



学 校 代 码 10459
学号或申请号 201822442015449
密 级 公 开

郑 州 大 学

专业硕士学位论文

胃镜喉罩与加强型气管导管用于经导管主动脉
瓣置换术的比较

作 者 姓 名：栗乐乐

导 师 姓 名：张 伟 教授

专业学位名称：麻醉学

培 养 院 系：郑州大学第一附属医院

完 成 时 间：2021 年 5 月



A thesis submitted to
Zhengzhou University
for the degree of Master

Comparison between gastroscope laryngeal mask airway and
reinforced tracheal tube used for transcatheter aortic valve
replacement

By Lele Li

Supervisor: Prof. Wei Zhang

Anesthesiology

The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University

May 2021

原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的科研成果。对本文的研究作出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律责任由本人承担。

学位论文作者：栗乐乐

日期：2021年6月7日

学位论文使用授权声明

本人在导师指导下完成的论文及相关的职务作品，知识产权归属郑州大学。根据郑州大学有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留或向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅；本人授权郑州大学可以将本学位论文的全部或部分编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或者其他复制手段保存论文和汇编本学位论文。本人离校后发表、使用学位论文或与该学位论文直接相关的学术论文或成果时，第一署名单位仍然为郑州大学。保密论文在解密后应遵守此规定。

学位论文作者：栗乐乐

日期：2021年6月7日

胃镜喉罩与加强型气管导管用于经导管主动脉瓣置换术的比较

硕士研究生：栗乐乐

导 师：张伟 教授

郑州大学第一附属医院麻醉与围术期医学部

河南 郑州 450052

中文摘要

背景与目的

主动脉瓣狭窄(AS)是老年人中最常见的瓣膜疾病，多由老年退行性钙化引起。其发病率随着年龄上升而增加随着年龄的增长，50-59 岁组的平均患病率为 0.2%，80-89 岁组的平均患病率为 9.8%。进行性主动脉瓣狭窄伴左室压力超负荷和左室肥厚导致主动脉瓣狭窄的典型三重症状：心力衰竭、晕厥和心绞痛。症状性主动脉瓣狭窄如果不治疗，年死亡率为 25%。自从 2001 年进行第一次经导管主动脉瓣置换术以来，该手术引起医学界和公众的关注。大量临床试验显示出经导管主动脉瓣置换术(TAVR)显示出非劣于甚至优于外科主动脉瓣置换术。

经食道超声心动图(TEE)在瓣膜置换和并发症的早期诊断中起关键作用。TAVR 中的 TEE 检查通常是在全麻下进行的，由于该过程涉及共享气道，因此通常使用加强型气管导管(RTT)进行气道管理。然而，但 RTT 的置入及拔出易导致循环剧烈波动，对高龄合并肺动脉高压、左心功能不全、肾衰竭等多种疾病的 TAVR 患者尤其不利。

胃镜喉罩(GLMA)是一种新型声门上通气设备，它在普通双管喉罩基础上进行了改良，将与气道通道平行的食道通道的内径尺寸增加至 20*22mm，可以容纳消化内镜和 TEE 探头。目前, GLMA 临床上多用于消化道内镜检查，GLMA 在 TAVR 术中应用的文献报道较少。本文通过对比胃镜喉罩和加强型气管导管

在 TAVR 全麻中的应用, 对全麻 TEE 期间使用胃镜喉罩的安全性和有效性进行评价。

材料与方法

选取我院收治拟行 TAVR 患者 80 例。随机均分为气管导管 (RTT) 组和胃镜喉罩 (GLMA) 组。所有患者均采用“快通道”全身麻醉诱导后。RTT 组在可视喉镜下经口插入导管, GLMA 组盲探置入胃镜喉罩。(1)记录两组患者一般资料。(2)记录两组患者入室 (T_0) 诱导后 (T_1)、喉罩/气管导管置入后 1min (T_2)、手术开始 (T_3)、手术结束 (T_4)、喉罩/气管导管拔出前 (T_5)、喉罩/气管导管拔出后 1min (T_6) 收缩压 (SBP)、舒张压 (DBP) 和心率 (HR)。(3)记录 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 脉搏血氧饱和度 (SpO_2)、呼气末二氧化碳分压 ($PetCO_2$)、气道峰压 (Ppeak)。(4)记录 GLMA 组患者 T_2 、 T_3 口咽漏气压 (OLP) 和 FOB 评分。(5)记录两组患者 TEE 探头成功置入所需时间, 拔出人工气道及之后 24h 内反流、呛咳、恶心呕吐、声音嘶哑、咽喉痛不良反应发生。

结果

1.两组患者年龄、性别、体重指数 (BMI)、心功能分级 (NYHA)、Mallampati 气道分级、麻醉等级评分 (ASA)、美国胸外科医师协会评分 (STS)、合并症、CT 平均主动脉瓣环直径、手术时间, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

2.与 T_0 比较, T_1 时点 GLMA 组和 RTT 组的 SBP、DBP、HR 明显降低 ($P<0.05$)。GLMA 组 T_2 与 T_1 比较, T_6 与 T_5 比较, SBP、DBP、HR 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。RTT 组 T_2 与 T_1 比较, SBP、DBP、HR 差异无统计学意义 ($P>0.05$), T_6 时点 SBP、DBP、HR 与 T_5 比较, 明显升高 ($P<0.05$)。GLMA 组 T_0 、 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 时点 SBP、DBP、HR 与 RTT 组相比, 差异无统计学意义 ($P>0.05$) T_6 时点 RTT 组 SBP、DBP、HR 明显高于 GLMA 组 ($P<0.05$)。

3.两组各个时间点 SpO_2 组间和组内比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。两组各时点 $PetCO_2$ 组间和组内比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。GLMA 组 T_2 - T_5 各时点 Ppeak 明显低于 RTT 组 ($P<0.05$)。

4.GLMA 组患者 T_2 、 T_3 时点 OLP 和 FOB 评分, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

5.GLMA 组 TEE 探头成功置入时间少于 RTT 组 ($P<0.05$), 两组患者反流

发生率，差异无统计学意义 ($P>0.05$)。GLMA 组呛咳、恶心呕吐、声音嘶哑、咽喉痛的发生率明显低于 RTT 组 ($P<0.05$)。

结论

胃镜喉罩可保持患者血流动力学稳定，有良好的通气效果和气道密封功能，术后呼吸道并发症少，能有效而安全地用于经导管主动脉瓣置换术的气道管理。

关键词：胃镜喉罩；加强型气管导管；经导管主动脉瓣置换术；主动脉瓣狭窄

Comparison between gastroscope laryngeal mask airway and reinforced tracheal tube used for transcatheter aortic valve replacement

By Lele Li

Supervisor: Prof. Wei Zhang

Department of Anesthesia and Perioperative Medicine,
The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University
Zhengzhou Henan 450052

Abstract

Background and objective

Aortic stenosis (AS) is the most common valvular disease in the elderly, which is mostly caused by degenerative calcification. The incidence of the disease increased with age. The average incidence rate of the 50-59 year old group was 0.2%, and the average prevalence rate of the 80-89 year old group was 9.8%. Progressive aortic stenosis with left ventricular pressure overload and left ventricular hypertrophy lead to the typical triple symptoms of aortic stenosis: heart failure, syncope and angina pectoris. If symptomatic aortic stenosis is not treated, the annual mortality is 25%. Since the first trans catheter aortic valve replacement (TAVR) was performed in 2001, it has attracted the attention of the medical community and the public. A large number of clinical trials show that TAVR is not inferior to or even superior to SAVR.

Transesophageal echocardiography (TEE) plays a key role in valve replacement. TEE examination in TAVR is usually carried out under general anesthesia. Because the process involves sharing airway, it is usually used to reinforced tracheal tube (RTT) for airway management. However, RTT implantation and extubation can easily lead to severe circulatory fluctuations, which is especially unfavorable for elderly

patients with TAVR complicated with pulmonary hypertension, left ventricular dysfunction, renal failure and other diseases.

Gastroscope laryngeal mask airway (GLMA) is a new type of supraglottic ventilation equipment. It is improved on the basis of common double tube laryngeal mask. The inner diameter of the esophageal passage parallel to the airway passage is increased to 20 * 22mm, which can accommodate digestive endoscopy and TEE probe. At present, gastro scope laryngeal mask is mostly used for gastrointestinal endoscopy in clinic, and there are few reports on the application of gastro scope laryngeal mask in TAVR. The study aimed to evaluate the safety and effectiveness of the gastro scope laryngeal mask during TEE by comparing the application of gastro scope laryngeal mask and reinforced tracheal tube in TAVR general anesthesia.

Material and Methods

There were 80 patients with TAVR in our hospital, randomly divided into GLMA group and RTT group. All patients were treated with "fast track" after induction of general anesthesia. In RTT group, the catheter was inserted through the mouth through the video laryngoscope, and in GLMA group, the laryngeal mask was inserted blindly. (1) The general data were recorded. (2) The systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and heart rate (HR) were recorded at T₀, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, and T₆. (3) The SpO₂, PetCO₂ and Ppeak were recorded at T₂, T₃, T₄ and T₅. (4) The oropharyngeal leak pressure(OLP) and fiberoptic bronchoscopy (FOB) scores in GLMA group were recorded. (5) The time required for the successful implantation of implantation TEE probe, and adverse reactions such as reflux, cough, nausea and vomiting, hoarseness, sore throat within 24 hours were recorded.

Result

1. There were no significant differences in gender, age, BMI, NYHA, Mallampati airway grade, NYHA, Mallampati airway grade, anesthesia grade score(ASA), American Society of Thoracic Surgeons(STS), complications, CT mean aortic ring diameter and operation time between the two groups ($P>0.05$).

2. Compared with T_0 , SBP, DBP and HR of GLMA group and RTT group were significantly decreased at T_1 ($P < 0.05$). There were no significant differences in SBP, DBP and HR between T_2 and T_1 , T_6 and T_5 in GLMA group ($P > 0.05$). There was no significant difference in SBP, DBP and HR between T_2 and T_1 in RTT group ($P > 0.05$). The SBP, DBP and HR were significantly increased between T_6 and T_5 in RTT group ($P < 0.05$). There was no significant difference in SBP, DBP and HR between GLMA group and RTT group at T_0 , T_1 , T_2 , T_3 , T_4 and T_5 ($P > 0.05$). At T_6 , SBP, DBP and HR in RTT group were significantly higher than those in GLMA group ($P < 0.05$).

3. There was no significant difference in SpO_2 between the two groups at each time point ($P > 0.05$). There was no significant difference in $PetCO_2$ between the two groups at each time point ($P > 0.05$). The P_{peak} of GLMA group at T_2 - T_5 was significantly lower than that of RTT group ($P < 0.05$).

4. There was no significant difference in OLP and FOB scores at T_2 and T_3 in GLMA group ($P > 0.05$).

5. The successful time of TEE probe implantation in GLMA group was shorter than that in RTT group ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the incidence of reflux between the two groups ($P > 0.05$). The incidence of cough, nausea and vomiting, hoarseness and sore throat in GLMA group was significantly lower than that in RTT group ($P < 0.05$).

Conclusion

Gastroscope laryngeal mask airway can keep the hemodynamics stable, has good ventilation effect and airway sealing function, and less postoperative respiratory complications. It can be effectively and safely used in the surgical treatment of transcatheter aortic valve replacement.

Keywords: gastroscope laryngeal mask airway ;reinforced tracheal tube ;transcatheter aortic valve replacement ;aortic stenosis

目 录

正文部分

中英文缩略词表	I
前 言	1
资料与方法	3
结 果	8
讨 论	12
结 论	15
参考文献	16

综述部分

TAVR 的麻醉管理	20
参考文献	33

附录部分

个人简历及在读期间发表论文	38
致 谢	39

中英文缩略词表

英文缩写	英文全称	中文全称
SAVR	surgical aortic valve replacement	外科经胸主动脉瓣置换术
TAVR	transcatheter aortic valve replacement	经导管主动脉瓣置换术
RVP	rapid ventricular pacing	快心室率起搏
TEE	transesophageal echocardiography	经食道心脏超声
RTT	reinforced tracheal tube	加强型气管导管
GLMA	gastroscope laryngeal mask airway	胃镜喉罩
ASA	American society of anesthesiologists	美国麻醉医师协会
BMI	Body Mass Index	身体质量指数
MAC	Monitored Anaesthesia Care	麻醉监测护理
GA	general anesthesia	全身麻醉
AS	aortic stenosis	主动脉瓣狭窄
NYHA	New York Heart Association	纽约心脏病协会
SBP	systolic blood pressure	动脉收缩压
DBP	diastolic blood pressure	动脉舒张压
HR	heart rate	心率
OLP	orophary leak pressure	口咽漏气压
FOB	fibreoptic bronchoscopy	纤维支气管镜评分
STS	Society of Thoracic Surgeons	美国胸外科医师评分

胃镜喉罩与加强型气管导管用于经导管主动脉瓣置换术的比较

硕士研究生：栗乐乐

导 师：张伟 教授

郑州大学第一附属医院麻醉与围术期医学部

河南 郑州 450052

前 言

主动脉瓣狭窄是(aortic stenosis, AS)老年人口中最常见的瓣膜疾病,多由老年退行性钙化引起。50-59岁组的平均患病率为0.2%,80-89岁组的平均患病率为9.8%^[1]。进行性主动脉瓣狭窄伴左室压力超负荷和左室肥厚导致心力衰竭、晕厥和心绞痛等临床症状。症状性主动脉瓣狭窄如果不治疗,年死亡率为25%^[2]。主动脉瓣狭窄超声心动图是诊断的主要手段。重度主动脉狭窄峰值速度 $>4.0\text{m/s}$,平均跨瓣压梯度 $>40\text{mmHg}$,或瓣膜面积 $<1.0\text{cm}^2$ 或以有效主动脉瓣口面积指数 $<0.6\text{cm}^2/\text{m}^2$ 。低梯度严重AS的特征是瓣膜面积 $\leq 1.0\text{cm}^2$,主动脉速度 $<4.0\text{m/s}$ 或平均经瓣压梯度 $\leq 40\text{mmHg}$ ^[3]。低流量,低梯度的严重AS可能继发于肥厚,僵硬的左心室,左心室收缩功能不全或心室容量减少。评估低流量,低梯度AS患者的关键步骤是将真性狭窄与假性狭窄区分开来。左心室射血分数受损的低流量,低梯度重度AS可与超声心动图或心脏导管插入术中输注多巴酚丁胺的假性狭窄区别开来。多巴酚丁胺的正性肌力作用导致搏出量增加。在患有真正AS的患者中,通过固定瓣膜孔口的流量增加会导致跨瓣血流速度和梯度增加,而不会改变瓣孔面积。在假性狭窄中,增加的流量只会导致跨瓣膜梯度的轻微增加,瓣膜面积增加 $\geq 0.2\text{cm}^2$ ^[4-5]。

目前对主动脉瓣狭窄的治疗主要包括球囊瓣膜成形术、外科主动脉瓣置换术和经导管主动脉瓣置换术(trans catheter aortic valve replacement, TAVR)^[6]。球囊瓣膜成形术可用于短暂缓解临床症状、稳定血液动力学,但因合并症而不能进行主动脉瓣置换术的患者。由于未能从根本上改变小叶病理,血流动力学益处是短暂的,仅持续6个月^[7-10]。传统上,外科主动脉瓣置换是金标准^[11]。但

其需要胸骨切开、体外循环、主动脉钳夹术，不适用于外科手术风险高危或者极高危的主动脉瓣狭窄患者。在 2002 年 Cribier 进行了首例人类经导管主动脉瓣植入术（TAVR）以来，该程序在欧洲国家和美国迅速发展，并且已经发布了有关该技术的专家共识声明和指南^[12]。TAVR 无需使用体外循环，也无需进行大型开放性手术即可缓解主动脉瓣狭窄。TAVR 系统由缝合在钢性或半钢性可扩张框架中的生物人工三叶瓣心脏瓣膜（由牛或猪的心包膜制成）构成，该框架以卷曲的姿态固定在基于导管的输送系统上。经导管的心脏瓣膜通过球囊扩张或自膨胀，在主动脉瓣环内展开，替代狭窄病变的瓣膜，恢复心脏的射血功能^[13]。

TAVR 术中需要经食道超声心动图(transesophageal echocardiogram, TEE)实时监测引导瓣膜置换^[14-17]。TEE 可评估球囊预扩的影响（瓣叶活动度，主动脉瓣关闭不全），辅助瓣膜在展开时的定位以及排除瓣膜放置完成后的主动脉瓣反流和瓣周漏。瓣膜置入后，短轴和长轴主动脉瓣以及升主动脉 TEE 视图可评估假体在主动脉瓣环内的位置以及升主动脉的完整性。此外，TEE 还能减少造影剂的使用，提供有关心室功能，胸主动脉解剖以及与手术相关的不良并发症的信息，从而指导对这些不良事件的及时处理，降低术后长期并发症发生率和死亡率。由于 TEE 检查涉及气道共享，麻醉医师通常使用加强型气管导管(reinforced tracheal tube, RTT)进行气道管理。但 RTT 置入及拔出通常引起血流动力学剧烈波动，易导致心脑血管并发症的发生，对 TAVR 患者尤其不利^[18-20]。TAVR 患者通常高龄合并肺动脉高压、左心功能不全、肾衰竭等多种疾病，患者的术前状况使他们面临围术期许多潜在的重大不良并发症。而且，TAVR 本身为复杂高危介入手术，术中需要快心室率起搏，暂停心脏射血。与其他外科手术相比，术中血流动力学不稳定、心血管并发症更加常见。因此，维持围术期血流动力学稳定，是麻醉管理关键目标。

胃镜喉罩(gastroscope laryngeal mask airway, GLMA)是一种新型声门上气道管理工具，它在普通双管喉罩基础上进行了改良，将与气道通道平行的食道通道的内径尺寸增加至 20*22mm，可顺利通过内镜探头和 TEE 探头。目前临床上多用于消化道内镜检查^[21]，有关 GLMA 在 TAVR 术中应用的文献报道较少。本研究拟选取接受经导管主动脉瓣置换术患者作为研究对象，通过对比胃镜喉罩和加强型气管导管在经导管主动脉瓣置换术的应用，评价全麻 TEE 期间使用胃镜喉罩替代加强型气管导管维持患者气道的安全性和有效性。

资料与方法

1 一般资料

1.1 试验器材与药品

1.1.1 主要实验器材

设备名称	型号	生产厂家
心电监护设备	BeneView T6/T8	迈瑞医疗国际有限公司
麻醉机	DRAGER Primus	德尔格医疗设备公司
胃镜喉罩	充气式 3#/4#	浙江简成医疗科技有限公司
加强型气管插管	6.5/7.0	河南驼人医疗器械集团有限公司

1.1.2 主要药品

药品名称	规格	生产批号	生产厂家
甲苯磺酸瑞马唑仑	36mg	00A10041	江苏恒瑞医药股份有限公司
枸橼酸舒芬太尼	1ml:50 μ g	01A10041	宜昌人福药业有限责任公司
罗库溴铵注射液	5ml:50mg	201104	浙江仙琚制药股份有限公司
吸入用七氟烷	120ml	201112031	上海恒瑞医药有限公司
注射用盐酸瑞芬太尼	1mg	00A0041	宜昌人福药业有限责任公司
盐酸利多卡因注射液	5ml:0.1g	W19110705	湖南科伦制药有限公司
氯化钠注射液	500ml	2012263402	石家庄四药有限公司

1.2 研究对象与分组

1.2.1 研究对象

选取 2019 年 1 月至 2020 年 9 月我院收治拟行 TAVR 患者 80 例。

1.2.2 纳入标准

(1) 超声心动图示主动脉瓣口峰值速度 $\geq 4\text{m/s}$ 、主动脉平均跨瓣压差

$\geq 40\text{mmHg}$ 、主动脉瓣口面积 $<1.0\text{ cm}^2$ ，或有效主动脉瓣口面积指数 $<0.6\text{cm}^2/\text{m}^2$ ；

- (2) 主动脉瓣狭窄导致的临床症状或心功能减低；
- (3) 外科手术风险禁忌或高危。

1.2.3 排除标准

- (1) 左心室内血栓；
- (2) 左心室流出道梗阻；
- (3) 严重右心室功能不全；
- (4) 活动性心内膜炎、左心室内血栓；
- (5) 主动脉根部解剖不适合 TAVR 手术；
- (6) 左室射血分数 $<20\%$ ；
- (7) 30d 内新发心肌梗死；
- (8) 上消化道出血史，异常口咽部病变；
- (9) 过度肥胖($\text{BMI}>30\text{kg}/\text{m}^2$)的患者。

1.2.4 剔除标准

- (1) 手术时间超过 3h；
- (2) 术中改为开放手术；
- (3) 术中循环崩溃。

1.2.5 分组

按随机数表法将入组患者随机分为 2 组，根据气道管理方式的不同分为两组：胃镜喉罩（GLMA）组、加强型气管导管（RTT）组，各组均为 40 例患者。

1.3 研究方法与内容

1.3.1 术前评估

拟行 TAVR 患者总体上病情很重，许多患者患有严重的合并症，包括心室和其他瓣膜功能不全，需要供氧的肺功能不全，中风，肾功能不全和慢性疼痛综合征。

1.3.2 术前准备

患者术前常规 8h 禁食、禁饮。入室后常规监测心电图、无创血压、心率、脉搏血氧饱和度。局麻下行中心静脉置管和桡动脉穿刺监测动脉血压。所有患者贴好体外除颤电极片，经股静脉放置临时起搏器，并确认临时起搏器可正常工作。

1.3.3 麻醉诱导

所有纳入的 80 例患者均采用“快通道”全身麻醉诱导。采用依托咪酯 0.3 mg/kg、罗库溴铵 0.5mg/kg、舒芬太尼 0.3~0.5 $\mu\text{g/kg}$ 进行全麻诱导。预充氧 3min，待诱导起效后，RTT 组可视喉镜辅助下经口置入加强型气管导管，GLMA 组盲探置入胃镜喉罩。通气参数设置：潮气量 6~8ml/kg，呼吸频率 10~12 次/min，维持 PetCO_2 35~40mmHg(1mmHg=0.133kPa)。听诊双肺呼吸音清晰对称，呼气末二氧化碳波形规律正常，表明加强型气管导管和喉罩位置置入位置正确。

麻醉诱导后行 TEE 检查。记录 TEE 探头置入前、置入后 GLMA 组喉罩的口咽漏气压 (oropharyngeal leak pressure, OLP) 和纤维支气管镜 (fiberoptic bronchoscopy, FOB) 评分。(口咽漏气压测量方法：将麻醉机调至手动通气模式，关闭逸气阀，将新鲜气体流量调至 3L/min，呼吸环路内压力逐渐上升，当口咽部出现漏气时的气道峰压即为口咽漏气压，当气道压 $>40\text{cmH}_2\text{O}$ 时仍未漏气则停止测量，记录口咽漏气压为 $40\text{cmH}_2\text{O}$ [22]。)采用纤维支气管镜检查喉罩对位情况，记录对位评分。(纤维支气管镜评分标准：1 分，无法看到声门，但通气功能尚可；2 分，可以看到声门和会厌前部；3 分，可以看到声门和会厌后部；4 分，仅能看到声门 [23]。)

1.3.4 麻醉维持

术中持续吸入 1%~1.5% 七氟烷，静脉泵注 $0.05\sim0.3\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 瑞芬太尼， $0.01\sim0.08\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 去甲肾上腺素。手术结束后，待术毕患者意识清醒，自主呼吸恢复，生命体征平稳，steward 评分 ≥ 4 分，拔出气管导管/喉罩，送往重症监护病房观察。

循环管理：血液动力学稳定性是 TAVR 期间麻醉管理的主要目标。(1) 应小心滴定静脉输液，以为肥厚的左心室提供足够的前负荷；(2) 应避免心动过速，以确保有足够的舒张期充盈时间；(3) 应保持窦性心律，以保持心室收缩

对心室充盈的贡献；(4) 全身血压必须维持在一定水平以确保冠状动脉灌注^[24-26]。在主动脉瓣球囊扩张和球囊扩张式瓣膜植入过程中，需要快速心室率起搏 (rapid ventricular pacing, RAP)，引起短暂的心脏停顿，以最大程度地减少心脏运动和搏动性主动脉血流。RVP 维持收缩压约 120mmHg(MAP $\geq$ 75mmHg)，谨防循环崩溃；RVP 通常以 180-200bpm 的初始速率执行，通常主张将收缩压降低至 60mmHg 以下，持续时间 10~12s^[27]。尽管 RVP 有利于瓣膜定位，但快速心室率，心肌肥大，伴随的冠状动脉性心脏病和低的冠状动脉灌注压会导致心肌缺血。在大多数情况下，缺血性缺损的耐受性良好，这很可能是由于 RVP 的持续时间短^[28-30]。但是，应尽量减少 RVP 发作的次数和持续时间，并在进一步起搏之前恢复血液动力学。

1.3.5 手术过程

(1) 数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 引导下经股动脉入路，造影评估冠状动脉狭窄程度，术前 CT 及 TEE 检查确定 TAVR 瓣膜假体尺寸。

(2) 在球囊主动脉瓣膜成形术和瓣膜植入过程中，维持快速的心室起搏 (rapid ventricular pacing, RVP) 180~200bpm，DSA 及 TEE 高分辨成像下释放支架瓣膜。

(3) 在对设备位置和功能进行最终成像和血流动力学评估后，并且如果认为不需要进一步扩张瓣膜支架，则应移除输送系统并关闭血管通路。

1.3.6 观察指标

(1) 两组患者的一般资料。

(2) 记录两组患者入室 (T_0)、诱导后 (T_1)、喉罩/气管导管置入后 1min (T_2)、手术开始 (T_3)、手术结束 (T_4)、喉罩/气管导管拔出前 (T_5)、喉罩/气管导管拔出后 1min (T_6) 收缩压 (systolic blood pressure, SBP)、舒张压 (diastolic blood pressure, DBP) 和心率 (heart rate, HR)。

(3) 记录 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 动脉血氧饱和度 (pulse oxygen saturation, SpO_2)、呼气末二氧化碳分压 (partial pressure of end-tidal carbon dioxide, $PetCO_2$)、气道峰压 (peak airway pressure, P_{peak})。

(4) 记录 GLMA 组患者 T_2 、 T_3 OLP 和 FOB 评分。

(5)记录两组患者 TEE 探头成功置入所需时间,拔出人工气道时及之后 24h 内反流、呛咳、恶心呕吐、咽喉痛、声音嘶哑等不良反应发生情况。

1.4 统计学处理

采用 IBM SPSS24.0 统计学软件对数据进行统计学分析,对于呈正态分布的计资料,以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x}\pm s$) 表示,组间比较采用 t 检验,组内多点时间数据比较采用重复测量方差分析。计数资料以频数和百分数描述,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。 $P<0.05$ 为差异统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般情况

患者一般资料差异无统计学意义。两组患者性别、年龄、BMI、NYHA、Mallampati 气道分级、美国胸外科医师协会评分（STS）、合并症、CT 平均主动脉瓣环直径、手术时间，均无显著性差异（ $P>0.05$ ）。见表 1

表 1 两组患者一般资料及术中情况比较(n=40)

指标	GLMA 组	RTT 组	χ^2/t	P
性别（男/女）	25/15	27/13	0.220	0.639
年龄（岁）	72.6±5.2	70.1±8.4	1.723	0.090
BMI（kg/m ² ）	23.5±2.5	23.2±2.7	0.264	0.792
NYHA 分级Ⅲ/Ⅳ（例）	24/16	20/20	0.808	0.369
Mallampati 气道分级 I /II（例）	23/17	21/19	0.202	0.653
ASAⅢ/Ⅳ级（例）	35/5	33/7	0.392	0.531
STS	9.3±5.3	9.5±4.8	1.173	0.244
合并症（例）				
糖尿病	4	6	0.457	0.499
高血压	19	17	0.202	0.653
冠心病	18	15	0.464	0.496
陈旧脑梗死	7	9	0.313	0.576
肾功能不全	6	7	0.092	0.762
既往冠脉 PCI 史	5	8	0.872	0.363
慢性阻塞性肺疾病	13	17	0.853	0.356
CT 平均主动脉瓣环直 径（mm）	23.4±1.5	23.8±1.2	0.814	0.418
手术时间（min）	95.5±12.8	93.1±13.1	0.040	0.986

2.2 两组患者不同时点血流动力学比较

与 T₀ 比较, T₁ 时点 GLMA 组和 RTT 组的 SBP、DBP、HR 明显降低($P<0.05$)。GLMA 组患者 T₂ 与 T₁ 比较, T₆ 与 T₅, SBP、DBP、HR 差异无统计学意义($P>0.05$)。RTT 组患者 T₂ 与 T₁ 比较, SBP、DBP、HR 差异无统计学意义($P>0.05$), T₆ 时点 SBP、DBP、HR 与 T₅ 相比, 明显升高($P<0.05$)。T₀、T₁、T₂、T₃、T₄、T₅ 时点两组 SBP、DBP、HR 差异无统计学意义($P>0.05$), T₆ 时点, RTT 组 SBP、DBP、HR 高于 GLMA 组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2

表 2 两组患者不同时点 SBP、DBP、HR 比较(n=40)

指标	组别	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
SBP	GLMA	130.3±25.2	114.2±21.5	116.9±22.4	117.9±25.2	145.5±23.2	146.4±21.7	143.2±23.0 ^a
	RTT	127.2±21.5	113.5±20.8	119.4±19.2	121.4±23.9	147.8±22.0	149.2±23.2	152.7±21.2 ^b
	<i>t</i>	1.804	-0.504	-0.716	-1.113	-0.821	0.829	-1.092
DBP	GLMA	62.9±9.3	54.8±7.8	60.9±7.8	61.3±8.9	72.0±9.3	71.5±9.7	70.7±10.5 ^a
	RTT	64.4±8.2	57.8±8.5	62.2±10.4	64.5±8.4	75.4±9.1	73.5±10.2	79.2±13.8 ^b
	<i>t</i>	0.475	-0.592	-2.308	-1.564	-0.883	-0.603	-1.348
HR	GLMA	66.1±10.9	61.5±8.1	63.7±9.0	60.4±12.2	69.8±8.1	68.2±9.3	70.1±8.1 ^a
	RTT	67.3±9.2	62.8±7.6	65.5±7.3	63.6±10.3	70.3±8.5	71.5±8.5	78.3±8.7 ^b
	<i>t</i>	-0.334	-2.574	-1.527	-1.889	-1.672	0.629	-4.333
		<i>P</i>	0.248	0.591	0.530	0.270	0.548	0.001
		<i>P</i>	0.636	0.556	0.084	0.112	0.380	<0.001
		<i>P</i>	0.275	0.131	0.205	0.186	0.109	<0.001

注: GLMA 组与 RTT 组相同时点比较, ^a $P<0.05$; T₁ 与 T₂ 比较, T₅ 与 T₆ 比之间较, ^b $P<0.05$

2.3 两组患者不同时点呼吸参数比较

两组各个时点 SpO₂ 组间和组内比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。两组各时点 PetCO₂ 组间和组内比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。GLMA 组 T₂-T₅ 各时点 Ppeak 明显低于 RTT 组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 3

表 3 两组患者不同时点 PetCO₂、SpO₂、Ppeak 比较

指标	组别	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
PetCO ₂	GLMA	39.1±2.4	40.0±3.0	38.3±1.6	39.2±1.5
	RTT	39.0±2.6	40.0±2.2	39.2±2.7	39.0±2.2
<i>t</i>		0.271	0.043	-1.745	0.297
<i>P</i>		0.787	0.966	0.086	0.767
SpO ₂	GLMA	99.0±0.8	97.5±0.8	99.4±0.5	98.2±0.7
	RTT	99.2±0.6	99.6±0.5	99.5±0.6	98.1±0.7
<i>t</i>		-1.309	-0.946	-1.226	0.668
<i>P</i>		0.195	0.347	0.224	0.506
Ppeak	GLMA	14.7±1.6 ^a	14.5±2.6 ^a	13.8±1.7 ^a	13.3±1.6 ^a
	RTT	18.2±2.0	18.0±2.0	19.1±2.3	18.4±2.3
<i>t</i>		-8.687	-6.810	-11.475	-11.709
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注：GLMA 组与 RTT 组相同时点比较，^a*P*<0.05

2.4 GLMA 组患者 T₂、T₃ 时点 OLP 和 FOB

GLMA 组患者 T₂、T₃ OLP 和 FOB 评分差异无统计意义 (*P*<0.05)。见表 4

表 4 GLMA 组 T₂、T₃ 时点 OLP 和 FOB 评分比较(n=40)

	OLP(cmH ₂ O)	FOB(分)
T ₂	28.8±2.4	3.0±0.7
T ₃	28.2±1.8	2.9±0.5
<i>t</i>	0.674	0.733
<i>P</i>	0.219	0.465

2.5 两组患者 TEE 探头成功置入时间及术后 24h 不良反应发生情况的比较

GLMA 组 TEE 探头成功置入时间短于 RTT 组 (*P*<0.05),GLMA 组呛咳、恶心呕吐、声音嘶哑、咽喉痛的发生率明显低于 RTT 组 (*P*<0.05)，两组患者返流的发生率差异无统计学意义 (*P*>0.05)。见表 5

表 5 两组患者 TEE 探头成功置入时间拔出人工气道 24h 内不良反应的比较 (n=80)

组别	TEE 探头成功置入时间 (s)	呛咳/例 (%)	恶心呕吐/ 例 (%)	声音嘶哑/ 例 (%)	咽喉痛/例 (%)	返流 (%)
GLMA	23.1±5.6 ^a	2 (5.0) ^a	1(2.5) ^a	3(7.5) ^a	3 (7.5) ^a	1 (2.5)
RTT	32.5±7.1	8(20.0)	10 (25.0)	10(25.0)	11 (27.5)	3 (7.5)
χ^2/t	-2.267	4.414	8.538	4.501	5.541	0.263
<i>P</i>	0.042	0.043	0.003	0.034	0.019	0.608

注: GLMA 组与 RTT 组比较, ^a*P* <0.05

3 讨论

TAVR 可减轻左室压力负荷的增加并改善左室血液动力学性能,可使收缩功能障碍的患者正常化心室-动脉耦合,持续降低肺动脉高压,减少左室肥大并恢复左室功能。Arora S 等^[31]人对 5538 名行 TAVR 患者的荟萃分析显示:与 SAVR 相比,TAVR 出现术后心房颤动和肾衰竭、心肌梗塞风险显著降低。通过一系列针对高、中、低危手术风险的患者进行的随机对照试验,它不仅为那些非手术候选者提供了替代方法,而且与 SAVR 相比,显示出非劣势甚至优势^[32-39]。基于 PARTNER3 和 Evolut 两项关键性试验的结果,2019 年 8 月 16 日,美国食品药品监督管理局批准将 TAVR 的适应症扩大至症状严重的主动脉瓣狭窄的低风险患者^[40-43]。

因术中需要 TEE 辅助成像,TAVR 气道管理通常选择气管插管。但 RTT 置入及拔出时可能引起患者血压及心率波动,导致心律失常甚至心力衰竭。对实现术中血流动力学平稳的麻醉管理目标,提出了重要挑战。胃镜喉罩作为一种声门上气道管理设备,它既保存了普通双管喉罩的优点;又在此基础上进行了改良:在双管喉罩基础上,将原有食管通道设计成半开放式的超大镜通道。Mohammed A Shafi Ahmed 等^[44]发现儿科患者经食道超声心动图检查中喉罩气道能安全有效地保护了接受诊断性 TEE 的儿童的气道。Damian Balmforth 等^[45]认为在绝大多数接受 TEE 进行房颤消融的患者中,喉罩的使用是安全可行的,并且可以替代气管插管。本研究探讨了在 TAVR 手术使用全麻 TEE 期间,GLMA 能否安全有效地 RTT 维持气道。

加强型气管导管的置入拔出会刺激气道黏膜及感受器,导致儿茶酚胺大量释放,引发血液动力学剧烈波动^[46-48]。胃镜喉罩使用操作简单,无需借助喉镜暴露声门及口咽部结构、减少对气管纤毛及咽峡部软组织的损伤,也降低损伤造成的机体应激反应升高。胡振华等^[17]比较了胃镜喉罩与气管插管在上消化道内镜粘膜下剥离术的应用效果,发现胃镜喉罩组插管及拔管期间平均动脉压和心率升高幅度大于基础值 20% 的患者例数少于气管插管组。本研究中 GLMA 组患者置入后 1min (T_2) 和诱导前 (T_1) 比较,SBP、DBP、HR 均无显著性差异,而 RTT 组在气管导管置入后 1min (T_2) 的 SBP、DBP、HR 和比诱导前 (T_1) 相比,也均无显著性差异。这与以往文献研究结果不一致^[21],可能与以下原因

有关：加强型气管导管的置入及拔出刺激会咽感受器和气道黏膜，引发交感神经兴奋，导致血流动力学剧烈波动，增加围术期心脑血管并发症发生风险^[46-48]。“插管反应”对合并左心功能不全、肺动脉高压的重度主动脉瓣狭窄患者尤其不利。为避免出现“插管反应”，在麻醉诱导时我们给予适量的麻醉诱导药物，保证足够的麻醉深度，避免插管时患者血压、心率波动。RTT 组拔出后 1min (T_6) 的 SBP、DBP、HR 明显高于拔出前 (T_5)，且明显高于 GLMA 组。GLMA 使用时操作简单，无需借助喉镜暴露声门及口咽部结构、减少对气管纤毛及咽峡部软组织的损伤，也降低机体应激反应。

Ppeak 指在整个吸气过程中气道的最高压力，在潮气量恒定条件下，可反映整体通气阻力的大小。气管导管置入及拔出时气道受到强烈刺激，导致气管痉挛，从而使气道阻力增加。本研究中 GLMA 组患者 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 时刻地气道峰压小于 RTT 组。Mahdavi A 等^[49]人发现在机械通气下使用喉罩时儿童的吸气峰压小于使用气管内导管的儿童的吸气峰压。

PetCO₂ 和 SpO₂ 是反映通气效果的重要指标之一。有文献报道，在 TAVR 患者中肺动脉高压的发生率高达 50%^[50]。任何缺氧或 CO₂ 潴留导致的高碳酸血症、酸中毒都可能使现有的肺动脉高压和右心衰竭进一步恶化^[51]。此外，还有文献表明轻度高碳酸血症已显示出吞咽与呼吸之间的协调性受损，可能会增加吸入的风险^[52]。本研究结果中发现，两组患者在 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 时刻的 PetCO₂ 和 SpO₂ 组间组内差异无统计学意义。这表明喉罩能维持良好的通气，无 CO₂ 潴留，其正压通气效果与气管插管相同。OLP 是气体从胃镜喉罩建立的人工气道内漏出时的最小气道峰压，OLP 越高则表明喉罩具有更好的气道保护和气道密闭功能。本研究结果显示： T_2 、 T_3 时点的 OLP 和 FOB 差异无统计学意义。这说明 GLMA 符合人体口咽部解剖曲线，形成咽喉部密封区域，TEE 探头从内镜通道中置入，并未导致气道移位，仍可维持良好的密闭性。

成功的 TAVR 需要高质量的成像，TEE 和荧光透视血管造影在手术过程中单独或一起使用。TEE 除了提供有关区域性壁运动异常和左心室功能的重要信息外，在主动脉瓣钙化程度有限，血管造影分辨率不足的情况下，TEE 发挥了重要作用^[53-55]。本研究结果中，GLMA 组的 TEE 探头成功置入时间少于 RTT 组。这是因为在双管喉罩基础上，将原有食管通道设计成半开放式的超大内镜通道。内镜通道口的尺寸为 20*22mm，通道表面进行表面润滑处理，减少 TEE 通过时与喉罩管壁产生的摩擦阻力。Saxena S^[56]报道了 9 例接受经皮卵圆孔未闭封堵术

的患者，TEE 探头成功置入内镜通道中。GLMA 组术后呛咳、恶心呕吐、声音嘶哑、咽喉痛发生率明显低于 RTT 组，差异有统计学意义。这与 GLMA 大容量罩囊对咽喉周围软组织压迫小，减轻咽喉部黏膜缺血水肿，对声门和气管粘膜损伤小有关。

4 结论

胃镜喉罩可以保持血流动力学稳定，通气效果好、有很好的气道密闭功能、术后呼吸道并发症少，方便 TEE 探头置入，能有效而安全地用于经导管主动脉瓣置换术的气道管理。

参考文献

- [1] Joseph J, Naqvi SY, Giri J, et al. Aortic Stenosis: Pathophysiology, Diagnosis, and Therapy [J]. *Am J Med*, 2017, 130(3): 253-263.
- [2] Bakaeen FG, Rosengart TK, Carabello BA. Aortic Stenosis [J]. *Ann Intern Med*, 2017, 166(1): ITC1-ITC16.
- [3] Zakkar M, Bryan AJ, Angelini GD. Aortic stenosis: diagnosis and management [J]. *BMJ*, 2016, 355: i5425.
- [4] Clavel MA, Magne J, Pibarot P. Low-gradient aortic stenosis [J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(34): 2645-2657.
- [5] Salemi A, Hameed I, Khan FM, Gaudino M. Diagnosis and management of low-flow, low-gradient aortic stenosis [J]. *Curr Opin Cardiol* [J], 2020, 35(2): 87-94.
- [6] Grimard BH, Safford RE, Burns EL. Aortic Stenosis: Diagnosis and Treatment [J]. *Am Fam Physician*, 2016, 93(5): 371-378.
- [7] Wacławski J, Wilczek K, Hudzik B, et al. Aortic balloon valvuloplasty as a bridge-to-decision in patients with aortic stenosis [J]. *Postępy Kardiologii Interwencyjnej*. 2019, 15(2): 195-202.
- [8] Bordoní B, Moretti C, Marrozzini C, et al. Repeated Aortic Balloon Valvuloplasty in Elderly Patients With Aortic Stenosis Who Are Not Candidates for Definitive Treatment [J]. *J Invasive Cardiol*, 2015, 27(12): E277-E284.
- [9] Piayda K, Wimmer AC, Veulemans V, et al. Balloon Valvuloplasty Followed by Transcatheter Aortic Valve Implantation as a Staged Procedure in Patients With Low-Flow Low-Gradient Aortic Stenosis [J]. *J Invasive Cardiol*, 2018, 30(12): 437-442.
- [10] Shah AP, Retzer EM. Repeated Aortic Balloon Valvuloplasty in Elderly Patients With Aortic Stenosis Who Are Not Candidates for Definitive Treatment [J]. *J Invasive Cardiol*, 2015, 27(12): E285-E286.
- [11] Hu PP. TAVR and SAVR: Current Treatment of Aortic Stenosis [J]. *Clin Med Insights Cardiol*, 2012, 6: 125-139.
- [12] Hecker F, Arsalan M, Kim WK, Walther T. Transcatheter aortic valve implantation (TAVI) in 2018: recent advances and future development [J]. *Minerva Cardioangiol*. 2018, 66(3): 314-328.
- [13] Rotman OM, Bianchi M, Ghosh RP, Kovarovic B, Bluestein D. Principles of TAVR valve design, modelling, and testing [J]. *Expert Rev Med Devices*, 2018, 15(11): 771-791.
- [14] Hayek SS, Corrigan FE 3rd, Condado JF, et al. Paravalvular Regurgitation after Transcatheter Aortic Valve Replacement: Comparing Transthoracic versus Transesophageal Echocardiographic Guidance [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2017, 30(6): 533-540.
- [15] Hayek SS, Corrigan FE 3rd, Condado JF, et al. Paravalvular Regurgitation after

- Transcatheter Aortic Valve Replacement: Comparing Transthoracic versus Transesophageal Echocardiographic Guidance[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2017, 30(6):533-540.
- [16] Hahn RT, Gillam LD, Little SH. Echocardiographic imaging of procedural complications during self-expandable transcatheter aortic valve replacement[J]. JACC Cardiovasc Imaging. 2015, 8(3):319-336.
- [17] Kinno M, Canteley EP, Rigolin VH. The transition from transesophageal to transthoracic echocardiography during transcatheter aortic valve replacement: an evolving field[J]. J Echocardiogr. 2019, 17(1):25-34.
- [18] 高宇, 刘皓昕, 刘绪华, 孙杰. 喉罩与气管插管在患儿全身麻醉气道管理中的安全性 Meta分析[J]. 临床麻醉学杂志, 2021, 37(01):59-65.
- [19] 廖完敏, 陈茜. LMA-Supreme 喉罩全麻在中耳置管手术中的应用[J]. 武汉大学学报(医学版), 2020, 41(04):675-677.
- [20] 吴昊. 喉罩麻醉与气管插管麻醉对老年患者腹腔镜全麻诱导期血流动力学及应激激素的比较研究 [J]. 中国实验诊断学, 2016, 20(08):1278-1281.
- [21] 胡振华, 赵素贞, 张俊莉, 代山, 张景亮, 刘胜群. 胃镜喉罩用于上消化道内镜粘膜下剥离术患者气道管理的效果[J]. 中华麻醉学杂志, 2017, 37(08):1021-1022.
- [22] Keller C, Brimacombe JR, Keller K, Morris R. Comparison of four methods for assessing airway sealing pressure with the laryngeal mask airway in adult patients[J]. Br J Anaesth., 1999, 82(2):286-287.
- [23] 许增华, 王杨, 闫春伶, 等. Ambu AuraOnce 喉罩用于国人全麻手术气道管理的效果 [J]. 中华麻醉学杂志, 2015, 35(7):851-854.
- [24] Wang HQ, Zhang X, Zhang TZ. Advances in the Anesthetic Management of Transcatheter Aortic Valve Implantation[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2018, 32(3):1464-1467.
- [25] Guarracino F, Baldassarri R. The Anesthetic Management of Transcatheter Aortic Valve Implantation[J]. Semin Cardiothorac Vasc Anesth. 2016, 20(2):141-146.
- [26] Guarracino F, Baldassarri R. The Anesthetic Management of Transcatheter Aortic Valve Implantation[J]. Semin Cardiothorac Vasc Anesth. 2016, 20(2):141-146.
- [27] 郭克芳. TAVR 手术麻醉中国专家临床路径管理共识 (2018)[J]. 临床麻醉学杂志, 2018, 34(11):1118-1124.
- [28] 许钊, 邱静萱, 朱达, 陈玉成, 郭应强, 倪禾丰, 梁鹏. 70 例心尖入路经导管主动脉瓣植入术患者的麻醉管理[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2018, 25(08):701-706.
- [29] 陈永聪, 赖可可. 经导管主动脉瓣置入术的麻醉[J]. 心血管病防治知识(学术版), 2015(22):88-90.
- [30] Wang HQ, Zhang X, Zhang TZ. Advances in the Anesthetic Management of Transcatheter Aortic Valve Implantation[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2018, 32(3):1464-1467.
- [31] Arora S, Vaidya SR, Strassle PD, et al. Meta-analysis of transfemoral TAVR versus surgical aortic valve replacement[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2018, 91(4):806-812.
- [32] Baron SJ, Arnold SV, Wang K, et al. Health Status Benefits of Transcatheter vs Surgical Aortic Valve Replacement in Patients With Severe Aortic Stenosis at Intermediate Surgical

- Risk: Results From the PARTNER 2 Randomized Clinical Trial[J].JAMA Cardiol, 2017,2(8):837-845.
- [33] Virtanen MPO, Eskola M, Jalava MP, et al. Comparison of Outcomes After Transcatheter Aortic Valve Replacement vs Surgical Aortic Valve Replacement Among Patients With Aortic Stenosis at Low Operative Risk[J].JAMA Netw Open,2019,2(6):e195742.
- [34] Søndergaard L, Steinbrüchel DA, Ihlemann N, et al. Two-Year Outcomes in Patients With Severe Aortic Valve Stenosis Randomized to Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement: The All-Comers Nordic Aortic Valve Intervention Randomized Clinical Trial[J].Circ Cardiovasc Interv, 2016,9(6):e003665.
- [35] Skelding KA, Yakubov SJ, Kleiman NS, et al. Transcatheter Aortic Valve Replacement Versus Surgery in Women at High Risk for Surgical Aortic Valve Replacement (from the CoreValve US High Risk Pivotal Trial) [J].Am J Cardiol,2016,118(4):560-566.
- [36] Reardon MJ, Kleiman NS, Adams DH, et al. Outcomes in the Randomized CoreValve US Pivotal High Risk Trial in Patients With a Society of Thoracic Surgeons Risk Score of 7% or Less[J]. JAMA Cardiol, 2016 ,1(8):945-949.
- [37] Little SH, Oh JK, Gillam L, Sengupta PP, et al. Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement Versus Surgical Valve Replacement in Patients at High Risk for Surgery: A Study of Echocardiographic Change and Risk Prediction[J]. Circ Cardiovasc Interv. 2016,,9(6):e003426.
- [38] Thyregod HG, Steinbrüchel DA, Ihlemann N, et al. No clinical effect of prosthesis-patient mismatch after transcatheter versus surgical aortic valve replacement in intermediate- and low-risk patients with severe aortic valve stenosis at mid-term follow-up: an analysis from the NOTION trial[J].Eur J Cardiothorac Surg, 2016,50(4):721-728.
- [39] related differences in outcomes after transcatheter or surgical aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis: Insights from the PARTNER Trial[J].J Am Coll Cardiol,2014,63(15):1522-1528.
- [40] Potluri S, Szerlip M, Al-Azizi K, et al. Neurocognitive Function Change in Low-Risk Patients Undergoing TAVR Versus SAVR: Insights From PARTNER-3[J].JACC Cardiovasc Interv. 2020,13(22):2713-274.
- [41] Braghiroli J, Kapoor K, Thielhelm TP, Ferreira T, Cohen MG. Transcatheter aortic valve replacement in low risk patients: a review of PARTNER 3 and Evolut low risk trials[J].Cardiovasc Diagn Ther, 2020,10(1):59-71.
- [42] Pibarot P, Salaun E, Dahou A, et al. Echocardiographic Results of Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in Low-Risk Patients: The PARTNER 3 Trial[J]. Circulation,2020,141(19):1527-1537.
- [43] Deharo P, Bisson A, Herbert J, et al. Impact of Sapien 3 Balloon-Expandable Versus Evolut R Self-Expandable Transcatheter Aortic Valve Implantation in Patients With Aortic Stenosis: Data From a Nationwide Analysis[J].Circulation,2020,141(4):260-268.
- [44] Shafi Ahmed MA, Al-Ghamdi AA, Mowafi HA, et al. The use of laryngeal mask airway

- during transesophageal echocardiography in pediatric patients[J].Saudi J Anaesth,2014,8(4): 489-492.
- [45] Balmforth D, Smith A, Nagore D, et al. Can Transesophageal Echocardiography Be Performed Safely Using a Laryngeal Mask Airway During Atrial Fibrillation Ablation[J]?J Cardiothorac Vasc Anesth ,2018,32(2):790-795.
- [46] Karaaslan E, Akbas S, Ozkan AS, et al.. A comparison of laryngeal mask airway-supreme and endotracheal tube use with respect to airway protection in patients undergoing septoplasty: a randomized, single-blind, controlled clinical trial[J]. BMC Anesthesiol,2021, Jan 7;21(1):5.
- [47] Kotsovolis G, Pliakos I, Panidis S, et al. Comparison Between the Protector™ Laryngeal Mask Airway and the Endotracheal Tube for Minimally Invasive Thyroid and Parathyroid[J] Surgery.World J Surg, 2019,43(11):2822-2828.
- [48] Hegde HV, Bandi J, Mudakanagoudar MS, et al. Evaluation of performance of Streamlined Liner of the Pharynx Airway™, Laryngeal Mask Airway-ProSeal and endotracheal tube in prone position: A prospective, randomised study[J].Indian J Anaesth, 2018,62(3):173-181.
- [49] Mahdavi A, Razzavi SS, Malekianzadeh B, et al. Comparison of the Peak Inspiratory Pressure and Lung Dynamic Compliance between a Classic Laryngeal Mask Airway and an Endotracheal Tube in Children Under Mechanical Ventilation[J].Tanaffos, 2017,16(4):289-294.
- [50] Ben-Dor I, Goldstein SA, Pichard AD, et al. Clinical profile, prognostic implication, and response to treatment of pulmonary hypertension in patients with severe aortic stenosis[J].Am J Cardiol, 2011,107(7):1046-1051.
- [51] Minai OA, Yared JP, Kaw R, et al. Perioperative risk and management in patients with pulmonary hypertension[J].Chest,2013,144(1):329-340.
- [52] D'Angelo OM, Diaz-Gil D, Nunn D, et al. Anesthesia and increased hypercarbic drive impair the coordination between breathing and swallowing[J].Anesthesiology, 2014,121(6): 1175-1183.
- [53] Rong LQ, Hameed I, Salemi A, et al. Three-Dimensional Echocardiography for Transcatheter Aortic Valve Replacement Sizing: A Systematic Review and Meta-Analysis [J].J Am Heart Assoc, 2019,8(19):e013463.
- [54] Bleakley C, Monaghan M. 3D transesophageal echocardiography in TAVR[J]. Echocardiography, 2020,37(10):1654-1664.
- [55] Jilaihawi H, Doctor N, Kashif M, et al. Aortic annular sizing for transcatheter aortic valve replacement using cross-sectional 3-dimensional transesophageal echocardiography[J].J Am Coll Cardiol, 2013,61(9):908-916.
- [56] Saxena S, Aminian A, Nahrwold DA, et al. LMA Gastro Airway Seen Through the Eyes of a Cardiac Anesthesiologist[J].J Cardiothorac Vasc Anesth,2019,33(8):2365-2366.

综述

TAVR 的麻醉管理

栗乐乐 综述

张 伟 审校

主动脉瓣狭窄是临床上常见的退行性心脏瓣膜疾病之一。主动脉瓣狭窄的患病率随着年龄的增长而增加，在 65 岁或以上的患者中患病率为 1%至 2%，而 75 岁以上的患者中约有 3.4%患有严重的主动脉瓣狭窄^[1]。在患有重度 AS 的老年患者中，有症状的占 75.6%^[2]。中度主动脉瓣狭窄患者的跨瓣压差平均每年增加 7mmHg，主动脉瓣口峰值速度每年增加 0.3m/s，主动脉瓣口面积每年平均减少 0.1cm²^[3]。

1 发病机制

AS 的机制现在被认为与动脉粥样硬化非常相似^[4]。与冠状动脉疾病相关的危险因素（年龄，男性，高脂血症和活动性炎症）在 AS 中也普遍存在。此外，同一个人中两种疾病的发病率很高。在初始阶段，动脉粥样硬化和机械应力共同导致主动脉瓣膜内皮损伤，导致渗入瓣膜。内皮功能障碍和氧化磷脂都促进炎症浸润积聚到瓣膜中，继而促进纤维化过程，刺激瓣膜间质细胞和细胞外基质建模的肌成纤维细胞分化^[5-6]。最终，促进钙化的细胞途径被激活，钙化开始积累，减少瓣膜小叶的活动性和瓣膜口面积。主动脉瓣狭窄的亚临床期延长，定义为主动脉硬化。在此期间瓣膜上有钙化，但不存在跨瓣压差。在大约 10 至 20 年的长时间无症状潜伏期后，逐渐出现诸如运动性呼吸困难或疲劳等症状，患者继续发展为胸痛，心力衰竭和晕厥^[7]。

2 临床症状

进行性主动脉瓣狭窄伴左室压力超负荷和左室肥厚导致主动脉瓣狭窄的典型三重症状：心力衰竭和呼吸困难、晕厥和心绞痛。一旦出现临床症状，该疾

病的死亡风险从每年不到 1% 增加到每月 2%, 因此, 如果不接受瓣膜置换术, 则 75% 的有症状患者在 3 年内死亡^[8]。主动脉瓣狭窄的无创诊断: 主动脉狭窄的严重程度可通过多普勒超声心动图评估, 发现最大主动脉喷射速度 $>4.0\text{m/s}$, 平均跨瓣压梯度 $>40\text{mmHg}$, 或连续性方程瓣膜面积 $<1.0\text{cm}^2$ 或以体表面积为指数的瓣膜面积 $<0.6\text{cm}^2$ 。侵入性诊断: 主动脉狭窄的程度亦可以在心导管插入术中确定。当无创性诊断数据不明确或临床评估与超声心动图之间存在差异时, 有创性诊断适用于疑似严重主动脉瓣狭窄患者。

目前对主动脉瓣狭窄治疗包括球囊瓣膜成型术、外科主动脉置换术和经导管主动脉瓣置换术。球囊瓣膜成型术用于缓解因合并症而不能进行外科主动脉瓣置换术的患者。球囊瓣膜成型术虽提高了患者的存活率, 但由于未能从根本上改变小叶狭窄病理, 其效果是暂时的。球囊瓣膜成型术后接受主动脉瓣替换术的患者生存率较高。外科主动脉瓣置换术可采用机械瓣或生物瓣。生物人工瓣膜可以是牛的, 也可以是猪的。它们不需要长时间的抗凝治疗, 但与机械瓣膜相比, 它们的寿命相对较短。外科主动脉瓣置换术创伤大, 术后恢复慢, 逐渐被经导管主动脉瓣置换术取代。

3 经导管主动脉瓣置换术

在 2002 年 Cribier 进行了首例人类经导管主动脉瓣置换术以来, 该程序在欧洲国家和美国迅速发展, 并且已经发布了有关该手术的专家共识和指南^[9]。基于 PARTNER1, CoreValve 临床试验结果, 2014 年美国心脏病学会/美国心脏协会 TAVR 适应症指南建议在以下情况下将外科手术风险极高危、高危且预计 TAVR 术后生存期超过 12 个月的患者列为 TAVR 适应症^[10-15]。基于 PARTNER2 研究、SURTAVI 临床试验的结果, 2017 年美国心脏病学会/美国心脏协会针对瓣膜性心脏病指南进行了重点更新, 建议将外科手术风险中危患者列为 TAVR 的适应证^[16-17]。基于 PARTNER 3 和 Evolut 临床试验研究, 2019 年美国食品药品监督管理局批准将 TAVR 的适应症扩大至症状严重的主动脉瓣狭窄的外科手术风险低危患者^[18-20]。

目前国外批准 CoreValve 和 Edwards-Sapien 瓣膜上市, 并获得 CE 标志批准 (欧盟的消费者安全认证), 两种瓣膜均经股动脉植入, 而经心尖入路仅批准了 Edwards Sapien 瓣膜^[21]。截至 2019 年底, 全国已有 20 多个省市, 约 200 家医院

共完成 4000 余例 TAVR^[22]。

经导管主动脉瓣置换术有多种入路，包括经股动脉、经心尖、经颈动脉、经腔静脉和经主动脉^[23]。最常见的方法是经股动脉入路；在观察分析中，它似乎比经心尖路或经主动脉入路更安全，这使得它成为首选的明确入路。经股动脉逆行入路的一个重要决定因素是术前 CT 扫描测量髂股动脉直径大小。如果患有股动脉严重钙化，明显曲折，严重动脉粥样硬化或血管狭窄的患者不允许使用经股动脉入路。股动脉入路的并发症是大口径动脉鞘管在手术完成拔除时会带来出血风险^[24-26]。股动脉损害是常见的，出血程度不一。如果患者无法采取股动脉入路，那么可以在混合手术室中采用经心尖顺行入路，这使得介入心脏病学和心脏外科技术相结合，最大限度地提高手术效果，同时最大限度地减少侵入性。心尖入路的并发症是微型开胸术和左室穿刺术导致术后左室破裂和呼吸衰竭。

4 术前评估

4.1 临床评估

必须确定是否需要瓣膜植入，是否存在外科手术紧急情况或高风险，是否存在 TAVR 禁忌症，这需要特殊的评分系统。最常用的两种风险模型是欧洲心脏手术风险评估系统（EuroSCORE）和美国胸外科协会风险评估系统（STS）^[27]。EuroSCORE 和 STS 评分均定义了手术后 30 天内或住院后 30 天内的手术死亡率。

STS 评分 $>10\%$ 和 logisticEuroSCORE $>20\%$ 的患者被归类为高手术风险^[28]。但应注意的是，这些风险评分并未针对接受 TAVR 的患者制定。因此，围术期死亡风险评估并不特别精确，特别是 logistic EuroSCORE，它往往高估了最严重和/或老年患者的死亡风险，而 STS-PROM 往往低估了这一风险，这些风险模型还倾向于忽略其他重要的风险因素如广泛钙化（瓷）主动脉、先前的冠状动脉搭桥手术有内穿过胸骨中线的移植物、呼吸功能不全、肝硬化、胸壁放射或畸形史、痴呆和虚弱等^[29-30]。

最恰当的方法是，个体风险的评估应该是客观的定量预测模型与经验丰富的外科医生、心脏病专家和麻醉专家的主观评估相结合，选择合理的麻醉方案^[31-32]。术前告知患者手术过程（麻醉类型，监测），治疗过程和任何并发症。

4.2 影像学评估

4.2.1 超声评估

大多数接受 TAVR 的严重 AS 患者都有严重的合并症，麻醉医生应关注导致围手术期高风险的因素。术前心脏结构和功能评估至关重要，超声心动图在 TAVR 术前评估中起重要作用，不仅可以评估瓣膜口的大小来选择合适的患者，而且还有助于评估左心室功能及其他瓣膜状况。左心室射血分数 $<20\%$ 且主动脉跨平均瓣压差 <40 mmHg 的患者应接受多巴酚丁胺负荷超声心动图检查，以确定其对 TAVR 的潜在耐受性并从中获益^[33]。Henrik Fox 等^[34]对 149 名 TAVR 患者进行 TTE 和 TEE 比较，发现主动脉瓣环大小的总体标准化与 TTE 和 TEE 测量具有出较好的关联性，死亡率、围手术期卒中和瓣膜假体反流的并发症发生率无差异。

4.2.2 术前 CT 的评估

CTA 已成为环形尺寸的首选成像方式^[35]。CTA 可评估主动脉根部尺寸和冠状动脉口高度、主动脉瓣环和左室流出道钙化的程度，以评估冠状动脉阻塞，环状破裂和术后主动脉瓣关闭不全的风险。经股动脉途径是 TAVR 进入的首选途径。术前对股动脉评估不充分，其血管并发症可能是灾难性的。CTA 可评估股动脉尺寸，曲折度和钙化程度、动脉粥样硬化。Ronald K Binder 等^[36]发现接受术前 CTA 评估的 TAVR 患者瓣周漏发生率降低。

5 TAVR 手术的麻醉技术

对于麻醉医师而言，与接受外科主动脉瓣置换手术相比，接受 TAVR 治疗的患者的围手术期管理面临着新的挑战。因为这些患者根据 STS-PROM 评分和 Logistic EuroSCORE 风险评分预测的围手术期死亡率更高、年龄更大、合并症更多。关于 TAVR，在麻醉技术的选择上尚无共识，但已发表的研究出现了两个方向：全身麻醉或监测麻醉护理^[37]。

5.1 全身麻醉

大多数临床中心开始实施 TAVR 手术的时候，一般首选全身麻醉管理。这是因为新的手术类型和手术医师学习曲线的不确定性，全麻是最合理的方法^[38]。

它能使麻醉医师迅速处理心血管并发症。对于病例量少或经验有限的临床中心，应将其视为默认的麻醉方法。除了患者拒绝外，没有绝对禁忌症^[39]。麻醉剂应缓慢并滴定以达到效果。由于严重的主动脉瓣狭窄和缺乏明显的手术刺激，老年人的麻醉深度降低。吸入剂对心肌的预处理可为手术过程中产生的缺血性损伤提供一定的保护。首选短效剂，以便在手术结束时快速苏醒和拔管。

全麻的优点包括：完全控制气道和通气，更容易处理血流动力学挑战，在发生并发症时允许快速转换为开放手术，有助于术中使用实时经食道超声心动图；在快速起搏下瓣膜释放的关键阶段，全麻防止患者体动，暂停机械通气以消除呼吸引起心脏移位的伪影；保持呼气末正压和提供纯氧吸入，避免患者缺氧。此外，控制通气可以预防高碳酸血症并使酸中毒减至最小。同时为实施 TAVR 的手术医师提供更多时间，减轻手术医师的压力，它也被所有患有幽闭恐惧症，背痛或严重睡眠呼吸暂停，难以长时间忍受仰卧位的患者广泛接受。全麻缺点包括术后呼吸系统并发症较多、血流动力学不稳定、血压降低相关的肾功能不全的风险增加、缺乏脑灌注的监测、术后苏醒延迟，以及许多患者需要在重症监护室进行更长时间的呼吸支持。

5.2 监测麻醉护理

随着程序研究者的学习曲线达到一个新的平台,TAVR 手术过程的简化、输送系统尺寸减小、更精密的血管闭合装置、麻醉医师经验的增加，手术所需的麻醉支持强度也随之下落，从严格的全身麻醉向监测麻醉护理(Monitored Anaesthesia Care,MAC)方向转变。越来越多的麻醉医师对接受 TAVR 的患者使用中等镇静的监测麻醉感到满意。根据患者的选择和舒适度，这种麻醉方法已成为一种理想的替代麻醉选择^[40-42]。

监测麻醉护理的定义：在心脏外科医师/心脏病专家的局部麻醉浸润和轻度镇静药物的作用下，对整个过程感到舒适且对命令敏感^[43]。通常在必要时会涉及不同程度的镇静，镇痛和抗焦虑作用^[44]。文献中有许多关于监测麻醉护理的术语。在本文中，监测麻醉护理是指非全麻，患者保持清醒状态，并且能够响应口头/触觉命令，例如苏醒 TAVR。但是当患者失去对命令的响应能力时，监测麻醉护理成为全麻已被普遍接受。在局麻期间进行静脉镇静，以最大程度地提高舒适度，而不是提供镇痛作用，并减少 RVP 期间的焦虑感^[45-47]。

监测麻醉护理方案基于右美托咪定，瑞芬太尼或丙泊酚输注。MAC 进行滴

定以保持患者的舒适和配合，同时保持自发呼吸和足够的血液动力学。在 MAC 中，使用 TTE 进行心脏超声检查。MAC 的优点包括所需的血流动力学稳定，减少呼吸道并发症、减少对术后高依赖性护理的需求、在整个过程中连续监测神经系统以了解脑灌注是否充足。MAC 的缺点：即输送较大且僵硬的鞘管过度伸展动脉系统会引起不适感，从而易发生血管损伤或破裂的风险。Oliver Husser 等^[48]对 2011 年至 2014 年来自德国主动脉瓣登记处的 16,543 例患者进行分析，发现清醒镇静在经导管主动脉瓣置换术中的使用是安全的，具有较少的术后并发症和较低的早期死亡率。

但是在临床研究中很多偏倚因素可能会影响镇静和全身麻醉的患者许多临床结局^[49-50]。第一，选择偏倚是评估麻醉技术对手术预后影响的重要考虑因素。首先，由于缺乏明确的 MAC 或 GA 选择标准，所有研究都存在选择偏倚。选择 MAC 与 GA 的决定是不是随机的，合并症较少外科手术风险较低地患者通常选择 MAC。而气道困难，严重的慢性阻塞性肺疾病，肺动脉高压，无法仰卧，沟通障碍或增加误吸风险的患者通常选择全麻。第二，必须考虑时间偏差。由于经验丰富的手术医生（通常具有更好的手术结果）是可能更倾向于接受 MAC，因此 MAC 和全身麻醉之间进行比较的时机很重要。理想情况下，参与中心应在 TAVR 方面具有丰富的专业经验，并且在镇静和全身麻醉下，TAVR 的熟练程度相同，以消除学习曲线的影响。由于研究中心通常使用全身麻醉开始 TAVR 手术。因此，在先前观察研究中，与全身麻醉相关的不良结果实际上可能反映了不同中心的学习曲线上的不同点。第三，小型研究可能无法显示重要结果的差异。由于检测差异的能力降低，结果的重要差异可能会被掩盖。因此，需要大型研究试验来观察监测麻醉护理和全身麻醉的区别。第四，观察性研究很少描述用于镇静的药物的选择和镇静的深度。这是许多回顾性观察研究的局限性。由于 TAVR 中镇静药物的选择会影响呼吸状态。因此，在将镇静与 GA 进行比较的研究中，应注意用于镇静的的主要药物和剂量。

6 麻醉方法的选择

经心尖 TAVR（需要微型胸腔切开术）通常在气管插管全麻下进行。值得注意的是，通常不需要插入双腔管和单肺通气。全身麻醉通常应使用短效药物，以便在手术室中立即拔管。对于经股 TAVR，是否仍应考虑全身麻醉仍是越来越

多的争议。一方面，全身麻醉使围手术期 TEE 得以使用，并有助于立即发现并治疗并发症。另一方面，有意识的镇静可以避免因全身麻醉引起的血流动力学不稳定，可以在清醒的患者中迅速发现不良的神经系统事件，并应缩短手术和恢复时间。但由于缺乏高质量的证据，因此在此阶段只能提出实用的建议^[51]。实施全麻考虑的因素有：（1）有没有伤害性刺激的 TEE 探头置入（2）在没有气管插管的情况下，有没有误吸危险（2）选择 TAVR 手术的入路（经股动脉或心尖）（3）首次执行的血管手术类型（经皮或外科）（4）需要快速治疗干预的严重潜在并发症（血管，心脏）的发生率。（5）执行该程序的平均时间（90-120 分钟），患者是否耐受长时间固定不动。大多数临床中心都是在全身麻醉的情况下开始 TAVR 手术。然而，在最初的经验之后，许多小组开始采用常规镇静加局部麻醉来进行经导 TAVR。如果采用局部麻醉加镇静的麻醉方法，麻醉医师必须随时准备实施全麻。这种“待命”全身麻醉的概念似乎在为患者安排监测下麻醉护理时提供了更大的灵活性。麻醉方法的选择最终取决于患者的病史，瓣膜植入技术，监护类型，血流动力学的限制，同时被患者接受。

7 TAVR 术前管理

术前接受此类药物治疗的患者应继续在围手术期使用 β -肾上腺素阻滞剂。在手术前应根据心率和血压调整 β -肾上腺素阻滞剂的剂量^[52]。已经服用他汀类药物的患者应继续使用他汀类药物^[53]。他汀类药物也被认为是预防围手术期死亡的可能的保护剂，因为血清高密度脂蛋白水平较低的人特别容易在血管外科手术发展后发展为急性肾脏损伤。全身抗凝在手术前就开始，并在术后持续进行。尽管没有针对患者进行抗血小板治疗的术前治疗的具体指南，但大多数 TAVR 中心在这些程序中都有不同的方法来处理血小板抑制问题^[54]。术前进行心电图检查以识别任何心脏传导阻滞。无论选择哪种 TAVR 生物瓣膜，手术医师都会通过股静脉或颈静脉放置临时起搏器，以进行快心室率起搏，或者在房室传导阻滞的情况下治疗心律不齐。手术开始之前建立“安全网”，以允许快速转换为体外循环。术前应确定清晰、训练有素的体外循环和手术抢救计划。

8 TAVR 手术的术中监测

TAVR 应该在专用混合手术室中进行，混合手术室结合导管实验室（荧光透

视血管造影系统成像技术)和标准手术室(无菌环境,层流,麻醉工作区,超声心动图设施)的优点^[55]。由于符合 TAVR 手术指征的患者合并严重心血管疾病,术中监测管理水平与高风险 SAVR 要求一致,五导联心电图、超声心动图,脉搏血氧饱和度,有创动脉血压和尿量测量均为常规监测。常规将两个体外除颤电极垫固定在患者身上,以尽早治疗心律不齐。温度监测也是必要的,应使用外部对流加热系统、输液加热系统和加热毯以防止术中体温过低^[56]。放置中心静脉导管保持中心静脉压力并快速输注血管活性药物和液体。但是,中心静脉压监测并不是常规监测方法,其使用取决于患者的心脏功能。使用 BIS 监测麻醉深度,既能减少麻醉剂的剂量/浓度,同时又避免过度的“轻度”麻醉。肺动脉导管放置不是常规进行,只能用于特定情况,例如左心功能不全和/或肺动脉高压^[57]。与传统的外科主动脉瓣置换术一样,插入肺动脉导管的决定应基于个别患者的合并症。当患者的左心射血分数小于 30%或严重的肺动脉高压(PAP>60mmHg)时,将建立肺动脉导管监测,用于测量肺动脉压力和混合静脉血氧饱和度的肺动脉导管可用于检测心室功能障碍,并提供有关总体氧平衡的有价值的数据。

超声心动图提供即时和全面的信息,并在围术期血流动力学监测中发挥不可替代的作用。TEE 评估球囊预扩的影响(瓣叶活动度,主动脉瓣关闭不全),辅助瓣膜在展开时的定位以及最重要的是排除瓣膜放置完成后的主动脉瓣反流和瓣周漏。瓣膜置入后,短轴和长轴主动脉瓣以及升主动脉 TEE 视图可评估假体在主动脉瓣环内的位置以及升主动脉的完整性。经胃和食管中段的四室和二室视图可评估心室功能,壁运动和二尖瓣功能^[58]。预期结果包括心室功能不变,升主动脉完整,轻度瓣膜狭窄和可变主动脉瓣反流。TEE 可以准确区分瓣膜和瓣周反流,这是荧光透视和主动脉根部造影剂注射难以区分的。TEE 有助于显着减少肾毒性造影剂的使用。TEE 在瓣膜钙化程度有限或瓣中瓣手术中特别有用。因为这两种情况均难以通过荧光透视检查。TEE 还提供有关心室和心肌的急性变化功能,胸主动脉解剖以及与手术相关的并发症(如心包积液和医源性二尖瓣反流)的信息,从而指导对这些不良事件的及时处理^[59-61]。TEE 需与全麻一起使用,而 MAC 是通常用于经胸超声心动图检查 TTE 的麻醉方案。围手术期 TEE 的缺点可能是需要全身麻醉,有时在卷曲到输送系统上时难以清楚地区分假体,并且可能会影响荧光成像,从而在置入时需要拔出探头。

9 TAVR 血流动力学管理

血液动力学稳定性是 TAVR 期间麻醉管理的主要目标。血流动力学指标是主动脉瓣狭窄的典型指标处理：应小心滴定静脉输液，以为肥厚的左心室提供足够的预负荷；应避免心动过速，以确保有足够的舒张期充盈时间；应保持窦性心律，以保持心室收缩对心室充盈的贡献；并且全身血压必须维持在一定水平以确保冠状动脉灌注^[62-63]。在球囊预阔和球囊扩张式瓣膜置入过程中，会引起短暂的心脏停搏，以最大程度地减少心脏运动和搏动性主动脉血流。如果没有心脏停搏，膨胀的球囊将被弹出，从而导致球囊打滑以及瓣膜栓塞和位置不当。在 TAVR 开发的早期阶段，该手术是选择性地在体外循环上执行的，以在瓣膜展开期间支持循环。目前，该程序大部分是“非体外循环”执行的，如果发生并发症，体外循环可立即待命。目前，心脏停搏的首选方法是 RVP。TAVR 的特定血液动力学目标是在球囊预扩和瓣膜释放前将收缩压维持在接近 120-130mmHg，维持脑和冠状动脉的灌注压力。这两个阶段通过快心室率起搏，心室无效射血而导致动脉压逐渐下降。RVP 通常以 180-200 次/分钟的初始速率执行。通常主张将收缩期动脉压降低至 60 mmHg 以下^[64]。尽管 RVP 有利于瓣膜定位，但在快速心室率起搏期间，心肌肥大、伴随的冠状动脉性心脏病和低的冠状动脉灌注压的结合会在心肌中产生缺血缺损。在大多数情况下 RVP 的耐受性良好，这很可能是由于 RVP 的持续时间短（平均 10~12s）。但是，应尽量减少 RVP 发作的次数和持续时间，并在进一步起搏之前允许血液动力学恢复或，在 RVP 后立即给予大剂量的升压药，可使冠状动脉灌注压力早日恢复^[65]。

TAVR 期间血流动力学不稳定的鉴别诊断包括主动脉环状和/或根部破裂、心脏压塞、二尖瓣损伤、假体主动脉瓣关闭不全等。尽管可能有必要考虑使用机械辅助设备或外科手术进行抢救，但可以通过适当的干预技术成功地解决大多数血液动力学不稳定的事件。

如果在发生 RVP 后血压没有立即恢复，则必须怀疑是心肌缺血。缺血性损伤通常是由起搏引起的，但是必须考虑钙化的自然主动脉瓣破裂或移位的自然瓣膜小叶阻塞一个或两个冠状动脉口而引起冠状动脉栓塞的情况发生。

如果在瓣膜展开过程中出现缺血性心室颤动而瓣膜尚未展开，应考虑在心脏电复律前完成瓣膜展开，从而避免在窦性心律恢复时假体错位或栓塞。瓣膜展开的主要好处是，它可以减少左心室后负荷，心室壁张力和心肌需氧量，并改善心输出量。对于球囊预扩后发生急性主动脉瓣关闭不全的患者，瓣膜展开

是确定的治疗方法。如果患者在瓣膜展开后仍然不稳定，则可以迅速建立体外循环。

起搏导线放置过程中右心室穿孔，以及导丝或导管引起的主动脉或左心室穿孔，可能导致引起心脏衰竭的心包填塞。如果发生心包填塞，可通过相关的中心静脉压升高，TEE 上的心包积液和右侧塌陷以及荧光透视下心脏的异常运动检测到，处理包括心包血经皮针引流或手术干预。

当金属丝穿过主动脉瓣时，将导致严重的心律不齐。给予利多卡因静脉注射以减轻心律不齐。如果心律不齐持续存在，则需要重新放置导线。当瓣膜穿过主动脉瓣时，已经狭窄的主动脉瓣现在几乎完全被阻塞。

由于输送系统尺寸较小，现在在许多情况下已跳过了球囊瓣膜成形术。根据所使用的 TAVR 系统，瓣膜假体释放展开时可能需要或不需要右心室起搏。阀门成功部署后，应密切注意可能发生的心脏传导阻滞，并在需要时立即启动起搏器。然后使用 TTE 评估瓣周漏和心包积液。

TAVR 患者通常病情很重，在手术过程中通常会发生心脏骤停。TAVR 团队必须接受紧急复苏方面的培训，以挽救患者的生命。严重的主动脉瓣狭窄和相关的左心室肥大会使胸部压迫效果降低，因此必须给予高质量的胸部压迫并以动脉压力为指导。

10 TAVR 的术后管理

在全身麻醉下接受 TAVR 的患者通常需要在混合手术室中进行气管拔管，然后转移到术后恢复室或重症监护室进行继续观察。尽早取出气管导管可以显著缩短 TAVR 后的住院时间。这些患者在住院期间的任何时候都容易出现并发症。所有患者应密切监视应密切注意血液动力学、血管通路、心脏节律（尤其是房室传导阻滞晚期）和肾功能。在预先建立的标准化监测、管理方案、护理人员培训以及采用多学科团队方法进行患者护理的护理模型中已证明了良好地患者预后。

10.1 脑卒中

TAVR 术后的脑血管事件比外科主动脉瓣置换术后的更为频繁。最高的脑卒中风险发生在 TAVR 之后最初 24 小时，经颅多普勒研究表明，球囊预扩、支架

移位和瓣膜展开过程中，栓塞事件发生率很高。尽管正在进行的研究评估了脑血管保护装置在手术中的使用情况，但目前不建议常规使用这些设备。围手术期脑卒中的治疗策略应集中在通过神经介入进行快速脑血管再通方面。

10.2 急性二尖瓣功能不全

急性二尖瓣关闭不全可能是由于输送导管和瓣膜假体的二尖瓣撞击所致。通过连续的 TEE 监测可以很容易地诊断出它。瓣膜假体植入并不会导致二尖瓣功能的有害变化，但是实际上，患者在假体植入后可能会出现较少的二尖瓣反流，这是由于主动脉瓣梯度降低以及随之而来的心室收缩压和容积减少所致。

10.3 瓣周漏

在 TAVR 术后高达 85% 的患者中观察到了瓣周漏，大多数瓣周漏是轻度的，中重度瓣周漏已被反复证明是死亡率的独立预测因子^[66]。瓣周漏的原因包括假体位置不正确，尺寸过小和扩张不足，以及严重的钙化层损害了瓣膜框架的周向位置。瓣膜假体部署后立即可以使用主动脉造影和/或经食道超声心动图检测瓣周漏的存在。较大假体的可用性及其与主动脉瓣环大小的精心匹配导致严重的主动脉瓣返流的发生率降低。瓣周漏的治疗策略包括重新折叠/重新插入或重新定位瓣膜假体，球囊后扩张术和瓣中瓣技术。

10.4 房室传导阻滞和右束支传导阻滞

尽管在经导管心脏瓣膜技术和程序技术方面有所改进，但由于与介入设备和经导管瓣膜支架框架相互作用而对心脏传导系统造成伤害，因此会发生 TAVR 相关的房室传导阻滞和右束支传导阻滞仍然是常见的并发症。

10.5 血管并发症

血管并发症的发生率凸显了在提供这种创新手术方法之前必须进行严格的血管评估的必要性。大动脉出血/破裂可能使经股动脉手术复杂化。当鞘管中的导管或导丝危及瓣膜闭合时，血液的稳定流失可能是值得理解的。突然无法解释的血压下降，应提醒可能发生大血管破裂的可能性。失血可能不容易观察到，因为可能会在腹膜后大量流失，但可通过主动脉造影轻松检测到。闭塞球囊可部署在穿孔附近，以减轻出血，除了使用血管加压药以维持冠状动脉灌注外，

还可能需要用液体和血液制品进行大量复苏。通常在拔管过程中将导丝留在原位，如果发生血管损伤，可以立即在腔内固定缺损，而无需进行开放手术。总体而言，经股动脉 TAVR 是最流行的方法，通常经皮进入股血管。在相对较小，钙化或弯曲的血管中，损伤风险非常大，主要的血管并发症包括解剖破裂或假性动脉瘤。对于因解剖学原因而被认为具有增加血管损伤风险的患者，必要时可采用手术暴露来促进手术控制和修复。

10.6 急性肾损伤

TAVR 后经常观察到急性肾损伤，独立发病率和死亡率的关联性显著增加。对急性肾损伤的危险因素应进行充分的评估，并采取必要的预防措施。最近的一项研究表明，预防性肾脏替代治疗，静脉水合作用以及使用 N-乙酰半胱氨酸和速尿等药物治疗可能会阻止急性肾损伤的发展。低血压，低心输出量，肾毒性药物和大量造影剂等危险因素可导致急性肾损伤。其中，特定的危险因素包括经心尖通路，输血次数，介入后血小板减少症和严重炎症反应综合征。所有患者均应常规进行术前预防措施以及仔细的术后管理。急性肾损伤的病因可能是多因素的，包括造影剂引起的肾毒性，肾动脉钙化/动脉粥样硬化栓塞导致的肾缺血，以及快心室起搏期间的肾灌注不足。值得注意的是，AKI 的发生率随着操作者经验的增加而降低，从而可以避免并更好地处理并发症。

10.7 术后疼痛

疼痛管理方案包括使用全身静脉镇痛药、局部浸润麻醉、肋间神经阻滞、硬膜外镇痛等。术后镇痛效果的减轻有助于维持血液动力学稳定性。病人静脉自控镇痛在临床实践中被广泛使用以达到该效果。经股动脉 TAVR 后的镇痛要求极低，通常定期口服对乙酰氨基酚即可。经心尖 TAVR 患者进行开胸手术，需要术后镇痛，应对其进行量身定制以实现快速管理。小切口开胸术引起的疼痛非常严重，严重影响呼吸道合并症的患者的肺通气。区域麻醉技术提供了一种有吸引力的选择，避免过度使用全身阿片类药物而导致镇静和认知障碍

10.8 术后高血压

当团队对 TAVR 瓣膜的置入感到满意时，麻醉医师必须立即准备治疗高血压。TAVR 后高血压的解释包括狭窄/后负荷的立即缓解和左心室亢进。通常需

要降压药来治疗令人印象深刻的高血压。经心尖 TAVR 的患者，应特别注意避免术后高血压，以减少发生心室破裂和术后出血的风险。

11 总结

TAVR 作为一种创新的手术方法，将影响心脏病学，心脏手术以及麻醉管理。由于这些创新之处，这些患者的围手术期管理尚不确定，并且会不断发展。随着装置的小型化，没有常规全身麻醉的麻醉方法可能会变得广泛。然而，术前合并症、该技术的特定血流动力学限制以及围术期并发症较高的发生率意味着这些患者的麻醉和围手术期管理（术前评估，麻醉技术，监测，术后监测）水平应具有与心脏外科手术相同的专业水平。因此，管理必须是多学科的，而麻醉医师将在多学科团队中运用有效管理严重的心脏和非心脏疾病所需的专业知识，发挥重要作用。

参考文献

- [1] Lindman BR, Clavel MA, Mathieu P, et al. Calcific aortic stenosis[J].Nat Rev Dis Primers,2016,2:16006.
- [2] Carabello BA, Paulus WJ. Aortic stenosis[J].Lancet, 2009,373(9667):956-966.
- [3] Braunwald E. Aortic Stenosis: Then and Now.Circulation[J]. 2018,137(20):2099-2100.
- [4] Rysä J. Novel insights into the molecular basis of calcific aortic valve disease[J]. J Thorac Dis, 2020 ,12(11):6419-6421.
- [5] Akahori H, Tsujino T, Masuyama T, et al. Mechanisms of aortic stenosis[J].J Cardiol, 2018,71(3):215-220.
- [6] Zhiduleva EV, Irtuga OB, Shishkova AA, et al. Cellular Mechanisms of Aortic Valve Calcification[J].Bull Exp Biol Med, 2018,164(3):371-375.
- [7] Bonow RO, Leon MB, Doshi D, et al. Management strategies and future challenges for aortic valve disease[J].Lancet, 2016,387(10025):1312-1323.
- [8] Thaden JJ, Nkomo VT, Enriquez-Sarano M. The global burden of aortic stenosis[J].Prog Cardiovasc Dis, 2014;56(6):565-571.
- [9] Akodad M, Lefèvre T, Lounes Y, et al. Simplification des procédures TAVI: mise au point [TAVI simplification: A focus] [J]. Ann Cardiol Angeiol (Paris). 2019 , 68(6):418-422.
- [10] Gleason TG, Reardon MJ, Popma JJ, et al. 5-Year Outcomes of Self-Expanding Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in High-Risk Patients[J].J Am Coll Cardiol, 2018,72(22):2687-2696.
- [11] Deeb GM, Reardon MJ, Chetcuti S, et al. 3-Year Outcomes in High-Risk Patients Who Underwent Surgical or Transcatheter Aortic Valve Replacement[J].J Am Coll Cardiol,2016,67(22):2565-2574.
- [12] Smith CR, Leon MB, Mack MJ, et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients[J].N Engl J Med, 2011,364(23):2187-2198.
- [13] Adams DH, Popma JJ, Reardon MJ. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding prosthesis[J].N Engl J Med, 2014,371(10):967-968.
- [14] Carabello BA. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery[J].Curr Cardiol Rep, 2011,13(3):173-174.
- [15] 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].J Am Coll Cardiol, 2014,63(19):1972-1981.
- [16] Leon MB, Smith CR, Mack MJ, et al. Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients[J].N Engl J Med, 2016,374(17):1609-1620.
- [17] Reardon MJ, Van Mieghem NM, Popma JJ, et al. Surgical or Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients[J].N Engl J Med,2017,376(14):1321-1331.

- [18] Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients[J]. *N Engl J Med*, 2019,380(18): 1695-1705.
- [19] Kolkailah AA, Doukky R, Pelletier MP, et al. Transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement for severe aortic stenosis in people with low surgical risk[J]. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019,12(12):CD013319.
- [20] Braghiroli J, Kapoor K, Thielhelm TP, et al. Transcatheter aortic valve replacement in low risk patients: a review of PARTNER 3 and Evolut low risk trials[J]. *Cardiovasc Diagn Ther*, 2020,10(1):59-71.
- [21] Covello RD, Landoni G, Zangrillo A. Anesthetic management of transcatheter aortic valve implantation[J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2011,24(4):417-425.
- [22] 周达新,潘文志,吴永健,宋光远.经导管主动脉瓣置换术中国专家共识(2020 更新版)[J]. *中国介入心脏病学杂志*,2020,28(06):301-309.
- [23] Ruggeri L, Gerli C, Franco A, et al. Anesthetic management for percutaneous aortic valve implantation: an overview of worldwide experiences[J]. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth*, 2012;4(1):40-46.
- [24] Shoeib O, Burzotta F, Aurigemma C, et al. Percutaneous transcatheter aortic valve replacement induces femoral artery shrinkage: angiographic evidence and predictors for a new side effect. *Catheter Cardiovasc Interv*[J]. 2018,91(5):938-944.
- [25] Burzotta F, Aurigemma C, Romagnoli E, et al. A less-invasive totally-endovascular (LITE) technique for trans-femoral transcatheter aortic valve replacement[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2020,96(2):459-470.
- [26] Khubber S, Bazarbashi N, Mohanane D, et al. Unilateral Access Is Safe and Facilitates Peripheral Bailout During Transfemoral-Approach Transcatheter Aortic Valve Replacement[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2019,12(21):2210-2220.
- [27] Wolff G, Shamekhi J, Al-Kassou B, et al. Risk modeling in transcatheter aortic valve replacement remains unsolved: an external validation study in 2946 German patients[J]. *Clin Res Cardiol*. 2021;110(3):368-376.
- [28] Yatsynovich Y, Khattak H, Ali M, et al. Comparison of transcatheter aortic valve replacement risk score against currently accepted surgical risk models as predictors of 30-day mortality in transcatheter aortic valve replacement[J]. *J Interv Cardiol*, 2017,30(6):595-603.
- [29] Balan P, Zhao Y, Johnson S, et al. The Society of Thoracic Surgery Risk Score as a Predictor of 30-Day Mortality in Transcatheter vs Surgical Aortic Valve Replacement: A Single-Center Experience and its Implications for the Development of a TAVR Risk-Prediction Model[J]. *J Invasive Cardiol*, 2017,29(3):109-114.
- [30] Biancari F, Juvonen T, Onorati F, et al. Meta-analysis on the performance of the EuroSCORE II and the Society of Thoracic Surgeons Scores in patients undergoing aortic valve replacement[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2014,28(6):1533-1539.

- [31] Hosler QP, Maltagliati AJ, Shi SM, et al. A Practical Two-Stage Frailty Assessment for Older Adults Undergoing Aortic Valve Replacement[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2019,67(10):2031-2037.
- [32] Huang L, Zhou X, Yang X, Yu H. The impact of preoperative frailty status on outcomes after transcatheter aortic valve replacement: An update of systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018,97(51):e13475.
- [33] Salemi A, Worku BM. Standard imaging techniques in transcatheter aortic valve replacement[J]. *J Thorac Dis*. 2017,9(Suppl4):S289-S298.
- [34] Fox H, Hemmann K, Lehmann R. Comparison of transthoracic and transesophageal echocardiography for transcatheter aortic valve replacement sizing in high-risk patients[J]. *Echocardiogr*[J]. 2020, 18(1):47-56.
- [35] Jilaihawi H, Kashif M, Fontana G, et al. Cross-sectional computed tomographic assessment improves accuracy of aortic annular sizing for transcatheter aortic valve replacement and reduces the incidence of paravalvular aortic regurgitation[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012,59(14):1275-1286.
- [36] Binder RK, Webb JG, Willson AB, et al. The impact of integration of a multidetector computed tomography annulus area sizing algorithm on outcomes of transcatheter aortic valve replacement: a prospective, multicenter, controlled trial[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2013,62(5):431-438.
- [37] Neuburger PJ, Patel PA. Anesthetic Techniques in Transcatheter Aortic Valve Replacement and the Evolving Role of the Anesthesiologist[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2017, 31(6):2175-2182.
- [38] Covello RD, Landoni G, Michev I, et al. Percutaneous aortic valve implantation: the anesthesiologist perspective[J]. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth*, 2009,1(2): 28-38.
- [39] Mayr NP, Michel J, Bleiziffer S, et al. Sedation or general anesthesia for transcatheter aortic valve implantation (TAVI)[J]. *J Thorac Dis*. 2015,7(9):1518-1526.
- [40] 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]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2017,31(6):2049-2054
- [41] Hyman MC, Vemulapalli S, Szeto WY, et al. Conscious Sedation Versus General Anesthesia for Transcatheter Aortic Valve Replacement: Insights from the National Cardiovascular Data Registry Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology Transcatheter Valve Therapy Registry[J]. *Circulation*, 2017, 136(22):2132-2140.
- [42] Debry N, Delhaye C, Azmoun A, et al. Transcarotid Transcatheter Aortic Valve Replacement: General or Local Anesthesia[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(20):2113-2120.
- [43] Thiele H, Kurz T, Feistritzer HJ, et al. General Versus Local Anesthesia With Conscious Sedation in Transcatheter Aortic Valve Implantation: The Randomized SOLVE-

- TAVITrial[J]. Circulation,2020,142(15):1437-144
- [44] Neuburger PJ, Patel PA. Anesthetic Techniques in Transcatheter Aortic Valve Replacement and the Evolving Role of the Anesthesiologist[J].J Cardiothorac Vasc Anesth, 2017,31(6):2175-2182.
- [45] Villablanca PA, Mohananey D, Ramakrishna H. Comparison of local versus general anesthesia in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement: An updated meta-analysis[J].Catheter Cardiovasc Interv, 2018,92(5):1018-1019.
- [46] Goren O, Finkelstein A, Gluch A, Sheinberg N, Dery E, Matot I. Sedation or general anesthesia for patients undergoing transcatheter aortic valve implantation--does it affect outcome? An observational single-center study[J].J Clin Anesth. 2015,27(5):385-390.
- [47] Husser O, Fujita B, Hengstenberg C, et al. Conscious Sedation Versus General Anesthesia in Transcatheter Aortic Valve Replacement: The German Aortic Valve Registry[J].JACC Cardiovasc Interv,2018,11(6):567-578.
- [48] Wang HQ, Zhang X, Zhang TZ. Advances in the Anesthetic Management of Transcatheter Aortic Valve Implantation[J].J Cardiothorac Vasc Anesth, 2018,32(3):1464-1467.
- [49] Guarracino F, Baldassarri R. The Anesthetic Management of Transcatheter Aortic Valve Implantation[J].Semin Cardiothorac Vasc Anesth, 2016,20(2):41-146.
- [50] Melidi E, Latsios G, Toutouzas K, et al. Cardio-anesthesiology considerations for the trans-catheter aortic valve implantation (TAVI) procedure[J].Hellenic J Cardiol, 2016,57(6):401-406.
- [51] Kalich BA, Allender JE, Hollis IB. Medication Management of Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement[J].Pharmacotherapy, 2018,38(1):122-138.
- [52] Huded CP, Benck LR, Stone NJ, et al. Relation of Intensity of Statin Therapy and Outcomes After Transcatheter Aortic Valve Replacement[J].Am J Cardiol, 2017,119(11):1832-1838.
- [53] Rodés-Cabau J, Masson JB, Welsh RC, et al. Aspirin Versus Aspirin Plus Clopidogrel as Anti-thrombotic Treatment Following Transcatheter Aortic Valve Replacement With a Balloon-Expandable Valve: The ARTE (Aspirin Versus Aspirin+ Clopidogrel Following Transcatheter Aortic Valve Implantation) Randomized Clinical Trial[J].JACC Cardiovasc Interv, 2017,10(13):1357-1365.
- [54] Patel PA, Ackermann AM, Augoustides JGT, et al. Anesthetic Evolution in Transcatheter Aortic Valve Replacement: Expert Perspectives From High-Volume Academic Centers in Europe and the United States[J].J Cardiothorac Vasc Anesth. 2017,31(3):777-790.
- [55] Forrest JK, Mangi A, Vaitkeviciute I. Transcatheter aortic valve replacement: US experience[J].Curr Opin Anaesthesiol, 2015, 28(1):107-112.
- [56] Goeddel LA, Serini J, Steyn JW, et al. Transcatheter Aortic Valve Replacements: Current Trends and Future Directions[J].Semin Cardiothorac Vasc Anesth, 2019, 23(3):282-292.
- [57] Sherifi I, Omar AMS, Varghese M, et al. Comparison of transesophageal and transthoracic echocardiography under moderate sedation for guiding transcatheter aortic valve

- replacement[J].Echo Res Pract, 2018, 5(2):79-87.
- [58] Marino M, Lilie CJ, Culp WC Jr, et al. The Evolution of Echocardiographic Type and Anesthetic Technique for Transcatheter Aortic Valve Replacement at a High-Volume Transcatheter Aortic Valve Replacement Center[J].J Cardiothorac Vasc Anesth, 2019, 33(1):29-35.
- [59] Bleakley C, Monaghan M. 3D transesophageal echocardiography in TAVR[J]. Echocardiography, 2020, 37(10):1654-1664.
- [60] Goncalves A, Nyman C, Okada DR, et al. Transthoracic Echocardiography to Assess Aortic Regurgitation after TAVR: A Comparison with Periprocedural Transesophageal Echocardiography[J].Cardiology, 2017, 137(1):1-8.
- [61] Ruggeri L, Gerli C, Franco A, et al. Anesthetic management for percutaneous aortic valve implantation: an overview of worldwide experiences[J].HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth, 2012,4(1):40-46.
- [62] Martins A, Castro ML, Fragata I. Experiência Inicial de um Programa de TAVI: Análise da Decisão Anestésica e sua Evolução [Initial Experience of a TAVI Program: Analysis of the Anesthetic Decision and its Evolution] [J].Acta Med Port. 2019;32(2):126-132.
- [63] Billings FT 4th, Kodali SK, Shanewise JS. Transcatheter aortic valve implantation: anesthetic considerations[J].Anesth Analg, 2009,108(5):1453-1462.
- [64] Afshar AH, Pourafkari L, Nader ND. Periprocedural considerations of transcatheter aortic valve implantation for anesthesiologists[J].J Cardiovasc Thorac Res, 2016,8(2):49-55.
- [65] Lerakis S, Hayek SS, Douglas PS. Paravalvular aortic leak after transcatheter aortic valve replacement: current knowledge[J].Circulation, 2013, 127(3):397-407.
- [66] Kodali SK, Williams MR, Smith CR, et al. Two-year outcomes after transcatheter or surgical aortic-valve replacement[J].N Engl J Med, 2012;366(18):1686-1695.

个人简历及在读期间发表论文

个人简历

姓名:栗乐乐

性别: 女

民族: 汉

出生年月: 1994.08

籍贯: 河南省周口市

学习及实习经历:

2013. 09-2018.06	青海大学	麻醉学	学士学位
------------------	------	-----	------

2019. 09-2021.06	郑州大学	麻醉学	硕士学位
------------------	------	-----	------

在读期间发表论文:

动脉穿刺致桡动脉-头静脉瘘一例（《临床麻醉学》，已录用）

纳布啡和芬太尼在肝脏肿瘤射频消融术中安全性和有效性比较（《肿瘤基础与临床》，已录用）

致 谢

三年忽已逝，岁月蹉跎又蹉跎！在此，我要向所有帮助过我的人表示感谢！

首先感谢我的导师张伟教授！在这短短三年时间内，您不仅在学术上悉心教导，生活中更是关怀备至。在您的包容与教导下，我也终于完成了三年的研究生学习。行文至此，我的脑海里都是您的教诲。您严谨治学的精神、认真负责的工作态度、充满热情的生活态度都将影响着我以后的人生道路。三年的殷殷教诲和师生情谊，我将铭记在心。在此谨向您表示我最衷心的感谢！

感谢我的家人，你们是我一路走来精神力量来源。你们总是无条件的支持我做自己想做的事情。没有你们就没有今天的我！

感谢郑州大学第一附属医院麻醉与围术期医学部老师、师兄、师姐、师弟、师妹的陪伴与帮助！

感谢 2018 级麻醉班的兄弟姐妹的陪伴与帮助！

感谢室友三年给予我无限的鼓励和帮助！

感谢答辩委员会所有专家老师，你们辛苦了！