

关于行全面经食道超声心动图检查的指南：来自美国超声心动图学会 和心血管麻醉医师学会的建议

朱雯

上海复旦大学附属华山医院心内科超声心动图室

刘秀实

美国洛杉矶康柏心脏血管医疗中心

关键词：经食道超声心动图，全面检查

缩写

ACHD = 成人先天性心脏病 (Adult congenital heart disease)

ASE = 美国超声心动图学会 (American Society of Echocardiography)

AUC = 合理应用标准 (Appropriate use criteria)

AV = 主动脉瓣 (Aortic valve)

LA = 左房的 (Left atrial)

LAX = 长轴 (Long-axis)

LV = 左室的 (Left ventricular)

ME = 食管中段的 (Midesophageal)

MV = 二尖瓣 (Mitral valve)

PA = 肺动脉 (Pulmonary artery)

PFO = 卵圆孔未闭 (Patent foramen ovale)

PV = 肺动脉瓣 (Pulmonic valve)

RV = 右室的 (Right ventricular)

RVOT = 右室流出道 (Right ventricular outflow tract)

SAX = 短轴 (Short-axis)

SCA = 心血管麻醉医师学会 (Society of Cardiovascular Anesthesiologists)

TEE = 经食道超声心动图 (Transesophageal echocardiography)

TG = 经胃的 (Transgastric)

3D = 三维的 (Three-dimensional)

TTE = 经胸超声心动图 (Transthoracic echocardiography)

TV = 三尖瓣 (Tricuspid valve)

2D = 二维的 (Two-dimensional)

UE = 食道上段的 (Upper esophageal)

目录

简介	921
通用指南	922
培训和认证	922
TEE 指征	923
患者镇定的处理	927
镇定和麻醉	929
插入探头的技巧	930
仪器控制	930
仪器操作	931
全面成像检查	932
ME 切面	932
TG 切面	939
主动脉切面	941
经食道 3D 检查方案	942
特殊结构成像	942
MV	942
AV 和主动脉	945
PV	949
TV	950
评估心室大小和功能	951
LA 和肺静脉	953
右房和静脉连接	954
ACHD: TEE 成像流程	957
结论	959
参考文献	959

简介

经食道超声心动图（TEE）是一种非常重要的心血管成像工具。由于食道与心脏和大血管中大部分结构位置临近，使它成为很好的声窗，对于一些患者、一些特殊的诊断，以及很多经导管的心脏介入手术，TEE 均能较经胸超声心动图（TTE）提供额外的、更准确的信息。1971 年报道了首例食道超声用以评估主动脉弓的血流。¹随后在 1976 年和 1977 年分别报道了经食道的 M 型超声心动图²和利用机械扫描探头的二维（2D）成像技术。³现代 TEE 技术事实上起源于 1982 年，标志是具有相控阵探头和可操作尖端的可弯曲探头的出现，⁴最初是单一水平方向的探头（单平面），随后出现相互间呈直角的两个方向的探头（双平面），后来是探头尖端可旋转 180° 的可调节探头（多平面）。近来则已发展出能进行实时三维（3D）成像的经食道超声探头和系统，并得到广泛应用。

在 1999 年，美国超声心动图学会（ASE）和心血管麻醉医师学会（SCA）发表了行全面术中多平面经食道超声心动图检查的指南，^{5,6}定义并命名了 20 个经食道超声心动图切面，以方便这一影像学检查的培训、报告、存档、质控，并提供统一标准。尽管这一系列全面术中切面得到了广泛采用，但它们仍存在不少局限性。它们是为术中成像设定的，没有包含 TEE 其他应用中的一些重要切面。这 20 个切面没有针对任何特定的诊断，也没有包含一些对常见心脏疾病的充分检查所必需的切面。随着技术的飞速进步，TEE 已显示出在很多临床场合的作用，

⁷⁻¹² 包括手术室、重症监护室、导管室和门诊。所以，不论是对于心脏外科医生、麻醉科医生、心脏介入医生和临床心血管医生来说，TEE 都已成为必须的影像工具。因此，这版指南的目的是在以下情况中指导 TEE 的应用：

1. 诊断性 TEE：针对一个特定的诊断问题实施的 TEE 检查
2. 术中 TEE
 - a. 外科手术
 - b. 经导管手术

编写组声明，病人的个体特征、解剖变异、病理特点或行 TEE 检查的时间限制，对于能否完成本文件所描述检查的所有方面均可能产生影响。当然，初学者需要在一丝不苟的完善的全面检查和必须的变通间寻求平衡，而有经验的超声心动图医生则能在合理的时间内完成这里描述的全套检查。编写组同时也认识到可能存在其他完全可以接受的经食道超声心动图检查方法和切面，前提是它们能安全地提供相似的信息。另外，尽管本文件推荐了图像获取的方案，但不同指征下的检查顺序和应用切面的数量可能不同。对于某些指征建议采用附加的特殊切面，后者在本文中“特殊结构成像”部分中有描述。本文无意综述 TEE 的特殊指征，或是广泛地覆盖这一检查所能发现的异常。

本指南分为以下部分

1. 通用指南
 - a. 培训和认证
 - b. TEE 的指征
 - c. 镇定和麻醉
 - d. 探头插入和操作
2. 全面的经食道超声心动图检查
 - a. 全面的 2D 成像检查
3. TEE 对特殊结构的成像
 - a. 二尖瓣（MV）成像
 - b. 主动脉瓣（AV）和主动脉成像
 - c. 肺动脉瓣（PV）成像
 - d. 三尖瓣（TV）成像
 - e. 评估心室大小和功能
 - f. 左房和肺静脉
 - g. 右房和静脉连接
 - h. 成人先天性心脏病（ACHD）：经食道超声心动图成像流程

通用指南

培训和认证

表 1 总结了已发表的数个针对各科医生进行 TEE 培训和维持胜任资格的指南。¹³⁻¹⁶ 对于心脏科医生的 TEE 培训，掌握 TTE 是学习 TEE 的先决条件；这个要求不适用于麻醉医生的 TEE 培训。对于 TEE 的胜任通常要由成功完成训练项目并通过考试来达到。在 1998 年由 ASE 和 SCA 联合成立的国家超声心动图委员会提供了三类 TEE 考试和认证的途径：普通诊断超声心动图，高级围手术期

TEE，和基础围手术期 TEE。欧洲超声心动图学会和欧洲心脏麻醉医师协会提供的 TEE 认证则是通过多选的考试和提交由外部考察者评级的学习记录。而在美国心脏病学会针对超声心动图的临床胜任能力声明，¹⁷ 以及 ASE 和 SCA 质量持续改进建议和围手术期超声心动图指南中，¹⁸ 均可找到对 TEE 胜任能力维持的相关内容，同样总结在表 1 中。

对于 TEE 操作和读图以及成人围手术期超声心动图所要求的最低知识，可以在 ACC 的超声心动图临床胜任声明中找到（见表 2 和表 3）。¹⁷ 该文献建议在可能的情况下须行全面或完整的经食道超声心动图检查。本指南描述了全面经食道超声心动图检查。

TEE 的指征

TEE 在临床实践中有很多用途，后者可以分为普通指征和特殊操作指征（术中和其他操作引导）。本文献不针对基础围手术期 TEE，后者作为术中监护和评估血流动力学稳定性的非全面检查，已在最近发表的指南中覆盖。¹⁹ TEE 的一般指征列在表 4 中，但是由于用到超声心动图的疾病和临床情况的多样性，不可能给出包罗一切的详细指征列表。TEE 的指征包括了以下三大类情形：TEE 对于心脏和血管的新发现可以导致临床诊断和处理上的变化和调整；或者已做的 TTE 不可以确诊；亦或已经预见到 TTE 的质量多半不会有诊断价值而没有进行 TTE 检查。TTE 影像结果质量欠佳可能不具有诊断价值的情况包括但不限于：需要详细评估的结构异常在远场，例如主动脉、左心耳；评估人工心脏瓣膜功能；评估天然瓣膜的赘生物；评估瓣周脓肿（包括天然瓣和人工瓣）；及在重症患者中的各种应用。对于使用呼吸机的病人，胸部外伤、肥胖，或是不能左侧卧位的患者，经胸超声心动图的图像质量均会受影响。

特殊操作指征包括引导导管治疗，以及评估那些可能影响心脏外科手术的心脏结构和心脏功能。引导导管治疗的操作多半需要连续的成像，而应用于心脏外科手术 TEE 通常只在体外循环前和脱机后各进行一次评估。近期由美国麻醉医师学会和心脏麻醉医师学会撰写的实践指南²⁰ 为围手术期 TEE 的合理应用提供了基本的建议，目的是通过 TEE 的循证应用改善外科手术的结果。适用于应用 TEE 的特殊操作包括，一些心脏手术（比如瓣膜手术）、胸主动脉手术以及一些冠状动脉旁路移植术中，在全麻下而且未应用心腔内超声的情况下引导经导管的介入治疗（包括房间隔缺损封堵术或左心耳封堵术，但对于心律失常的治疗则不明确），非心脏手术时适用于当患者存在或疑诊为可能影响其结果的心血管疾病，以及重症患者当 TTE 无法提供诊断信息且 TEE 信息预期会改变预后处理时。

近来人们针对影像技术设计了合理应用标准（AUC）。AUC 的目标是对于应用诊断性试验和操作例如 TEE 的临床情况进行分类，并确定这类应用合理与否。虽然已发表文献中 TEE 的 AUC 说不上包罗万象，但已包含了临床实践中遇到的常见情况。最新版本的超声心动图 AUC²¹ 仅确立了 15 种将 TEE 作为首选的临床情况，其中未包含术中指征。该 AUC 的作者们声明他们的临床情况列表并不是毫无遗漏的，一些被评价为 TTE 适用的情况也适用 TEE。AUC 评级列表见表 5。鉴于 TEE 广泛的用途和滥用、非必要应用的潜在可能，AUC 法是考虑 TEE 指征时有价值的方法学。尽管 AUC 的方法学在经历修正，且描述合理性的术语在变化，其概念和 TEE 的推荐没有改变。²² 跨协会认证委员会声明：“作为进行中的质量改进计划的一部分，提供超声心动图检查的机构必须采纳由专业医学组织发表和/或核准的合理标准的评估……对 AUC 评估的记录是认证的强制要求。”²³

理解及遵守 TEE 的适应征和禁忌征仅是保证高水准的条件之一。多项研究记录了 TEE 的安全性问题，^{7,24,25} 近期有学者综述了 TEE 相关的并发症风险。²⁶ 表 6 列举了 TEE 的相对和绝对禁忌征。存在 TEE 相对禁忌征的患者应根据个案分析通过合理的谨慎操作（例如探头插入不超过食管中段，限制探头的操作等）是否能使该检查的获益大于潜在并发症的风险。只要是对于胃肠道症状或病变是否造成 TEE 检查的风险存疑时，强烈建议在该操作前获得消化科医生的认可。某些局部病变或系统性疾病可能会影响食道组织，增加 TEE 检查中的穿孔风险，包括射线辐射、累及食道的硬皮病和弛缓症。在考虑行 TEE 前，必须评估这些情况的严重程度是否对经食道超声心动图探头的使用造成绝对或相对的禁忌。TEE 的并发症会由于环境（术中 vs 门诊）²⁶ 和探头尺寸的不同而改变。文献报道中这些并发症的发生率部分罗列在表 7 中。^{7,24,25,27-31}

全面综述 TEE 实验室质量操作的所有方面已超出本文的范畴。已有专门的质量指南针对实验室构成（实验室物理结构、仪器、医生训练和认证），成像过程（患者选择、图像获取、图像解读、结果沟通），和质量评估。³²

处理病患的清醒镇定

TEE 是一种半侵入性的操作，对于员工培训的要求有明确的标准。¹⁵ 当患者行 TEE 时可将其按以下三类的划分处理镇定：（1）清醒的患者（不论来自门诊或病房），（2）重症监护室机械通气的患者，以及（3）手术室中的麻醉病人。本章节针对的是在超声心动图实验室接受该检查的患者所行的清醒（中度）镇定。对于上述所有三类对象，都必须在操作前进行评估和规划，以保证操作的安全进行。指导由非麻醉医生施行镇定和镇痛的实践指南^{6,33} 将中度镇定定义为对于语言和触觉刺激能有效地应答，且有自主呼吸，无需气道支持（即下颌挺伸）。跨协会认证委员会指南涉及了成人 TEE 的实验室认证要求。²³ 组织认证医院和机构是根据特定的执行标准，后者是关于镇定原则、实验室人员配备和仪器设备。

在确认指征的合理性并接受检查的申请后，就可以预订病人的检查。经食道超声心动图大多是在镇定的情况下进行的，通常应用中度镇定标准。行镇定后检查的患者须在检查前至少 6 小时禁食禁饮（除清液外），检查前 3 小时则全面禁水。³⁴ 存在胃排空延迟或其他吸入风险的患者可能需要空腹时间更长，或在操作前服用甲氧氯普胺等药物，以使胃内容物残留和吸入的风险降至最低。可以告诉患者在平时服药的时间喝一小口水服用药物。行经食道超声心动图时要求建立静脉通路，并建议用左臂以便评估心内分流时候注射造影剂的需要。该建议是建立在永存左上腔的高发生率（进行心脏评估的人群中高达 4.3%）的基础上，^{35,36} 否则当患者处于左侧卧位时则优先选择右臂。最常使用的是 20 号针头套管。

医生需要筛选患者，以发现那些对清醒镇定存在禁忌或增加风险的医学问题。建议采用美国麻醉医师学会身体状态分级作为操作前筛选的一部分（表 8）。

对于根据美国麻醉医师学会的术前风险评估三级或更高的患者（ASAIII 或更高）需考虑在标准监控的同时采用心电图连续监测，原因是他们发生心肺并发症的风险更高。还需要回顾患者的过敏史，以及当前或近期服用的可能影响镇定的药物、酒精或消遣性兴奋剂（即毒品）。操作室必须足够大，以便容纳按上述规定所要求的人员、患者用的担架床、监护仪、超声心动图设备。该房间必须配备吸氧和负压抽引装置。以防万一出现呼吸衰竭所需的人工气道装置（气管内插管和喉镜），以及高级心血管生命支持方案所需的急救药品，都必须方便取得。此外，应该备用亚甲蓝、氟马西尼、纳洛酮等拮抗剂。

除了整体健康状况，操作者还需要进行气道检查，以发现那些气道容易梗阻的患者，因为他们属于镇定的高危人群。尽管这种方法并不完美，麻醉医师一直沿用 Mallampati 气道分类系统²¹ 在使用任何麻醉药品前评估患者，包括清醒镇定。在大多数情况下，I 级气道可以方便地采用面罩通气和插管，对 IV 级气道进行通气和/或插管则有困难。除了这项评估，临床医生还应确认颈活动范围和口腔张合是否充分。对于肥胖和颈活动受限的患者，如果从下颌到舌骨的距离少于三指宽，则存在面罩通气和/或插管的困难。

在镇定药物的使用之前，须计算改良 Aldrete 评分（表 9）。³⁷ 清醒镇定通常评分应在 9 或 10，小于 9 则是过度镇定。患者在离开超声心动图实验室恢复区前须恢复到基线水平。哪怕是短效药物的代谢也需要几个小时，门诊患者不应驾驶，而是由其他人驾车帮他们安全到家。实验室必须有清醒镇定的制度，所有医疗和技术员工都应熟悉并遵守上述制度和规定，并有针对性清醒镇定的持续医学教育，以保证对患者的最佳护理。应有足够的人员，在协助医生使用超声设备的同时，保证患者监护和镇定药物的使用。许多实验室是由注册护士来实施镇定并监护患者。

清醒镇定情况下的监护至少包括对心率、无创血压、呼吸频率和氧饱和度的监测。须避免血压或心率的显著变化，尤其是有些患者就是为了确诊血流动力学是否异常（即瓣膜狭窄和反流）而检查，上述血压和心率的显著变化会影响到血流动力学。强烈建议对于清醒镇定且有呼吸系统并发症风险的患者使用二氧化碳监护，后者对于深度镇定和麻醉是必需的。

在操作过程中，须对患者的生命体征、氧饱和度和临床稳定性进行周期性的评估并记录。应持续监护患者的生命体征直到它们回到基线水平，氧饱和度在未额外供氧的情况下回到基线，且患者完全苏醒为止。须有针对该操作特定的出院标准和随访规定。应确保万一患者出现并发症或存在疑虑时知道该联系谁。

镇定和麻醉

接下来的章节是针对目前实施全面经食道超声心动图检查时镇定和麻醉实践的总结。读者应理解的一个问题是组织认证医院和实验室是根据特定的执行标准，后者是关于镇定原则、实验室人员配备和仪器设备，而每个实验室都有自己的制度。下面所说的内容是作为指南，而非替代这些已建立的制度。

清醒状态的患者通常在镇定药物使用前先采用口咽麻醉，使用局麻药进行表面麻醉。最常用的药物包括苯佐卡因、西他卡因或利多卡因胶浆。尽管使用表面麻醉剂是已被接受的广为应用的方法，可是它的效力在内镜人群中的研究获得的结果却是褒贬不一的。³⁸ 一项随机、双盲、安慰剂对照的研究显示，单独在口咽部使用表面麻醉（不用静脉内镇定药物）后行内镜与仅使用安慰剂相比能减少插管带来的不适感，但仅限于年轻患者和第一次检查的患者中。³⁹ 多项关于患者偏好⁴⁰ 和操作耐受性⁴¹ 的前瞻性研究倾向于使用表面麻醉。表面麻醉可以选择多种药物，喷雾、漱口、涂抹或锭剂均可。Smith 等人⁴² 认为，尽管效果相当，患者相比漱口更喜欢喷雾给药。两种方法都存在优点和缺点。喷雾给药能直接到达咽后壁，但是可能会误吸，导致不能控制的咳嗽或喉部的麻醉，增加吸入的风险。凝胶的使用减少了麻醉药的吸收，但可能导致整个口咽的麻醉不充分；也有直接在咽部涂抹使用凝胶的。医生-患者的互动和语言的镇定作用不应被轻视。

由于过度使用苯佐卡因而导致高铁血红蛋白血症的风险很罕见（0.07%-0.12%），可能与一系列的临床因素有关，包括年龄、药物剂量、酶缺乏、

营养不良、粘膜侵蚀、住院、败血症和贫血。^{43,44}高铁血红蛋白血症（高铁血红蛋白水平 > 1.5%）的症状和体征包括呼吸困难、恶心、心动过速、紫绀，以及通过脉搏血氧测定发现的氧饱和度降低。高铁血红蛋白水平升高的动脉血呈特征性的巧克力棕色，而非正常的亮红色含氧动脉血。严重的高铁血红蛋白血症（高铁血红蛋白水平 > 55%）会导致昏睡、木僵，以及意识状态持续恶化，因此这种获得性疾病须得到紧急治疗。更高水平（高铁血红蛋白水平 > 70%）则会导致心律失常、循环衰竭、神经性抑郁，以及死亡。⁴⁵

高铁血红蛋白血症的治疗包括补充性供氧以及亚甲蓝，后者用 1%溶液（10mg/mL）1 到 2mg/kg 缓慢静推（时间大于 5 分钟），随后用生理盐水静脉冲洗。⁴⁵要注意亚甲蓝在服用选择性 5-羟色胺再摄取抑制剂的患者中会引起 5-羟色胺综合征，因此应避免在该类患者中使用。对舌、腭、扁桃体支柱和咽后壁的充分表面麻醉能方便探头的通过，尽可能减少静脉镇定药物的用量。全麻患者不需要局部的表面麻醉。重症监护室的机械通气患者则可能获益于表面麻醉剂，因为后者可以减少或消除额外使用镇定药物的需要。有些患者在充分表面麻醉的基础上可以不经静脉镇定就耐受 TEE。

经食道超声心动图最常用的镇定药物是苯二氮卓类，因为它们有抗焦虑作用，咪达唑仑是其中的最佳选择。咪达唑仑起效快（1-2 分钟），作用时间短（通常是 15-30 分钟），且致遗忘的作用较其他苯二氮卓类更强。地西泮和劳拉西泮也可以使用，但是作用时间较长，可能导致恢复和出院时间的延长。孕期应禁用苯二氮卓类，尤其是在前三个月，因为其已知的胎儿致畸风险。所有药物的剂量均须根据患者病史和整体健康状况决定。老年患者有发生谵妄和意识紊乱的风险，应减少苯二氮卓类药物在该类患者中的用量。对于体弱或年老，且没有长期应用苯二氮卓类治疗的个体，咪达唑仑的起始剂量要小，并慢慢地逐渐增加剂量，直到达到合理的抗焦虑和镇定水平。也可以通过应用表面麻醉剂加小剂量镇痛药来避免苯二氮卓类的使用，同时护理团队的细心关怀和迅速检查的配合。大部分实验室都有镇定药物最大剂量的使用规定，不论是否达到应有的镇定水平；超出该剂量则应咨询麻醉师。

阿片类常在该操作中作为辅助用药，用以抵消探头插入和操作带来的不适。阿片类和苯二氮卓类具有协同作用，同时使用时须谨慎。芬太尼和哌替啶是最常用的镇定药物，但是哌替啶的应用已逐步减少，原因是它更易导致呼吸抑制的发生，以及肾功能不全的患者由于活性代谢产物的累积而有禁忌。总体来说阿片类有发生呼吸抑制、恶心和呕吐的风险。体弱或年老的患者，起始剂量应减半。长期用苯二氮卓类或阿片类的患者应在检查前使用常规剂量，他们会有耐药性，应采用较高的起始剂量和总剂量来达到相同的终点。

异丙酚是一种经静脉的镇定催眠药，由于剂量相关的呼吸暂停风险高，且需要气道干预，非麻醉医师通常不用。许多州立法禁止由非麻醉医师在除机械通气外的患者中使用异丙酚。尽管费用较高，TEE 和内镜操作中用异丙酚镇定的优势在于它能快速达到镇定，恢复时残留的镇定相关副作用较少，与苯二氮卓类-麻醉药组合相比不增加心肺并发症。⁴⁶如要应用异丙酚，超声心动图实验室必须事先与麻醉师协调。还未有研究比较这种方法与传统镇定药物的成本-效益比和效果。

苯二氮卓类和阿片类均有静脉拮抗剂（分别是氟马西尼和纳洛酮）。而异丙酚没有拮抗剂，只能靠药物代谢。氟马西尼的起始剂量是 0.2mg，以后每分钟增加 0.2mg 直至达到逆转效果。长期用药的患者有出现撤药后癫痫的风险。氟马

西尼的作用持续时间是 10 到 15 分钟，因此用药后应监测 30 分钟以上来确保患者没有发生再次镇定。纳洛酮用于拮抗吗啡类药物引起的呼吸暂停剂量为 0.4mg，对于倾向于要求部分阿片类逆转的患者可以减量。起始剂量是 0.1mg，每分钟加一次量，直到呼吸频率 > 12 次/分，患者恢复自主呼吸和合适的意识水平。

探头插入的技巧

充分使用表面麻醉剂后，应在实施清醒镇定前在病人口中放置咬口器。患者通常采用左侧卧位，检查医生面向患者站在检查床的左手边。在探头插入前，心超医生应检查探头有无明显的损坏，确认它的功能正常，且处于非锁定位。经食道超声心动图探头是沿咽后侧插入，因此探头应处于轻微的前倾角度。患者会被要求配合吞咽，探头在此过程中沿食管的中间位置前进。要确保在这一动作时探头处于中间位置以及喉的中线，以避免探头误入梨状隐窝。当咬口器处于正确位置时，可以安全地将一至两根手指探入口腔引导探头朝向中线位置，还可以在舌头阻塞通道时将它压下。一小部分患者在中度镇定的状态下不能耐受探头的放置。如果需要深度镇定，或可以预测到血流动力学不稳定，或是之前操作中达到充分镇定有困难，比较谨慎的做法是要求麻醉师的支持，并且考虑在有强化监护设施（例如麻醉后恢复室或重症监护室）的环境下实施该操作。

外科术中行 TEE 的患者通常是全麻并气管插管的。在重症监护室且采用机械通气的患者已被不同程度地镇定，可能需要附加药物方便探头通过；这些患者中表面麻醉剂的使用应是合理的。插管病人中 TEE 探头的放置需要与清醒病人不同的操作手法，必须小心不要让气管内插管移位。可能需要呼吸治疗师或是其他有能力操作和监控呼吸机的专业人士。头部过度移动可能会导致气管内插管的移位，应该以在手术室中同样的方式放置探头，随后患者仍可以转向左侧卧位以方便检查。哪怕在麻醉状态下的患者也建议使用咬口器，因为术中中并不一定使用神经肌肉阻滞剂。

患者在手术室中因为手术的要求而保持仰卧位。经食道探头通常自床的头侧放置，探头轻微前倾。咬口器的放置应在探头放置完成后，因为放置咬口器的动作会导致舌向后移位，阻塞探头的通过。将下颌向前并向下方提拉通常能打开口腔并使得舌向前移位，方便探头的放置。可以使用喉镜以方便探头插入食道，或者在麻醉病人中可以用手指引导探头进入后窝。如果未使用咬口器，在将手指插入口咽前应确保患者处于深度麻醉或已使用肌松剂达到化学性瘫痪。

门诊和非卧床患者经食道超声心动图检查结束时，应确保生命体征恢复到与基线水平偏差 10%之内才能允许患者回家或回病房。采用改良 Aldrete 评分来评估镇定后的精神状态是否恢复到基线。患者应在 ≥1 小时的时间内禁食禁水，直到所有的局部麻醉药和镇定药物都代谢掉，以减少误吸的风险。如患者出现持续大于 1 天的吞咽痛或吞咽困难，应建议他们联系医生，因为 TEE 引起的软组织或食道损伤的风险虽低但仍然存在。

仪器控制

行 TEE 操作的医生须同时熟悉超声系统的控制和超声图像质量的优化。当对心脏行 TEE 检查时，探头首先要移动到食道或胃的相应位置。图像的获取是依靠操作探头时观察图像变换完成的，而不应依赖于探头上的深度标记或探头的角度图标。尽管本文提供了每个切面图像最常见的探头位置和角度，但最后对图

像的调整是依靠它所显示的解剖结构。应认识到食道和心脏的解剖关系是存在个体差异的；有些患者的食道接近房室沟的侧方，而另一些则直接位于左房的后方。获取需要的切面时应考虑到这种关系。如果可能的话，每个结构应采用多个图像平面和一个以上的探头位置来检查。标准的多平面经食道超声心动图仪能获取 2D 或断层图像平面。应操作探头和/或换能器，在整个心脏的范围内移动图像平面，从而达到全面检查的目的。近来出现了的 3D 全采样矩阵阵列经食道超声心动图探头，除了能获得实时 3D 图像，还能实现多平面同时成像。

仪器操作

以下术语是用来描述探头及换能器在获取图像的过程中所能采取的四种操作（图 1）。假设患者处于标准的解剖位置仰卧位，图像平面是由食道向前穿过心脏。以心脏为参照物，上即朝向头侧，下即朝向脚侧，后即朝向脊柱，前即朝向胸骨。而除非注明是指显示的图像，右和左指患者的右边和左边。首先，将探头尖端向远端推送到食道或胃的某个深度，这叫探头前进，而将尖端往相反方向或近端回拉则称为回撤。其次，可以手动将探头转向患者的右面或左面。在食道内顺时针转动探头，使其前方朝向患者的右侧称为右转；而逆时针转动则称为左转。第三，探头尖端可以朝四个方向弯曲，通常用探头手柄上的两个控制轮操控。较大的控制轮用于前后方向的运动，较小的则是左右方向。用大控制轮使探头尖端向前弯曲叫做前倾，向后弯曲叫后弯。当探头面向前方时，使用小控制轮向患者右侧弯曲探头尖端叫右屈，向患者左侧弯曲叫左屈；甚至当探头旋转后（不再面向前方）仍采用这两个术语。右或左屈必须与将探头右转或左转相区别。当探头右转时是顺时针旋转的，左转则是逆时针旋转。当探头前进或回撤时不应有朝向任何方向的过分弯曲，这样能使得施加在食管壁上的压力最小化，减少食管创伤的发生。最后，探头的图像平面可以通过手柄上的按钮以电子方式自 0° 到 180° 轴向转动。这称为前旋，反向朝 0° 旋转称为回旋。

之前的指南中已描述了图像显示（图 2）的常规。⁵ 探头位置在图像的顶部，近场（扇尖）靠近探头，远场在底部。当探头角度为 0°（水平或横断面），图像平面由食道向前穿过心脏时，患者的右侧出现在图像的左侧（图 2A）。前旋探头角度至 90°（垂直或长轴平面）将图像的左侧向下移，朝向脊柱方向（图 2B）。因此旋转呈“逆时针”方向，正如屏幕上通常都有的图标所显示的。旋转 180° 则使得患者的左侧位于图像的左侧，即 0° 的镜像（图 2C）。

多平面同步成像是矩阵阵列探头所特有的，能在双屏幕上同时显示两个实时 2D 图像。第一个（原始的）图像是参考切面，第二个切面通常是与原始切面垂直的（旋转 90°）。但第二切面可以由检查者调整到与原始切面呈 0° 到 180° 夹角的任意平面。

90° 正交平面是假设由原始切面前旋 90° 获得的。因此，一旦原始切面旋转到 90°，多平面法的正交切面则会与标准单平面图像“相反”。图 3 显示了由多平面同步成像方法获得的标准的原始左室（LV）观和相应的第二切面。由于单平面成像和多平面同步成像时旋转的区别，在需要精确显示解剖时应注意第二切面的方向。

全面成像检查

先前由 ASE 和 SCA 编写的指南描述了在全面术中多平面 TEE 检查中获取 20 个切面的操作技巧。⁵ 随着技术的进步和 TEE 指征的扩展，全面检查所包含

的切面也增加了。全面检查仍可使用三个胃肠道中的基本位置（图 3B）：食管中段（ME），胃底（TG），和食管上段（UE）水平。除原有的全面经食道超声心动图的图像外增加了 8 个切面，以便获得全部的四个瓣膜、四个腔室和大血管的多种长轴和短轴观（表 10）。使用具有多平面同步成像功能的 3D 技术则能使图像的获取更高效。

下述的全面成像检查是按推荐顺序描述的。TEE 的临床指征应是决定先获取哪些切面观的首要决定因素，同样也决定了须从每个切面观所获得的细节水准。另一个重要的信息是，针对特殊结构进行全面检查时可能需要增加下述 28 个切面之外的附加图像。此外，下面所提供的探头旋转角度只是大致的，同时针对个别患者可能还需要额外的操作，例如右或左屈、前倾或后弯以及探头的转动，以获得最佳的成像。后面一章节“特殊结构成像”讲解了部分附加切面。在后面的讨论中，MV 瓣叶的分区根据 Carpentier 等人⁴⁷的分区法在图 4 中图示。

1. ME 五腔观（视频 1[所以视频在 www.onlinejase.com 上提供]）

探头最初进入食道后，逐渐前进直到图像中出现 AV 和左室流出道，此时探头深度约为 30cm。轻微地改变探头角度（旋转 10°）以优化 AV 和左室流出道的显示。该切面能同时显示左房、右房、LV、右室、MV 和 TV，因此名为“ME 五腔观”。该切面能显示 MV 的 A₂-A₁ 和 P₁-P₂ 区（在图像上从左到右）以及 AV 三个瓣叶中的两个。彩色多普勒血流图可以帮助明确主动脉瓣、二尖瓣和三尖瓣反流。由于该切面不能显示两个心室的真正心尖，对于心室整体和局部收缩功能的评估可能受到限制。

2. ME 四腔观（视频 2）

探头自 ME 五腔观缓慢前进到 30 至 35cm 的深度，直到清晰地显示出 MV。调整图像深度，直到确认观察到 LV 心尖。要注意该切面比 ME 五腔观要深，不能看到 AV 和左室流出道。另外，探头角度可能要旋转到 10° 到 20°，以消除图像中的 AV 和左室流出道，并最大化三尖瓣瓣环的直径。为了对齐 MV 和 LV 心尖，可能需要探头作轻微的后弯。显示的结构包括左房、右房、房间隔、LV、右室、室间隔、MV（A₃A₂ 和 P₂P₁ 区），和 TV。TV 的隔瓣毗邻室间隔，靠近扇角的右侧，后瓣靠近右室（RV）游离壁，在扇角的左侧。用双平面同步成像得到该切面的正交切面是 ME 两腔观（图 3）。ME 四腔观是评估心脏解剖和功能的最全面的切面观之一。将探头左转（逆时针）主要显示左心结构，右转（顺时针）则主要显示右心结构。自该切面获取的诊断信息包括 MV 和 TV 的功能和评估局部 LV（后间隔和前侧壁）和 RV（侧壁）功能。彩色多普勒血流图能帮助确定二、三尖瓣反流，以及某些患者的主动脉瓣反流。探头略微前进后能显示冠状静脉窦长轴（LAX）观，紧靠 TV 隔瓣于室间隔附着点的上方（见右房和静脉连接一章）。

3. ME 二尖瓣交界观（视频 3）

自 ME 四腔观旋转探头角度至 50° -70° 间即可获得 ME 二尖瓣交界观。图像显示的 MV 分区为（自左向右）P₃-A₂-P₁，虽然临近的 A₃ 和 A₁ 也经常显示出来（P₃-A₃A₂A₁-P₁）。从中间位置将探头左转（逆时针）即显示后叶的全长（P₃P₂P₁），右转（从中间位置顺时针）即显示前叶全长（A₃A₂A₁）。⁴⁸ 探头的大幅度右转或左转则能看到部分 MV 瓣环（或人工瓣的缝合环）。此外，ME 二尖瓣交界观中可以突出显示前外和后内乳头肌及相应的腱索。自该切面获得的诊断

信息包括 LV 局部功能（前/前侧壁和下壁/后侧壁）和 MV 功能。双平面同步成像获得的正交切面是 ME LAX 观（图 3）。彩色多普勒血流图能用来帮助确定交界处的二尖瓣反流束。

4. ME 两腔观（视频 4）

从 ME 二尖瓣交界观旋转探头角度至 80° 到 100° 即能获得 ME 两腔观。可以观察到的结构包括左房、左心耳、LV 和 MV（P₃-A₃A₂A₁）。自该切面获取的诊断信息包括局部 LV 功能（前壁和下壁）和 MV 功能。观察 MV 的多普勒彩色血流图以明确瓣膜的病理（反流和/或狭窄）。可以看到冠状静脉窦的短轴（SAX）观，紧靠 LV 下壁基底段的上方。双平面同步成像获得的正交切面是 ME 四腔观（图 3 和 4），但是左心在图像的左边（0° 的镜像）。在探头的这个角度右转（顺时针）能获得 ME 双腔静脉观（见下述#13 切面），左转（逆时针）则获得 ME 左心耳观（见下述#15 切面）。

5. ME LAX 观（视频 5）

自 ME 两腔观将探头角度转向接近 120° 到 140° 间，显示 ME LAX 观，后者与经胸 LAX 或三腔观方向相同。可观察到的结构包括左房、LV、左室流出道、AV、升主动脉近端、冠状静脉窦和 MV（P₂-A₂）。自该切面获取的诊断信息包括局部 LV 功能（后侧壁和前间隔）和 MV 及 AV 功能。同时还能显示室间隔膜部和正对右室流出道（RVOT）的右室壁。双平面同步成像获得的正交切面是 ME 二尖瓣交界观（图 3 和 4），但是 LV 前壁/前侧壁显示在图像左边（60° 切面的镜像）。可以用彩色多普勒血流图评估主动脉瓣反流。

6. ME AV LAX 观（视频 6）

从 ME LAX 观将探头略微回撤，但仍然保持探头角度为 120° 到 140° 即能获得 ME AV LAX 观。可能需要将探头略右转（顺时针）来微调。减少图像的深度能将图像聚焦于左室流出道，AV 和近端主动脉，包括瓦氏窦、窦干结合处，以及长度不一的管状升主动脉。该切面可用于评估 AV 功能和测量瓣环及窦干结合处直径。靠前（远场）的 AV 瓣叶是右冠瓣，该切面还经常能显示右冠开口。后方（近场）的瓣叶可能是无冠瓣或左冠瓣，取决于声窗；但如果图像完美地以主动脉为中心，则图像平面可能在这两个瓣叶之间。双平面同步成像获得的正交平面是 ME AV SAX 观（见下述#10 切面），但此时左心是在图像的左边（0° 切面的镜像）。多普勒彩色血流图能用来评价主动脉瓣反流以及右冠开口的血流。

7. ME 升主动脉 LAX 观（视频 7）

从 ME AV LAX 观将探头回撤，通常回旋到接近 90° 到 110° 之间，可得到 ME 升主动脉 LAX 观。该切面能评估近端升主动脉。该切面中右肺动脉（PA）位于升主动脉的后方。尽管该切面中主动脉血流通常是与声束方向垂直的，彩色多普勒在某些病理情况下仍是有用的。如果把右肺动脉的 SAX 图像（位于近场）放到屏幕中央，将探头左转（逆时针），并可能需要轻微后弯，可以看到主肺动脉和 PV 的 LAX 图像。该切面将声束方向对准 PA 血流，在该切面获取 RVOT、PV 或主 PA 的脉冲波、连续波和彩色多普勒都是最佳的。双平面同步成像获取的 ME AV LAX 的正交切面是 ME 升主动脉 SAX 观（见下述#8），但是左心在图像的左边（0° 时的镜像）。

8. ME 升主动脉 SAX 观（视频 8）

自 ME AV 和升主动脉观，将探头回旋至约 0° 至 30° 间能获得 ME 升主动脉 SAX 观。除外升主动脉和上腔静脉的短轴，还能看到主 PA 和右肺动脉。将探头从中间位置左转（逆时针）可以显示 PA 分叉；从中间位置右转则能扩大右肺动脉的显示范围。由于左主支气管的遮挡，左肺动脉是很难显示的。有些患者还能在这一切面观察到 PV。双平面同步成像获得的正交切面是右肺动脉的 90° 切面（ME 升主动脉 LAX，#7 切面）。PA 的脉冲波、连续波和彩色多普勒可能会有用。仔细探查还能看到左冠状动脉近端，以及左前降支和旋支的分叉处。

9. ME 右肺静脉观（视频 9）

从 ME 升主动脉 SAX 观（通常在 0°）前进探头并右转（顺时针）能获得 ME 右肺静脉观。下肺静脉的血流通常垂直于声束方向，但是上肺静脉血流则与声束方向平行，可以在该切面行多普勒探查。除了右肺静脉还能看到上腔静脉（SAX 观）和升主动脉（SAX 观）。另一个可以在 90° 到 110° 间显示右肺静脉的方法是先获得 ME 双腔静脉观（下述#13 切面），然后将探头右转（顺时针）。正交切面是下述 ME 右肺静脉观（#14 切面）。还要指出的是左肺静脉可以通过将探头左转（逆时针）显示，就在左心耳旁边。

10. ME AV SAX 观（视频 10）

自 ME 右肺静脉观，转动探头（左转，逆时针）将主动脉放到图像中央（如在 ME 升主动脉 SAX 观中），然后前进并将探头角度旋转到 25° 至 45° 之间，获得 ME AV SAX 观。可能需要轻微的前倾。对于三叶瓣，左冠瓣位于后方（近场）并在图像右侧，无冠瓣靠近房间隔，右冠瓣则位于前方（远场），靠近 RVOT。该切面可以评估 AV 形态和功能。此外，略微回撤则能看到左冠状动脉（起自左冠窦）和右冠状动脉（起自右冠窦）。除了 AV 外，还能看到 LA、房间隔和右房靠上的一部分。房间隔这一靠上部分的重要性在于，可以看到并不罕见的卵圆孔未闭（PFO）的分流。此外，还能在远场看到 RVOT 和 PV。彩色多普勒（合适的时候还应加上脉冲波和连续波多普勒）须用于评估图像上的所有结构。双平面同步成像获得的正交平面是 ME AV LAX 观（#6 切面）。

11. ME 右室流入-流出道观（视频 11）

自 ME AV SAX 观，轻微前进探头并且旋转探头角度至 50° 到 70° 之间，直到显示 RVOT 和 PV，即能获得 ME 右室流入-流出道观。该切面上观察到的结构包括左房、右房、房间隔、TV、RV（在图像左侧）、RVOT（在图像右侧）、PV 和近端（主）肺动脉。自该切面可评估 RV 大小和功能（通过 RVOT 直径）、TV 形态和功能，以及 PV 形态和功能。应对两个瓣膜行彩色多普勒及频谱多普勒检查。

12. ME 改良双腔静脉 TV 观（视频 12）

自 ME RV 流入-流出道观保持探头角度在 50-70° 间，将探头右转（顺时针）直到 TV 首先在图像中心，即得到 ME 改良双腔静脉 TV 观。可以清晰显示左房、右房、房间隔、下腔静脉和 TV。偶尔还能看到右心耳和上腔静脉。由于 TV 隔瓣径向较短，许多三尖瓣反流束是偏心的，朝向房间隔；而该切面的 TV 隔瓣是正面显示的，朝向房间隔的反流束可能平行于声束方向。正交平面（位于~120°

-140°) 是 TV 的 LAX 观, 同样可显示偏向内侧的反流束, 平行于声束方向。应在这些切面观使用彩色多普勒和频谱多普勒 (尤其是连续波多普勒)。

13. ME 双腔静脉观 (视频 13)

从 ME 改良双腔静脉 TV 观, 将探头角度前旋至 90° 到 100°, 然后将探头右转 (顺时针) 即获得 ME 双腔静脉观。该切面显示的是左房、右房、下腔静脉、上腔静脉、右心耳和房间隔。应观察房间隔的活动, 因为房间隔瘤可能与房水平分流有关。在该切面观上应评估房间隔形态和功能。此外, 上下腔静脉的血流也能很好地显示。双平面同步成像获得的正交切面是聚焦在房间隔上的 ME 四腔观。进一步右转 (顺时针) 并轻微回撤探头则能观察到右肺静脉 (与上述#9 切面垂直)。

14. ME 左右肺静脉观 (视频 14)

探头角度在 90° 到 110° 间能显示左或右肺静脉。自 ME 双腔静脉观进一步右转 (顺时针) 探头能显示右肺静脉, 右上肺静脉在图像右侧。探头左转 (逆时针) 则使图像平面穿过整个心脏 (通过左房) 得到 ME 左肺静脉观。左上肺静脉在图像右侧, 且血流通常与声束方向平行, 能得到准确的频谱多普勒评估。

15. ME 左心耳观 (视频 15)

自 ME 左肺静脉观 (探头角度为 90° 到 110°) 将探头右转 (顺时针), 并可能需要略微前进和/或前倾, 即能切到左心耳, 获得 ME 左心耳观。左上肺静脉也经常能同时显示。由于左心耳复杂多变的解剖, 全面评估其形态通常应在多个切面观显示左心耳。应在成像时自 90° 到 0° 回旋, 和/或应用多平面同步成像。彩色多普勒和脉冲波多普勒也可能有用, 尤其是要评估排空速度时。

16. TG 基底段 SAX 观 (视频 16)

自 ME 观, 探头角度 0° 到 20° 间, 伸直探头, 前进至胃, 通常在达到 TG 水平前先观察冠状静脉窦、下腔静脉、肝静脉的血流。然后探头前倾来得到 TG 基底段 SAX 观。该切面在 TG 水平显示经典的短轴观或 MV 的“鱼嘴”形, MV 前叶在图像左面, 后叶在右面。内交界在近场, 外交界在远场。该切面可以评估 MV 形态和功能, 以及 LV 大小和功能。双平面同步成像获得的正交切面是 LV 基底段两腔观 (#22 切面)。在该切面行 MV 的彩色多普勒成像能帮助描述反流口的形态。

17. TG 中间段乳头肌水平 SAX 观 (视频 17)

保持接触胃壁的同时, 将在 TG 基底段 SAX 观前倾的探头恢复较中间的位置, 或是将探头进一步在胃中前进获取 TG 乳头肌水平 SAX 观。合适的探头位置可能需要多种探头操作, 尝试不同的深度和不同程度的前倾。探头角度通常应保持在 0° 到 20°。TG 乳头肌水平 SAX 观提供重要的诊断信息, 尤其是对于评估 LV 大小、容量状态和整体及局部功能非常有帮助。这是术中监测 LV 大小和功能的首选 TG 观, 因为该切面能同时看到由前降支、旋支和右冠供血的心肌。自该切面将探头右转通常能显示右室中间段的 SAX。

18. TG 心尖 SAX 观 (视频 18)

自 TG 乳头肌水平 SAX 观 (0° - 20°)，在保持接触胃壁的同时前进探头，获得 TG 心尖 SAX 观。右转（顺时针）即能在该切面看到 RV 心尖。该切面能评估左右心室的心尖节段。

19. TG RV 基底观（视频 19）

回到 TG 基底段 SAX 观（前倾，探头角度在接近 0° 到 20° 间），将探头右转（顺时针），即获得 TG 基底 RV 观。该切面显示 TV 的 SAX 观和 RVOT 的 LAX 观。双平面同步成像获得的 TV 的正交切面是 TG 右室流入道观（下述#23 切面），而 RVOT 的正交切面是 TG 右室流入-流出道观（下述#20 切面的镜像）。该切面的 TV 彩色多普勒血流图能帮助描述反流口形态。

20. TG 右室流入-流出道观（视频 20）

自 TG 基底 RV 观（探头角度 0° 到 20° ）最大程度地右屈即能获得 TG 右室流入-流出道观。该切面通常能看到 TV 的前叶和后叶，以及 PV 的左瓣和右瓣。可能需要前进探头以将声束对准 RVOT 血流。该切面的镜像切面也可以自探头的中间位置（无弯曲）获得，只要将探头右转（顺时针）显示右室，然后前旋到 90° 到 120° 。

21. 深 TG 五腔观（视频 21）

自 TG 右室流入-流出道观（探头角度 0° 到 20° ）前进探头到达深 TG 水平，前倾并通常要左屈，可以显示深 TG 五腔观。由于多普勒声束与左室流出道、AV 及近端主动脉根部平行，彩色和频谱多普勒可以用来评估左室流出道和 AV。MV 也能显示，同时也可以尝试对这个瓣膜的全面多普勒探查。

22. TG 两腔观（视频 22）

探头回到 TG 乳头肌水平 SAX 观，探头角度旋转到接近 90° 到 110° 间来获得 TG 两腔观。可以看到左室的前壁和下壁，以及乳头肌、腱索和 MV。虽然左房和左心耳也常能显示，但是由于左心耳在远场而可能无法准确评估其病变。

23. TG 右室流入道观（视频 23）

自 TG 两腔观（探头角度 90° 到 110° ）右转（顺时针）能获得 TG 右室流入道（或右室两腔）观。能显示右室的前壁和下壁以及乳头肌、腱索和 TV。RVOT 近端也常能显示，探头略微前进可能显示 PV 并对其进行多普勒评估。

24. TG LAX 观（视频 24）

自 TG 右室流入道观左转（逆时针）到 TG 两腔观，随后旋转探头角度至 120° 到 140° 间可得到 TG LAX 观。有时候须将探头轻微右转以使左室流出道和 AV 进入视野。可以看到部分后侧壁及前间隔，以及左室流出道、AV 和近端主动脉。将多普勒声束对准左室流出道、AV 和主动脉根部近端后，频谱和彩色多普勒可以用来评估左室流出道和 AV。

25 和 26. 降主动脉 SAX（视频 25）和降主动脉 LAX 观（视频 26）

TEE 可以容易地显示降主动脉，原因是主动脉紧靠着胃和食道。自 TG LAX 观将探头角度回到 0° 到 10° 并将探头左转（逆时针）。尽管也可以在横膈以下

开始显示降主动脉（通常是由腹腔动脉处开始），腹腔气体和主动脉位置的可变性会导致无法充分成像，将探头回撤到刚好在横膈上方即能显示胸降主动脉。主动脉的 SAX 观是在探头角度为 0° 到 10° 间获得的（视频 25），LAX 观则在探头角度接近 90° 到 100° 间（视频 26）。应降低图像深度，扩大主动脉的面积，并聚焦在近场，最后调节近场的增益来优化图像。保持主动脉在图像中心的同时可以前进或回撤探头来显示整个降主动脉。由于降主动脉本身不存在解剖标志，描述病变的位置是有困难的。解决该问题的方法之一是用离门齿的距离来确定位置。降主动脉位于食道的左后方，因此对其成像时经食道超声心动图探头面向左侧胸腔。因此，通常可以看到肋间动脉起自主动脉并伸向屏幕的右侧。当显示胸降主动脉时，可能在图像的远场看到半奇静脉（引流左后胸腔）。在中上部胸腔，这根静脉汇入奇静脉（引流右后胸腔）。这一静脉结构通常与主动脉和主动脉弓平行，最后汇入上腔静脉。由于它们的管壁是连续的，这两个结构可能被误认为主动脉内的剥离内膜片；彩色多普勒或脉冲波多普勒能轻易地把各个管腔内的静脉和动脉血流区分开。

27. UE 主动脉弓 LAX 观（视频 27）

当评估降主动脉 SAX 观（探头 0° 到 10°）时回撤探头，最后主动脉会变长，可以看到左锁骨下动脉，标志着远端主动脉弓的起始。在该位置，主动脉位于食道的前方，因此 UE 主动脉弓 LAX 观成像最佳方法是右转（顺时针）使探头面向前方。这能显示主动脉弓的中段。除主动脉外，彩色多普勒还常能看到左无名静脉的静脉血流。由于左主支气管通常穿过食道和主动脉之间，近端主动脉弓和远端升主动脉的一部分可能无法显示。

28. UE 主动脉弓 SAX 观（视频 28）

自 UE 主动脉弓 LAX 观，旋转探头角度至 70° 到 90° 方向来获得 UE 主动脉弓 SAX 观。主肺动脉和 PV 的 LAX 常能显示在远场，但可能需要调节图像深度、探头频率和聚焦区。由于多普勒声束平行于 PV 和主肺动脉，频谱和彩色多普勒可用来评估 PV。由于主动脉的弯曲，主动脉弓的 LAX 和 SAX 观之间可以看到右头壁干和左颈总动脉发自主动脉，通常是在近场，屏幕右侧。

经食道 3D 检查方法

使用矩阵探头进行全面的 3D TEE 检查通常由“实时”成像开始，采用单心动周期模式。但是，如果要获取高时间和空间分辨率的图像，则应该选择心电图门控的 3D 经食道方法采图，尤其是当患者的节律和呼吸允许获得高质量图像时。当采图的金字塔从窄扇角变成宽扇角时，会出现时间分辨率的降低。多心动周期模式结合宽扇角采图时则能改善图像质量，允许采集的扇角加宽。表 8 描述了利用 TEE 获取心脏结构的 3D 图像时推荐的切面，ASE 的 3D 超声心动图指南上有更详细的说明。⁴⁹ 图 5 和 6 说明了怎样从原始 AV 和 MV 2D TEE 图像转换成 3D TEE 图像。特殊结构的 3D TEE 成像则包含在本文件的“特殊结构成像”章节中。

特殊结构成像

总体考量 下面的章节描述了特殊结构的解剖、成像或多普勒。应该注意到上述全面成像的切面观并没有包含针对特殊结构成像时所有的图像平面，尤其是存

在显著的个体解剖差异时。为了全面评估某一结构，可能需要从标准的图像平面对探头位置或探头角度进行微调。

对某一瓣膜或结构异常的全面多普勒检查应包含 SAX 和多个 LAX 切面的 2D 结构和彩色多普勒血流图成像，针对通过瓣膜或缺损的前向和逆向血流行频谱多普勒，多个视角的 3D 结构和彩色多普勒成像。在彩色多普勒成像时应特别注意仪器设置。尤其是评估高速血流束的 Nyquist 水平应设定到 50 到 60cm/s，标化来自给定严重程度的瓣膜反流所导致的混叠血流模式的大小。调节彩色增益来限制远场的彩色散点量。尽可能地减小扇角和彩色深度，以使帧频最大化。放大图像在观察局部血流时很有用，可以同时保证较高帧频。

MV

MV 的成像是 TEE 的一项重要功能。对于经胸超声心动图的每个切面，MV 和左房都在远场，但是由于食道直接贴在左房的后方，TEE 是针对 MV 实时成像的理想工具。因此，TEE 对于发现和定量 MV 异常更敏感，尤其是存在可能在 TTE 上引起声影的解剖情况，如严重的瓣环钙化或人工瓣材料时。准确理解二尖瓣反流的机制⁵⁰以及 3D 瓣膜形态对于规划二尖瓣修复手术，^{9,48,51-53}和获得最佳预后⁵⁴极其重要。某些二尖瓣反流，特别是由于心尖牵拉所引起的功能性二尖瓣反流，能通过 3D 评估得到最好的理解。^{55,56}

解剖。 MV 的解剖在很多综述中都得到了广泛的回顾，⁵⁷⁻⁶⁰但是对超声心动图医师来说理解这个复杂结构的基本解剖非常重要。MV 复合体是由瓣环、瓣叶（前和后）、腱索和乳头肌组成。与 TV 不同，MV 是直接 AV 复合体相延续的。

二尖瓣环在近年获得了越来越多的关注，在 MV 修复术中介入医生和外科医生都聚焦在二尖瓣解剖的这个重要部分上。此外，准确地评估瓣环直径或面积是多普勒定量评估反流量的重要部分。天然的二尖瓣环是 D 形的，其中直线的边界构成二尖瓣-主动脉瓣瓣间纤维支架。同时二尖瓣环的结构是非平面的，面积随心动周期变化。该区域两端的纤维组织扩展即形成内侧和外侧纤维三角。传统的 2D 针对二尖瓣环的成像是采用“切面为基础”的方法（四腔和两腔声窗），ASE 指南建议单独采用四腔观在舒张中期（在瓣膜最大开放后的一帧）测量二尖瓣瓣环直径，随后按照圆形的公式来计算二尖瓣环面积，⁶¹但这种方法过分简化了这个复杂结构。⁶¹⁻⁶⁴有学者建议采用解剖上正确的图像平面即 LAX 和交界观，以便更准确地测量二尖瓣环的直径，并采用椭圆形的公式来估算瓣环的面积。⁶⁴⁻⁶⁶要注意的是，在 LAX 观测量瓣环直径时，必须确定二尖瓣叶的插入点（可于沿二尖瓣-主动脉瓣纤维幕朝心尖方向或下缘观察到）。这些正交平面可以很容易地由多平面同步成像或 3D 经食道超声心动图的容积重建来获得；应用这些技术进行的瓣环测量与体外⁶⁷和体内⁶⁸模型吻合。3D 成像后直接测量瓣环面积来定量二尖瓣每搏输出量可能更准确，但尚未实现。

前（或主动脉）叶是圆形的，占瓣环周长的三分之一（图 7）。后（或腔）叶占据周长的另三分之二，半径纵向长度较小。两个瓣叶的相对面积大致相同，接合线近似弧形，弧形的两端各是一个交界。前外和后内交界不延伸到瓣环处，尽管有时候会有明显的交界叶，但通常对该区域的认识较少。后叶通常呈锯齿状，形成三个一般不平均的扇形，中间扇形的面积变化较大但常规来说是最大的。Carpentier 等人⁴⁷将最靠外的扇形命名为 P₁，P₁最靠近前外交界。P₂在中间，大小变化很大；最靠后内的是 P₃。前叶是帘幕形的，没有分成明显的扇形，但是

我们也用同样的方法（A₁，A₂，A₃）来命名前叶的外侧、中间和内侧区域。前外侧乳头肌对向 MV 的外交界，发出的腱索连接前叶和后叶的外侧半。后内侧乳头肌对向 MV 的内交界，发出的腱索连接前叶和后叶的内侧半。乳头肌发出的每条腱索在连接二尖瓣叶前都会分叉数次，一级（初级）腱索附着于瓣叶游离缘，二级（次级）腱索附着于瓣体（或粗糙区）。三级腱索直接自室壁或肌小梁连接到后叶基底部或 LV 游离壁的瓣环处；通常心肌没有腱索直接连接到前叶。

MV 的 2D 和多普勒成像。MV 应至少在四个不同的 LAX 切面观（显示左室和左房）上显示并用彩色多普勒观察：ME 四腔观、ME 二尖瓣交界观、ME 两腔观和 ME LAX 观。从这四个切面上可以显示两个瓣叶的所有分区（图 4）。多种 TG 观也可以用来成像及多普勒探查。通常来说，成像方案应适应不同患者的心脏，变换角度来优化重要结构和血流信息的记录。经常需要通过平移或旋转来获得附加切面以记录可能存在的特殊血流或异常结构。如存在彩色混叠，则彩色多普勒成像切面应选择能获得最大的即时混叠面积的反流束。

定量二尖瓣狭窄和反流的多种方法已经在 ASE 的其他指南中描述过了，^{69,70} 而包括 3D 成像在内的新技术则有近期的综述，⁷¹ 并在不断发展中。⁷²

MV 3D TEE 及多普勒。采用 3D TEE 评估二尖瓣器在以下情况时是最有用的：（1）确定病变的范围和位置，（2）评估瓣膜功能异常的机制和严重程度，以及，当合适时，（3）需要干预时，将超声心动图检查结果与介入或心脏外科医生进行沟通。通常在 ME 观采集图像（表 11）。

窄扇角 3D 模式。“实时”3D 超声心动图采用单心动周期模式，利用矩阵阵列探头，能显示 30° × 60°（窄扇角）金字塔形容积，当 ME 二尖瓣交界观作为初始切面时（在 60° 或金字塔的侧方平面）通常足够显示整个二尖瓣器。一般来说，该模式能快速地对二尖瓣器进行初步 3D 评估。多心动周期模式的窄扇角采集能提高时间和空间分辨率，从而对 MV 进行细致的检查，但有可能出现拼接伪像。

切割 MV 时不能完全排除临近结构，因为后者能为 MV 成像的方向提供标记。不论是从 LA 或 LV 面观察，显示 MV 时都应该将 AV 放在屏幕的上方，12 点位置（图 6）。

宽扇角 3D 模式。聚焦的宽扇角功能（放大观）可以看到二尖瓣器的聚焦的宽扇角观，从瓣环到乳头肌顶端。它可以看到从瓣环到乳头肌顶端之间的二尖瓣器。要注意的是过分扩大感兴趣区会进一步降低时间分辨率。但是这可以通过使用多心动周期模式来改善，该模式能优化空间分辨率，对复杂病变进行细节性的诊断。对比来说，宽扇角采集模式能获得可能的最大采图扇角，这对于同时显示完整的二尖瓣器和 LV 是很理想的。该模式也拥有最佳的空间分辨率，使得对于复杂病变的细节性诊断成为可能。同时，它也拥有较高的时间分辨率（>30 Hz），这在诊断二尖瓣叶活动异常的机制时是很有用的。门控全容积图像也可以旋转，可以从 LA 和 LV 方向显示独特的二尖瓣器正面观。

3D 彩色多普勒血流图。对于二尖瓣反流和/或狭窄的患者，在多心动周期采图时应加上彩色多普勒血流图。与采集非彩色多普勒多心动周期图像相似，采集 3D

彩色多普勒血流图数据集首先要在正交 2D 图像平面上确定感兴趣区。为了优化帧频，感兴趣区的大小应限制在二尖瓣器和彩色多普勒血流束的范围里。新一代的软件允许在保持高帧频的同时降低线密度，从而增大所能显示的扇角。最后，只要是能做到超声心动图门控并将采图时间控制在合理范围，总是应该尝试最大数目的门控亚容积组分（4-6 个心动周期）。附加的彩色 3D 数据集让我们可以切割图像平面，获得与反流或前向血流口垂直和平行的切面，可能对于理解这些结构的形态和血流动力学的重要性有价值。

AV 和主动脉

当评估 AV 复合体时，TEE 的优势通常是对于天然 AV 形态而非功能的评估。评估 AV 的血流动力学的最佳方法是 TTE，它能从多个探头角度检查穿过 AV 的血流，而这在 TEE 上是受限的。

准确评估 AV 依赖于对于整个 AV 复合体的理解，后者包含 AV、主动脉根部和左室流出道。由于左室流出道梗阻的发生不仅可能在 AV 水平，也可能是在瓣上或瓣下水平，对这些区域的仔细评估就很重要。二维超声心动图仍是评估 AV 形态的金标准。但是，3D TEE 能显著改善对瓣膜以及流出道和瓣环形态的评估。三维 TEE 测得的主动脉瓣环面积很接近计算机断层扫描的结果。⁷³ 评估主动脉根部也是评估 AV 形态和功能的重要组成部分，因为主动脉根部的扩张可能与 AV 的异常有关。

解剖。 AV 是半月形的瓣膜，通常有三个瓣叶，位置接近心脏的中心。主动脉的瓣叶是根据是否有冠状动脉起源于相应的瓦氏窦而区分的（左冠瓣、右冠瓣和无冠瓣）。这三个半月形的瓣叶组成瓦氏窦和纤维性瓣间三角的一部分。每个半月形瓣叶均以弯曲的方式附着于主动脉壁，基底部附着于左室内，心室-主动脉解剖连接以下，远端附着于窦干结合处。⁷⁴ 瓦氏窦和窦干结合处是瓣膜装置的组成部分，这些结构中任何一个的显著扩张都会导致 AV 关闭不全。总的来说，追踪主动脉瓣叶插入点的弯曲轨迹就能发现，AV 的 3D 空间构造类似一个王冠。⁷⁵

主动脉根部本身并不是一个特殊结构，但它包含了 AV 瓣环、瓣叶、瓦氏窦、冠状动脉开口、窦干结合部和近端升主动脉。左室流出道是指接近 AV 的 LV 流出部分。冠状动脉起源于它们相应的冠窦，但它们开口在冠窦内的确切位置是可变的。

AV 和左室流出道的 2D 成像和多普勒。 针对 AV 和左室流出道成像的最佳平面是当探头位于 ME 位置，已在“全面影像检查”部分描述。在这个位置可以得到 AV 及周围结构的 LAX 和 SAX 观。当针对 AV 成像时，最好是切割或放大图像来聚焦在 AV 上。为了增加图像的分辨率，理想状态下要将图像的成像频率调到最大；因为 AV 是在近场，较高频率的成像通常是可行的。但在某些时候，例如广泛的钙化时，较低频率的图像可能是最好的。

在 ME AV SAX 观（#10 切面）上可以看到 AV 冠瓣的数目，测量 AV 瓣叶游离缘的长度和 AV 口的面积。同时显示 AV 的三个瓣叶是可能的（图 8）。靠近房间隔的瓣叶是无冠瓣，最靠前的是右冠瓣，剩下一个的是左冠瓣。彩色多普勒血流图在这个断面应用，来探查主动脉瓣反流，评估反流口的大小和位置。探头略回撤或前倾使得图像平面上移，穿过瓦氏窦，显示右和左冠开口，随后是窦干结合部。然后前进探头，将图像平面下移到 AV 瓣环的近端，显示左室流出道的

短轴观。

ME AV LAX 观（#6 切面）能显示室间隔基底段、左室流出道，以及 AV、瓣环和主动脉窦。注意到室间隔基底段是否有增厚尤其重要，因为这可能伴发于主动脉瓣狭窄或肥厚型心肌病。左室流出道的测量应该在收缩早期到中期进行，如果有“S”形间隔则在其远端，通常距离瓣环 5mm 以内。测量结果与经胸超声心动图相关性好。^{76,77} 在没有显著的主动脉瓣狭窄（及近端血流汇聚）时，用来计算每搏量的直径应是瓣叶插入点处的瓣环直径。⁶¹ 但是，如果存在主动脉瓣狭窄和近端血流汇聚，则左室流出道内径应在脉冲多普勒取样容积的相同水平测得，⁷⁰ 通常朝向心尖方向距瓣环 5mm 之内。之前的指南已有关于超声心动图定量主动脉瓣狭窄的完整讨论。⁷⁰

在 ME AV LAX 切面上也可以评估 AV。前面或是朝向屏幕底部的 AV 瓣叶总是右冠瓣，但是该切面上后方的冠瓣有可能是左或无冠瓣，取决于图像平面穿过瓣膜的确切部位。该切面是评估主动脉根部大小的最佳切面。左室流出道以及 AV 瓣环直径都是在收缩期测量，特别是对于经导管 AV 置换术。¹² 瓣环定义为 AV 瓣叶的附着点（或插入点），通常在 1.8 至 2.5cm 之间。如果由于 AV 和瓣环钙化而出现声影，则应通过回撤或前进探头而从多个声窗成像。

ME AV LAX 的多普勒成像可以评估通过左室流出道、AV 和近端升主动脉的血流。彩色多普勒血流图用于左室流出道的评估对于确定左室流出道梗阻的部位经常很有价值。由于血流与多普勒声束垂直，通过左室流出道和 AV 的峰值流速通常不在 ME 切面获得，除非血流束显著偏心和/或多普勒声束的方向可以通过探头的回撤或前进得到校正。另外还能采用其他多普勒方法，包括反流束的狭窄腔宽度，SAX 上的血流束面积/LV 流出道面积比值，以及用来定量反流的近端等速表面积法测量的混叠速度半径。主动脉瓣反流的定量在之前的 ASE 指南中已有详细的讨论。⁶⁹

两个 AV 的 TG 观（深 TG 五腔观和 TG LAX 观[#27 切面]）的首要目的是调整多普勒声束与跨主动脉瓣血流方向平行，这对于准确评估跨主动脉瓣血流和峰值速度是必须的。同时它们也能为部分病人提供 AV 的心室侧的图像，尽管远场成像限制了细节的评估。在深胃底的位置，探头和换能器的确切位置更难确定和控制，但是通过在多个轴向操作探头，这两个切面可以在大多数患者中获得。在这两个 TG 观中，AV 都是在远场，显示在屏幕的底部，左室流出道则指向远离探头的方向。部分病例在这个断面旋转探头角度能在远场获得主动脉弓和大血管的图像。左室流出道的血流速度测量是将脉冲波多普勒取样容积放置在左室流出道中心，紧靠 AV 瓣下的位置。频谱多普勒的结果用来与左室流出道或瓣环直径一起计算 LV 每搏量。^{61,62} 通过 AV 的峰值血流速度的测量则是用连续波多普勒声束穿过左室流出道及瓣叶，或是穿过其他彩色多普勒观察到的高速血流或湍流束。由于声窗的限制，跨主动脉瓣峰值流速相比 TTE 仍可能低估。之前的指南已全面覆盖了瓣膜狭窄的评估。⁷⁰ 在这些切面也可以对主动脉瓣反流束进行评估，但是彩色血流速的远场成像存在多种限制。^{12,69,78}

主动脉根部和近端升主动脉的 2D 成像和多普勒。 ME AV LAX 观和 ME 升主动脉 LAX 观（#6 和 #7 切面）对于主动脉根部和近端升主动脉的成像和评估是最有用的。ME AV LAX 观获取的最佳角度是 120° 到 140°，而 ME 升主动脉 LAX 观则在较小的角度更容易获得，即 90° 到 110° 左右，因为主动脉的这个部分位于主动脉根部的右侧。ME 升主动脉 SAX 观可以在相应 LAX 观的正交切面上获

得，可以应用 3D 超声心动图多平面同步成像的方法。

主动脉根部的测量通常是在（1）AV 瓣环（主动脉瓣叶的插入点），（2）瓦氏窦的最大直径，以及（3）窦干结合部（瓦氏窦和升主动脉的管状部分间的交界）。关于测量主动脉的方法存在一些争议。有些专家倾向于内缘到内缘的测法，以便与其他主动脉成像方法，如核磁共振或 CT 成像相一致。根据 ASE 指南，⁷⁹ 成人正常值是采用舒张期前缘至前缘方法获得的。但是儿童的正常值则是采用收缩期内缘到内缘的方法。⁸⁰ 最近的 2010 版美国心脏病学会基金会和美国心脏病协会的胸主动脉指南⁸¹ 综述了超声心动图以及其他影像学技术评估胸主动脉的应用。当与该切面中血管长轴垂直测量时，用来测量的切面应显示主动脉根部的最大直径。二维测量主动脉直径较 M 型更好，原因是心脏的周期运动导致 M 型取样线位置相对瓦氏窦最大直径的变化，使得 M 型测定的主动脉直径相比 2D 的测量结果出现系统性低估（2mm）。⁸² 主动脉瓣环直径可以在 LAX 观舒张期测量 AV 瓣叶插入点间的距离（内缘到内缘），显示主动脉瓣环最大直径（见上）；但如果是经导管或外科瓣膜置换术前评估瓣膜大小，则应在收缩期进行测量。^{12,83} 彩色多普勒血流图在一些特殊的异常情况下--例如主动脉夹层或壁内血肿时很重要。

胸主动脉 2D 成像和多普勒。 整个胸降主动脉和上段腹主动脉的检查方法是将经食道探头向左旋转，对后侧和向左胸部成像（降主动脉位于脊柱的左侧）。探头前进直到由于主动脉下行到横膈以下从而看不到图像为止，随后逐渐在食道内回撤，获得降主动脉的 SAX 和 LAX 图像（#25 和 #26 切面）；多平面同步成像也同样可以有用。为了优化图像质量，可以降低深度来增加主动脉在屏幕上的尺寸，聚焦移到近场，并提高探头频率。在探头从横膈回撤到胸主动脉弓的过程中，可以观察到左锁骨下动脉的起源。由于充满空气的气管位于食管和远端升主动脉和主动脉弓之间，对主动脉的这些节段的成像会受到影响。⁸⁴ 探头角度从 0°（SAX 观）前旋到 90° 到 110° 间，看到先是圆形、斜行，最后是降主动脉 LAX 观，该切面中降主动脉的管壁呈两条平行的直线。应注意主动脉管壁是否存在不规则，以及是否有粥样斑块、斑块厚度，以及是否有活动的粥样硬化组分存在。

彩色多普勒对于胸主动脉的作用是评估异常血流，尤其是存在溃疡性粥样斑块或剥离的内膜片时。脉冲波多普勒评估胸降主动脉内舒张期血流逆转是一种可靠的方法，可作为重度主动脉瓣反流的支持性证据，尤其是在左室流出道显示不满意时。

由于食道和降主动脉间的位置关系不固定，加上缺乏固有的解剖标准，很难在经食道超声心动图图像上分辨胸降主动脉的前和后、左和右。解剖定位胸降主动脉内的异常结构的一种方法是记录该异常距离左锁骨下动脉起始处的距离，以及它在血管壁上相对食道的位置（例如食道对侧的血管壁）。另一种方法是记录该异常距门齿的深度。观察到临近结构，例如 LA 或 LV 基底部，也能表明在降主动脉内的平面。

主动脉弓是在 UE 主动脉弓 LAX 观（#27 切面）和 UE 主动脉弓 SAX 观（#28 切面）上显示的。在某些病例中，将探头从 UE 主动脉弓 LAX 观进一步回撤可以显示近端左锁骨下动脉和左颈动脉。由于中间是充满空气的气管，右头臂干较难显示。在回撤时可以将探头左转（逆时针）来追踪左锁骨下动脉远端。左颈内静脉位于颈总动脉的前方和左侧，有时可以见到。在 UE 主动脉弓 SAX 观上，大血管的起源通常是在弓的上部，位于屏幕右侧。利用 TEE 观察弓的血管时，

成功率最低的是右头臂干，最高的是左锁骨下动脉。左头臂静脉也经常可以在主动脉弓切面上弓的前方观察到。自主动脉弓 LAX 观(0°)前旋到 SAX 观(90°)可以在远场显示主肺动脉(通常在 70° 到 90° 间)。

AV 和主动脉 3D TEE。自 ME 观行三维 TEE 可以观察 AV 和 LV 流出道的重要形态学特点。交界间距离和瓣叶游离缘长度均可以用 3D 超声心动图测量，用来在保留瓣膜的根部手术中选择人工血管的尺寸⁸⁵(图 9)。由于左室流出道的形状通常是椭圆形而非圆形的，二维矢状面(LAX)测量可能会低估真实的左室流出道直径(图 10)。三维 TEE 得到的左室流出道面积以及计算出的 AV 直径和面积通常较大。⁸⁶事实上，三维超声心动图测量 AV 和左室流出道面积的重复性更佳。^{87,88}由于对左室流出道的测量更准确，避免了在连续方程式中的几何假设，使得采用 3D 超声心动图的方法估测 AV 面积较 2D 方法更准确。

三维超声心动图对于经导管手术已成为评估主动脉瓣环和主动脉的一个重要组分。⁸⁹研究提示 3D TEE 可以准确地测量主动脉瓣环的面积或周长，⁹⁰⁻⁹³也可以在存在重度主动脉瓣钙化伴有狭窄的情况下测量瓣环和瓣尖到冠脉开口间的距离。⁸⁹针对经导管瓣膜手术，瓣环的测量应在收缩中期进行。⁹⁴

窄扇角 3D 模式。TEE 应在 ME AV SAX 观或 ME AV LAX 观获取 AV 的 2D 图像(表 11)。在 2D 图像优化后，即可用窄角采图模式，以优化 3D 图像，观察 AV 和根部的解剖。在采图后，当正面显示 AV 时，无论是从主动脉或左室流出道视角观察都应应将右冠瓣放在扇角底部(图 5)。

宽扇角 3D 模式。采集主动脉根部的 3D 宽扇角数据集后，可以校正切割平面与 AV 瓣口平行，后者可在 LAX 观上确认。这样就能获得 AV 瓣口的 SAX 3D 图像，可以用来进行面积测量。同样地，也可以将切割平面移到左室流出道、瓦氏窦或窦干结合部来测量相应的横截面积。最后，当存在系列狭窄时，可以将切割平面放在垂直及平行于主动脉瓣环处来评估瓣上和瓣下的解剖。

3D 彩色多普勒血流图。同时应行三维 TEE 彩色多普勒探测收缩期和舒张期血流。增加彩色 3D 数据集能切割出与反流或前向血流口垂直或平行的平面，对于理解异常血流的形态和血流动力学重要性可能有价值。

PV

解剖。与 AV 相似，PV 也是有三个瓣叶的半月瓣。与 AV 不同的是 PV 的瓣叶较薄，且与肌性间隔或右侧房室(三尖)瓣间不存在纤维连接。⁹⁵三个 PV 瓣叶是根据它们与 AV 的相对位置命名的。因此，右侧和左侧的瓣叶分别对应 AV 的右冠瓣和左冠瓣。第三个瓣叶则命名为前叶或“对”叶，后者是由于其位置对着 AV。⁴⁹PV 平面相对 AV 平面是倾斜的。认识到这种空间关系对于寻找 PV 的最佳声窗是很重要的。由于 PV 在前，对于 TEE 检查来说是远场的结构，切面的获得更具挑战性，原因在于其他结构(支气管)的干扰，或患者无法耐受高位食道或 TG 的探头位置。因此，这些附加切面对于在重症监护室或手术室中深度镇定或全身麻醉的患者可能有特殊的临床用途。^{96, 97}

PV 2D 和多普勒成像。PV 可以在多个声窗显示，这些声窗并非在每次检查中都

能获取或是必需的。与其他瓣膜相似的是，2D、彩色多普勒、频谱多普勒和 3D 成像技术都是有用的。

在全面成像检查中，PV 的第一个切面观可以通过从 ME 升主动脉 LAX 切面（#7 切面）以及 ME 升主动脉 SAX 切面（#8 切面）将探头左转（逆时针）来获得。自这些 ME 切面显示 PV 一般要将探头轻微回撤进入食管内的较高位置。自 ME 升主动脉 LAX 观左转（逆时针）会产生主肺动脉的 LAX 观，PV 显示在远场。保持主肺动脉在扇角中心并回旋（朝向 0°）则能看到主肺动脉和 PA 分叉。由于此时多普勒声束与跨瓣血流平行，这两个切面上都可以进行脉冲波、连续波和彩色多普勒探查。此外，右转（顺时针）则能看到右肺动脉（LAX 观）和主肺动脉分叉，以及上腔静脉（SAX 观）。

ME RV 流入-流出道观（#11 切面）能看到两个瓣叶（通常是左或右以及前），对于用 2D 和彩色多普勒成像观察瓣叶活动度、厚度及反流均是很有用的筛查切面。该切面经常会受到来自 AV 或人工主动脉瓣的噪声干扰，它们紧贴在 PV 的后方。前进探头并使 RVO T 与声束垂直则能改善图像质量，便于 RVOT 直径的测量（图 11A）。

PV 的 TG 观（图 11B）的首要作用是使跨肺动脉瓣血流对准多普勒声束方向。探头前进到胃底，从 TG 心尖 SAX 观（#18 切面）前倾则获得 TG RV 基底观（#19 切面）。从该切面右屈通常获得 TG RV 流入-流出道观（#20 切面）。相似的镜像切面可以通过旋转 TG RV 基底观至 90° 到 120° 获得。一旦多普勒声束对准了跨肺动脉瓣血流，则应行彩色和频谱多普勒检查。从 UE 主动脉弓 SAX 观（主动脉弓水平）则经常能获得主肺动脉的 LAX 观，PV 显示在远场（图 11C）。

PV 3D TEE。当用三维方法对 PV 成像时，经食道超声心动图探头可以在 UE 主动脉弓 SAX 观（#28 切面）置于 70° 到 90° 间，或是在 ~120° 获得三腔 LV-主动脉根部观，然后将探头左转（逆时针）使得 PV 进入切面（表 11）。由于菲薄的瓣膜会导致信号失落，采图通常都有困难。

窄扇角 3D 模式。一旦瓣膜显示已达到最优，可以采用单心动周期、窄扇角采图模式对 PV 进行快速评估。窄扇角、多心动周期模式则能显示 PV 的瓣叶。可以对图像进行切割和旋转，从 PA 或右室面显示瓣膜的正面观。当显示正面观时，不论视角，都应该将前叶放在上方 12 点的位置。

宽扇角 3D 模式。宽扇角模式采集 PV 图像还能同时检查主肺动脉和 RVOT。一旦捕捉到金字塔形容积，通过切割和旋转，就能显示瓣膜的正面观。同样地，切割平面还能测量主肺动脉和 RVOT 的直径。⁹⁸最后，切割平面可以将 RVOT、PV 和主肺动脉显示在同一幅图像上。

3D 彩色多普勒血流图。对于存在肺动脉瓣反流或狭窄的患者，应在窄扇角、多心动周期采图中加入彩色多普勒血流图。感兴趣区的大小应限制在 PV 及彩色多普勒血流束的范围内以优化帧频。如前所述，当心电图门控和较短的采图时间能同时做到时，应尝试最大数目的门控厚片组分。一旦采图成功，应先观察金字塔形容积的原始图像，然后旋转到从 PA 和右室的视角观察 PV，来确定血流束来源。进一步的切割以及采用黑-白抑制来确定有效开口面积、反流口面积、3D 近端等速表面面积以及缩窄腔宽度。

TV

近年来，由于认识到继发性三尖瓣反流¹⁰²⁻¹⁰⁵及三尖瓣修复^{106,107}对预后的重要性，我们对于的TV兴趣也增加了⁹⁹⁻¹⁰¹。重度三尖瓣反流是长期死亡率的独立预测因子。¹⁰²由于继发性三尖瓣反流合并MV疾病⁹⁹⁻¹⁰¹的发生率>30%，⁹³⁻⁹⁵评估TV的解剖已成为全面经食道超声心动图检查的重要组成部分。

解剖。TV是最大且最靠近心尖的瓣膜。TV复合体由三个瓣叶（前、后、隔）、附着的腱索、三个乳头肌（前、后，以及第三个可变的乳头肌），以及纤维性的TV瓣环组成。¹⁰⁸三尖瓣瓣叶在圆周（瓣环）和径向尺寸上都有显著不同。正常患者相对的圆周或瓣环比例是前瓣：隔瓣：后瓣为1:1:0.75。^{101,109}前瓣是径向最长的瓣叶，隔瓣是最短的。短的隔瓣直接附着于室间隔上方的三尖瓣环，有部分三级腱索直接附着于间隔。三尖瓣环是复杂且存在动态变化的。三维超声心动图已应用到我们对于TV解剖的理解中。^{110,111}正常的瓣环是三角形的，有非平面的高点和低点，前/后部分较高，后间隔部分较低（靠心尖）。¹⁰⁰

TV的2D和多普勒成像。通常来说TV的第一个图像是在ME四腔观（#2切面）上获取的。这个切面通常能看到隔瓣和前瓣。探头右转（顺时针）从而将TV瓣环置于图像中心，能在轴向旋转中显示TV的多个切面。但是，TV平面通常与经食道超声心动图成像平面不在同一轴线上，因此评估所有瓣叶是有困难的，而3D成像可能会有帮助（见下）。由于隔瓣的径向长度较短，且最易受僵硬的三尖瓣环影响而变得固定，反流束经常是朝向房间隔的。因此ME流入-流出道观（#11切面）和ME改良双腔静脉TV观（#12切面）可能是彩色多普勒和频谱多普勒探查时最有用的切面，原因是隔瓣是正面显示的，而三尖瓣反流束在该切面上可能朝向房间隔，从而与声束方向平行。

TG RV基底观（#19切面）、TG RV流入-流出道观（#20切面）和TG RV流入道观（#23切面）这些附加TG切面在显示TV时也可能有用。这些切面通常都能看到TV后瓣（在近场）。对于复杂的TR束，瓣膜彩色多普勒的SAX观（TG RV基底观）能更好地评估缩窄腔的形态（图12）。也可以用非标准深TG切面来获取TV的深TG LAX观（0°）；最大限度的前倾，可能还要加上一定程度的右伸，可以得到垂直于声束方向的TV瓣环平面（TR束与声束方向平行）。

TV 3D TEE。TV的三维TEE可以从单个全容积数据集看到TV的各个面，或是利用窄扇角采图模式聚焦在TV的某个特殊位置，以获得更高的分辨率。采图是从0°到30°切面，TV放在图像中心（表11）。

窄扇角3D模式。一旦在2D超声心动图上优化了TV图像，就可以进行窄扇角单心动周期采图。当正面显示TV时，隔瓣应位于6点钟方向，不论视角。这些正面观对于定位瓣叶疾病，例如瓣叶脱垂、穿孔或赘生物尤其有帮助，并可以用来定位反流束的起源、或描画三尖瓣反流口测面积来评估三尖瓣狭窄的严重程度。除了标准切面外，还可以调整切割平面来观察TV的特殊部分。

宽扇角3D模式。宽扇角采图模式能对从瓣环到乳头肌尖端的三尖瓣器成像。过分扩大感兴趣区会导致时间分辨率的进一步恶化。这可以通过采用多心动周期模

式改善，该模式能增加空间分辨率，可以在维持高时间分辨率（>30Hz）的同时细致观察复杂的病理结构（图 13），对于诊断三尖瓣叶运动异常的机制非常有用。

3D 彩色多普勒血流图。对于存在三尖瓣反流和/或狭窄的患者，应该在多心动周期采图时添加彩色多普勒血流图。与获取非彩色多普勒多心动周期图像相似，获取 3D 彩色多普勒血流图数据集一开始应在两个正交平面上确定一个感兴趣区。感兴趣区的大小应限制在三尖瓣器和彩色多普勒血流束的范围内，以优化帧频。另外，虽然我们渴望获得高线密度，但是低线密度能显示更大的扇角。最后，当心电图门控和合理的采图时间能同时做到时，总是应该尝试获得最大数量的单个门控亚容积组分（4-6 个心动周期）。

评估心室的大小和功能

最常用于评估心室功能的是 TTE 检查。但是，在某些情况下可能要用 TEE 来评估心室功能。^{32,112} 三维和多平面同步成像技术的应用令多种评估 LV 和 RV 功能的定性和定量技术得以实现。¹¹³ 但是，较高频率的经食道超声心动图探头也存在限制，例如穿透力降低，衰减增加，使得 ME 切面远场的图像分辨率受限，对于大心脏则依赖 TG 切面来准确评估室壁运动。血流动力学变化（即由于麻醉药物影响）可能影响心室功能，在评估整体心功能时应考虑到这一点。

解剖。正常 LV 由包含二尖瓣器的流入道部分、存在特征性肌束的心尖部分和靠近 AV 的流出道部分组成。¹¹⁴ 正常 LV 的形状像一个扁长椭圆形，因此可以用几何模型采用线性测量来估测心室容量。研究显示 TEE 得到的测量结果几乎与 TTE 的一样，^{98,115,116} 但是测量的标准切面还有待确定。直接比较 TEE 和 TTE 测量的研究采用的是 TG LV 中间段 SAX 观（#17 切面）、它的正交切面 TG LV 两腔观（#22 切面），或是 TG LV LAX 观（#24 切面）。径线测量应垂直于左室长轴，因此 LAX 或两腔观是进行这些测量的推荐切面。如果使用 SAX 观，使用多平面同步成像则能保证测量对准轴线，垂直于左室长轴（图 14）。还没有 TEE 正常值的报道。测量位置的略微不同（TEE 更靠近左室中段，TTE 更靠近 MV 瓣尖），这可以解释结果的区别。ME 切面用于线性测量是可行但不被鼓励的，原因在于心内膜面的侧方分辨率问题，而这些切面上声束方向是与心内膜面平行的。如果可以充分显示经过左室最长径的而不存在缩减，ME 观也可以用于双平面 Simpson 盘片法计算 LV 容积和射血分数，但是该方法尚未获得充分的验证。

正常的 RV 也是由包含三尖瓣器的流入道部、有特征性肌束的心尖部，以及靠近 PV 的流出道部组成的。但是 RV 的形态则有显著区别。这三个部分不在同一平面上，心室的心尖和流出道部分包绕 LV。RV 的形态无法简化成一个简洁的几何形状，因此无法由线性测量得出准确的容积。

LV 2D 和多普勒成像。可以通过经胃和食道切面来评估心室功能。在 TG 观中，SAX 成像可以在基底部、乳头肌水平和心尖水平获得（#16-18 切面）。¹¹³ 正交切面可以在中胃底（#24 切面）或深胃底（心尖）水平获得。ME 水平（#1-5 切面）则提供与 TTE 相似的切面，即四腔（0° -10°）、两腔（80° -100°）、心尖 LAX（120° -140°）观¹¹³ 以及五腔（0° -10°）、二尖瓣交界（50° -70°）观。如前所述，这些切面结合起来能出色且全面地覆盖 LV 所有节段的内膜面运动，评估节段性室壁运动异常，尽管由于存在缩减，心尖时常显示不佳。

优化 2D 图像能改进评估心室功能的准确性和可靠性。这包括调整图像深度以囊括整个心室，将探头尖端前倾和后弯以避免心室的缩减，优化增益以使心内膜显示达到最佳，并且将聚焦区放在心室基底和心尖的当中，或是采用双聚焦区，从而使心尖显示更清晰。必要时可使用造影使得心内膜边界显示得更清楚。ME 观并不总能显示整个左室，原因是左室和食道的位置关系是有变化的。

LV 整体收缩功能。初步的定性分析后，可按需要进行详细的定量分析。整体功能的定性评估是通过回顾多个正交切面后肉眼估计射血分数。尽管定量评估也是可能的，但是成像平面的限制，且缺乏 TEE 的正常值，限制了在 TTE 中标准 M 型、B 型和多普勒为基础的方法的使用。

TEE 评估心室功能的限制。除非是特别小心地避免，不然心室的心尖部位可能会缩减。如果没有引起注意或重视，心尖的缩减可能导致心室容量的低估。多普勒声束方向的校正具有挑战性，尤其是对于 AV 来说，因此多普勒为基础的心室功能指数可能不会像在 TTE 中那样准确。

TEE 造影

在很多患者中，TEE 能避免一些影响经胸超声心动图成像质量的物理因素，例如软组织和肺的遮挡。此外，由于探头更接近心脏，就能采用较高的探头频率，获得分辨率更高的图像，但代价是远场的衰减。尽管总体上来说，TEE 用来确定心内膜边界应该更好，但是图像质量偶尔也会欠佳。在这种情况下，造影剂就能改善对边界的分辨。造影剂的使用还能增强多普勒信号。最后，活化的生理盐水造影剂通过周围静脉注射能用来除外房水平分流。

评估 LV 舒张功能

尽管 TTE 可以准确有效地评估舒张功能，在技术上困难的情况下，或是基于其它目的而行 TEE 时，TEE 也可以用来评估舒张功能的指标。^{117,118}TEE 可以用来测定二尖瓣血流速度、肺静脉速度和组织多普勒速度。在上述指标中，能获得所有四根肺静脉的图像，且有最佳的多普勒声束方向是 TEE 的特殊优势。在评估二尖瓣血流和瓣环组织多普勒速度方面，TTE 和 TEE 是一样优秀的，除非前者的图像质量不佳或是探头无法达到所需位置。近期一项针对性冠状动脉旁路移植术后的患者行简化的 TEE 算法来评估舒张功能，仅采用侧壁二尖瓣环 e' 速度 (<10cm/s 为异常) 以及跨二尖瓣 E 比 e' (正常为 ≤8)。通过这个算法得出的左室舒张功能异常对长期心脏主要不良事件具有预测作用。¹¹⁹

评估 RV 整体和局部功能

TTE 可以简便地对 RV 进行评估，但在图像质量不佳或是探头在胸壁的声窗受限时可能会需要 TEE。同样地，在由于其它原因而行 TEE 时，它也可以提供相比 TTE 来说高分辨率且质量更加的 RV 图像。在评估重症患者时，对 RV 大小和功能的评估可能会帮助我们了解病理现象本身或其生理结果的存在，例如 RV 梗死、肺栓塞、包裹性心包积液，以及心外病变例如压迫右室的肿块。TEE 上 RV 大小通常是用肉眼评估，小于 LV 直径的三分之二即认为正常，现有指南提供的都是 TTE 的 RV 大小和功能参考值。¹¹⁷TEE 评估 RV 通常采用 ME 四腔观或 TG 观。右室的 LAX (#20 和 #23 切面) 和 SAX (#16-19 切面) 观在这些切面上

都可获得。目前已有的数据尚不足以针对 TEE 测量 RV 大小和功能给出专门的正常值推荐。

LV 功能 3D TEE

单心动周期和实时 3D 采图使得 3D 成像可能应用于常规临床实践。目前已经能获取左室或右室的“全容积”数据集。全容积 3D 的下线分析使得操作者可以在不作任何几何假设的前提下描绘心内膜边界。因此，当整个心室都包含在 3D 容积里时，就可以准确可靠地测定舒张末和收缩末容积，从而计算出容量依赖的功能指数，如每搏量和射血分数（图 14C）。

左房和肺静脉

显示 LA 和左心耳已成为 TEE 越来越重要的功能。TEE 检查最常见的原因是心源性栓子，而左心耳是这一评估的首要目标。^{8,120}TEE 诊断左心耳血栓的敏感性和特异性分别为 100%和 99%，但是由于该结构本身的复杂性，小（<2mm）血栓可能被遗漏。¹²³AUC 支持应用 TEE 对心源性栓子进行评估，或是帮助对心房颤动或扑动的患者进行临床决策。²¹左心耳的封堵术能减少某些患者群体的卒中风险，^{125,126}而经导管左心耳封堵器激发了利用 TEE 来观察异常多变的左心耳解剖的兴趣。^{123,128-130}左心耳开口通常是椭圆形的，而体部的长度和形状是高度可变的（图 1-3）。^{131,132}由于左心耳是主动收缩的，内部有梳状肌形成的小梁结构，它的大小和位置是随心动周期变化的，使得用静态切面来显示左心耳很困难。左心耳的形状和功能都会随一些因素而改变，包括年龄、高血压、糖尿病，以及房颤的持续时间。^{132,133}尸检显示左心耳可以包含单个到多达五个分叶。¹³⁴

解剖。左房是个盒状的腔室，在心脏基底部靠后的位置。在间隔表面有一个浅凹陷，正对右房面的卵圆窝。该腔室的静脉部分从后方接收四条肺静脉，左侧肺静脉通常要高于右侧。左房前庭环绕 MV。¹³⁵左心耳末端为盲端，开口通常位于侧上方。开口的正常直径从 10 到 24mm。¹³¹左心耳开口和左上肺静脉之间的嵴是浆膜心包形成的三角形褶皱，对它有不同的叫法，包括 Q 尖端标志、侧后嵴、华法林嵴以及 Marshall 韧带（或褶皱）。

左房壁是肌性的，但厚度是有变化的。尸检研究发现会存在缺乏心肌组织，因而特别薄（ $1\pm 0.5\text{mm}$ ）的区域，通常出现在沿 LA 前侧壁或侧壁，前庭内通向二尖瓣环且远离左心耳开口的地方。此外，开口周围也能看到小的凹陷和凹槽；这些结构都是薄壁的，这对于经皮器械操作时的慎行可能有意义。¹²⁷异常增厚的房壁可能是薄片状的粘膜血栓或是心内膜炎。营养不良性二尖瓣瓣环钙化可能延伸至左房壁，也会增加房壁厚度。

LA 和肺静脉 2D TEE 和多普勒成像。MV 成像切面必然会显示左房。由于 TEE 中左房是近场结构，很难通过单一的切面来显示所有结构，因此定量 LA 容积是有困难的。TEE 测量的 LA 面积或容量相比 TTE 的结果是低估的。¹³⁶左房的线性测量中与经胸超声心动图前后径（胸骨旁 LAX）测量结果相关性最好的是在 ME AV LAX 观（#6 切面）或 ME AV SAX 观（#10 切面）上，测量自扇角的顶端（即左房的后壁）到主动脉根部的后壁，^{116,136}但标准值仍有限。ME 四腔观获取的 LA 宽度（间隔-侧壁）与相应经胸超声心动图切面的相关性是最好的，¹³⁶但是该测量无标准值。

左心耳的开口是心脏侧面的结构，开始通常在 0° 四腔观显示。如要显示左心耳的 180°，则应将该开口放在图像中心，通常是将探头左转（逆时针）并前倾来将左心耳放到图像中心。Marshall 韧带的混响伪影可能与血栓混淆，也并非罕见。在这种情况下，显示左心耳更好的位置要求探头进一步深入，此时这条嵴就不再位于左心耳腔和探头之间。机化血栓在超声心动图上定义为边界清楚的高回声团块，与心房壁质地不同，回声均匀。²⁷ 另一方面，自发性心超显影则是边界不清晰，也非均质的。它的位置是动态的，由于它在缓慢移动而有“烟雾状”外观。¹³⁷ 但是，有一些血栓边界并不清楚，而是在机化部分周围存在自发显影；这种情况下应在单个切面上延长观察时间，或是采用多平面同步成像，以鉴别泥浆样物质与血栓。

可以对左心耳行多普勒检查，尤其是在房颤或房扑的情况下，来评估血栓形成的风险，原因是开口处的血流速度有显著的预后价值。¹³⁸ 脉冲波多普勒取样容积通常应放置在腔内距开口处 1 到 2cm 处（图 15A 和 15B）。左心耳排空速度 <20cm/s 与自发性超声心动图显影、血栓形成和栓塞事件相关。左心耳排空速度 >40cm/s 则能预测在房颤复律后维持正常窦性心律的可能性较大。¹³⁹

左肺静脉是从 ME 左心耳和左上肺静脉观（#16 切面）显示的。右肺静脉是从 ME 右肺静脉观（#9 切面）在 0° 或是从 ME 双腔静脉观（#13 切面）右转（顺时针）在 90° 显示。特定情况下，肺静脉血流图的多普勒评估也可以在 TEE 上进行（图 15C 和 15D）。尽管肺静脉狭窄（先天性或获得性）更常见且准确地采用 CT 和核磁共振成像来诊断，但 TEE 检查中采用连续波多普勒评估静脉能增加病变严重程度的信息。^{140,141} 只要二尖瓣反流束不直接流入成像的静脉，收缩期肺静脉血流逆转对于重度二尖瓣反流具有高特异性。⁶⁹

LA 和左心耳的 3D TEE。 利用 3D 超声心动图评估左心耳的技术已有详细报道。^{133,142-144} 采用同步成像技术能帮助在经皮介入术中排除血栓，并定位导管。实时 3D TEE 则有助于在术前和术中确定多变的开口解剖，及其与肺静脉的关系。

右房和静脉连接

随着 TEE 越来越多地用于辅助间隔穿刺和经导管消融技术，理解右房解剖对于经导管操作也变得越来越重要。

解剖。 右房是接受上下腔静脉和冠状静脉窦血流的腔室。房间隔右房侧是由卵圆窝缘来区分的。这个半圆形的结构是第二间隔的边缘。菲薄的卵圆窝（胎儿时期的卵圆孔）的浅凹陷重叠在此边缘上。在分娩的几周内，卵圆孔的闭合消除了左右房之间的交通。而当闭合不完全时的结果就是 PFO。尸检研究提示 PFO 的发生率是 27%，和年龄呈负相关。¹⁴⁵ 尽管第一间隔片和第二间隔缘的分离可能在静息状态下就导致左向右分流，但活体上的诊断经常是通过注射活化的生理盐水造影剂（见下），同时还可选择做增加右房压的动作（即 Valsalva 动作）。

人们一向认为房间隔瘤与较高的分流发生率有关。¹⁴⁶⁻¹⁴⁹ 对于房间隔瘤的定义尚无共识，有多种定义，包括房间隔薄弱部分的基底部 ≥15mm，且瘤体膜部在左房或右房内的偏移 ≥11mm，或是偏移的总和 ≥11mm¹⁴⁷；瘤体超过房间隔平面突入左房或右房 >10mm¹⁵⁰；房间隔的扩张部分超过房间隔平面突出 ≥15mm，或是当房间隔在心肺周期中出现周期性偏移 ≥15mm，同时瘤的基底 ≥15mm¹⁵¹；以及房间隔中段局限性菲薄凸出，但不是整个房间隔，超出房间隔平面 >6mm。

欧氏瓣及 Chiari 网-欧式瓣是下腔静脉入口的纤维性或纤维肌性组织片。它通常是凹型的，指向上方，沿欧式嵴延伸于卵圆窝和冠状窦开口间。在胎儿期，该结构指引下腔静脉的血流穿过卵圆孔。对于存在 PFO 的情况下，明显的欧式瓣可以起到相同的作用。在 1%到 4%的人中可以看到一种网状结构，或是纤维或薄膜，称为 Chiari 网。Chiari 网是右冠状静脉瓣的残余。¹⁵² 尽管被认为是良性的，一些研究显示该结构的存在与大大提高的房间隔瘤和 PFO 的发生率相关。^{153,154} 而与该先天异常相关的 PFO 更可能出现显著的右向左分流。

界嵴-界嵴是一个 C 形的结构，分隔右房内壁光滑的静脉流入部分和梳状的右心耳。该结构的厚度和深度变化很大。

冠状静脉窦-冠状静脉窦在右房开口于下腔静脉和 TV 间。大部分患者的开口有冠状窦瓣（或 Thebesius 瓣），且该瓣的大小是可变的。

下腔静脉-该静脉结构行于腹膜后间隙，到椎体右侧，然后从腹腔直接进入右房。肝静脉是下腔静脉最后的属支。这两个静脉结构对于成像或多普勒对于右房压、三尖瓣反流的严重程度和异常 RV 充盈模式的血流动力学评估都具有重要性。

上腔静脉-这一静脉结构位于前右上纵隔，由右侧和左侧头臂（或无名）静脉汇集而成。上腔静脉的成像和多普勒对于右房压的血流动力学评估也有重要性，但上腔静脉穿过胸腔，其血流和压力可能会受到胸内压的影响。

右房和静脉连接的 2D TEE 和多普勒成像。针对 TV 成像就可以显示右房的大部分，但仍应有聚焦在房间隔上的成像以评估心内分流。此外，当需要冠状窦插管时，术中针对冠状窦的聚焦显示也很重要。ME 四腔观（#2 切面）显示的是房间隔的前中段及原发隔部分。较深的食道切面（0°）能显示冠状静脉窦，后者是一靠下后的结构（图 16A）。冠状静脉窦也能在 ME 两腔观（#4 切面）90° 时显示 SAX 观，而自该切面将探头左转（逆时针）则经常能显示冠状窦的长轴观（图 16B）。偶尔也能在 ME 双腔静脉观（#13 切面）上显示冠状窦，方法是略微前进并顺时针转动探头。

ME 双腔静脉观（#13 切面）也是在 90° 获得，通过将探头顺时针转动聚焦在右心结构。这个切面可以清晰地观察到上腔静脉、下腔静脉、界嵴和右心耳（图 17A）。在这个切面上卵圆孔显示为 PFO 的“瓣”。¹⁵⁴ 将探头回撤则能看到更完整的上腔静脉和上腔静脉-房间隔壁。右上肺静脉接近上腔静脉，顺时针旋转则能看到该结构及右下肺静脉。右肺静脉异位引流入上腔静脉通常就在这些切面上显示。

插入探头到达深双腔静脉观（仍位于 90°）有助于评估下腔静脉、欧式瓣和下腔静脉-房间隔壁。进一步插入则能显示下腔静脉肝段及肝静脉（图 17B 和 17C）。

右房的 3D 成像已有广泛报道。^{49,155} 尽管指南建议了单个结构的成像角度，但是为增进对相邻结构的认识经常需要改变角度，尤其是在和介入医生沟通时（图 13）。

房水平分流的确定。寻找心内分流是 TTE¹⁵⁶ 和 TEE 的常见指征。¹⁵⁷ 对房间隔的全面评估应包含对整个间隔的全面 2D 和多普勒评估。缺损可以发生在间隔的任何部位。与 TEE 相比，TTE 过程中行多次（至少五次）生理盐水注射和激发动作同样也被证实对右向左心内分流是一种准确的检测方法（敏感性 99%，特异性 85%）。TEE 能改进分流检测的诊断准确性；TTE 上的假阳性是由于肺内分流，假阴性则由于右房显影不足。在 TTE 上仅采用彩色多普勒则会将分流检测的敏感性降低到 22%（特异性 96%）。¹⁵⁶ 因此，尽管 PFO 可以由彩色多普勒发现，不存在穿过卵圆孔的血流并不能除外 PFO。正常情况下，由于尺寸大（ $>5\ \mu\text{m}$ ），静脉内注射的生理盐水气泡被困在肺里，而不会出现在左心，除非是存在心内或肺内分流。在右心显影后迅速（三个心动周期内）出现在左心内且多于三个的生理盐水气泡与 PFO 最为相符（图 18）。¹⁵⁸ 左房内气泡出现的时机取决于右房和左房间的压力差。有些作者建议根据出现在左房内微气泡的个数来量化 PFO 的相对大小：3 到 10 个微气泡定义为小分流，11 到 30 个微气泡为中等分流，大于 30 个微气泡则为大分流，¹⁵⁹ 但是其他作者则认为只要有大于一个造影剂气泡出现在 LA 就说明 PFO 存在，而左房中显示气泡 >10 个就说明是大分流。¹⁶⁰ 检测通过 PFO 的右向左分流敏感性可能会因注射部位和右房压的不同而不同；股静脉注射敏感性最高，尤其是在有显著的欧式瓣时。¹⁶¹ 肺内分流发生在动静脉交通而绕过毛细血管时。在静脉内注射后，生理盐水气泡通常会在一段延迟后出现在左心（大于三到八个心动周期）。但是，由于 PFO 和肺内交通而出现气泡的时间之间是有显著重叠的。肺内交通越大，气泡出现在左心中的时间越早。因此，气泡出现在左心中的时机并不是分流位置的可靠提示，它受到分流大小和血流强度的显著影响。

通过激发动作来增加右房的充盈和压力能增加该检测方法的敏感性。咳嗽或持续的 Valsalva 动作是最有效的，但是在清醒镇定行 TEE 时也可使用压迫腹部的方法。¹⁵⁷ 如果右房已被激发的生理盐水良好显影，但房间隔仍没有向左房侧偏移，则应认为气泡实验的结果是不确定的。这种情况下在检查的最后，患者清醒后能咳嗽或做 Valsalva 动作时，可以考虑重复该检测。

ACHD: 经食道超声心动图成像流程

对于已知或怀疑 ACHD 的患者，TEE 可以用来诊断，评估指征，引导心脏介入手术，评估介入手术的结果。由于成像和多普勒声窗的灵活性受限，TEE 在 ACHD 中最有用的临床情况是在全面 TTE 结果不明确或不能实施时。对于怀疑或已知 ACHD 的患者，TTE 应是首选的检查。TEE 应由对 ACHD 有经验和/或经过训练的医生来实施和解读，以使结果的临床价值最大化。

同样重要的是 ACHD 患者实施 TEE 时的监护过程。相比获得性心脏病患者，年轻 ACHD 患者和/或大范围的心脏介入手术对象可能对镇定的要求更高。如果预料到镇定要求高或是在之前的操作中有难以达到充分镇定的历史，比较谨慎的做法是请求麻醉医生的协助，并在有更强化监护的环境下（例如麻醉后恢复室或

重症监护室)行 TEE。达到满意镇定状态的重要性对于 ACHD 人群来说绝无夸大之嫌,原因是评估原发及相关的先天性异常经常需要较长的检查时间。

TEE 的诊断学用途最显著的是在 TTE 的结果不具有诊断价值或模棱两可,且可疑病变的部位在 TEE 上的显示较 TTE 更好的情况下,包括房间隔分流、肺静脉引流、主动脉夹层、脓肿或赘生物、心内血栓、心内挡板和人工瓣。尽管 3D TEE 技术已经出现且具可行性,¹⁶²但 TEE 诊断性应用优越性的证据仍来自于应用单平面、双平面或多平面经食道超声心动图探头所做的研究。¹⁶³⁻¹⁶⁸在导管室和手术室,TEE 的应用已成为标准治疗的有机组成部分,原因是它能实时引导介入和/或评估其结果(图 19)。^{167,170}由于环境和时间的局限,在导管室或手术室进行的 TEE 通常不可能行仔细的全面检查。理想状况下术中 TEE 前应先行全面术前 TTE 或 TEE 检查。

如果拥有最先进的心脏磁共振扫描仪和具备解读心脏磁共振的专业医生的条件下,CMR 可以成为 ACHD 患者中对于 TEE 的补充性或是选择性成像工具。尽管 TEE 在手术室、导管室或急诊室更具灵活可行性,在非卧床或是非重症监护的情况下,对于存在心内分流或心外挡板或管道的患者(如 Fontan, Senning/Mustard, 或 Rastelli 术),心脏磁共振可作为 TEE 的替代或补充。^{167,171}相比 TTE,TEE 在评估这些外科手术制造的复杂通道时更有用,但可能无法看到通道的全程。^{167,168}如果临床指征包含定量 RV 容积、反流分数、分流血流(即法洛四联症矫正后)、侧枝血流(缩窄或肺动脉闭锁)、主动脉大小(缩窄或二叶式 AV 的升主动脉),心脏磁共振可能是 TTE 检查后的最佳选择。在某些中心的导管室,心脏内超声心动图是替代 TEE 的影像选择。¹⁷²由于指导术中介入的参数多变且已超出本文范围,操作者应与他们的介入和/或外科同事合作,确保在 TEE 的过程中已搜集到需要的信息。表 12 介绍了部分 ACHD 诊断方案中的推荐成像切面。

结论

本文介绍了全面 TEE 检查的 28 个切面观。提供了推荐的成像方案,以及对于解剖变异可能需要非常规成像平面的附加说明。尽管我们推荐在任何可行的时候行全面的 TEE 检查,患者个体特征、解剖变异、病理特点或检查时间的有限性均可能造成对完成本文所描述的检查中所有内容的限制。本文中“特殊结构成像”部分包含了可获得的附加切面。本文无意回顾 TEE 的特殊指征或是覆盖该检查所能看到的所有异常。

通知和免责声明

本报告包含的仅是建议,不应作为进行医学实践决策或判定任何雇员违反规定的唯一根据。该报告中包含的声明和建议的首要依据是专家意见而非得到科学证明的数据。ASE 对这些报告中信息的完整性或准确性并无明示或默示担保,包括商销性或特定用途担保。在任何情况下,ASE 对您、您的患者或其他第三方所作出的任何决定,或是您或其他方据此所作行动概不负责。且您采用该信息并不意味着 ASE 提供医学意见,或是在 ASE 与您的患者或其他任何人形成任何形式的医患关系。

参考文献

表 1 已发表的 TTE 和 TEE 培训建议

	初级		高级		超声主任	
指南	所有检查	TEE 检查	所有检查	TEE 检查	所有检查	TEE 检查
ASE 和 SCA 针对围手术期超声心动图培训的指南（2002 和 2006）						
操作完成数量	150*	操作 50	300*	操作 150	450*	300
训练时间（月）	NS		NS		NS	
总 CME 小时数	20		50		NS	
MOC: CME 小时数	3yr 中 15		3yr 中 15		3yr 中 15	
MOC: TEE 数量/年	解读 50 操作 25		解读 50 操作 25		解读 50 操作 25	
美国心脏病学会/美国心脏协会关于 TTE 和 TEE（2003）以及 COCATS 3（2008）的培训指南						
操作完成数量	解读 150 操作 75	NA	解读 300 操作 150	插入 25 操作 50（±50）	解读 750 操作 300	NS
训练时间（月）	3		6		12	
总 CME 小时数	NS		NS		NS	
MOC: CME 小时数	5		5		>5	
MOC: TEE 数量/年	NA		25-50		NS	
加拿大麻醉医师学会和加拿大超声心动图学会（2006）						
研究数量	150*	操作 100	300*	操作 200	450*	300
训练时间（月）	3		6		9	
总 CME 小时数	2yr 中 50		2yr 中 50		2yr 中 75	
MOC: CME 小时数	4yr 中 50		4yr 中 50		4yr 中 75	
MOC: TEE 数量/年	50		50		50（75 [†] ）	
欧洲超声心动图学会（2010）						
研究数量	250 [†] /150 [‡]	75 [†] /125 [§]	NS		NS	
MOC: CME 小时数	5yr 中 30		5yr 中 30		5yr 中 30	
MOC: TEE 数量/年	50		50		50	

CME, 医学继续教育; MOC, 认证维持; NA, 不适用; NS, 无特别说明。

*包括受训者在高级别或主任水平的医生监督下解读并出具报告的完整的超声

心动图检查（TTE 或 TEE）。

[†]24 个月中由个人实施并出具报告的例数。

[‡]如已具 TEE 资格认证，24 个月中由个人实施并出具报告的 TTE 例数。

[§]如已具 TTE 资格认证，24 个月中由个人实施并出具报告的 TEE 例数。

表 2 胜任超声心动图所需认知和技术技能

A 组 胜任超声心动图要求的基础认知技能	B 组 胜任成人 TTE 所要求的认知技能
●关于超声心动图图像形成和血流速度测量的物理原理的知识。	●胜任超声心动图的基本知识。
●获得最佳图像所要求的仪器设置的知识。	●关于超声心动图合理指征的知识。
●正常心脏解剖的知识。	●关于每个病例的鉴别诊断及研究这些可能性所需的超声心动图技巧的知识。
●由于获得性或先天性心脏疾病而导致的心脏解剖的病理变化的知识。	●探头合理操作的知识。
●正常血流流体动力学的知识。	●心脏听诊和心电图的知识，以便与超声心动图结果相印证。
●由于获得性或先天性心脏病而导致的病理性血流变化的知识。	●分辨合格与不合格的超声心动图检查的能力。
	●关于准确的半定量和定量测量技术的知识，以及分辨定量是否合格准确的能力。
	●与患者及其他医生沟通检查结果的能力，病例记录检查结果的能力。
	●关于超声心动图替代方法的知识。
C 组 胜任成人 TEE 所要求的认知技能	D 组 胜任成人 TEE 所要求的技术技能
●关于超声心动图和 TTE 的基础知识。	●熟练应用清醒镇定，保证安全和有效。
●关于 TEE 的合理适应征、禁忌征及风险的知识。	●能熟练实施完整的经胸超声心动图检查，并使用所有病例相关的超声心动图模块。
●理解每个临床病例中的鉴别诊断考量。	●能熟练地将 TEE 探头安全插入食道和胃，并调整探头位置以获得必要的断层图像和多普勒数据。
●使用 TEE 相关的感染控制措施和用电安全问题的知识。	●熟练且正确地操作超声诊断仪，包括所有影响显示的数据质量的控制键。
●理解清醒镇定，包括镇定药物的作用、副作用和风险及心肺监护。	●熟练地辨认自经食道和经胃声窗所发现的心脏结构和功能异常，鉴别正常和异常发现，以及辨认伪影。
●关于 TEE 所见到断层涉及到的正常心血管解剖知识。	●熟练地对超声心动图数据进行定性和定量分析。
●关于由于获得性或先天性心脏病而导致的心血管解剖变化的知识及其在 TEE 上如何呈现的知识。	●熟练地针对超声心动图发现及其临床意义书写一份有说服力的报告。
●理解经胸超声心动图和 TEE 的组件技术，包括何时使用这些方法来探讨	

特殊的临床问题。

- 区分超声心动图数据准确和不准确，得以区分 TEE 检查是否准确充分的能力。

- 关于其他心血管诊断方法的知识，以和 TEE 的发现相印证。

- 与患者和其他医务专业人员沟通检查结果的能力，以及病例记录检查结果的能力。

A 组罗列了胜任超声心动图要求的基础认知技能。B 组罗列了胜任 TTE 所要求的认知技能。C 组罗列了胜任 TEE 所要求的认知技能。D 组罗列了胜任 TEE 所要求的技术技能。

修改自 Quinones *et al.*¹⁷

表 3 胜任围手术期超声心动图所需认知和技术技能

A 组 初级水平实施围手术期超声心动图所需认知技能	B 组 初级水平实施围手术期超声心动图所需技术技能
●超声心动图的基本知识（表 1）。	●能操作超声诊断仪，包括影响显示数据质量的控制键。
●关于应用 TEE 时的仪器操作、感染控制和电气安全的建议的知识。	●在麻醉插管的病人中安全插入 TEE 探头的能力。
●关于 TEE 指征，绝对和相对禁忌征的知识。	●实施基本 TEE 检查的能力。
●关于合适的可选诊断工具的一般知识，尤其是经胸和心外膜超声心动图。	●识别心肌缺血和梗死的主要超声心动图改变的能力。
●关于 TEE 所显示的正常心血管解剖的知识。	●检测出心室功能和血流动力学状态定性变化的能力。
●关于常见的由多普勒超声心动图测量的血流速度情况的知识。	●识别空气栓塞的超声心动图表现的能力。
●关于心肌缺血和梗死的超声心动图表现的详细知识。	●在多切面显示心脏瓣膜，并识别显著的瓣膜病变和功能异常的能力。
●关于正常和不正常心室功能的超声心动图表现的详细知识。	●识别大的心内肿块和血栓的能力。
●关于空气栓塞的生理和 TEE 表现的详细知识。	●检测大量心包积液的能力。
●TEE 显示的天然瓣解剖和功能的知识。	●识别 TEE 检查常见的伪影和误区的能力。
●关于瓣膜损害的主要 TEE 表现，及评估损害严重程度的 TEE 技术的知识。	●与患者、其他医务专业人员沟通 TEE 检查结果，并将这些结果有效地总结为病例记录的能力。
●关于心脏占位、血栓、栓塞，心肌病，心包积液和大血管病变的主要 TEE 表现的知识。	
C 组 高级水平实施围手术期超声心动图所需认知技能	D 组 高级水平实施围手术期超声心动图所需技术技能
●所有初级水平要求的认知技能。	●所有初级水平要求的技术技能。
●超声心动图定量的原则和方法学的知识。	●实施完整 TEE 检查的能力。
●天然瓣解剖和功能的详细知识。人工瓣结构和功能的知识。瓣膜损伤和功能异常的超声心动图表现的详细知识。	●定量评估由心肌缺血和梗死引起的轻微的超声心动图变化的能力。
●CHD 超声心动图表现的知识。	●使用 TEE 定量评估心室功能和血流动力学的能力。
●心脏和大动脉病理情况（例如心脏室壁瘤、肥厚型心肌病、心内膜炎、心内肿块、心源性栓子、主动脉瘤样扩张和	●使用 TEE 来评估和定量所有心脏瓣膜，包括人工瓣功能的能力（例如压力阶差和瓣口面积、反流束面积、有效反

夹层、心包疾病和术后改变)的超声心动图表现的详细知识。	流口面积的测量)。评估外科术后对心脏瓣膜功能改善与否的能力。
●其他心血管诊断方法的详细知识，可以与 TEE 结果相印证。	●使用 TEE 评估先天性心脏病变的能力。评估外科术后对 CHD 改善与否的能力。
	●检测和评估由于心脏和大血管病理变化所致功能性后果的能力(例如心脏室壁瘤、肥厚型心肌病、心内膜炎、心内占位、心源性栓子、主动脉瘤样扩张和夹层分离以及心包疾病)。对于能实施外科手术治疗的情形，评估术后改善与否能力。
	●监测机械性循环辅助装置的放置和功能的能力。

CHD，冠心病。

A 组列举了在初级水平胜任围手术期超声心动图所需认知技能。B 组列举了在初级水平胜任围手术期超声心动图所需技术技能。C 组列举了在高级水平胜任围手术期超声心动图所需认知技能。D 组列举了在高级水平胜任围手术期超声心动图所需技术技能。

修改自 Quinones *et al.*¹⁷

表 4 TEE 的一般指征

一般指征	具体例子
1. 在结果会改变处理方案，且 TTE 不具有诊断价值，或 TTE 由于有很高可能性是不具有诊断价值的而被推迟的情况下，评估心脏和主动脉结构和功能。	a. 详细评估通常位于远场的结构，例如主动脉和左心耳。 b. 评估人工心脏瓣膜。 c. 评估瓣周脓肿（天然和人工瓣）。 d. 呼吸机辅助呼吸的患者。 e. 胸壁损伤的患者。 f. 患者身材特点使得 TTE 不能充分显示。 g. 无法左侧卧位的患者。
2. 术中 TEE。	a. 所有心脏（比如瓣膜手术）和胸主动脉的外科操作。 b. 用于某些冠状动脉旁路移植术。 c. 非心脏手术，当患者存在已知或可疑的心血管病变且可能影响手术结果时。
3. 引导导管手术操作	a. 引导经导管的心内操作（包括房间隔缺损封堵或心耳封堵，和经导管瓣膜手术）。
4. 重症患者	a. 患者没有通过 TTE 获得诊断信息，且该信息预期会改变处理方案

表 5 TEE 作为初始或补充检查的部分情景的 AUC 评级

合理
●由于 TTE 不具诊断价值的可能性高而行 TEE，原因是患者因素或无法充分显示相关结构。 ●当预期治疗后会发生变化时，针对已知 TEE 结果在接受治疗后的跟踪评估(如抗凝后血栓溶解，抗感染治疗后赘生物的消退)。 ●引导非冠脉的经皮心脏介入术，包括但不限于封堵器放置、射频消融和经皮瓣膜手术。 ●怀疑急性主动脉病变，包括但不限于夹层/横断。 ●评估瓣膜结构和功能来评估是否适合手术，并辅助手术的规划。 ●诊断感染性心内膜炎，适用于确诊前已存在中度和高度怀疑病例（例如金黄色葡萄球菌血症、真菌血症、人工心脏瓣膜或心内植入物）。 ●评估心血管源性栓子，在确定没有其他非心源性栓子时。 ●心房颤动/扑动：评估的目的是帮助在抗凝、复律、和/或射频消融方面进行临床决策。
不确定
●评估心血管源性栓子，之前已找到非心源性的栓子。
不合理
●当有理由预期诊断性 TTE 能解决所有诊断和治疗有关的问题时常规使用 TEE。 ●在治疗无变化时，隔一段时间后检查前次 TEE 结果有无变化（如抗凝后血栓溶解，抗感染治疗后赘生物的消退）。 ●肺静脉隔离术后，对无症状患者常规评估肺静脉。 ●诊断感染性心内膜炎，用于低度怀疑病例（例如一过性发热，已知的感染源，或血培养阴性/非典型的心内膜炎病原）。 ●评估心血管源性栓子，之前已找到非心源的栓子。 ●心房颤动/扑动：当已决定抗凝而不行复律时进行评估。

修改自 Douglas *et al.*²¹

表 6 经食道超声心动图的绝对和相对禁忌征列表

绝对禁忌征	相对禁忌征
●内脏穿孔 ●食道狭窄 ●食道肿瘤 ●食道穿孔、撕裂 ●食道憩室 ●活动性上 GI 出血	●颈部和纵膈放疗病史 ●GI 手术史 ●近期上 GI 出血 ●Barrett's 食道 ●吞咽困难的病史 ●颈部活动受限（严重的颈椎关节炎、寰枢椎关节病） ●症状性食管裂孔疝 ●食道静脉曲张 ●凝血病、血小板减少症 ●活动性食道炎 ●活动性消化道溃疡

GI，胃肠道。

修改自 Hilberath *et al.*²⁶

表 7 TEE 并发症列表及诊断性 TEE 和术中 TEE 过程中这些并发症的发生率^{7, 24-31}

并发症	诊断性 TEE	术中 TEE
总并发症发生率	0.18-2.8% (refs 24, 25)	0.2% (ref 7)
死亡	<0.01-0.02% (refs 24, 25, 27)	0% (ref 7)
严重致残	0.2% (ref 27)	0 -1.2% (refs 7, 28, 29)
大出血	<0.01% (ref 24)	0.03-0.8% (refs 7, 28)
食道穿孔	<0.01% (ref 24)	0 -0.3% (refs 7, 28, 29)
心衰	0.05% (ref 28)	
心律失常	0.06-0.3% (refs 7, 28, 30)	
气管插管	0.02% (ref 30)	
气管内插管移位		0.03% (ref 7)
喉痉挛	0.14% (ref 27)	
支气管痉挛	0.06-0.07% (refs 24, 30)	
吞咽困难	1.8% (ref 31)	
轻微咽部出血	0.01-0.2% (refs 24, 25, 27)	0.01% (ref 7)
严重吞咽痛		0.1% (ref 7)
声嘶	12% (ref 31)	
唇损伤	13% (ref 31)	
齿损伤	0.1% (ref 31)	0.03% (ref 7)

Ref, 参考文献。

表 8 美国麻醉医师学会身体状态分级

美国麻醉医师学会身体状态分级	
I 级	正常健康患者
II 级	存在轻度系统性疾病的患者
III 级	存在重度系统性疾病的患者
IV 级	存在重度系统性疾病，时常危及生命的患者
V 级	濒死患者，不进行手术预期无法存活
VI 级	宣布脑死亡的患者，为捐献目的而摘除器官
E	如果是紧急手术，则在身体状态分级后加 “E”

修改自美国麻醉医师学会，Relative Value Guide 2012, page xii, Code 99140。

表 9 改良 Aldrete 评分

标准	能力	评分
活动性	能自发或依指示活动	
	4 肢	2
	2 肢	1
	0 肢	0
呼吸	能不受限制地呼吸和咳嗽	2
	呼吸困难；呼吸浅或受限	1
	呼吸暂停	0
循环	镇定前 BP $\pm$ 20mmHg	2
	镇定前 BP $\pm$ 20-50mmHg	1
	镇定前 BP $\pm$ 50mmHg	0
意识	完全清醒	2
	可唤醒	1
	无反应	0
氧饱和度	呼吸室内空气能维持在>92%	2
	需要吸氧来维持饱和度>90%	1
	使用补充供氧后仍<90%	0

表 10 全面经食道超声心动图检查。本表格罗列了全面经食道超声心动图检查所推荐的 28 个切面。每个切面都显示为 3D 图像、相应成像平面及 2D 图像。随后的栏中列举了图像的获取方法和每个切面显示的结构。

成像平面	3D 模 型	2D TEE 图像	成像方法	显示结构
食管中段切面				
1.ME 五腔观			探头角度： ~0-10° 水平：食管中段 操作（自前一切面）：NA	主动脉瓣 LVOT 左房/右房 左室/右室/IVS 二尖瓣（A ₂ A ₁ -P ₁ ） 三尖瓣
2.ME 四腔观			探头角度： ~0-10° 水平：食管中段 操作（自前一切面）：前进±后弯	左房/右房 IAS 左室/右室/IVS 二尖瓣（A ₃ A ₂ -P ₂ P ₁ ） 三尖瓣
3.ME 二尖瓣交界观			探头角度： ~50-70° 水平：食管中段 操作（自前一切面）：NA	左房 冠状窦 左室 二尖瓣 （P ₃ -A ₃ A ₂ A ₁ -P ₁ ） 乳头肌 腱索
4.ME 两腔观			探头角度： ~80-100° 水平：食管中段 操作（自前一切面）：NA	左房 冠状窦 左心耳 左室 二尖瓣 （P ₃ -A ₃ A ₂ A ₁ ）
5.ME LAX 观			探头角度： ~120-140° 水平：食管中段 操作（自前一切面）：NA	左房 左室 LVOT RVOT 二尖瓣（P ₂ -A ₂ ） 主动脉瓣 近端升主动脉
6.ME AV LAX 观			探头角度： ~120-140° 水平：食管中段 操作（自前一切面）：回撤±	左房 LVOT RVOT 二尖瓣（A ₂ -P ₂ ）

	前倾	主动脉瓣 近端升主动脉
7.ME 升主动 脉 LAX 观	探头角度： ~90-110° 水平：食管上段 操作（自前一切面）：回撤	升主动脉中段 右肺动脉
8.ME 升主动 脉 SAX 观	探头角度： ~0-30° 水平：食管上段 操作（自前一切面）：CW	升主动脉中段 （SAX） 肺动脉主干/分支 上腔静脉
9.ME 右肺静 脉观	探头角度： ~0-30° 水平：食管上段 操作（自前一切面）：CW， 前进	升主动脉中段 上腔静脉 右肺静脉
10.ME AV SAX 观	探头角度： ~25-45° 水平：食管中段 操作（自前一切面）：CCW， 前进，前倾	主动脉瓣 右房 左房 IAS 上段 RVOT 肺动脉瓣
11.ME RV 流 入-流出道观	探头角度： ~50-70° 水平：食管中段 操作（自前一切面）：CW， 前进	主动脉瓣 右房 左房 IAS 上段 三尖瓣 RVOT 肺动脉瓣
12.ME 改良双 腔静脉 TV 观	探头角度： ~50-70° 水平：食管中段 操作（自前一切面）：CW	右房 左房 IAS 中段 三尖瓣 上腔静脉 下腔静脉/冠状窦
13.ME 双腔静 脉观	探头角度： ~90-110° 水平：食管中段 操作（自前一切面）：CW	左房 右房/右心耳 IAS 上腔静脉 下腔静脉
14.UE 左右肺 静脉观	探头角度： ~90-110° 水平：食管上段 操作（自前一切面）：回撤， CW 显示右侧静脉，CCW 显	肺静脉（上和下） 肺动脉

示左侧静脉		
15.ME 左心耳 观	探头角度： ~90-110° 水平：食管中段 操作（自前一切面）：前进	左心耳 左上肺静脉
经胃切面		
16.TG 基底段 SAX 观	探头角度： ~0-20° 水平：经胃 操作（自前一切面）：前进± 前倾	左室（基底段） 右室（基底段） 二尖瓣（SAX） 三尖瓣（短轴）
17.TG 中间段 乳头肌水平 SAX 观	探头角度： ~0-20° 水平：经胃 操作（自前一切面）：前进± 前倾	左室（中间段） 乳头肌 右室（中间段）
18.TG 心尖 SAX 观	探头角度： ~0-20° 水平：经胃 操作（自前一切面）：前进± 前倾	左室（心尖） 右室（心尖）
19.TG RV 基 底观	探头角度： ~0-20° 水平：经胃 操作（自前一切面）：前倾	左室（中间段） 右室（中间段） 右室流出道 三尖瓣（SAX） 肺动脉瓣
20.TG RV 流 入-流出道观	探头角度： ~0-20° 水平：经胃 操作（自前一切面）：右屈	右房 右室 右室流出道 肺动脉瓣 三尖瓣
21.深 TG 五腔 观	探头角度： ~0-20° 水平：经胃 操作（自前一切面）：左屈， 前进，前倾	左室 左室流出道 右室 主动脉瓣 主动脉根部 二尖瓣
22.TG 两腔观	探头角度： ~90-110° 水平：经胃 操作（自前一切面）：无弯曲， 回撤	左室 左房/左心耳 二尖瓣
23.TG RV 流 入道观	探头角度： ~90-110°	右室 右房

	水平：经胃 操作（自前一切面）：CW	三尖瓣
24.TG LAX 观	探头角度： ~120-140° 水平：经胃 操作（自前一切面）：CCW	左室 左室流出道 右室 主动脉瓣 主动脉根部 二尖瓣
主动脉切面		
25.降主动脉 SAX 观	探头角度： ~0-10° 水平：经胃到食管中段 操作（自前一切面）：无弯曲	降主动脉 左胸 半奇和奇静脉 肋间动脉
26.降主动脉 LAX 观	探头角度： ~90-100° 水平：经胃到食管中段 操作（自前一切面）：无弯曲	降主动脉 左胸
27.UE 主动脉 弓 LAX 观	探头角度： ~0-10° 水平：食管上段 操作（自前一切面）：回撤	主动脉弓 无名静脉 纵膈组织
28.UE 主动脉 弓 SAX 观	探头角度： ~70-90° 水平：经胃到食管中段 操作（自前一切面）：NA	主动脉弓 无名静脉 肺动脉 肺动脉瓣 纵膈组织

表 11 3D 经食道超声心动图采图切面总结

三维经食道超声心动图采图方法	
左室	1. 在食管中段 0°、60° 或 120° 获得左室的切面 2. 使用双平面模式检查在第二个与原始切面呈 90° 的切面上，左室是否位于中心 3. 采用宽扇角、多心动周期模式采图
右室	1. 自 0° 食管中段的位置获取右室切面，右室倾斜以保证它在图像中心 2. 采用宽扇角、多心动周期模式采图
房 间 隔	1. 0°，探头转向房间隔 2. 采用窄扇角、单心动周期或宽扇角、多心动周期模式采图
主 动 脉瓣	1. 从 60° 食管中段短轴观或 120° 食管中段长轴观获得主动脉瓣的切面 2. 采用窄扇角、单心动周期或宽扇角、多心动周期模式采图
二 尖 瓣	1. 从食管中段 0°、60°、90° 或 120° 切面获取二尖瓣切面 2. 使用双平面模式检查在第二个与原始切面呈 90° 的切面上，二尖瓣环是否位于中心 3. 采用窄扇角、单心动周期模式采图
肺 动 脉瓣	1. 从 90° 食道上段切面，或 120° 食管中段三腔切面，转动探头使得肺动脉瓣位于中心，来获取肺动脉瓣切面 2. 采用窄扇角、单心动周期模式采图
三 尖 瓣	1. 从 0° 到 30° 食管中段四腔观，倾斜使得瓣膜位于图像平面中央，或 40° 经胃切面并前倾，获取三尖瓣切面 2. 采用窄扇角、单心动周期模式采图

表 12 特定 ACHD 诊断方案中的推荐 TEE 成像切面

	原发病变和相应切面	常见的相关病变和对应切面
ASD	●位置、大小、数量、形态，以及是否适合封堵（边缘、距肺静脉距离）：ME 四腔（切面 2），ME AV SAX（切面 10），以及 ME 双腔静脉（切面 13）。 ●可能需要在 ME 双腔静脉观上轻微地逆时针旋转以优化静脉窦型房缺的显示。	●部分型肺静脉异位引流（右上和/或右下，伴随静脉窦）：ME 右肺静脉观（切面 9 或正交切面 14） ●流入道型室间隔缺损（原发性 ASD）：ME 四腔（切面 2） ●二尖瓣裂缺：TG 基底段 SAX 观（切面 16） ●主动脉瓣下狭窄（AV 间隔缺损）：ME 三腔（切面 5），深 TG 五腔（切面 21）和 TG LAX（切面 24）
室间隔缺损	●位置、大小、数量：ME 五腔（切面 1），ME 四腔（切面 2），ME 三腔（切面 5），ME AV SAX（切面 10），TG 基底段 SAX（切面 16），TG 中间段乳头肌水平（切面 17），TG 心尖 SAX（切面 18），深 TG 五腔观（切面 21）	●AV 脱垂（嵴上型缺损）：ME 三腔（切面 5）和 ME AV SAX（切面 10） ●双腔 RV：ME AV SAX（切面 10）和 ME RV 流入-流出道（切面 11）
左心梗阻：主动脉瓣狭窄	●梗阻部位：瓣下 vs 瓣 vs 瓣上（物理性 vs 血流动力性）：ME AV LAX（切面 6），深 TG 五腔观（切面 21）和 TG LAX（切面 24）	●升主动脉病变：ME AV LAX（切面 6），ME 升主动脉 SAX（切面 8），UE 主动脉弓 LAX（切面 27）
右心：Ebstein 畸形	●瓣叶形态，是否适合修复（前叶活动性，右室流出道的腱索附着，反流束数量）：ME 四腔（切面 2），ME RV 流入-流出道（切面 11），TG RV 流入-流出道（切面 20）	●房水平分流（见上） ●左室致密化不全：ME 四腔（切面 2）和 ME 两腔（切面 4），TG 两腔（切面 22）
心房转位术（Mustard 和 Senning）	●肺静脉挡板：ME 四腔（切面 2） ●体静脉挡板的 SVC 和 IVC 肢：ME 改良双腔静脉 TV（切面 12），和 ME 双腔静脉（切面 13）	●主动脉瓣下心室功能异常和体循环房室瓣（形态学 TV）反流：ME 五腔，ME 四腔，ME 交界，ME 两腔和 ME 三腔（切面 1-5） ●肺动脉瓣下心室梗阻：ME AV LAX（切面 6），ME AV SAX（切面 10），ME RV 流入-流出道（切面 11），TG RV 基底段（切面 19），TG RV 流入-流出道（切面 20）
Fontan 连接	●心房肺动脉连接：ME 升主动脉 SAX（切面 8）	●右肺静脉受心房肺动脉连接中扩张的右房压迫：ME

	●侧隧道连接：ME 改良双腔静脉 TV 和 ME (此处为原文错误)双腔静脉（切面 12 和 13） ●肺动脉血流：探头自 ME 升主动脉 SAX 回撤（切面 8，和自切面 7 逆时针或左转），UE 主动脉弓 SAX 观（切面 28）	- 右肺静脉（切面 9 和正交切面 14） ●心房肺动脉连接中右房血栓：ME 四腔（切面 2），ME 改良双腔静脉 TV 和 ME 双腔静脉（切面 12 和 13） ●侧隧道通畅性、血栓和开窗：ME 四腔（切面 2）
肺动脉瓣下 心室到 PA 管 道	●形态、管道狭窄和反流：ME RV 流入-流出道（切面 11）	
ASD，房间隔缺损；IVC，下腔静脉；SVC，上腔静脉；TG，经胃。		

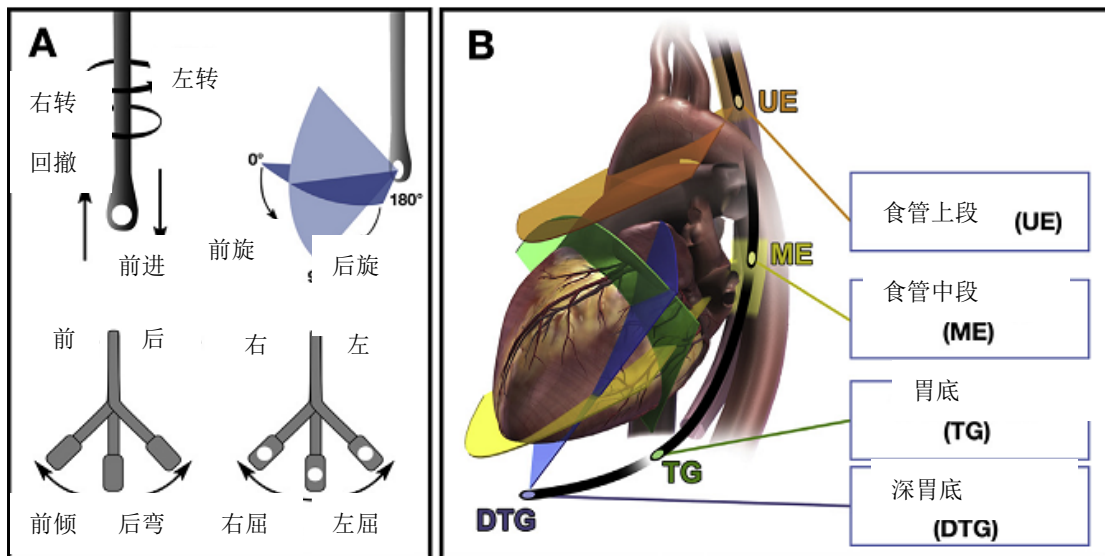


图 1 成像过程中描述经食道超声心动图探头操作的术语。(A) 经食道超声心动图探头操作的术语。(B) 食道和胃内的四个标准探头位置和相应的图像平面。

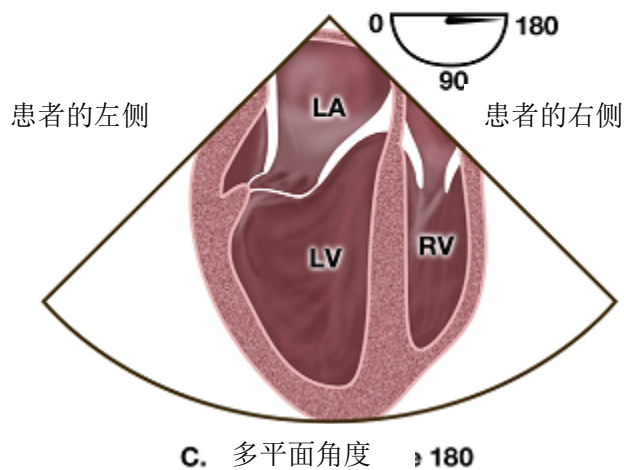
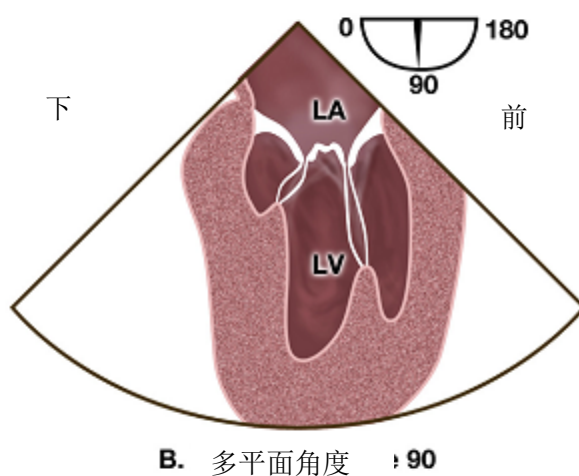
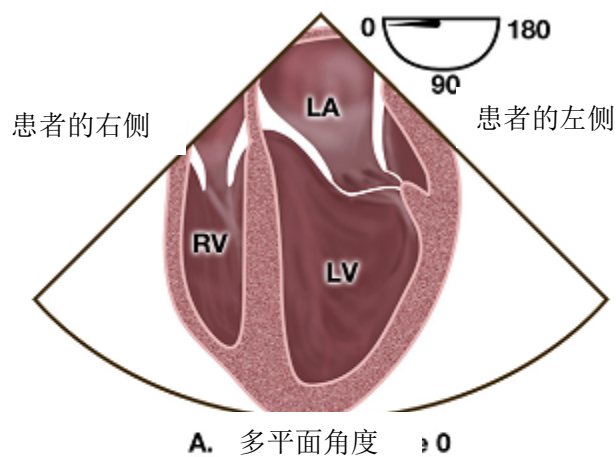


图 22D 经食道超声心动图图像显示的常规。探头位置和图像扇角的近场（顶点）显示在屏幕的顶端，远场在底部。（A）探头角度 0° 时的图像方向。（B）探头角度 90° 时的图像方向。（C）探头角度 180° 时的图像方向。LA，左房；LV，左室；RV，右室。修改自 Shanewise *et al.*⁶

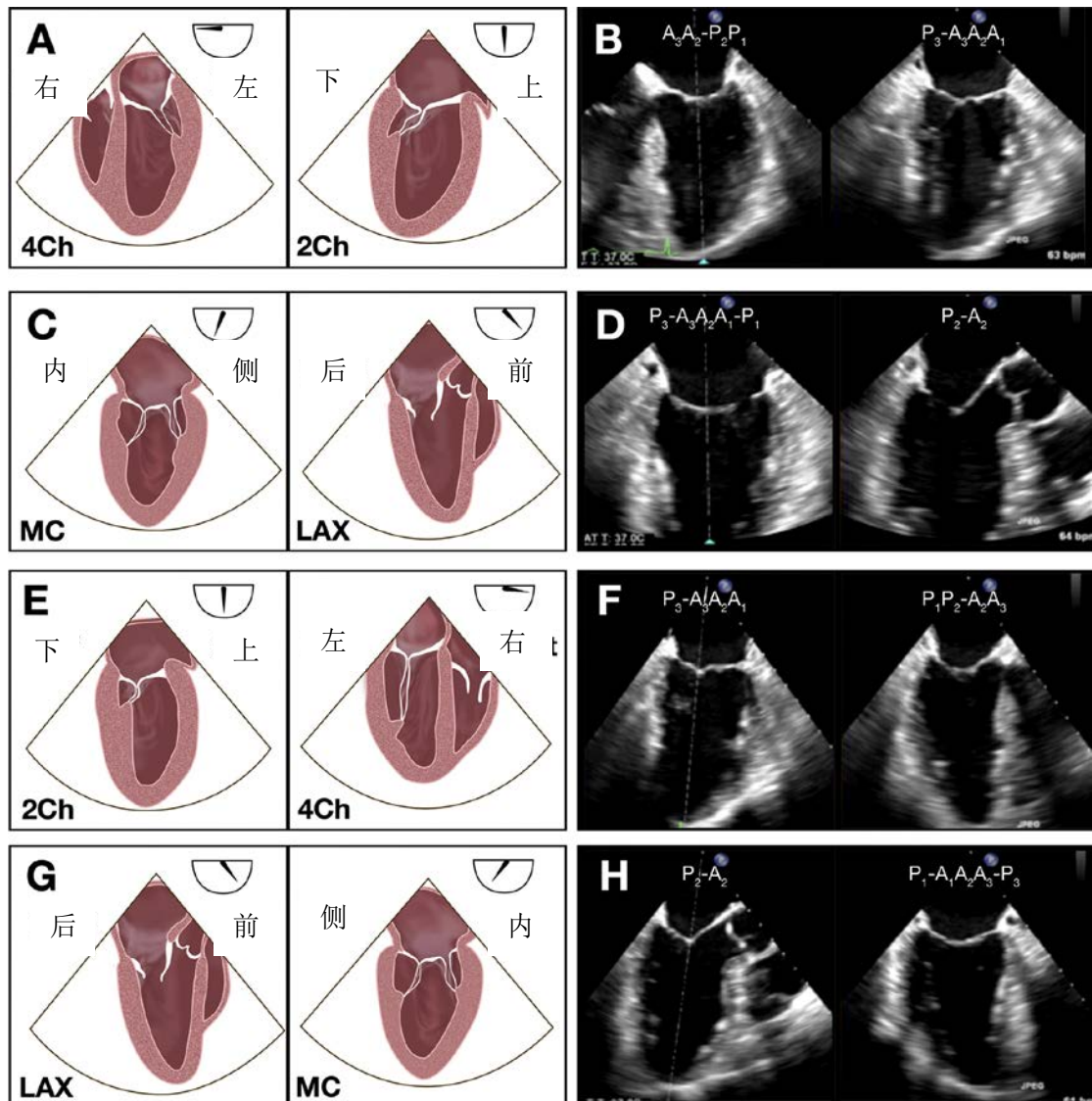


图 3 经食道超声心动图多平面同步显像。多平面同步成像能在双屏幕上同时显示两个实时 2D 图像。在这些例子中，原始图像（每一排的左面）是参考切面，第二切面（每一排的右面）是原始切面的正交切面（旋转 90°），但是任何角度都可以用于第二切面。典型的 90° 正交第二切面的方向是如同向顺时针方向旋转，对于某些切面，相比单平面图像体现为“左-右颠倒”。（**A,B**）原始切面是 ME 四腔（4Ch）观。（**C,D**）原始切面是 ME 二尖瓣交界（MC）观。（**E,F**）原始切面是 ME 两腔（2Ch）观。（**G,H**）原始切面是 ME LAX 观。Ant，前；Inf，下；Post，后；Sup，上。

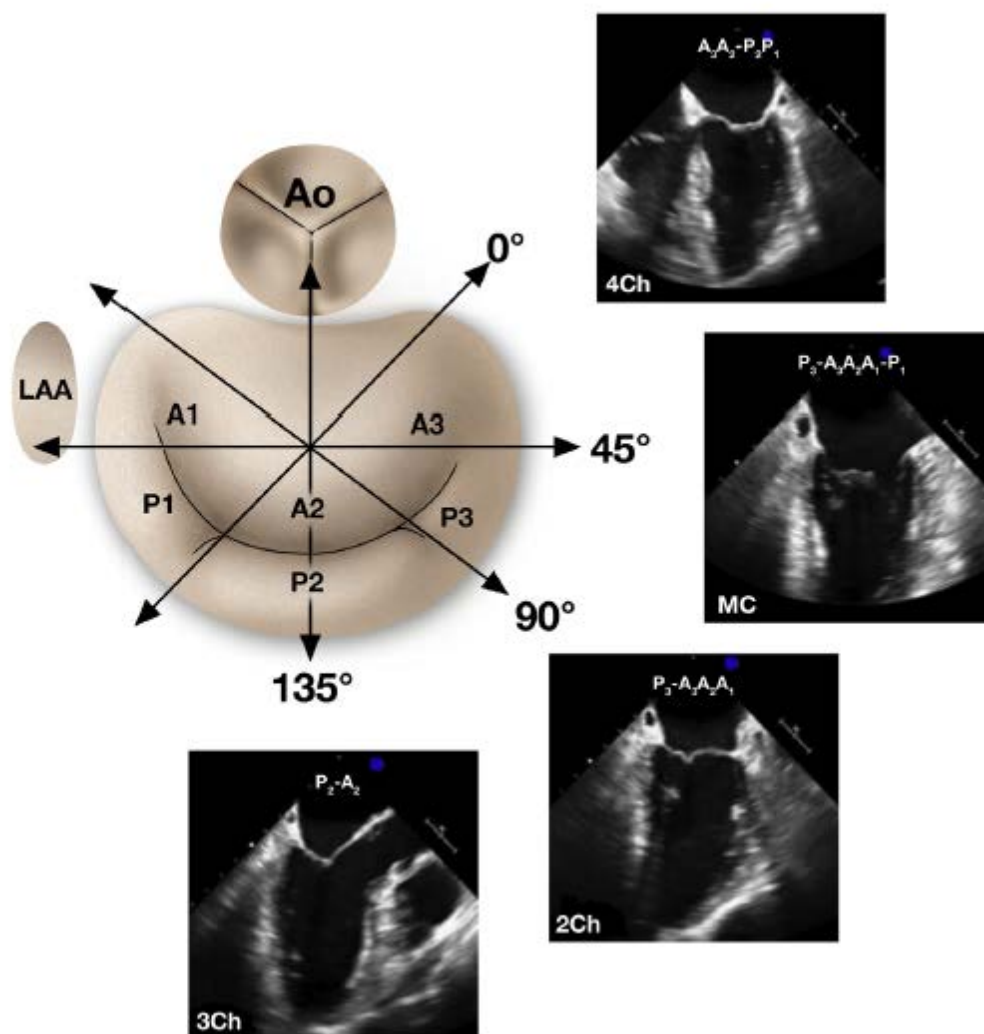


图 4 MV 的简图，标注了瓣叶的扇形（或分区）。不同标准切面观的相应图像标注了各自的扇形和分区。尽管这个标注简图在大部分情况下都可应用，MV 瓣叶的确切区域会因为心脏与食道的相对位置和经食道超声心动图探头在食道内的位置而有区别。AO，主动脉；LAA，左心耳；MC，二尖瓣交界；2Ch，两腔；3Ch，三腔；4Ch，四腔。

采图

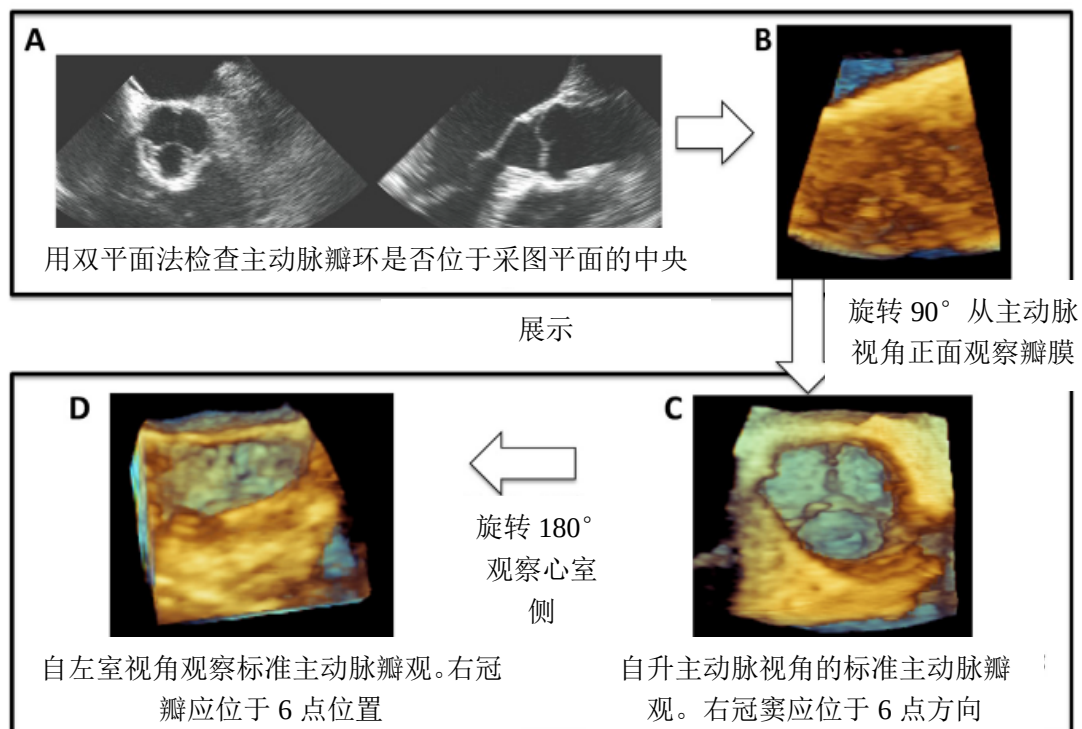


图 5 AV 的三维经食道超声心动图采图步骤。

采图

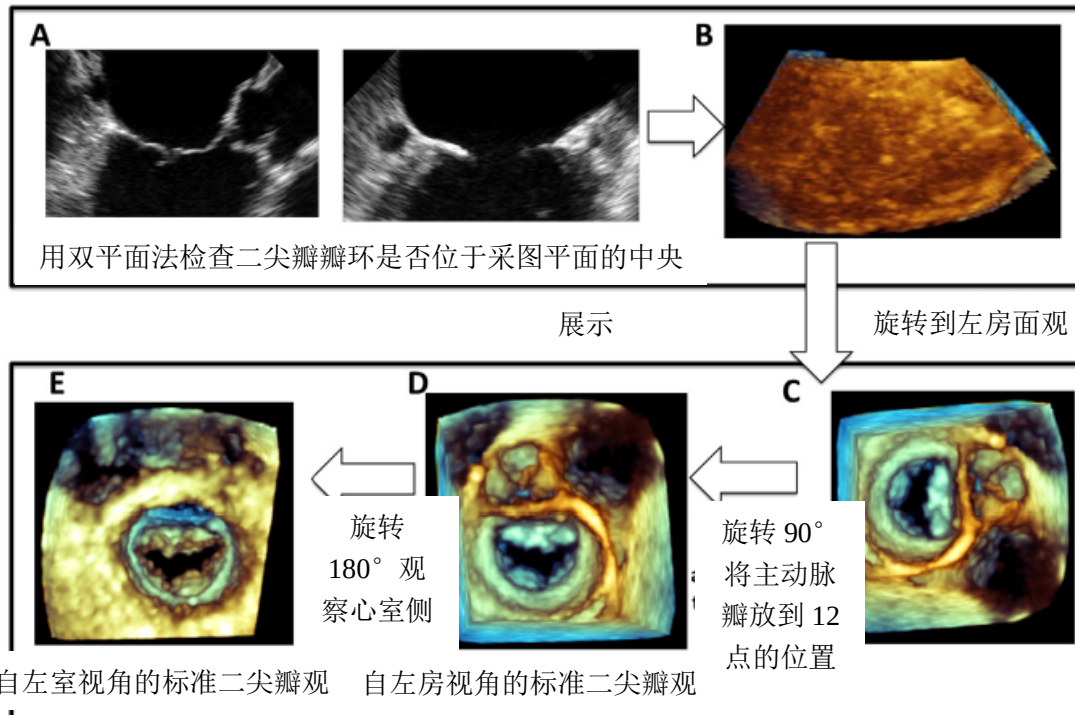


图 6 MV 的三维经食道超声心动图采图步骤。

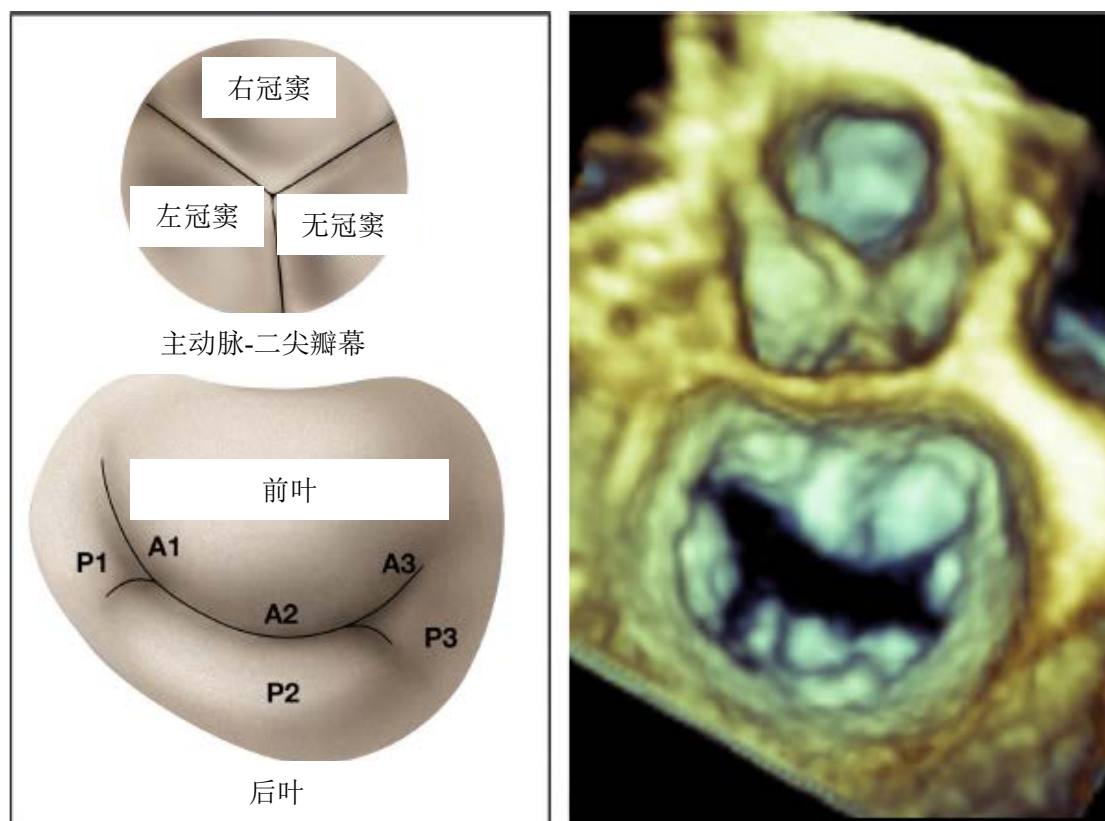


图 7 自 LA 或外科视角的 (A) MV 简图和 (B) MV 正面观，显示典型的解剖关系。在该切面中 AV 位于 12 点位置。前叶较大，非锯齿状，三角形，且占据瓣膜面积的 2/3。对应后叶扇形 (P₁P₂P₃)，前叶分区 (A₁A₂A₃) 作了相应标注。前叶和后叶在外侧和内侧联合在一起，形成前外和后内交界。主动脉瓣-二尖瓣幕（或二尖瓣-主动脉瓣间纤维）分隔前叶和 AV。*cor.*，冠状。

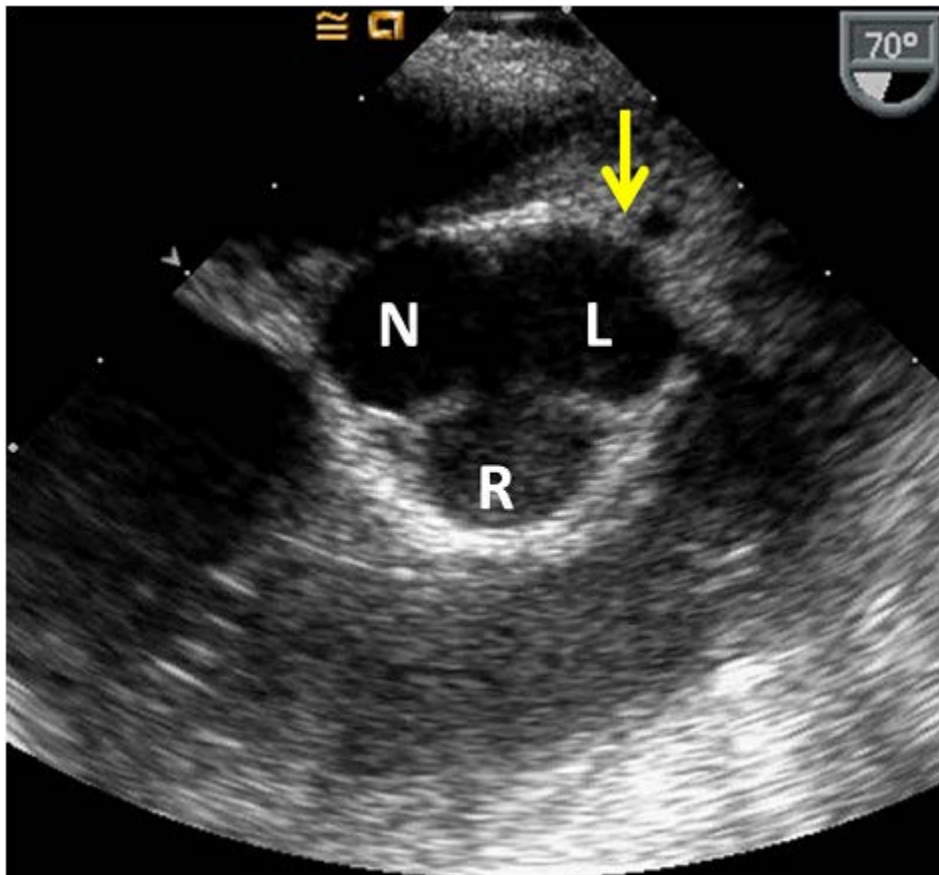


图 8 食管中段主动脉瓣短轴观。主动脉瓣叶是依据有无相应的冠状动脉起自相应的瓦氏窦：左冠（L），右冠（R），和无冠瓣。该切面可见左主干开口（*箭头*）。

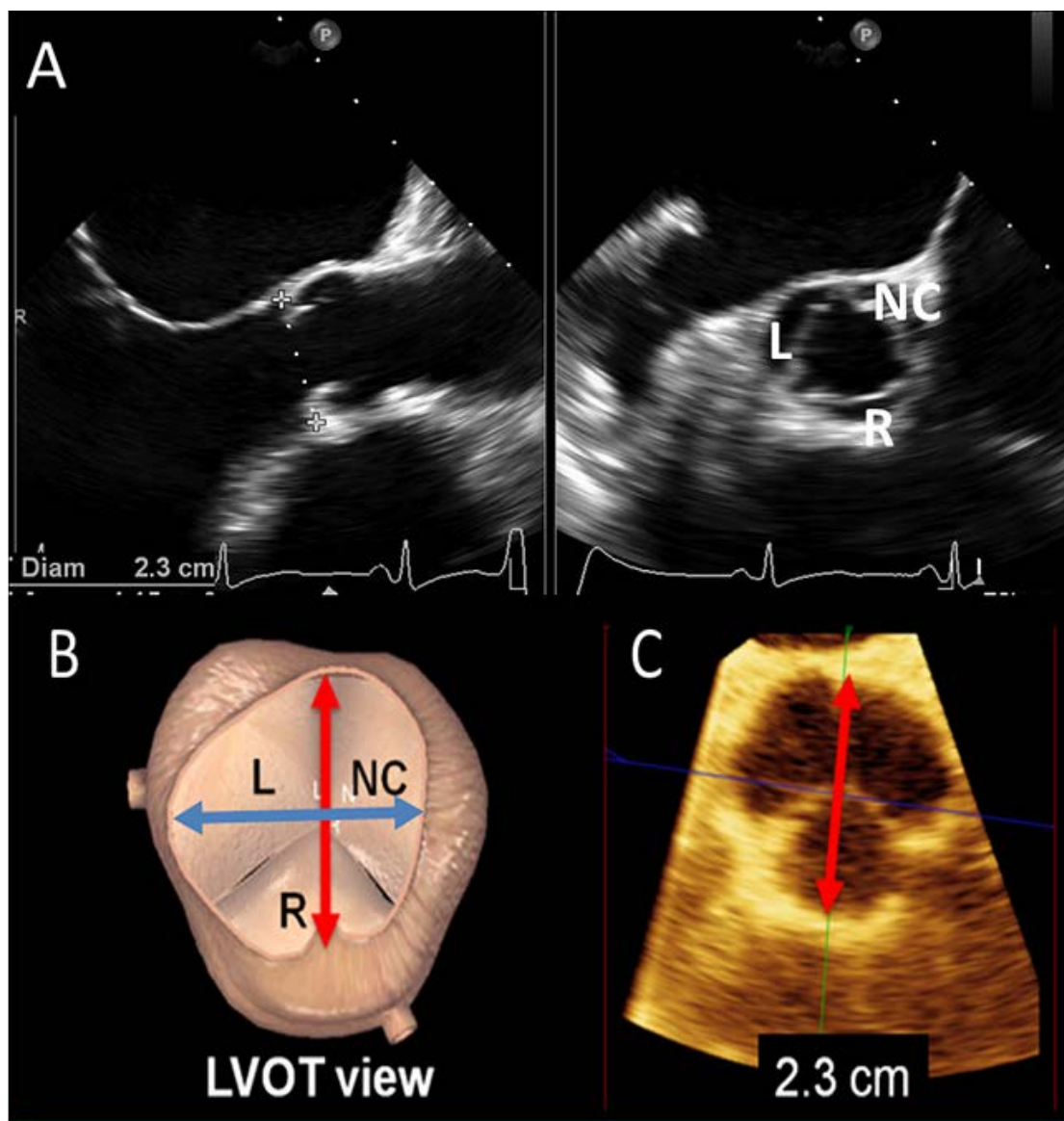


图 9 如果 LAX 观未切到主动脉根部的最大直径，二维超声心动图测量对真正的主动脉瓣环大小的估计就会不准确。(A) 通过多平面同步成像校正 LAX 观的测量径线端点，后方位于左、无冠的交界，前方为右冠瓣。(B) 简图，显示测量矢状径（红箭头）的最佳平面，据左、无冠交界和右冠瓣校正。3D 超声心动图 (C) 上测量的矢状平面瓣环直径是 2.3cm。注意，最大直径是在冠状面上（蓝箭头）。LVOT，左室流出道；L，左；R，右；NC，无冠。

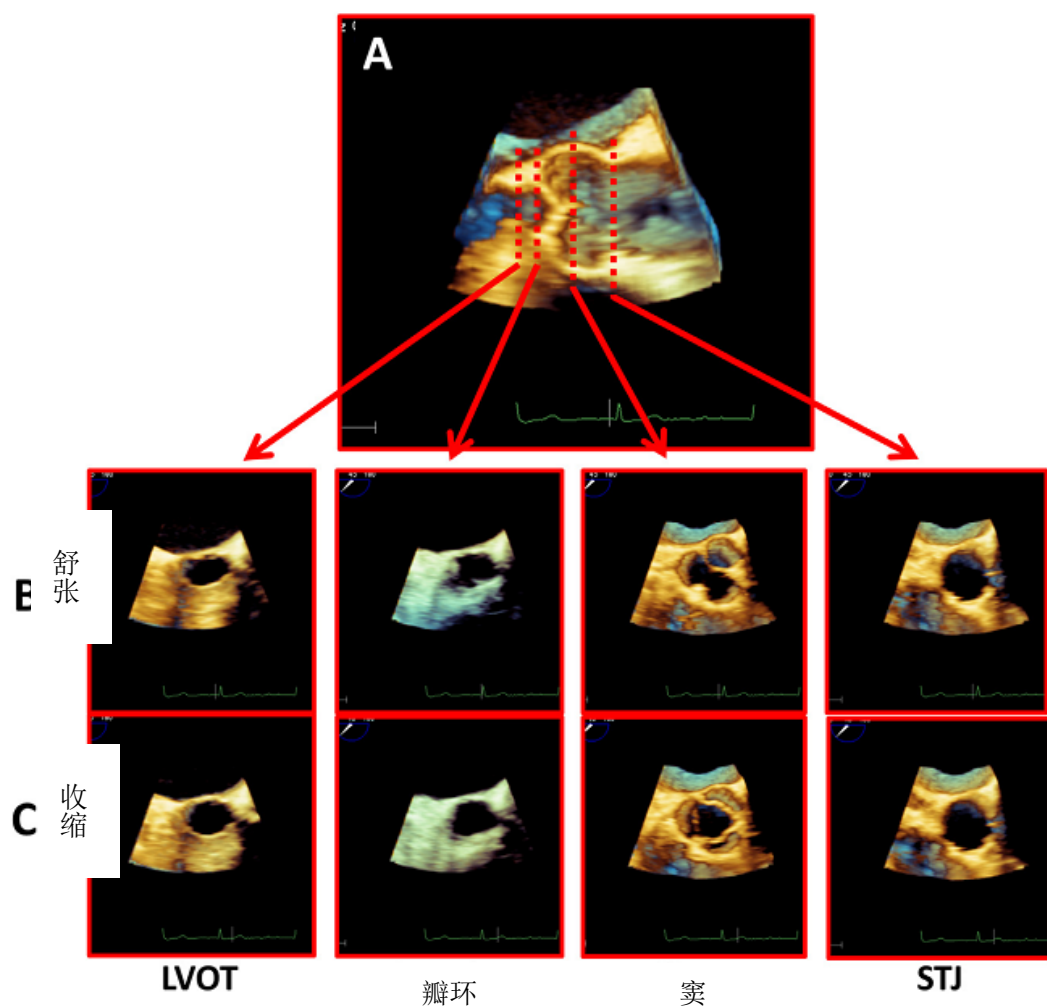


图 10 主动脉的三维图像。(A) 实时 3D 容积沿长轴切割主动脉。相应短轴切片显示在 B (舒张帧) 和 C (收缩帧)。每个水平的解剖改变；左室流出道 (LVOT) 是椭圆形的，窦干交界处 (STJ) 是圆形的。此外尤其是 LVOT 和瓣环形状是随心动周期改变的，在收缩期变得更大更圆。

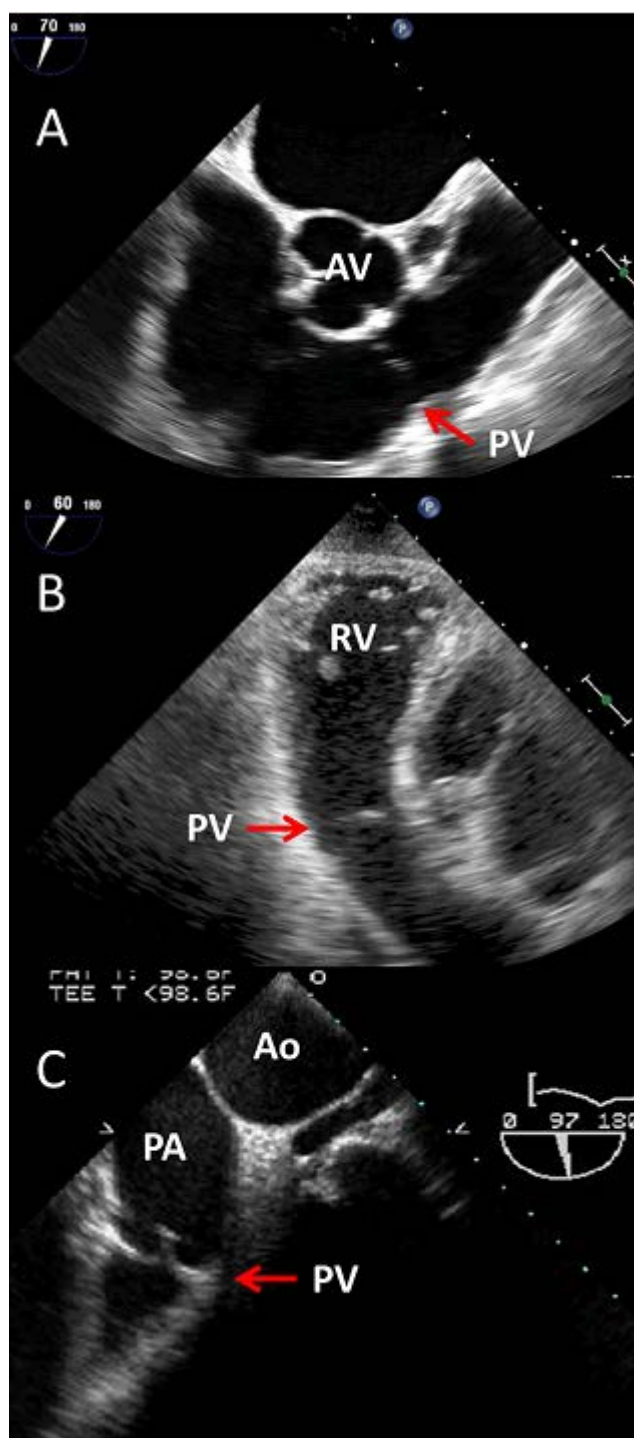


图 11 PV 图像自 ME RV 流入-流出道观 (A, 红箭头), TG RV 基底观 (B, 红箭头), 和 UE 主动脉弓 SAX 观 (C, 红箭头)。AV, 主动脉瓣。

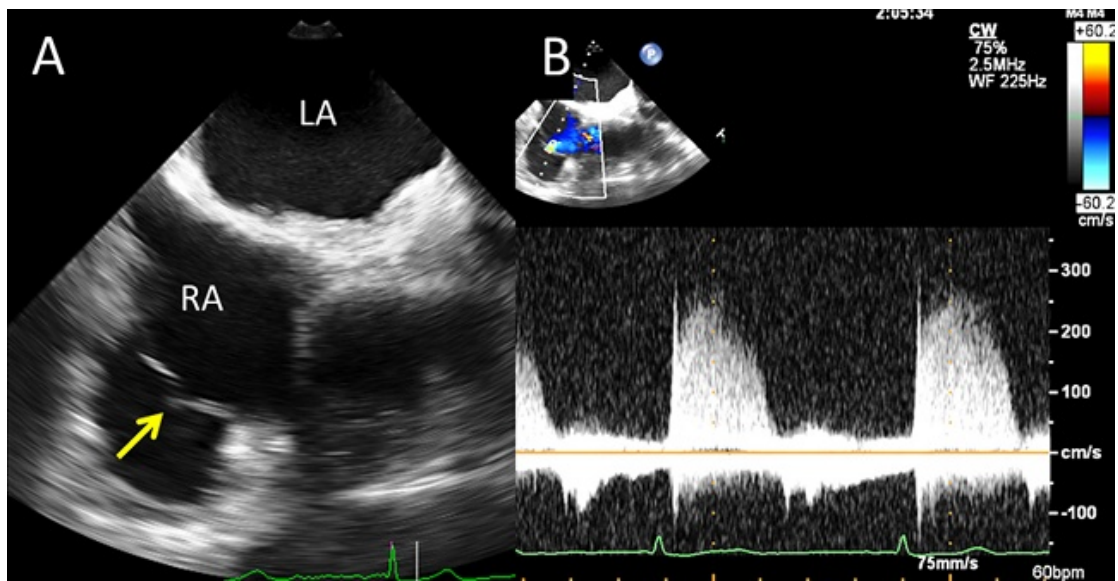


图 12 ME 改良双腔静脉 TV 观 (A) 显示三尖瓣叶的接合点 (黄箭头), 而连续多普勒声束最有可能对准朝向房间隔的反流束 (B)。LA, 左房; RA, 右房。

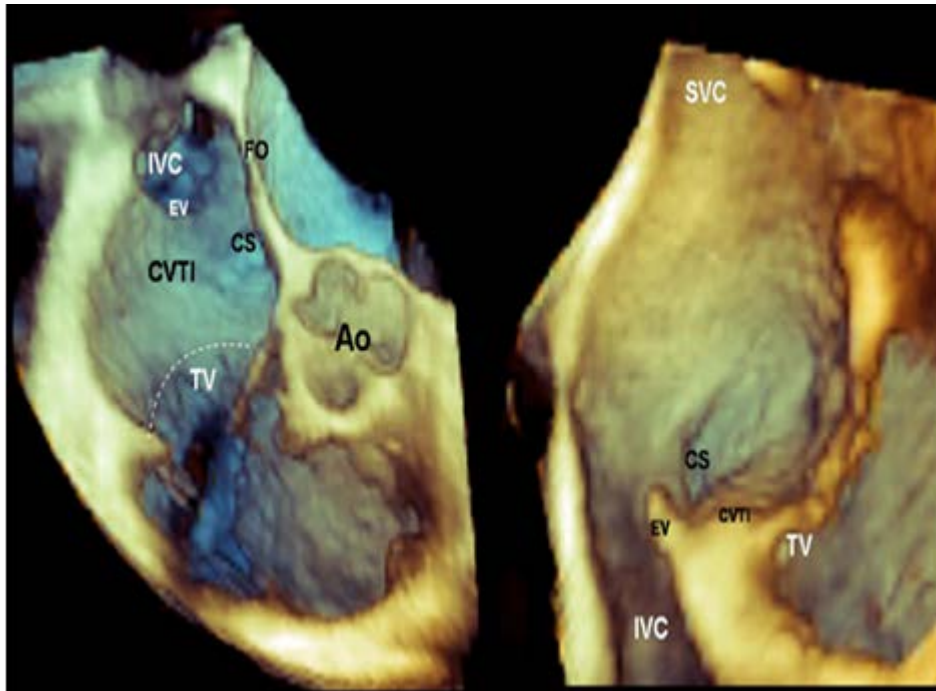


图 13 宽扇角采图模式能看到从瓣环到乳头肌尖端的三尖瓣器，及右房和相关结构。Ao，主动脉；CS，冠状窦；CVTI，三尖瓣与下腔静脉间峡部；EV，欧氏瓣；FO，卵圆孔；IVC，下腔静脉；SVC，上腔静脉。修改自 Lang *et al.*⁴⁹

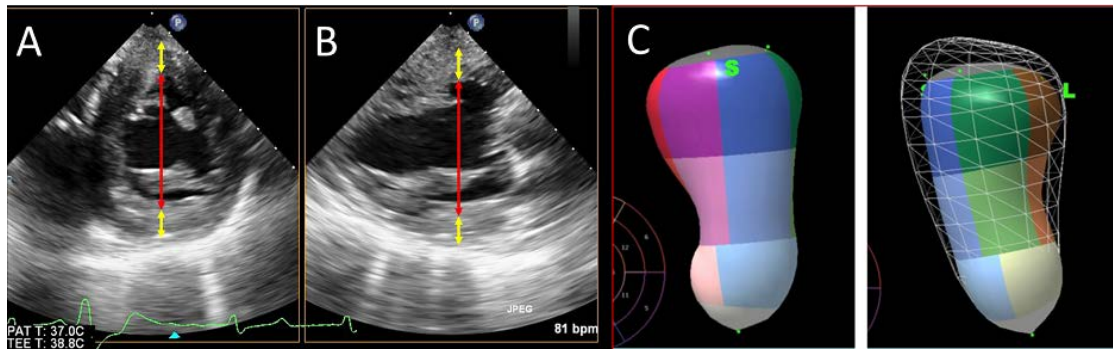


图 14 测量 LV 室壁厚度和内径的建议切面。二尖瓣瓣尖水平左室的多平面同步成像显示在推荐的 TG LV SAX 观 (**A**) 和正交的 TG LV 两腔观 (**B**) 上的 LV 测量。LV 容积 3D 显示和半自动定量的方法是由边界追踪描画出 LV 内膜 (手动或自动)，建立 3D 壳后圈出的容量 (**C**)。

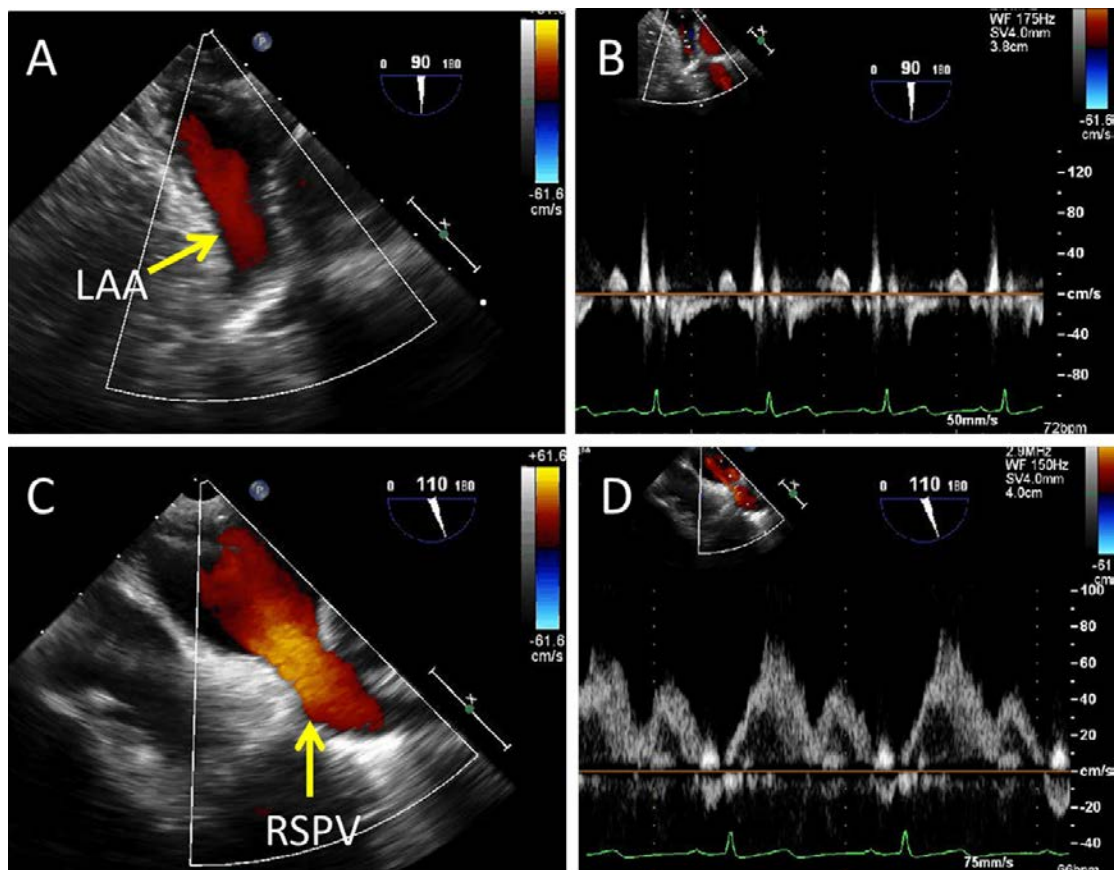


图 15 左心耳 (LAA) (A) 由 ME 观显示；由于解剖复杂且高度可变，应自多个探头角度成像。应行脉冲波多普勒 (B) 评估收缩力和血栓形成的风险。同时也应显示左右肺静脉。从 90° 到 110° ME 双腔静脉观右转（顺时针）可显示右肺静脉 (C)。可行脉冲波 (D) 或连续波多普勒评估血流。RSPV，右上肺静脉。

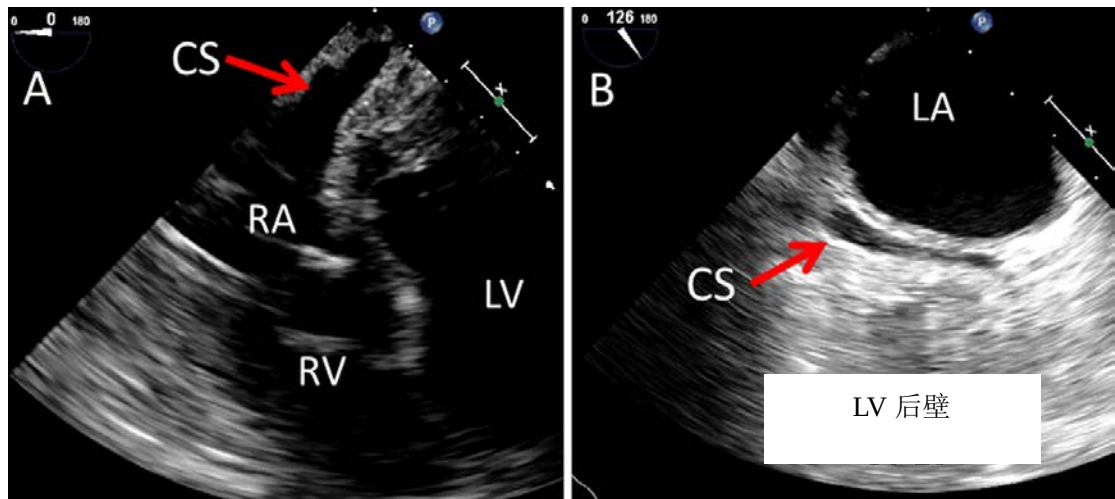


图 16 冠状窦（CS）的多个切面。深食管切面应能显示 CS，后者是一个后下方的结构（**A**）。而 ME 观也能用于显示 CS；在 90° 到 130° ，自 ME 两腔观逆时针转动，可以看到左房（LA）后部（**B**）。LV，左室；RA，右房；RV，右室。

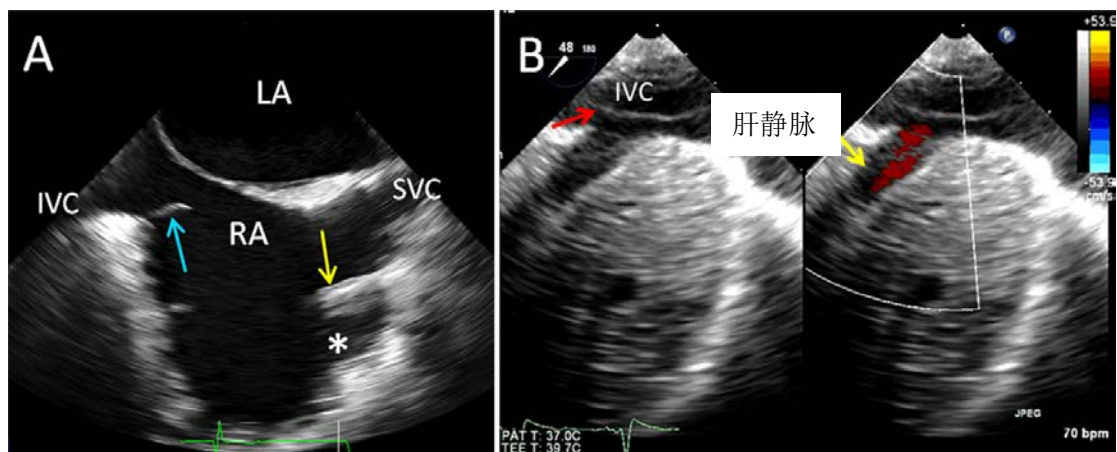


图 17 自双腔静脉观 (A)，可见下腔静脉 (IVC)，欧氏瓣 (蓝箭头)，界嵴 (黄箭头)，右心耳 (星形) 和上腔静脉 (SVC)。进一步插入 (B) (行同步彩色多普勒成像) 可显示 IVC 肝段和肝静脉 (黄箭头)。IVC 中可见股静脉导管 (红箭头)。LA，左房；RA，右房。

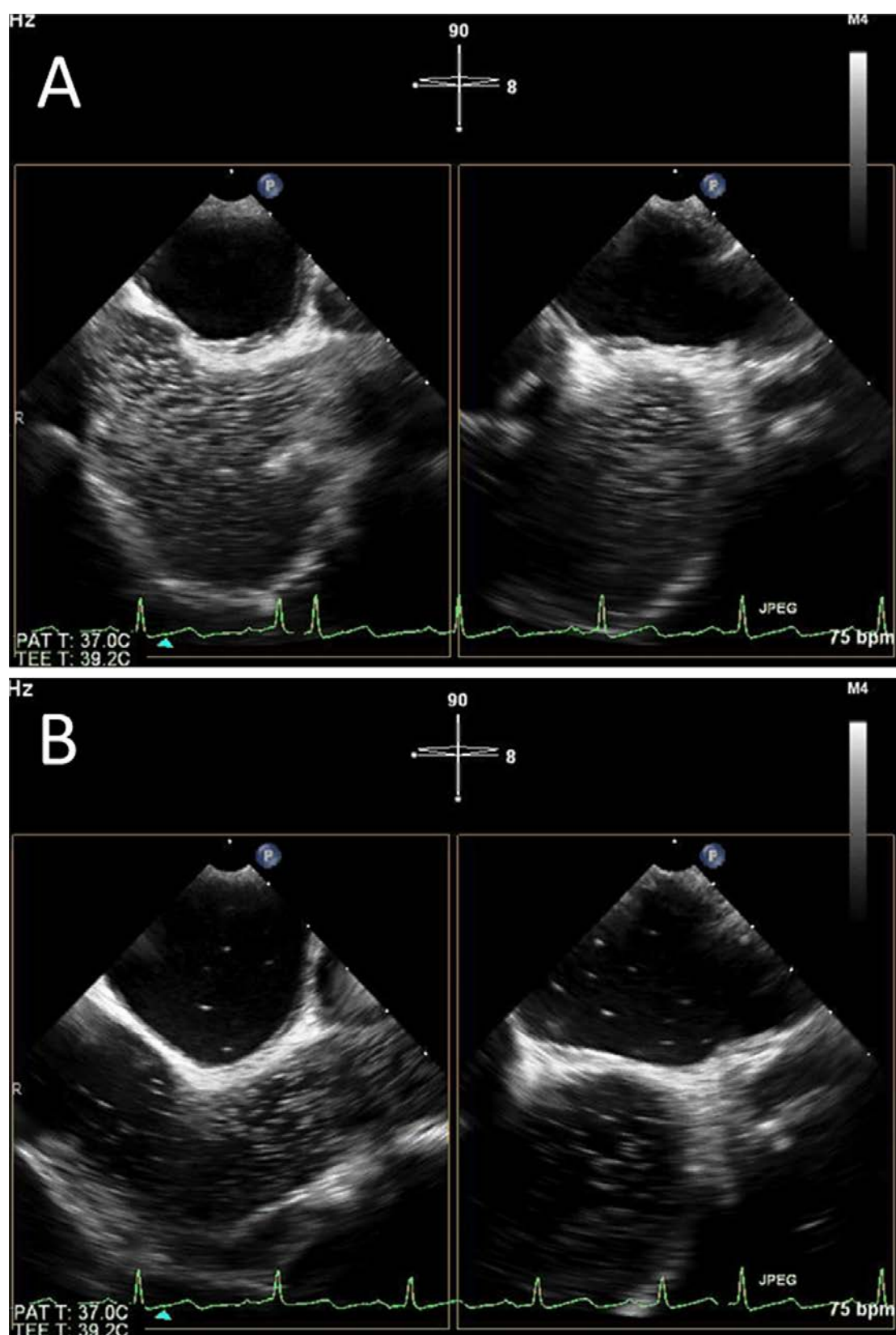


图 18 生理盐水造影实验：在右房显影后（A），左心出现多于三个生理盐水气泡（B）与 PFO 最相符。分流检出率和分流的临床解读差异很大。

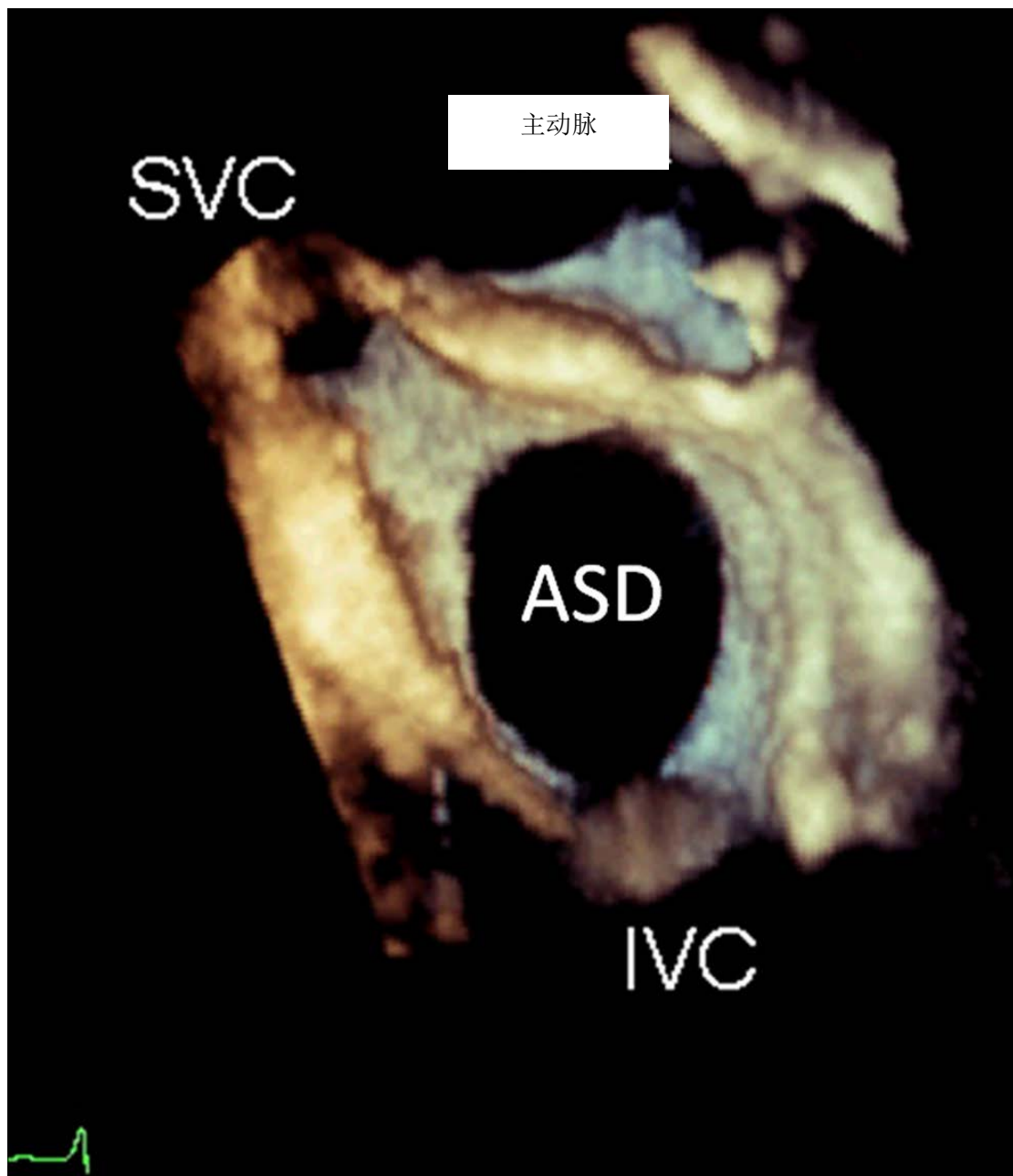


图 19 三维评估房间隔缺损（ASD）的大小和位置。IVC，下腔静脉；SVC，上腔静脉。