、功能,判断冠状动脉开口有无阻塞、人工瓣膜有无瓣周漏、升主动脉有无夹层、二尖瓣情况、有无心包积液,以及左右心室舒缩功能状况。

七、结束手术

鱼精蛋白中和肝素,移除瓣膜输送系统,缝合血管入路

术前访视与评估

TAVR 手术一般为择期手术,患者高龄、病情重且合并多种基础疾病,麻醉前访视的内容包括了解患者的一般情况、病史和重要辅助检查结果,补充麻醉相关检查。

一、一般情况及病史采集

一般情况评估应涵盖患者的营养状况和活动当量,全面了解患者的现病史、既往史、合并症(如冠心病、心肌梗死史、心力衰竭史、高血压、糖尿病、脑卒中、肾脏疾病等)及治疗用药情况。重点评估重要脏器功能,了解发病过程和主动脉瓣病变性质及程度。

二、体格检查

除常规项目外,重点行心肺检查,关注有无颈静脉怒张、呼吸急促、肝大、腹水、周围性水肿等慢性心力衰竭表现。

三、辅助检查

(1)实验室检查包括血常规、肝肾功能、电解质、凝血功能、心肌损伤标志物、心衰标志物和动脉血气分析等。心电图检查明确心脏节律、有无心肌缺血等。

(2)影像学检查包括:①胸部 X 线片评估心脏大小、心胸比及肺水肿;②多排螺旋计算机断层显像(MSCT)测量主动脉瓣环大小和主动脉根部结构,分析瓣叶形态,钙化程度,评估血管入路,了解冠状动脉开口位置及病变,协助确定术中最佳造影投照角度^[15];③超声心动图估测瓣口大小、跨瓣压差或流速,评估左、右心室功能和其他瓣膜情况,估测肺动脉压;④冠状动脉造影确定是否合并冠心病,评估冠状动脉开口与主动脉瓣环位置关系;⑤颈部与双下肢血管超声评价外周血管条件。

四、各系统功能评估

1. 循环系统

根据患者的症状、体征、活动耐量及辅助检查,结合高血压病史及控制状况对心功能进行综合评估。重点了解瓣膜病变类型及对循环功能的影响。此外还需了解左室射血分数、左心室大小、右心室功能,以及是否存在心内血栓等。

2. 中枢神经系统

对于高龄、高血压、糖尿病、动脉粥样硬化、既往有脑卒

中的患者,应完善术前神经功能检查,包括认知功能评估。注意是否存在帕金森综合征,神经精神障碍等不能配合情况。影像学检查了解双侧颈动脉、椎动脉,以及基底动脉环情况。

3. 呼吸系统

术前需了解患者是否存在慢性支气管炎及肺气肿病史、肺不张或感染等。对于上呼吸道感染者需权衡利弊判断手术最佳时机;对于 COPD 急性期患者,宜控制病情后择期手术;对于心力衰竭或低蛋白血症致胸腔积液的患者,应积极改善心功能,纠正低蛋白血症,或行胸腔引流。评估患者是否为困难气道。

4. 肝肾功能

对肝肾功能不全的患者,术中应选择合适的药物,避免长时间低血压。长期使用利尿剂的患者应关注血钾水平。透析患者推荐术前 1 d 进行一次透析,改善内环境状况。

5. 消化系统

重点了解有无 TEE 禁忌证。既往有胃或食管手术史、食管静脉曲张、上消化道出血史的患者,应谨慎操作 TEE 探头,可选择经胸超声心动图(transthoracic echocardiography, TTE)替代。

6. 外周血管

如果存在双侧颈动脉重度狭窄,应避免血压过低造成脑缺血性损害,建议术中行经皮脑氧饱和度(regional cerebral oxygen saturation, rSO₂)监测。

五、麻醉前用药

术前适当口服镇静药物可帮助患者缓解入室后的紧张焦虑情绪,避免因心动过速诱发心脏不良事件。 β 受体阻滞药和他汀类药物延用至手术当日。

麻醉前准备

一、硬件设施及人员要求

(1)硬件设施:建议 TAVR 手术在杂交手术室内进行。其大小应满足摆放麻醉机、超声心动图、CPB 机器等设备的要求,并且应符合外科无菌手术标准。在满足外科手术要求的同时配有数字减影血管造影机(DSA)系统,可满足内、外科团队同时上台手术。

(2)人员配备:建立多学科心脏瓣膜病团队。由心内科医师、心外科医师、血管外科医师、麻醉科医师、超声心动图医师、放射科医师、导管室技师、护士、CPB 医师等专业技术人员构成。

二、物品准备

(1)麻醉用品:无论全身麻醉与否都应按照心外科手术标准物品准备。此外,还应配备困难气道物品、心内起搏导线、临时起搏器、体外自动除颤贴片、除颤仪等。CPB 应处备机状态。

(2)监测设备:多功能监护仪及测压装置、血流动力学监测仪、血气分析仪、ACT 检测仪、麻醉深度监测仪、脑氧饱和度监测仪、TEE/TTE 等。

三、麻醉监测

1. 常规监测

常规监测应包括五导联心电图、中心静脉压和有创动脉压、体温、 SpO_2 和 PETCO_2 ；术中监测瞳孔、尿量、出血量、血糖、血气电解质和 ACT。依据患者情况，若术前存在射血分数低下、心力衰竭、严重肾功能不全，考虑置入肺动脉导管监测血流动力学。

2. 超声心动图

全麻患者推荐常规行 TEE 监测。术前 TEE 可以判断主动脉瓣病变性质及程度，评估左右心室功能与其它瓣膜情况，估测肺动脉压及是否存在心包积液等。术中 TEE 可准确有效地监测心脏收缩功能、心室容量、植入器位置，球囊扩张后可判断主动脉瓣反流情况及有无夹层出现。瓣膜释放前可观察定位器的位置与冠状动脉开口的关系，瓣膜释放后可检查主动脉瓣工作状态、反流和瓣周漏情况，以及确认冠状动脉开口状态及有无心包积液^[7, 16]。未实施全身麻醉等无法行 TEE 检查的情况下，可以 TTE 替代。

3. 脑电双频指数(bispectral index, BIS)

推荐常规行 BIS 监测，实时评估麻醉或镇静深度。对于局部麻醉，BIS 监测能够实时评估患者的镇静深度，维持适度镇静。一方面有助于减少体动风险，另一方面可以避免深度镇静相关的呼吸抑制、呼吸道梗阻和反流误吸等风险。

4. rSO_2

目前认为术前 rSO_2 的下降与老年患者术后认知功能障碍相关^[17]，选择经颈动脉入路的患者，以及合并双侧颈动脉斑块狭窄的患者推荐监测 rSO_2 。

四、药品及血液制品准备

1. 急救药

(1) 正性肌力药：多巴酚丁胺、多巴胺、肾上腺素、氨力农、米力农、西地兰、氯化钙。

(2) 血管扩张药：尼卡地平、酚妥拉明、硝酸甘油。

(3) 血管收缩药：去甲肾上腺素、去氧肾上腺素、间羟胺、垂体后叶素。

(4) 抗心律失常药：利多卡因、艾司洛尔、胺碘酮、维拉

帕米、阿托品、硫酸镁。

(5) 其他：肝素、鱼精蛋白、碳酸氢钠、电解质溶液、呋塞米、甘露醇等。

2. 麻醉药

(1) 静脉麻醉药：苯二氮草类、依托咪酯、丙泊酚、氯胺酮、右美托咪定。

(2) 吸入麻醉药：七氟醚、地氟醚。

(3) 肌肉松弛药：罗库溴铵、维库溴铵、哌库溴铵、顺式阿曲库铵。

(4) 麻醉性镇痛药：芬太尼、舒芬太尼、瑞芬太尼。

3. 血液制品

术前常规备血。

麻醉方案

一、麻醉方式选择

TAVR 手术可选择全身麻醉、MAC 或局部麻醉。经锁骨下、升主动脉及心尖路径的手术创伤大、刺激强，常规选择气管内插管全身麻醉。其他推荐全身麻醉的情况包括：

(1) 一般情况差或心衰不能平卧者。

(2) 可预见的困难气道，如强直性脊柱炎、张口受限、病态肥胖、Mallampati 评级Ⅲ级以上者。

(3) 老年痴呆症或精神疾患等不能合作者。

(4) 初期开展 TAVR 手术的中心。

对于一般情况尚可的经股动脉路径患者可以选择 MAC 或局部麻醉。全身麻醉和 MAC/局部麻醉的优劣目前尚存争议^[18-20](表 1)。麻醉方式的确定需综合考虑手术方式、患者情况、术者因素和麻醉科医师经验等。

二、术中管理要点

TAVR 手术的麻醉管理同心血管外科麻醉的基本原则一致。目的是保证患者术中生命体征平稳，确保手术顺利完成。团队合作是 TAVR 手术成功的基础。

1. AS 患者循环管理

AS 患者因左心室后负荷长期增高，使左心室壁肥厚，心室顺应性和舒张功能减退。麻醉中应注意：① 保证充足的前负荷，麻醉药物的扩血管作用可导致有效循环血量相对

表 1 TAVR 手术全身麻醉与 MAC/局部麻醉的比较

麻醉方式	适用路径	优势	劣势
全身麻醉	适用于各种血管	完全可控的气道管理	可能延长 ICU 停留/住院时间
		易于行 TEE 检查	增加正性肌力/血管收缩药需求
		绝对制动	
		提供呼吸暂停	
MAC/局部麻醉	主要用于经股动脉	血流动力学平稳	术中转全身麻醉风险
		增加心脏前负荷	气道可控性较差
		节约手术室内时间	患者体动或不配合
		ICU 停留/住院时间短	难以行 TEE 检查

不足,推荐在超声心动图指导下调整适宜的左室前负荷;②避免心动过速,一方面降低心肌氧耗,另一方面改善舒张期的心室充盈、保证足够的冠状动脉灌注;③维持窦性节律,对肥厚而舒张功能减退的心室至关重要;④维持较高的后负荷和冠状动脉灌注压。

2. AR 患者循环管理

此类患者由于左心室增大,心肌收缩力下降,射血分数明显降低,但每搏输出量常常保持正常。麻醉时保持充足的前负荷、合适的心率及窦性节律,稍低的后负荷往往对患者有益,但应避免诱导时严重血管扩张、心肌抑制造成舒张压过低、冠状动脉供血不足而引发心律失常,甚至室颤。

三、诱导前准备

必须先检查麻醉用品与器具。备好紧急气道、机械通气装置,以及循环支持药物。随时做好心肺复苏准备。对于心衰及明显心肌缺血患者,建议转运过程中持续吸氧并泵注血管活性药物入手术室。入室后可给予适当镇静,在局部麻醉下行动脉穿刺测压,动脉血管选择应以不影响手术路径为原则。

四、全身麻醉管理方案

1. 麻醉诱导

诱导药物:优选依托咪酯、芬太尼类、罗库溴铵或顺式阿曲库铵,也可根据患者情况和各中心自身经验选用咪达唑仑(不适用于高龄患者)、丙泊酚、维库溴铵等。

麻醉诱导总原则是缓慢诱导,务必维持血流动力学稳定。重度 AS 者出现低血压时容易导致心肌缺血,可小剂量持续泵注去甲肾上腺素,尽可能维持血压与心率在基础水平。心功能差者可泵注多巴酚丁胺或肾上腺素等正性肌力药物。

2. 静脉穿刺

通常诱导后行深静脉穿刺置管,一般选择颈内静脉。诱导风险较大者,建议在诱导前行深静脉穿刺置管。临时起搏器由麻醉科医师或手术医师放置,颈内静脉、锁骨下静脉路径均可。

3. 麻醉维持

通常选择静、吸复合麻醉,可选药物包括丙泊酚、七氟醚、地氟醚、瑞芬太尼、舒芬太尼、芬太尼、右美托咪定等。经心尖路径手术应于切皮、悬吊心包、心尖穿刺、RVP 前加深麻醉。麻醉诱导完成至切皮前应注意防止低血压。

联合区域神经阻滞技术,如椎旁阻滞、肋间神经阻滞、前锯肌平面阻滞、局部浸润等,可减少术中全麻药物用量。

4. 特殊操作麻醉管理

(1)临时起搏器置入:在透视及 TEE 下将起搏电极置于右室近心尖处,测试确保正常起搏。

(2)建立血管入路及导丝置入:经股动脉路径 TAVR 手术,穿刺刺激轻,注意循环支持,避免低血压。经心尖路径刺激强,切皮前加深麻醉。导丝对血管的刺激可诱发迷走反射,应严密监测循环状态。导丝在跨过主动脉瓣时容易诱发心律失常,可静脉注射利多卡因处理。

(3)RVP 和球囊扩张:AS 患者在主动脉瓣球囊扩张和释放瓣膜(球扩瓣膜)时需要 RVP。RVP 前维持内环境稳定,包括酸碱平衡和电解质稳态。血钾水平维持在正常范围,维持 SBP 约 120 mmHg(MAP $\geq$ 75 mmHg),谨防循环崩溃。RVP 一般持续 10~20 s,不宜过久,以免因冠状动脉灌注不足而引起室颤等恶性心律失常,停止起搏后若出现室性或室上性心律失常,可给予胺碘酮或利多卡因等抗心律失常药物处理,如出现持续低血压,应迅速应用 TEE/TTE 评估后快速处理。

球囊扩张未达到预期效果需二次扩张者,应等待循环稳定后再进行。球扩后若患者循环崩溃,应立即心肺复苏。室性心律失常立即电复律,复律失败者立即行胸外心脏按压,同时戴冰帽脑保护,必要时可应用肾上腺素。对于不用改变手术方式,置入瓣膜后即可恢复的患者,在技术人员组装瓣膜期间应努力维持循环稳定,包括不间断胸外心脏按压、血管活性药物持续使用等。瓣膜狭窄纠正后复苏会更加容易。循环难以维持时,可以选择机械循环支持。

(4)瓣膜置入:根据瓣膜类型,释放过程可能需要 RVP 和/或暂停呼吸。RVP 使 MAP 降至 50 mmHg 左右时释放瓣膜,释放时严密观察心率和血压变化,RVP 结束后将起搏器再次调整至 50 次按需,并恢复机械通气。瓣膜释放过程中会有一过性低血压,需密切观察,谨慎使用药物,防止瓣膜释放完毕狭窄解除后出现严重高血压。

(5)瓣膜释放后:① TEE/TTE 检查及造影复查瓣膜和冠状动脉情况。②跨瓣压差减小,血压多有不同程度升高,需逐渐减少升压药的使用,也可使用短效降压药控制血压。③对于术前有左心室功能减退者,术后仍需注意支持左心功能。④循环不能恢复至预计状态者,在 TEE/TTE 监测指导下补充血容量、给予药物治疗、纠正内环境紊乱,继续心肺复苏,必要时机械循环支持。⑤如果存在严重瓣周漏且再次球囊扩张或瓣中瓣技术不能纠正、瓣膜功能异常导致血流动力学无法维持、冠状动脉阻塞不能用支架解决、主动脉瓣钙化严重造成置入瓣膜脱落以及其他各种原因造成瓣膜位置异常等情况,需立即建立 CPB 行开胸手术。⑥密切关注心电图变化,尤其是球囊扩张钙化主动脉瓣和置入人工瓣膜后,出现心肌缺血性改变时应及时排除冠状动脉阻塞的可能。⑦注意出血量,关注红细胞比容的变化。当出现难以解释的容量快速下降、低血压时,应及时排除隐性出血,如腹膜后出血。⑧鱼精蛋白中和肝素时宜缓慢输注,警惕过敏反应,并复查 ACT。⑨经心尖路径 TAVR 手术在心尖缝合时应控制血压,避免出血或心脏破裂。

五、MAC/局部麻醉管理方案

主要用于经股动脉路径的 TAVR 手术。对于心功能较好、能配合平卧并保持制动、不存在困难气道的患者可选择 MAC/局部麻醉下完成手术。多数情况下应以 TTE 代替 TEE,术中应行麻醉深度监测。密切关注患者呼吸、必要时置入口咽/鼻咽通气道或喉罩。采用 MAC/局部麻醉时麻醉科医师应做好紧急情况下转为全身麻醉的准备。

麻醉药可选用咪达唑仑、右美托咪定、丙泊酚、芬太尼类等。

MAC/局部麻醉行 TAVR 手术时,气道管理是难点。患者常见呼吸抑制和舌后坠。去枕后仰头位有助于维持通气。少数患者需在足够镇静深度下置入口咽/鼻咽通气道。常规行血气分析监测,若出现严重气道梗阻或严重 CO₂ 蓄积,可视情置入喉罩或气管插管。

球囊扩张、RVP 和瓣膜释放过程是手术的关键点,维持 BIS 值于 40~50,绝对避免体动。注意与术者密切配合,及时沟通,适当提醒,并随时做好紧急情况的应对准备。BIS 值有一定的滞后性,在麻醉深度的判断和处理上需要有适当的预见性。

六、术中其他管理

(1)输血输液:高龄和/或心功能较差的患者,术中应保持较高的 Hb 水平(>100 g/L),以维持心肌氧供需平衡。液体以晶体为主。

(2)肾保护:因术中低血压及大量使用造影剂,术后急性肾损伤风险较高,围术期应视情况采用水化方案,慎用人工胶体,密切监测尿量,适当应用利尿剂。

(3)脑保护:在钙化的主动脉瓣上进行球囊扩张、瓣膜释放等操作可能会引起钙化斑块脱落,导致卒中。术中应保持适当的动脉血压、充足的脑灌注,监测瞳孔变化及 rSO₂。

术中并发症及处理

TAVR 手术的常见并发症包括严重出血、血管损伤、心包积血/压塞、瓣膜异位置入、冠状动脉阻塞、心脏传导阻滞、瓣周漏、脑卒中以及术后心肌梗死等^[7-8,21]。

一、血管损伤

常见血管并发症有破裂、穿孔、夹层、血肿和假性动脉瘤等,多发于髂动脉、股动脉等穿刺部位,通常由于瓣膜输送系统直径偏大,或术前血管评估不完善所致^[22]。如果术中出现血流动力学不稳定或手术后期 Hb 持续下降,需考虑血管损伤的可能,应及时与操作医师沟通。

二、心包积血/压塞

多由瓣环破裂、导丝引起的心室或主动脉穿孔所致,为极危重情况,需要进行外科手术修补^[23-24]。对于导丝或者起搏导线引起的静脉出血可行心包引流处理,并密切观察。TEE/TTE 监测有助于发现此类情况的存在,一旦需要外科手术修补,应立即改为全身麻醉,积极维持血流动力学平稳,必要时快速建立 CPB。

三、瓣膜异位置入

包括瓣膜置入位置过低(左室流出道),过高(主动脉根部)或脱落。瓣膜在流出道可能会干扰二尖瓣前叶,使心脏充盈射血受阻;瓣膜在主动脉根部可能会阻塞冠状动脉开口,引起心肌缺血和心血管事件;瓣膜脱落到左心室或升主动脉、主动脉弓需要外科手术;异位瓣膜如果能安全稳定地固定在降主动脉里^[25],则无需外科处理,只需在瓣环处

另外置入一个瓣膜。

瓣膜释放期间心肌收缩过强或血压过高可能导致瓣膜异位,如采用 RVP,应将临时起搏器调整到最大输出,使用非感知模式,以减少心室射血带来的风险^[26]。

四、冠状动脉开口阻塞

是较为少见的并发症,然而一旦发生,后果往往严重甚至是灾难性的,可能引起心律失常、急性心力衰竭和心源性休克^[27-28]。术中冠状动脉阻塞可以通过冠状动脉造影诊断。术前超声心动图和 CTA 检查可精确测量主动脉瓣环和冠状动脉开口之间的距离,从而预测这种并发症的发生^[29]。一旦确诊冠状动脉阻塞,可以紧急冠状动脉支架植入^[27],无法植入支架时应紧急开胸行冠状动脉搭桥手术^[30]。

五、传导阻滞

由于房室结和希氏束在室间隔走行表浅且毗邻主动脉瓣环,人工瓣膜对左室流出道及室间隔心内膜下传导束压迫为 TAVR 手术后传导阻滞的可能原因。术中出现传导阻滞合并心动过缓可用临时起搏器控制心率,部分患者出院前需要植入永久起搏器^[31-32]。

六、瓣周漏

原因包括瓣膜广泛钙化、人工瓣膜异位、型号偏小或未充分扩张等。约 70% 的患者 TAVR 手术后存在轻度及以下瓣周漏,无需处理;中到重度瓣周漏的处理包括二次球囊扩张、圈套器、瓣中瓣置入和介入封堵^[33]。

七、脑卒中

造成脑卒中的原因很多,包括升主动脉或弓部的粥样硬化斑块、主动脉瓣的钙化斑块、导管内血栓、空气微栓、长时间低血压或头臂动脉夹层^[26]。在主动脉根部和瓣膜上操作导丝和导管,以及瓣膜释放期间都是栓子最易发生时期^[34]。脑功能监测、MAC/局部麻醉下唤醒患者评估体征或全身麻醉后尽早苏醒有助于早期发现脑卒中。

八、急性肾损伤

TAVR 术后急性肾损伤大部分是可逆性损伤^[35]。术中维持心功能、静脉水化、使用利尿剂等有助于预防急性肾损伤的发生。

术毕转运与交接

推荐早期拔除气管导管。拔管时机的选择应以患者病情平稳为主。一般对于手术顺利、术后血流动力学稳定的全麻患者,术毕可以在手术室内拔除气管导管或喉罩;对于术中循环不稳定、出现严重并发症或术后血流动力学不稳定的患者,送入 ICU 待生命体征平稳后再拔管。

转运前应确定患者生命体征平稳,意识清晰、无烦躁。转运过程中密切关注生命体征,推荐连续监测心电图、SpO₂ 和有创动脉血压。

麻醉科医师应向 ICU 医师详细交班,内容包括手术经过、术中输血补液量、特殊心血管用药等。术后随访应重点关注麻醉相关并发症,并详细记录。

术后镇痛

提倡加速术后康复(ERAS)理念下的多模式镇痛,按需使用静脉或口服镇痛药。经心尖路径的患者可以加用区域神经阻滞缓解肋间引流管和切口疼痛。参见《成人手术后疼痛管理专家共识》与《成人日间手术后镇痛专家共识》^[36]。

中国心胸血管麻醉学会心血管麻醉分会编写组成员(按姓氏笔划排序):王洪乾(秘书,原沈阳军区总医院麻醉科)、王晟(广东省人民医院麻醉科)、王越夫(中国医学科学院阜外医院麻醉科)、方闻(福建省立医院麻醉科)、卢家凯(首都医科大学附属北京安贞医院麻醉科)、仲吉英(广东省佛山市第一人民医院麻醉科)、严敏(浙江大学医学院附属第二医院麻醉科)、李立环(顾问,中国医学科学院阜外医院麻醉科)、李洪(陆军军医大学附属新桥医院麻醉科)、汪炜健(温州医科大学附属第一医院麻醉科)、张铁铮(负责人,原沈阳军区总医院麻醉科)、陈果(四川大学华西医院麻醉科)、陈敏(空军军医大学西京医院麻醉科)、金沐(秘书,首都医科大学附属北京友谊医院麻醉科)、俞颖(秘书,复旦大学附属中山医院麻醉科)、施庆余(浙江大学医学院附属第二医院麻醉科)、骆璇(南京大学医学院附属鼓楼医院麻醉科)、袁莉(青岛大学附属医院麻醉科)、郭克芳(执笔人,复旦大学附属中山医院麻醉科)、黄维勤(武汉亚洲心脏病医院麻醉科)、程卫平(负责人,首都医科大学附属北京安贞医院麻醉科)、赖可可(厦门大学附属心血管病医院麻醉科)、魏金聚(郑州市第七人民医院麻醉科)

参 考 文 献

- [1] Leon MB, Smith CR, Mack M, et al. Transcatheter aortic valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med*, 2010, 363(17): 1597-1607.
- [2] Popma JJ, Adams DH, Reardon MJ, et al. Transcatheter aortic valve replacement using a self-expanding bioprosthesis in patients with severe aortic stenosis at extreme risk for surgery. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 63(19): 1972-1981.
- [3] Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, et al. 2017 AHA/ACC focused update of the 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American college of cardiology/American heart association task force on clinical practice guidelines. *Circulation*, 2017, 135(25): e1159-e1195.
- [4] Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American college of cardiology/American heart association task force on practice guidelines. *Circulation*, 2014, 129(23): e521-e643.
- [5] Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, et al. 2017 ESC/EACTS guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*, 2017, 38(36): 2739-2791.
- [6] Liu H, Yang Y, Wang W, et al. Transapical transcatheter aortic valve replacement for aortic regurgitation with a second-generation heart valve. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2018, 156(1): 106-116.
- [7] Holmes DR Jr, Mack MJ, Kaul S, et al. 2012 ACCF/AATS/SCAI/STS expert consensus document on transcatheter aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 59(13): 1200-1254.
- [8] 中国医师协会心血管内科医师分会结构性心脏病专业委员会, 中华医学会心血管病学分会结构性心脏病学组. 经导管主动脉瓣置换术中国专家共识. *中国介入心脏病学杂志*, 2015, 23(12): 661-667.
- [9] Durand E, Borz B, Godin M, et al. Transfemoral aortic valve replacement with the Edwards SAPIEN and Edwards SAPIEN XT prosthesis using exclusively local anesthesia and fluoroscopic guidance: feasibility and 30-day outcomes. *JACC Cardiovasc Interv*, 2012, 5(5): 461-467.
- [10] Walther T, Möllmann H, van Linden A, et al. Transcatheter aortic valve implantation transapical: step by step. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 23(1): 55-61.
- [11] Wei L, Liu H, Zhu L, et al. A new transcatheter aortic valve replacement system for predominant aortic regurgitation implantation of the J-Valve and early outcome. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015, 8(14): 1831-1841.
- [12] Kiser AC, O'Neill WW, de Marchena E, et al. Suprasternal direct aortic approach transcatheter aortic valve replacement avoids sternotomy and thoracotomy: first-in-man experiencedagger. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2015, 48(5): 778-783.
- [13] Daly MJ, Blair PH, Modine T, et al. Carotid-access transcatheter aortic valve replacement in a patient with a previous mitral valve replacement. *J Card Surg*, 2015, 30(3): 256-259.
- [14] Bruschi G, Fratto P, De Marco F, et al. The trans-subclavian retrograde approach for transcatheter aortic valve replacement: single-center experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010, 140(4): 911-915.
- [15] Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, et al. SCCT expert consensus document on computed tomography imaging before transcatheter aortic valve implantation (TAVI)/transcatheter aortic valve replacement (TAVR). *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2012, 6(6): 366-380.
- [16] Smith LA, Monaghan MJ. Monitoring of procedures: peri-interventional echo assessment for transcatheter aortic valve implantation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2013, 14(9): 840-850.
- [17] Zheng F, Sheinberg R, Yee MS, et al. Cerebral near-infrared spectroscopy monitoring and neurologic outcomes in adult cardiac surgery patients: a systematic review. *Anesth Analg*, 2013, 116(3): 663-676.
- [18] Frohlich GM, Lansky AJ, Webb J, et al. Local versus general anesthesia for transcatheter aortic valve implantation (TAVR)—systematic review and Meta-analysis. *BMC Med*, 2014, 12: 41.

- [19] Pani S, Cagino J, Feustel P, et al. Patient selection and outcomes of transfemoral transcatheter aortic valve replacement performed with monitored anesthesia care versus general anesthesia. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2017, 31 (6): 2049-2054.
- [20] Eskandari M, Aldalati O, Dworakowski R, et al. Comparison of general anaesthesia and non-general anaesthesia approach in transfemoral transcatheter aortic valve implantation. *Heart*, 2018, 104 (19): 1621-1628.
- [21] Kappetein AP, Head SJ, Genereux P, et al. Updated standardized endpoint definitions for transcatheter aortic valve implantation; the valve academic research consortium-2 consensus document. *Eur Heart J*, 2012, 33(19): 2403-2418.
- [22] Leon MB, Piazza N, Nikolsky E, et al. Standardized endpoint definitions for transcatheter aortic valve implantation clinical trials; a consensus report from the Valve Academic Research Consortium. *Eur Heart J*, 2011, 32(2): 205-217.
- [23] Hein R, Abdel-Wahab M, Sievert H, et al. Outcome of patients after emergency conversion from transcatheter aortic valve implantation to surgery. *EuroIntervention*, 2013, 9(4): 446-451.
- [24] Eggebrecht H, Mehta RH, Kahlert P, et al. Emergent cardiac surgery during transcatheter aortic valve implantation (TAVI): insights from the Edwards SAPIEN Aortic Bioprosthesis European Outcome (SOURCE) registry. *EuroIntervention*, 2014, 10(8): 975-981.
- [25] Van Mieghem NM, Tchetché D, Chieffo A, et al. Incidence, predictors, and implications of access site complications with transfemoral transcatheter aortic valve implantation. *Am J Cardiol*, 2012, 110(9): 1361-1367.
- [26] Klein AA, Skubas NJ, Ender J. Controversies and complications in the perioperative management of transcatheter aortic valve replacement. *Anesth Analg*, 2014, 119(4): 784-798.
- [27] Ribeiro HB, Webb JG, Makkar RR, et al. Predictive factors, management, and clinical outcomes of coronary obstruction following transcatheter aortic valve implantation: insights from a large multicenter registry. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 62(17): 1552-1562.
- [28] Seipelt RG, Hanekop GG, Schoendube FA, et al. Heart team approach for transcatheter aortic valve implantation procedures complicated by coronary artery occlusion. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2012, 14(4): 431-433.
- [29] Conte AH, Gurudevan SV, Lubin L, et al. Transesophageal echocardiographic evaluation of left main coronary artery stent protection during transcatheter aortic valve implantation. *Anesth Analg*, 2013, 116(1): 49-52.
- [30] Zhang G, Luo J, Chen G. Right coronary occlusion following transcatheter aortic valve implantation: two case reports. *Front Med*, 2016, 10(3): 351-355.
- [31] Jilaihawi H, Chin D, Vasa-Nicotera M, et al. Predictors for permanent pacemaker requirement after transcatheter aortic valve implantation with the CoreValve bioprosthesis. *Am Heart J*, 2009, 157(5): 860-866.
- [32] Roten L, Wenaweser P, Delacrétaz E, et al. Incidence and predictors of atrioventricular conduction impairment after transcatheter aortic valve implantation. *Am J Cardiol*, 2010, 106(10): 1473-1480.
- [33] Tarantini G, Gasparetto V, Napodano M, et al. Valvular leak after transcatheter aortic valve implantation: a clinician update on epidemiology, pathophysiology and clinical implications. *Am J Cardiovasc Dis*, 2011, 1(3): 312-320.
- [34] Nombela-Franco L, Webb JG, de Jaegere PP, et al. Timing, predictive factors, and prognostic value of cerebrovascular events in a large cohort of patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. *Circulation*, 2012, 126 (25): 3041-3053.
- [35] Smith CR, Leon MB, Mack MJ, et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med*, 2011, 364(23): 2187-2198.
- [36] 中华医学会麻醉学分会. 中国麻醉学指南与专家共识(2017版). 北京: 人民卫生出版社, 2017.

(收稿日期: 2018-09-17)