

指南与共识

经食管超声心动图临床应用中国专家共识

经食管超声心动图临床应用中国专家共识专家组

1 前言

在过去 30 年里,经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)在临床领域得到广泛应用,对心血管疾病的诊断、治疗、疗效评价产生了巨大影响,逐渐成为心血管疾病的主要诊疗方法和金标准。与经胸超声心动图(transthoracic echocardiography, TTE)相比,TEE 能够从心脏后方近距离观察心脏的结构和功能,避免了胸壁和肺气等因素的干扰,操作简便。该技术主要应用于以下疾病:心脏瓣膜病、心内血栓、感染性心内膜炎、先天性心脏病、心脏肿瘤等,尤其对心脏外科手术期的诊疗提供了决策性依据。与此同时,各种以 TEE 为基础的新的影像技术不断得到改进和发展,使其在心血管疾病结构、功能、血流动力学的定性和定量的精确评价进一步提升。

美国超声心动图学会(American Society of Echocardiography)和心血管麻醉医师学会(Society of Cardiovascular Anesthesiologists)于 1996–2013 年期间先后 6 次发表了 TEE 使用指南。不仅如此,美国国家超声心动图考试委员会(National Board of Echocardiography)设立了围手术期 TEE 执照认证考试,对不同阶段的 TEE 医生,针对工作数量、能力水平和从事的工作范围进行了具体的认证和规定。这些指南和推荐的发布极大推动了 TEE 在心血管疾病领域中的临床应用。

在我国,TEE 工作也开展了近 30 余年,但由于各种原因,仅在 2014 年由中华医学会麻醉学分会提出了《围手术期经食管超声心动图监测操作的专家共识》,针对围手术期 TEE 监测的一些关键问题,阐述了采集并使用 TEE 图像来解决临床问题、循环监测方法等。

为了促进和规范 TEE 的使用,我国心血管超声专家结合国外的指南和推荐,根据我国国情和临床实际,起草了 TEE 临床应用中国专家共识。本共识

包括非麻醉状态下和麻醉状态下、小儿和成人、介入和外科手术中 TEE 的应用,内容涵盖心脏结构、功能、血流动力学的定性和定量评价,以及 TEE 使用的安全性、并发症的处理等方面的内容。本共识同时也适用于非本专业医生的学习,了解 TEE 的适应证、使用优势以及评价效果,客观评价各学科患者的心脏状态,采取更适合的治疗手段,指导临床实践。

本共识提供的仅是 TEE 的临床应用原则,临床医师在临床实践中面对每一个具体患者时,应该根据个体化原则采取相应措施。

2 TEE 的规范化操作

2.1 TEE 检查规范的操作流程(非麻醉状态及麻醉状态下)

2.1.1 TEE 检查前准备:主要是适应证及禁忌证的评估(详见“适应证及禁忌证”章节)。(1)病史:心血管、呼吸系统、上消化道等疾病史,麻醉药物过敏、牙齿健康史。(2)查体:心脏专科查体,呼吸系统查体,纽约心脏协会(NYHA)心功能分级,口腔、牙齿、咽部专科体征。(3)实验室检测:血常规、凝血功能、感染筛查(乙型肝炎、丙型肝炎、艾滋病、梅毒)。(4)患者知情同意书签署。(5)建议乙型肝炎、丙型肝炎、艾滋病、梅毒阳性患者使用一次性 TEE 保护套,必要时行食管钡餐检查排除食管憩室。

2.1.2 TEE 探头的调节及安全使用:TEE 检查仪器的调节及探头的安全使用是获得最佳检查图像,保证诊断质量的重要环节。

探头选择:选择与超声主机匹配的探头种类,根据检查需要选择探头功能(如三维成像);成人 TEE 探头建议最低安全体重为 30 kg,儿童 TEE 探头要求最低安全体重为 5 kg,新生儿 TEE 探头用于体重低于 5 kg 的患儿。

探头安全使用:(1)检查探头结构是否正常,与超声主机是否妥善联接,选择正确的检查模式。(2)

消毒探头，探头的前端换能面涂上超声耦合剂，对血液传播性疾病的患者必须用透声性能良好的探头套隔离 TEE 探头。每次放置探头都应配备大小合适的牙垫或咬口以保护探头。(3)检查过程根据需要选择合适的探头深度、位置、图像深度、增益、频率及关注点。(4)注意合适的检查时间,时间不宜过长，以免引起患者不适或探头温度过高；手术中行 TEE 检查，检查间期请保持图像停止状态，以免探头温度过高。(5)检查使用后选择仪器专用的消毒制品进行消毒及保养，探头保持清洁、干燥，不使用时请置入专用存放箱中放置。

2.1.3 TEE 检查的具体操作流程:(1)患者面向检查医师侧卧位，给予口咽部局部麻醉药物，全麻状态下可选择仰卧位或侧卧位。(2)检查并清除患者口腔内和食管内活动性异物，给予心电图及血压监测，检查探头头端的设置，保持弯曲，非锁定状态方能开始检查。(3)非麻醉状态下首先放置牙垫，手持探头管体前 1/3 处，从患者牙垫处轻轻将探头送至咽后壁，嘱患者做吞咽动作；全麻状态下另一手中指、食指和拇指轻提下颌，打开咽腔，同样轻柔地将探头送至咽后壁，如遇到阻力，稍前屈探头。探头置入困难时禁用暴力，必要时使用喉镜、可视喉镜辅助，或者寻求他人帮助。尝试 3 次以上未能成功置入探头，或者在放置过程中发现活动性出血，应考虑放弃 TEE 检查。(4)检查时间不应过长，非操

作时间应冻结图像，避免探头温度过高，检查操作全程轻柔，非麻醉状态患者应嘱配合呼吸、避免吞咽口水，检查过程中监测心率、血压、心电图波形，以便及时发现和处理异常状况。(5)退出探头时遇到阻力，需要确认探头是否处于前端弯曲状态并被卡锁固定，全麻患者各种保护反射受到抑制，应尽量保护患者。(6)非麻醉状态患者检查结束后应观察心率、血压正常后方能让患者离开，嘱患者 2 h 后再进水、进食，进食温水、食温软食物，短期内痰中少量血丝不要紧张，如短期内出现量多鲜血应及时到医院就诊。(7)及时发布 TEE 检查报告，规范的超声报告应包括以下内容：①检查的日期和时间；②患者的基本信息：姓名、年龄、性别、病历号；③检查的指征；④检查发现及结论(应包含必要的数据测量及图像)；⑤执行检查及报告医师的姓名、报告签发的日期。

2.2 TEE 检查规范的人员培训流程

TEE 是一项有创的医学影像学检查，虽其并发症较少，但是严重者可威胁患者生命，所以 TEE 检查必须由经过规范化培训、具有一定资格的执业医师完成；TEE 检查需要医师具备心脏超声、心脏内科的知识，围术期 TEE 因其会影响患者术中管理，操作者还应有必要的围术期管理能力。我们提出的基础 TEE 规范培训流程包括独立临床经验、监督管理和继续教育要求(表 1)。

表 1 TEE 基础规范培训流程(包括儿童 TEE)

流程	非麻醉下 TEE	围术期 TEE	继续教育(能力维持)
监督训练流程	(1) TTE 检查基础及经验 (2) 在监督下完成 ≥ 150 例非麻醉下 TEE 操作、图像存储并报告	(1) TTE 检查基础及经验 (2) 150 例围术期 TEE，其中 ≥ 50 例在监督下完成操作、图像存储并报告 (3) 儿童围术期 TEE 需完成 25 例(12 例 < 2 岁)儿童食管插管，并完成 ≥ 50 例 TEE 检查	不需要
实践经验流程	4 年内完成并解读 ≥ 150 例 TEE，每年 ≥ 25 例	4 年内完成并解读 ≥ 150 例 TEE，每年 ≥ 25 例	每年完成并解读 ≥ 25 例 TEE (包括非麻醉及全麻新状态)，儿童围术期 ≥ 50 例/年

注:TEE:经食管超声心动图;TTE:经胸超声心动图

从事 TEE 的医师在上述培训流程学习后，需具备心脏超声基础知识、心血管内、外科及部分麻醉学方面知识，需要掌握的技能包括食管插管，通过调节探头以获取标准切面、优化图像及多普勒设置的能力等。在围术期 TEE 时，必须能够快速、清晰、准确地与外科或介入医生交流实时超声图像所见。另外，由于不同患者的检查要求及血流动力学状态不同，因此有必要在多种临床诊疗环境下进行操作以累积经验。这些诊疗单元包括手术室、重症监护室、门诊和心导管室等。综上所述，TEE 检

查医师具体需要具备的能力及操作技能参见文献[1, 2]。

3 TEE 的适应证和禁忌证

3.1 TEE 适应证

3.1.1 TTE 检查显像困难者，如肥胖、肺气肿、胸廓畸形或在近期胸部手术后，以及正在使用机械辅助呼吸的患者。

3.1.2 TTE 检查难以显示的部位，如左心耳、上腔静脉、左右肺静脉以及胸降主动脉，对左右冠状动脉主干的显示等。

3.1.3 TTE 检查难以清晰显示的结构和病变^[3]。

3.2 围术期 TEE 适应证

3.2.1 术前需要明确的诊断及鉴别诊断:(1) 急诊手术麻醉, 需要排除心脏和大血管的并发症, 或需要鉴别诊断, 如夹层动脉瘤、肺栓塞、心肌梗死等。但患者 TTE 检查显像困难者。(2) 手术前给外科医生提供明确完善的诊断, 以便决定最终的手术方案。

3.2.2 术中监测:(1) 术中出现难以解释的低血压、低氧血症, 且难以纠正者。(2) 血流动力学监测, 观察前负荷、后负荷、心肌收缩及舒张功能等。

3.2.3 术后指导排气及评价即刻手术效果。

3.2.4 在非心脏手术中的 TEE 监测, 如神经外科手术中, 监测卵圆孔未闭 (patent foramen ovale, PFO) 右向左分流情况, 以预防矛盾栓塞等^[1]。

3.3 TEE 禁忌证

3.3.1 绝对禁忌证: 患者拒绝。先天性或获得性的上消化道疾病, 如活动性上消化道出血、食管梗阻或狭窄、食管占位性病变、食管撕裂和穿孔、食管憩室、食管裂孔疝、先天性食管畸形、近期食管手术史、食管静脉曲张、咽部脓肿。

3.3.2 相对禁忌证: 凝血障碍、纵隔放疗史、颈椎疾病、咽部占位性病变。严重心血管系统疾病, 如重度心力衰竭、严重心律失常、急性心肌梗死、不稳定性心绞痛、重度高血压、低血压或休克状态等。麻醉剂过敏^[4]。

4 TEE 的主要应用范围

心脏内、外科常见疾病的超声检查的常规工作主要依靠 TTE, 但是部分患者因 TTE 的局限性, 需要做 TEE 检查。TEE 扩展了经胸超声检查的范围, 可作为 TTE 有益的补充。

4.1 心律失常

射频消融术前了解心耳血栓: TEE 是大多数心房颤动(房颤)、心房扑动(房扑)、房性心动过速(房速)患者进行射频消融或电复律前的必需检查^[5]。于食管上段切面显示左心耳, 由 0°~180°观察整个左心耳, 以明确是否存在左心耳血栓。

4.2 肺栓塞

TEE 可以清楚地探测到右心腔、主肺动脉、右肺动脉和部分左肺动脉。因此可以提供肺栓塞的直接征象——右心腔、主肺动脉和左、右肺动脉内血栓, 同时也可提供肺栓塞的间接征象——右心负荷过重的表现^[6]。此外, TEE 可以区分肺动脉内血栓和主动脉夹层或主动脉夹层所致的左肺动脉受压, 因此能鉴别均以胸痛为主要症状的主动脉夹层和肺

栓塞。尤其是对于肺气肿、机械通气、术中及不能左侧卧位配合行 TTE 检查的患者, TEE 检查明显优于 TTE 检查。

TEE 对主肺动脉或右肺动脉的血栓敏感性较高, 但很少检出左肺动脉血栓, 而且对肺叶动脉也显示不清。并且, TEE 为侵入性检查, 对急性肺栓塞患者进行 TEE 检查存在一定的风险。因此, 在实际操作前需权衡利弊。

4.3 肺动脉高压

原发性肺动脉高压为原因不明的肺小动脉病变所致的肺动脉高压, 其诊断需排除各种原因造成的继发性肺动脉高压。TEE 避开了胸壁和肺组织的干扰, 且直接贴近心脏后方, 能更清晰地显示心脏、大血管结构和血流动力学改变^[7]。尤其是合并重度肺动脉高压的各种类型的房间隔缺损 (atrial septal defect, ASD) 或室间隔缺损 (ventricular septal defect, VSD), 由于肺循环压力和体循环压力基本相等, TTE 检查时彩色多普勒难以显示心房或心室水平的分流, 而 TEE 有相对更高的特异性和敏感性。TEE 技术在重度肺动脉高压的病因诊断和鉴别诊断中具有重要价值。

4.4 主动脉瓣狭窄的病因及治疗前评估

主动脉瓣狭窄最终会导致心脏扩大、左心室心肌肥厚, 以致心力衰竭。常规治疗方法是外科手术。一般 TTE 可对先天性主动脉瓣畸形、主动脉瓣退行性病变或感染性病变等作出准确的判断。但在患者经胸声窗差, 主动脉瓣明显增厚、钙化或赘生物形成时, 主动脉瓣的畸形或其他病变可能难以清晰显示。

采用大动脉短轴、左心室流出道及主动脉长轴切面, 可清晰显示主动脉瓣叶的数目及形态, 评估瓣膜及瓣环的钙化程度, 测量主动脉瓣环内径、主动脉窦部及升主动脉内径, 同时明确是否存在主动脉瓣下或瓣上狭窄。

4.5 感染性心内膜炎

感染性心内膜炎所形成的赘生物和受累部位心血管结构的破坏及其功能受损, 在超声上均有相应的特殊表现, 大多数患者可通过 TTE 进行诊断。部分 TTE 图像显示不够清晰的患者可采用 TEE 检查明确诊断。

TEE 检查可以准确地鉴别瓣膜赘生物与瓣叶扭曲或折叠所产生的伪像, 并有助于提高赘生物、瓣膜穿孔、瓣周脓肿、瘘道形成等病变的检出率。对感染性心内膜炎患者明确心脏基础病变、外科术前

评估及内科治疗效果的评估和随访有重要作用^[8]。

TEE 检查通常采用主动脉瓣短轴、四腔心、左心室短轴、左心室两腔心、左心室长轴切面。在明确是否存在原有瓣膜病、人工瓣、ASD、VSD、动脉导管未闭等心血管病变的基础上,确定感染性病变导致的赘生物、穿孔、脓肿、瘘道等的部位、范围、毗邻结构及其导致的血流动力学异常,为临床诊断及治疗提供更多的资料。此外,必要时还可多次行 TEE 检查,对心内膜炎病情进展及内、外科治疗效果进行评估和随访。

4.6 心脏人工瓣膜异常

人工瓣膜包括人工机械瓣膜及人工生物瓣膜。心脏瓣膜置换术后,可能发生人工瓣膜的狭窄、卡瓣、瓣周漏、感染性病变、血栓、血管翳等并发症,程度较重时需要外科处理。当患者经胸声窗不理想,或 TTE 怀疑有人工瓣膜形态或功能异常时可行 TEE 检查。

TEE 能清晰显示人工瓣膜,可明确人工瓣膜功能异常的原因和人工瓣瓣周的病理改变。同时可留取人工瓣膜血流的多普勒频谱,评估峰值流速、平均压差、流速时间积分及有效瓣口面积等^[9]。

于食管中段四腔心、左心室两腔心、左心室长轴切面,显示二尖瓣位人工瓣瓣叶活动状态、瓣叶及瓣周是否存在血栓、血管翳或赘生物,可有效鉴别瓣周漏或中心性反流。

主动脉瓣位人工瓣膜主要显示切面为:食管上段主动脉瓣短轴及长轴切面,但由于超声声束与主动脉瓣角度的关系,加之人工瓣环回声的干扰,TEE 对主动脉瓣人工瓣膜的评估作用不及二尖瓣位人工瓣膜,尤其在主动脉瓣及二尖瓣双瓣置换时,但其图像仍较 TTE 更清晰。

4.7 先天性心脏病

4.7.1 ASD 封堵前评估:Ⅱ孔型 ASD 行房间隔封堵术前,由于 TTE 图像欠清晰,尤其是剑突下声窗差而不能明确 ASD 残端大小,或多发 ASD 的患者,可行 TEE 检查,以明确是否存在封堵适应证,并为封堵器大小的选择提供参考^[10]。

在食管中段的主动脉瓣短轴、四腔心及双心房切面分别显示主动脉侧、房后壁侧、二尖瓣侧、上下腔静脉侧及冠状静脉窦侧房间隔残端的长度,以及房间隔的总长度。

4.7.2 少见类型 ASD:上腔静脉型、下腔静脉型及冠状静脉窦型 ASD 由于较为少见,且位置隐蔽,易导致漏诊,TTE 检查后如有疑问可结合 TEE 检查确诊。

于双腔静脉切面显示上腔静脉及下腔静脉开口,观察近上腔或下腔静脉开口处是否存在缺损。食管中下段冠状静脉窦切面,观察冠状静脉窦壁是否完整,是否存在分流,以明确是否存在冠状静脉窦型 ASD。

4.7.3 PFO:PFO 为缺血性脑血管病的重要常见病因之一,TEE 彩色多普勒结合声学造影诊断 PFO 的灵敏度和特异度均可达到 100%,可作为诊断 PFO 的“金标准”^[11]。

采用食管中段双心房切面,观察卵圆窝处是否存在回声分离,并用彩色多普勒观察是否有分流。如无明确分流存在,可嘱患者做 Valsalva 或咳嗽动作。以上方法如仍不能确诊,可行声学造影检查。

4.8 其他:主动脉夹层、心内占位等

TTE 结合 CT、MRI 等其他影像学检查,通常可明确诊断主动脉夹层、心内占位等病变。由于 TEE 为侵入性检查,上述疾病的患者在检查过程中有可能出现主动脉夹层破裂大出血、心内占位性病变脱落导致体或肺循环栓塞等,需权衡利弊,以决定是否需要。

4.9 清醒状态下的 TEE 检查

TEE 检查属于侵入性检查,但相对安全。TEE 可在患者清醒或基础麻醉状态下进行,相对而言,清醒状态下患者的血压、心率更接近于生理状态,并可配合检查者做 Valsalva、咳嗽等动作,检查结束后亦无需监护。缺点在于清醒状态下检查患者较痛苦,并可由于精神紧张、恶心不适,导致血压升高、心率加快。对于部分难以耐受的患者,可在基础麻醉状态下进行检查。

5 成人术中 TEE 的主要临床应用范围及推荐级别

TEE 在多数的心外科手术中发挥着外科术者额外“眼睛”的作用,为心外科手术的成功保驾护航。术前协助明确诊断及评估疾患的严重程度,补充 TTE 诊断,协助手术医师及时调整手术方案、引导部分导管就位等。术后脱离体外循环辅助前、循环近生理状态时评估手术效果,及时发现异常情况并再次手术干预。另外 TEE 在术后即刻可以指导心腔排气,避免残余气体进入冠状动脉或脑部引起损伤^[12, 13]。

5.1 心脏瓣膜手术

5.1.1 心脏瓣膜成形术:心脏瓣膜成形术具有保留自体瓣叶组织、不需要长期抗凝治疗、无抗凝相关并发症的优势获得青睐,成功的心脏瓣膜成形术有赖于术前对瓣膜疾患的病因及瓣叶、瓣环、腱索、

乳头肌的形态进行准确的定性、定量评估。

二尖瓣成形术(mitral valvular plasty, MVP):(1)术前评估:二维 TEE 可明确病因、明确反流起始位置。实时三维 TEE 可直观显示二尖瓣叶的形态,简化了沟通,定量二尖瓣器的形态学指标,为外科医师制定手术方案、选择合适类型及大小的人工瓣环提供重要依据。(2)术后评估:重点评估是否狭窄、残余反流及程度、收缩期前向运动等;① MVP 后可通过平均跨瓣压差及 PHT 法评估有效瓣口面积,平均跨瓣压差小于 5 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 及有效瓣口面积大于 1.3 cm² 是可接受的;② MVP 微量至少量的瓣环内反流可以接受,少量以上反流结合彩色多普勒技术可明确残余反流成因;③ MVP 术后收缩期前向运动现象发生率约 4.0%~11.0%,术后 TEE 确认收缩期前向运动现象后需除外容量及后负荷过低因素,其改善后收缩期前向运动仍不消失时应果断再次手术干预^[14, 15];④ MVP 患者除上述内容外,均应多切面及联合彩色多普勒技术评估主动脉瓣形态及功能,除外医源性主动脉瓣损伤,彩色多普勒技术表现主动脉瓣反流增加且来源于瓣叶根部。

MVP 的 TEE 评估是极为重要的,尤其是术后的评估可以明显改善临床预后,建议 MVP 患者术前术后常规 TEE 评估。

主动脉瓣成形术(aortic valvular plasty, AVP): AVP 主要应用于主动脉瓣关闭不全,成形术主要包括瓣环成形、瓣膜延伸术、瓣膜游离缘缩短术(瓣膜折叠、瓣膜中部楔形切除)、瓣膜破损修补术、增厚瓣膜削切术后、联合部切开术、瓣叶折叠悬吊等^[16-18]。由于具有保留了自体瓣膜结构的完整、左心室功能恢复良好、手术死亡率低、无需抗凝等优点,适用于任何年龄的患者,尤其是儿童面临生长发育、年轻妇女有生育需求而不适于心脏瓣膜置换术的患者。

术后的主动脉瓣需要在舒张期承受主动脉内巨大血柱的压力,术前准确的评估主动脉瓣瓣叶数目、瓣叶形态是 TEE 明确的优势,可以为手术医师评估主动脉瓣成形的可行性以及为手术方案的选择提供直观的影像学信息,心脏复跳后 TEE 即刻可以评估生理状态下的人工瓣叶对合及关闭状态,可以更直观、准确的评估其成形效果。

三尖瓣成形术(tricuspid valvular plasty, TVP):单纯 TVP 见于三尖瓣下移畸形、三尖瓣器外伤、感染性心内膜炎等,同期 TVP 常见联合瓣膜损害及部分先天疾患,三尖瓣位于右前方距胸壁近,TTE 能

清晰、准确评估三尖瓣形态,通常无明确器质病变时不建议常规 TEE 评估,在合并其他需要 TEE 评估心内手术可同期进行 TVP 效果评估,单纯 TEE 评估 TVP 常用于三尖瓣下移畸形,由于瓣叶转移还是房化右心室折叠技术都会对三尖瓣形态产生较大的影响,建议所有的三尖瓣下移手术的术后进行 TEE 评估手术效果。TVP 的 TEE 评估通常是选择性的或者同期进行的。

5.1.2 心脏瓣膜置换术:心脏瓣膜置换术是瓣膜疾患中最常见的手术方式;根据置换的瓣膜包括二尖瓣置换、主动脉瓣置换、三尖瓣置换,常见的联合瓣膜置换是二尖瓣联合主动脉瓣置换,肺动脉瓣置换手术非常少见。根据瓣膜置换的类型分为机械瓣置换及生物瓣置换。

术前评估:由于 TTE 在绝大多数心脏瓣膜疾患中可以明确诊断及评估血流动力学影响,因此拟行人工心脏瓣膜置换的患者通常不需要常规进行 TEE 评估。当患者 TTE 声窗较差时可以通过术前 TEE 进行瓣叶形态、反流部位、反流程度的准确评估。联合瓣膜病变的时,TEE 术前可以准确评估次要瓣膜病变的程度以决定是否需要同期进行瓣膜干预,当风湿性二尖瓣狭窄患者需要评估左心耳血栓或血流自发显影的血栓形成的高风险状态时,TEE 亦可发挥重要的作用。

术后评估:人工心脏瓣膜功能的评估:(1)瓣叶运动状态:单一切面难以显示所有瓣叶运动状态,人工二尖瓣均应食管中段 0°~180° 的连续扫查以显示瓣叶运动状态,生物瓣叶启闭运动较为灵活,开放运动的幅度较大,瓣叶可以完全贴近人工瓣架,运动过程中不应出现受到遮挡或形态出现折曲。声束垂直于碟片轴向时会出现对称的双叶机械碟片启闭状态,实时三维 TEE 可以直观显示。当生物瓣叶运动受到遮挡或形态出现折曲、机械碟片运动行程明显减小甚至固定于开放或关闭位置时提示瓣叶功能异常,以上均需探查并予以清除,必要时更换一个新的人工瓣膜。主动脉瓣位人工瓣由于位于一个周期性高压梯度变化的环境,通常瓣叶运动状态较少出现急性异常。(2)瓣环内血流评估:人工生物瓣瓣口血流类似于自体瓣膜,其瓣口血流速度要略快于自体瓣膜,二尖瓣位人工瓣峰值流速通常小于 2.2 m/s,且频谱形态类似于轻度狭窄的二尖瓣血流频谱形态,生物瓣叶关闭较为严密,因此关闭时通常没有瓣环内反流或仅有微量中心性反流。当瓣环内反流超过少量时应积极探究瓣膜成因。人工机械

瓣通常会存在瓣环内反流,单叶侧倾碟瓣瓣环内反流存在于缝合环内侧的瓣叶与瓣架交接处,部分单叶侧倾碟瓣还会存在一束中心孔处的反流。典型的双叶碟瓣多束反流存在于缝合环内侧的瓣叶与瓣架交接处以及瓣环中心两个瓣叶关闭处,短轴水平尤其是主动脉瓣位双叶碟瓣可以观察到沿瓣轴处对称分布的四处微量反流。人工机械瓣瓣环内的反流起源通常是局限性的。当人工生物瓣反流超过少量且呈偏向性、人工机械瓣环内反流沿碟片边缘连续且反流束缩流宽度大于 3 mm 时通常是病理性的反流,术后即刻发现上述情况通常提示瓣叶本身存在问题。(3)瓣周反流的评估:瓣周反流可见于任何类型的人工瓣膜。术后即刻细小的瓣周反流常见^[9],发生率约 5%~20%,多数小于 2 mm,可能与缝线的针孔相关,应用鱼精蛋白中和肝素后可以消失。缩流宽度大于 2 mm 的瓣周反流是病理性的,彩色多普勒技术可以定量瓣周反流宽度及评估反流所占瓣环圆周比例判断反流的严重程度。人工瓣膜瓣周反流需准确定位,心脏停跳无张力状态下探查较为困难,TEE 的准确定位能缩短手术时间。

尽管发生率较低,二尖瓣生物瓣置换术后生物瓣瓣架朝向不合适时可以出现左心室流出道梗阻,彩色多普勒技术可明确定性,当出现流出道血流明显加快合并峰值压差大于 30 mmHg 时应再次手术调整。

总之,TEE 在瓣膜置换的术前发挥着极为重要的作用,可以及时补充诊断、发现需要处理的新问题及协助完善手术方案,术后可以即刻评估效果,及时发现需要处理的异常问题,因此所有的心脏瓣膜手术均建议常规进行术中 TEE 检查。

5.2 先天性心脏病

成人先天性心脏病以简单分流性心脏病,如 VSD、ASD、动脉导管未闭(patent ductus arteriosus, PDA)较为多见,成人复杂先天性心脏病随着产前胎儿心脏病筛查的普及,婴幼儿及儿童心血管诊治技术的进步将越来越少。

5.2.1 简单分流性先天性心脏病:由于继发隔 ASD 显示清晰且左右心房间压力阶差较低,术后极少出现残余分流,即使同期 TVP 亦可通过右室腔注水评估,因此 ASD 的外科手术不建议进行 TEE 评估。

PDA 是位于心脏外的异常交通,近年来绝大多数 PDA 通过介入予以封堵,极少数患者通过侧开胸结扎。由于 PDA 位于心外且位置较高,TEE 探查容易受到气管、肺脏的影响而成功显示率较低,因此

PDA 的治疗不建议 TEE 监测。

部分型心内膜垫缺损(原发隔 ASD)由于病变累及瓣膜,大多数患者合并有二尖瓣前叶裂,瓣膜受累程度与心内膜垫发育异常程度相关,术前多合并二尖瓣反流,此类还要同期进行瓣膜成形,建议常规 TEE 评估瓣膜成形效果。

VSD 修补时既要避免损伤心脏传导系统又需要避免损伤主动脉瓣,部分合并肺动脉高压患者肌部室间隔多发小缺损只有在膜周部或漏斗部的缺损修补后才能探查到。因此怀疑肌部 VSD 应常规术前 TEE 筛查。VSD 术后应重点评估修补的效果,较大的(大于 3 mm)的残余分流明显增加心脏容量负荷,需要再次手术矫治,TEE 不仅能定性、定量残余分流,可准确定位分流部位为再次手术提供指导。VSD 修补时手术操作可能导致三尖瓣功能异常,因此 VSD 术后三尖瓣及主动脉瓣功能评估亦至关重要,与二尖瓣成形损伤主动脉瓣的表现类似,VSD 修补损伤主动脉瓣的 TEE 表现为受影响的主动脉瓣叶根部启闭运动程度减低、受限,彩色多普勒技术显示反流主要来源于瓣叶根部而不是瓣叶的对合缘。

5.2.2 复杂先天性心脏病:复杂先天性心脏病包括法洛四联症、右心室双出口、大动脉转位、肺动脉闭锁等,上述复杂先天性心脏病进行解剖矫治时都需要对心内分流通道修补的效果进行评估,不仅如此,双侧心室流入道尤其流出道都需要进行评估以除外梗阻,另外涉及瓣膜成形时亦需评估效果。

5.3 冠状动脉粥样硬化性心脏病

冠心病患者行冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass graft, CABG)时不建议常规术中应用 TEE,当合并瓣膜疾病、室壁瘤及血栓、怀疑新发缺血时,TEE 具有重要的诊断价值,可以行 TEE 协助诊治。

冠心病的 CABG 以改善狭窄或闭塞病变远端的血流供应,其手术操作局限于胸腔外,不涉及心内并发症的处理时通常不需要常规 TEE 监测室壁运动及心功能状态,当 CABG 后出现难以脱离体外循环、频繁室性心动过速(室速)、心室颤动(室颤)时 TEE 可以协助评估有无新发缺血。

心肌梗死尤其下后壁心肌梗死患者可合并缺血性二尖瓣反流,当存在中度及以上或者合并腱索、乳头肌断裂时需同期 MVP 或二尖瓣置换术。当 TTE 二尖瓣反流介于轻中度之间且瓣叶形态没有器质性损害时,术中 TEE 对二尖瓣反流的评估有利于指导外科手术医师决定是否对二尖瓣进行干预。部分室壁瘤患者

会合并心尖部血栓形成, TEE 可以清晰显示左心室有无血栓、部位及大小, 为室壁瘤切除或折叠提供重要的依据, 室壁瘤切除或折叠导致左心室减容后心室几何形态变化可能影响二尖瓣的功能, 尤其是大范围室壁瘤的处理, TEE 可以予以准确的评估。

5.4 心肌病

心肌病以扩张型心肌病、肥厚型心肌病(hypertrophic cardiomyopathy, HCM)、限制型心肌病等较为常见。扩张型心肌病及限制型心肌病不常规心脏外科治疗, 当其发展到终末期多接受心脏移植治疗。心脏移植治疗时供体心脏难以短时间适应受体的循环状态, 常常出现急性右心功能不全甚至三尖瓣器损伤而难以脱离体外循环辅助, TEE 可以评估三尖瓣器功能状态、右心室功能尤其是右心室壁的运动状态, 协助做出是否需要手术干预及体外膜肺支持的临床决策。

HCM 左心室流出道基底段梗阻合并流出道峰值压差大于 50 mmHg 是外科手术的适应证。术前 TEE 评估二尖瓣反流的机制及二尖瓣形态可以协助外科医师明确是否需要二尖瓣进行干预, 单纯收缩期前向运动引起的二尖瓣反流在左心室流出道疏通满意后能明显改善, 仅小部分二尖瓣器质性病变需同期外科处理。HCM 室间隔部分切除术后重点应注意流出道疏通是否满意、是否存在二尖瓣功能异常, 另外室间隔是否出现医源性缺损亦是评估的重点。建议梗阻性 HCM 外科矫治常规进行 TEE 评估。彩色多普勒技术显示左心室流出道层流血流信号通常提示疏通满意, 多普勒在主动脉根部长轴或左心室三腔心切面定量左心室流出道峰值流速及压差予以证实, 当发现左心室流出道彩色血流汇聚及五彩镶嵌血流信号时, 连续多普勒胃底心尖五腔心切面可以定量左心室流出道峰值流速及峰值压差以评估残余梗阻程度, 通常峰值压差小于 30 mmHg 是可以接受的。心脏复跳后, TEE 彩色血流显像可即刻发现室水平出现的异常过隔血流信号, 通过多切面探查可进一步明确室间隔穿孔的具体部位。

在终末期心肌病心脏移植的患者, 可以选择性应用 TEE 以评估右心功能及吻合口狭窄的情况。

5.5 心脏肿瘤疾患

绝大多数的心脏肿瘤手术不需要进行 TEE 监测。当肿瘤瘤体较大造成梗阻且不能完全切除、合并瓣叶损害时 TEE 可以协助进行监测。

5.6 心腔排气

所有心腔开放的心脏手术术后应充分排气, 心

腔内气体主要积聚于右上肺静脉、主动脉后方左房顶部、左心耳、左室心尖部、肺动脉等, 气体主要分为微小气泡及积聚融合的大气泡, 前者表现类似声学造影, 后者表现为强回声伴声影。单纯心腔排气无需 TEE 监测, 同期需 TEE 评估手术效果的心外科手术需监测排气充分。

5.7 术中经心表超声检查

术中经心表超声检查主要用于主动脉斑块监测及小体重婴儿及血源性传染病标志物阳性患者的替代监测。可以选配专用经心表探头或者选用高配 TTE 或 TEE 探头替代, 术中应用聚酯材料的无菌袖套防护避免污染术野及探头。由于术中心表超声检查需要超声医师指导手术医师获取图像, 需要较高的沟通技巧、操作繁琐及潜在污染的风险, 目前经心表超声检查仅是无法进行 TEE 检查的替补方案。

6 小儿术中 TEE 的主要临床应用范围

过去 10 年, 术中 TEE 在先天性心脏病的诊断及治疗中起到不可或缺的作用, TEE 可以准确评估复杂的心内结构、功能及血流动力学, 尤其适用于手术效果的即刻评估, 在手术完成后、关闭胸腔前, 甚至撤离体外循环前推荐对先天性心脏病患儿进行 TEE 检查。在 TEE 诊断及临床证据的支持下, 手术团队可以共同判断手术效果, 决定下一步治疗, 从而对改善先天性心脏病手术的预后有重要贡献。随着科技发展、探头体积的微缩, TEE 在体重低于 5 kg 婴幼儿患者中应用也日趋增多。

此外, 对于手术完成后病情较重且胸腔视野有限的极少数患儿, 当术后 TTE 检查不可行时, TEE 还被用于评价心室功能和容量负荷状态、心脏瓣膜功能, 协助诊断需再次手术解决的残留解剖畸形问题, 协助判定是否可以进行胸骨闭合、脱离心室辅助装置或体外膜肺氧合的适合时机并监测血流动力学。

结合 2013 年食道超声共识及 2005 年儿科指南, 重点介绍小儿术中 TEE 的临床应用范围(表 2、3)。

7 TEE 在介入封堵及其他新技术中的应用

TEE 在简单先天性心脏病封堵(ASD、VSD、PDA)、左心耳封堵、二尖瓣球囊扩张、肺动脉瓣球囊扩张、主动脉瓣球囊扩张、经皮肺动脉带瓣支架置入、经导管主动脉瓣置入术(transcatheter aortic valve implantation, TAVI)及其他经导管心内手术中发挥的重要作用。

TTE、TEE、心腔内超声心动图作为参与介入治疗的监测手段, 与 X 线协同作用, 不同的检查方式和优势, 相互补充, 在部分领域完全取代 X 线(表 4)。

表 2 推荐术后即刻进行 TEE 检查的先天性心脏病或手术术式

疾病	手术名称	术后检查重点
室间隔缺损	室间隔缺损修补术	有无残余室水平分流; 各瓣膜结构及功能; 心室功能; 评估肺动脉压力
心内膜垫缺损	心内膜垫缺损矫治术	房室瓣成形术后有无狭窄, 评估反流程度; 有无残余间隔缺损; 左心室流出道有无梗阻; 心室功能; 评估肺动脉压力
Ebstein 畸形	Ebstein 畸形矫治术 + 房化右心室折叠术	三尖瓣瓣叶根部附着点是否回到解剖位置, 有无狭窄及反流; 房化右心室是否消失或减小, 功能右心室情况
先天性二尖瓣病变 伞型二尖瓣或瓣叶裂 二尖瓣瓣上隔膜	二尖瓣成形术 二尖瓣瓣上隔膜切除术	二尖瓣有无狭窄, 评估反流程度; 评估心室功能及肺动脉压力; 瓣上隔膜是否消除
肺静脉异位引流	矫治术或 Warden 术	异位肺静脉引流回左心房交通通畅情况; 上腔静脉回流情况; ASD 修补情况
法洛四联症	法洛四联症矫治术	有无残余室水平分流; 右心室流出道、肺动脉瓣及肺动脉是否残存梗阻(前向压差评估, 需结合术中测量右心室及肺动脉压); 评估肺动脉瓣反流程度; 其余瓣膜功能及双心室功能
主动脉瓣病变(狭窄和或关闭不全)	主动脉瓣成形术或 ROSS 术或人工瓣膜置换术	主动脉瓣成形术后有无狭窄及反流(必要时可使用胃底切面); ROSS 术后仍需关注评估肺动脉瓣形态及功能; 人工瓣膜置换术后, 需检查人工瓣膜功能
右心室流出道狭窄	右心室流出道疏通术	右心室流出道及肺动脉瓣狭窄解情况; 评估肺动脉瓣反流程度; 右心功能
肺动脉瓣狭窄	肺动脉瓣成形术	
大动脉转位	VSD 修补术 + 动脉调转术或双根部调转	心房、心室、动脉水平分流是否完全消失; 冠状动脉旁路移植术后冠状动脉开口处血流情况; 双心室流出道形态及通畅性; 主、肺动脉瓣上吻合处是否存在狭窄; 观察左右肺动脉管腔形态及血流通畅性; 各瓣膜结构及功能; 双心室功能; 评估肺动脉压力
矫正型大动脉转位	心房内调转术(Senning 或 Mustard 手术) + VSD 修补术 + 动脉调转术	通过心房内障板分隔体、肺静脉, 使其分别回流至相应的心房或房室瓣口水平, 术后需仔细观察回流途径, 若提示血流呈湍流, 流速加快, 频谱连续, 则提示存在梗阻; VSD 修补术及动脉调转术同大动脉转位术后观察
	VSD 修补术和(或)解剖三尖瓣成形术	心室水平分流是否完全消失, 双心室功能; 解剖三尖瓣功能
右心室双出口	心室内隧道(通过修补 VSD 建立左心室与主动脉连接) + 右心室流出道重建 Rastelli 术式 REV 术式 心室内隧道(通过修补 VSD 建立左心室与肺动脉连接) + 动脉调转术或双根部调转	心室水平和(或)心房、动脉水平分流是否消失; 左心室流出道——主动脉内隧道以及右心室流出道——肺动脉外管道的形态及血流通畅性; 测量三尖瓣反流流速, 以评估右心室压(同时考虑右心室流出道梗阻和肺动脉及其分支的狭窄存在的可能); 各瓣膜结构及功能; 双心室功能; 同大动脉转位术后检查
冠状动脉疾患 冠状动脉瘘	冠状动脉瘘修补术	病变冠状动脉与心腔或动脉的异常交通血流是否完全消失; 病变冠状动脉内血流信号情况; 各瓣膜结构及功能; 双心室功能; 矫治后冠状动脉开口处血流通畅性; 瓣膜功能及室壁运动是否改善。
冠状动脉起源异常	冠状动脉异常起源矫治术	

注: TEE: 经食管超声心动图; ASD: 房间隔缺损; VSD: 室间隔缺损; 术后即刻 TEE 检查需在手术结束后未给中和肝素前进行

表 3 选择性进行术中 TEE 检查的先天性心脏病或手术术式

疾病名称	手术名称	检查重点
ASD	房间隔修补术	ASD 修补情况, 房室瓣结构、功能, 评估肺动脉压力
三房心	三房心矫治术	
三房心矫治术	Glenn 或全腔术	吻合口情况不能依靠 TEE 检查评估;
单心室类疾病		观察主心室功能; 房室瓣反流情况是否较术前好转
三尖瓣闭锁		
部分右心室双出口等		
大动脉转位	肺动脉环缩术	测量肺动脉跨环缩处压差;
室间隔完整型	(姑息手术)	观察室间隔运动; 评估心室功能; 各瓣膜功能
	动脉水平的手术操作	动脉水平的操作不能依靠 TEE 检查评估手术效果;
动脉导管未闭	动脉导管结扎术	但术后可以利用 TEE 检查
主肺动脉窗	主肺动脉窗矫治术	评估心内结构及功能; 各瓣膜功能; 双心室功能
弓部异常(缩窄、离断)	弓缩窄或离断矫治术	
肺动脉发育差的先天性心脏病	体 - 肺分流术	

注: TEE: 经食管超声心动图; ASD: 房间隔缺损

表 4 不同超声技术引导下常见介入手术

介入手术	TTE	TEE	ICE
导管穿刺间隔	+	++	++
二尖瓣球囊扩张	++	+++	++
ASD、VSD、PFO 封堵	+	++	++
HOCM 酒精消融	++	++	-
经皮二尖瓣修复	+	+++	+
经皮植入左心室辅助装置	-	++	++
经皮主动脉瓣支架置入	-	+	+
经皮房间隔造口术	++	++	++
左心耳封堵术	-	++	++
心肌或血管活检	++	++	++

注: TTE: 经胸超声心动图; TEE: 经食管超声心动图; ICE: 心腔内超声心动图; ASD: 房间隔缺损; VSD: 室间隔缺损; PFO: 卵圆孔未闭; HOCM: 肥厚型梗阻性心肌病; -: 无帮助或不提倡; +: 可能有帮助; ++: 有优势; +++: 强烈推荐

7.1 TEE 在 ASD 封堵术中应用
ASD 封堵的评价重点(表 5): (1) II 孔中央型

ASD 的形态、位置、大小。(2) 分流方向。(3) 残端边缘组织发育情况。(4) 有无房间隔瘤。(5) 缺损边缘情况, 距右上肺静脉距离、右心房侧边缘距上腔静脉、下腔静脉、冠状静脉窦的距离。(6) 多孔 ASD 各孔的间距。(7) 有无合并肺静脉异位引流。

目前在国内针对 ASD/PFO 封堵主要采用 TTE 和 TEE 监测引导^[20], 心腔内超声心动图检查由于成本高昂国内几乎不用。

表 5 房间隔封堵术前筛选及封堵监测手段		
手术	TTE	TEE
成人术前(筛选)	首选	适用: 声窗不佳者; 卵圆孔未闭不确定者; 大缺损; 可疑多发缺损; 房间隔瘤; 推荐使用三维 TEE 显示多发缺损
小儿术前(筛选)	首选	不建议
X 线下经皮封堵术(引导监测)	首选	除非 TTE 声窗不佳, 否则不采用
单纯超声引导下经皮封堵术(引导监测)	首选	作为 TTE 补充
超声引导下经胸微创术(引导监测)	不建议	首选

注: TTE: 经胸超声心动图; TEE: 经食管超声心动图

7.2 TEE 在 VSD 封堵术中应用

主要用于术前评价复杂类型的 VSD, 详细描述 VSD 的左心室面和右心室面、距主动脉瓣距离及主动脉瓣功能。TEE 作为 TTE 的补充, 多切面综合评估, 要清晰显示缺损的全貌, 包括左右侧缺损最大径、缺损走行路径, 左右分流口之间的距离, 右室侧分流口的数目, 与主动脉瓣、三尖瓣的关系^[12]。距主动脉瓣 2 mm 以上者首选对称性封堵伞, 不足 2 mm 者选偏心伞。部分干下型 VSD 选偏心伞。尤其在超声引导下手术, TEE 起着实时全程引导监测的作用。

TEE 可引导定位右心室表面穿刺点, 并实时监测导丝进入右心室, 导丝及鞘管通过缺损, 封堵伞的释放。结合推拉试验, 观察封堵器的可塑性、稳定性、严密性。术后即刻评价封堵伞形态、心室水平有无残余分流, 主动脉瓣活动及反流, 三尖瓣反流情况。观察心律及心率。VSD 残余分流小于 1 mm, 速度小于 2 m/s, 可以释放。如果残余分流大于 1.5 m/s, 流速大于 3 m/s, 需要判断原因, 如封堵器塑形、过小或多发缺损。若出现新发的主动脉瓣反流或反流增多, 需要更换小一号封堵器或改外科手术治疗。

7.3 TEE 在 TAVI 术中应用

适应证:(1) 老年患者 >70 岁。(2) 重度主动脉瓣狭窄, 无明显反流。(3) 高危或不能耐受外科手术。

TEE 被建议应用于 TAVI, 评估主动脉根部解剖、大小和主动脉窦的数量。TTE 测量的主动脉瓣环较 TEE 低估平均 1.36 mm。与多排螺旋 CT 比较, 二维 TEE 的测量结果临床很满意。术前 TEE 评估可以作为病例筛选的部分或术中监测的初始步骤^[21]。

使用长轴切面(一般 110°~130°), 评估左心室流出道和室间隔上方, 排除主动脉瓣下隔膜, 后者可能影响到人工瓣膜的放置。

使用短轴切面, 评估主动脉瓣开放是中心的还是偏心的, 精确描述瓣膜钙化的程度、位置及对合性。防止人工瓣释放对自体瓣挤压不对称导致冠状动脉受压的风险。

在长轴切面要仔细评估冠状动脉开口距主动脉瓣环的距离, 并和主动脉窦长度比较, 最大程度减少冠状动脉堵塞的风险。尽量使窦的长度小于开口至瓣环的距离, 如果窦长度超过冠状动脉开口与主动脉瓣环距离, 则患者存在冠状动脉堵塞的风险, 主动脉瓣释放使自体瓣被压贴壁, 其冠状动脉堵塞的风险较高。右冠状动脉开口距离在二维 TEE 可见, 但是左冠状动脉开口距离需要三维 TEE 或多排螺旋 CT。升动脉、主动脉弓、胸降主动脉斑块的检出也很重要, 因此经心尖路径 TAVI 手术更受欢迎。

国内大多中心 TEE 操作多在咽部局部麻醉患者清醒状态下进行, 对于高龄、重度主动脉瓣狭窄、NYHA 心功能 III~IV 级患者具有一定风险, 因此推荐仅在患者 TTE 声窗不满意、测量不清楚并且经高年资医生仔细评估 TEE 检查风险能够控制的情况下术前行 TEE 检查评估术中监测以 TTE 为主, 个别病例可以 TEE 补充。

7.4 TEE 在左心耳封堵术中应用

7.4.1 术前评估及筛选: TEE 术前评估左心耳形态、分叶, 左心房及心耳内有无血栓, 是否适合封堵, 多角度(0°、45°、90°、145°)测量开口径及深度协助选伞。三维 TEE 可作为二维 TEE 的补充。

7.4.2 术中 TEE 引导: TEE 监测引导房间隔穿刺, 准确定位鞘管位置和路径, 监测封堵伞的释放。

7.4.3 左心耳封堵术残余漏的超声分级标准^[22]: 1 级, 严重的伞周漏, 多束血流自由交通; 2 级, 中度漏, 射流束 >3 mm; 3 级, 轻度漏, 射流束 1~3 mm; 4 级, 微量漏, 射流束 <1 mm; 5 级, 未见伞周漏。

7.5 TEE 在经导管二尖瓣修复术中应用

经导管二尖瓣修复术, 使用 Mitral Clip 系统进行二尖瓣成形术。

适应证^[23]: (1) 功能性或者器质性中重度二尖瓣

反流。(2)患者有临床症状,或者有心脏扩大、心房颤动或肺动脉高压等并发症。(3)左心室收缩末期内径 ≤ 55 mm、左心室射血分数 $>25\%$,心功能稳定,可以平卧耐受心导管手术。(4)二尖瓣开放面积 >4.0 cm²(避免术后出现二尖瓣狭窄)。(5)二尖瓣初级腱索不能断裂(次级腱索断裂则不影响)。(6)前后瓣叶 A2、P2 处无钙化、无严重瓣中裂。(7)二尖瓣反流主要来源于 A2、P2 之间,而不是其他位置。(8)瓣膜解剖结构合适:对于功能性二尖瓣反流患者,二尖瓣关闭时,瓣尖接合长度大于 2 mm,瓣尖接合处相对于瓣环深度小于 11 mm;对于二尖瓣脱垂者(呈连枷样改变),连枷间隙小于 10 mm,连枷宽度小于 15 mm。

术前精细评估二尖瓣病变,筛选合适的病例、左心房有无血栓;指导房间隔穿刺;实时监测 Mitralclip 装置的位置和状态,鞘管和装置的传送、抓取二尖瓣前叶和后叶的中央小叶,观察反流情况,如果反流明显减少则可以释放,如果反流减少不明显,可以松开二尖瓣叶重新夹取直至满意为止,或再增加一个夹子。如果还不满意建议转外科。

7.6 TEE 在经皮肺动脉瓣及主动脉瓣球囊扩张术中应用

重点在准确测量瓣环内径,排除瓣下狭窄。术中辅助监测鞘管路径及球囊位置^[2]。

7.7 TEE 在经皮自膨胀肺动脉带瓣支架置入术中应用

适应证:(1)肺动脉瓣中、重度反流,合并右心功能不全临床表现或右心明显扩大的患者。(2)解剖合适,目前瓣膜适合右心室流出道直径为 16~22 mm 患者。

目前年龄最小 14 岁,成人患者(法洛四联症术、肺动脉瓣狭窄术)术中 TEE 重点监测肺动脉瓣功能及支架形态对左右肺动脉开口影响,评价血流动力学及右心功能。

TEE 对于简单先天性心脏病及结构性心脏病的心导管介入治疗有指导作用,可以减少射线接触时间及造影剂的用量。TEE 能够连续动态评价介入治疗的效果,发现潜在的并发症。

8 TEE 在围术期监测方面的应用

围术期 TEE 检查,对于循环不稳定患者的处理至关重要,是进行术中监测不可或缺的手段。所有手术中出现血流动力学异常或气体交换障碍者,都应及时行基础 TEE 检查^[24],评价内容包括:心室大小和功能、瓣膜的解剖和功能、容量状态、心包腔、手术并发症等方面。围术期 TEE 监测结果是术中管

理的重要依据,操作者必须对心脏的解剖、病理生理及外科手术过程有全面的了解,从而对血流动力学不稳定状态作出及时准确的判断及病因分析,以指导治疗。

围术期基础 TEE 检查,应关注于术中监测而不是特定疾病的诊断。参考 2013 年美国超声心动图学会和美国心血管麻醉医师学会关于围术期基础经食管超声心动图检查的专家共识,本共识推荐:在食管中段、胃底、食管上段三个基本位置,集中观察 11 个与术中监测最相关的切面,包括食管中段四腔心切面,食管中段两腔心切面,食管中段左心室长轴切面,食管中段升主动脉长轴切面,食管中段升主动脉短轴切面,食管中段主动脉瓣短轴切面,食管中段右心室流入-流出道切面,食管中段双腔静脉切面,经胃底乳头肌水平左心室短轴切面,降主动脉短轴切面和降主动脉长轴切面。

8.1 围术期 TEE 在心脏及主动脉外科手术中的应用

心脏外科及主动脉外科手术,是围术期 TEE 监测最主要的应用领域。手术中出现急性、持续性、威胁生命的循环障碍是 TEE 检查的强适应证。此外如果存在难以解释的对治疗无反应的血流动力学不稳定状态、持续低血压、低氧血症,以及出现或怀疑心肌缺血、心肌梗死、心功能不全时,亦应及时行 TEE 检查。具体评价内容如下:

8.1.1 局部和整体左心室功能:整体左心室收缩功能的评估,是基础围术期 TEE 检查最重要的内容,特别是对于严重的血流动力学不稳定及心室功能不确定的患者。可使用各种定量分析的方法,但更常用的是定性、视觉判断心脏整体收缩功能,快速辨别出哪些患者可从增强心肌收缩力的治疗中获益。经胃底的二尖瓣水平及乳头肌水平左心室短轴切面,提供了左心室功能的关键诊断信息。

通过判断有无局部室壁运动异常来评价左心室各节段功能。有时心脏手术会增加心肌缺血及梗死的风险,故应对术中新出现的室壁运动异常进行及时准确的分析。但 TEE 在心室局部功能的判断上有一定局限性:由于食管空间有限,左心室心尖的运动易产生伪像,或由于心脏左右摆动,对室壁收缩期增厚情况的判断易有偏差,另外二维 TEE 不能同时显示多平面的室壁运动情况。

8.1.2 右心室功能:右心室功能的评估,也是围术期 TEE 检查的重要内容。低血压患者,应常规评价右心室功能。常用定性、目测的方法估计右心室收缩功能。

8.1.3 低血容量:血容量过低是围术期血流动力学不稳定的常见因素。急剧的血容量减少可引起左心室舒张末期面积、肺血管阻力和左心室舒张末期室壁应力的改变。常用的诊断低血容量的 TEE 参数是经胃底乳头肌水平左心室短轴切面获得的左心室舒张末期内径和左心室舒张末期面积。左心室舒张末期面积测值与基线状态对比,能够间接反映左心室前负荷,并可动态观察治疗的效果,有助于临床医师进行患者的液体管理。

8.1.4 心脏瓣膜功能:围术期心脏瓣膜的严重反流或狭窄会影响患者的血流动力学稳定,故基础 TEE 监测应包括对心脏瓣膜功能的评估。使用彩色多普勒观察心脏各瓣膜有无反流,判断反流的严重程度及可能的机制,重点鉴别轻中度反流与重度反流。通过观察瓣叶运动及多普勒连续频谱测量,判断有无瓣膜狭窄。人工瓣膜功能的评估可参考美国超声心动图学会相关指南中提供的方法。

8.1.5 心内异常分流:PFO 或 ASD,可因右向左分流而导致临床上无法解释的低氧或栓塞。VSD 有时可引起明显的血流动力学不稳定。故对不明原因的低氧血症或循环不稳定者,应进行 TEE 检查,寻找心内有无异常的左向右或右向左分流。

8.1.6 肺栓塞:手术会增加肺栓塞的风险。因此围术期 TEE 检查应警惕肺栓塞的可能。通过二维超声直接观察肺动脉栓子来诊断肺栓塞的敏感度较低,除非较大的栓子位于肺动脉中心部位。TEE 诊断伴显著血流动力学改变的肺栓塞敏感性较高,阳性表现包括右心室功能显著异常和右心室壁运动异常等。

8.1.7 指导术中排气及发现空气栓子:心脏手术,在体外循环转流期间及转流停止以后,心腔内如残留有过多的气体,可导致冠状动脉栓塞,引起严重的循环不稳定。TEE 可用于指导术中排气,避免或减少术后气体栓塞并发症。

8.1.8 测量计算循环参数:作为漂浮导管检查等有创监测手段的补充,TEE 有时可用于测量计算血流动力学参数。容量测算:每搏输出量(SV)和心输出量(CO),肺循环/体循环血流量比(Q_p/Q_s),反流量和反流分数等。压差测量:峰值压差、平均压差、右心室收缩压、肺动脉收缩压、肺动脉平均压、肺动脉舒张压、左心房压、左心室舒张末期压力等。具体方法参阅文献[25]。

8.2 围术期 TEE 在非心脏手术中的应用

高危患者在进行非心脏手术时,TEE 可为麻醉医师和手术医师提供患者心功能及循环状态的密切

监测。当患者已知或可疑的心血管疾病可能导致血流动力学异常、肺血管损害或神经系统损害时,应进行围术期 TEE 监测。当手术过程中出现无法解释的对治疗无反应的持续性严重循环不稳定时,亦应及时行 TEE 检查,识别和除外心血管原因^[26]。

接受肝移植或肺移植手术的患者,由于移植过程中血容量改变、酸碱平衡紊乱造成肺血管压力的急性变化,增加了右心衰竭及低血压的风险,故应使用 TEE 检查快速了解心脏功能和容量状态。

神经外科的坐位穿颅术,术中常发生空气栓塞,大多数情况下右心中出现的空气栓子很小,几乎没有临床意义,但一旦有巨大的栓子,或通过未闭卵圆孔右向左分流而发生反常栓塞,则会有灾难性的后果,围术期 TEE 检查对其早期诊断非常重要。

8.3 围术期 TEE 在重症监护室中的应用

患者在心脏或非心脏手术后的早期,有时会经历一些与手术操作相关或不相关的病理过程。此时,如果术后 TTE 检查不可行,则 TEE 检查对于识别和除外循环系统异常具有重要价值。TEE 有助于发现术后心肌缺血、心功能不全、低血容量状态、心内异常血流、心包积液或心包填塞等,以利术后处理^[25]。TEE 的动态观察还可用于监测血管活性药物及呼吸机设置调整之后血流动力学变化。

围术期 TEE 监测可以提供多个方面的诊断信息,一些偶然的阳性发现有可能对手术过程和转归起到至关重要的影响。检查者须对血流动力学不稳定作出及时准确的判断及病因分析,从而有效指导治疗,降低围术期死亡率。

9 TEE 安全性和常见并发症

9.1 TEE 的安全性

TEE 检查的安全性与经上消化道内镜检查的安全性非常相近。在操作符合规范的情况下,TEE 对于患者来说是非常安全的。一项纳入 10 419 例清醒患者的研究报告显示,TEE 检查的并发症发生率为 0.18%,其中 1 例死亡^[27],另一项回顾性研究纳入了 7 200 例心脏外科患者中进行了研究,仅 14 例患者有并发症(0.2%)^[28]。北京阜外医院报道 TEE 检查 1 552 例,其中恶心、呕吐 23 例,黏膜损伤出血 15 例,喉痉挛 2 例,下颌关节脱位 1 例,心绞痛、心律失常 27 例,最严重的出现室速致死亡 1 例^[29]。

9.2 TEE 常见的并发症

按照正确的操作步骤进行 TEE 检查是一个非常安全的过程,但是这种检查在偶然的情况下可能出现严重的并发症。所以操作者一定要随时牢记可能

发生的并发症,并且准备有必要的抢救措施。

TEE 常见或可能出现的不良反应有:(1)咽部黏膜出血。(2)咽部疼痛或术后吞咽障碍。(3)食管及胃部损伤、出血。(4)一过性高血压或低血压。(5)心律失常。(6)感染。(7)气管压迫所致的通气障碍。(8)黏膜麻醉剂过敏反应。(9)颞下颌关节脱位等。

需特别强调的是:做好各种预防措施、严格掌握 TEE 的适应证和禁忌证、进行规范操作是防止 TEE 并发症的最重要的办法。在行 TEE 前,要对患者各种情况进行综合评价,发现可能存在影响 TEE 检查的症状时,应该对实施 TEE 检查相对风险进行评估,必须要与这一检查潜在好处进行权衡。对 TEE 探头做好充分准备,在放入 TEE 探头之前先检查是否有食管疾病。插入和移动 TEE 探头时切忌用力过度。对血液传播性疾病的患者建议使用透声性能良好的探头套隔离 TEE 探头。检查的同时准备好一系列的完备的抢救措施。

专家组编写人员:

王浩 江勇 施怡声 孙欣 吴伟春 高一鸣
王建德 孟红 赵星 李慧 王婧金 王洋

专家组指导人员(按拼音字母顺序):

丁云川 费洪文 郭盛兰 李华 刘丽文 刘燕娜
穆玉明 马小静 纳丽莎 任卫东 舒先红 田家玮
王建华 汪芳 谢明星 许迪 袁丽君 杨军
智光 张梅 郑哲岚

参考文献

- [1] Reeves ST, Finley AC, Skubas NJ, et al. Basic perioperative transesophageal echocardiography examination: a consensus statement of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2013, 26(5): 443-456. DOI: 10.1016/j.echo.2013.02.015.
- [2] Ayres NA, Miller-Hance W, Fyfe DA, et al. Indications and guidelines for performance of transesophageal echocardiography in the patient with pediatric acquired or congenital heart disease: report from the task force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2005, 18(1): 91-98. DOI: 10.1016/j.echo.2004.11.004.
- [3] 王新房. 超声心动图学[M]. 第四版. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 105-114.
- [4] 黄宇光, 罗爱伦. 术中经食管超声心动图的价值与实践[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 282-285.
- [5] Hwang SH, Oh YW, Kim MN, et al. Relationship between left atrial appendage emptying and left atrial function using cardiac magnetic resonance in patients with atrial fibrillation: comparison with transesophageal echocardiography[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2016, 32(Suppl 1): 163-171. DOI: 10.1007/s10554-016-0893-1.
- [6] Erbel R, Wittlich N, Schuster S, et al. Assessment of pulmonary embolism[J]. Int J Card Imaging, 1993, 9 (Suppl 2): 39-49.
- [7] British Cardiac Society Guidelines and Medical Practice Committee, and approved by the British Thoracic Society and the British Society of Rheumatology. Recommendations on the management of pulmonary hypertension in clinical practice[J]. Heart, 2001, 86(Suppl 1): I1-13.
- [8] Habib G. Embolic risk in subacute bacterial endocarditis: determinants and role of transesophageal echocardiography[J]. Curr Cardiol Rep, 2003, 5(2): 129-136.
- [9] Brassard CL, Viens C, Denault A, et al. Transesophageal echocardiographic imaging of multiple complications following mitral valve replacement[J]. Echo Res Pract, 2015, 2(4): K37-41. DOI: 10.1530/ERP-15-0026.
- [10] Vasquez AF, Lasala JM. Atrial septal defect closure[J]. Cardiol Clin, 2013, 31(3): 385-400. DOI: 10.1016/j.ccl.2013.05.003.
- [11] Komar M, Podolec P, Przewlocki T, et al. Transoesophageal echocardiography can help distinguish between patients with "symptomatic" and "asymptomatic" patent foramen ovale[J]. Kardiologia Pol, 2012, 70(12): 1258-1263.
- [12] Hahn RT, Abraham T, Adams MS, et al. Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2013, 26(9): 921-964. DOI: 10.1016/j.echo.2013.07.009.
- [13] Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S, et al. ASE/SCA guidelines for performing a comprehensive intraoperative multiplane transesophageal echocardiography examination: recommendations of the American Society of Echocardiography council for intraoperative echocardiography and the society of cardiovascular anesthesiologists task force for certification in perioperative transesophageal echocardiography[J]. J Am Soc Echocardiogr, 1999, 12(10): 884-900.
- [14] Loulmet DF, Yaffee DW, Ursomanno PA, et al. Systolic anterior motion of the mitral valve: a 30-year perspective[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 148(6): 2787-2793. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.07.076.
- [15] Crescenzi G, Landoni G, Zangrillo A, et al. Management and decision-making strategy for systolic anterior motion after mitral valve repair[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2009, 137(2): 320-325. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2008.08.018.
- [16] 张怀军, 宋云虎, 马维国, 等. 自体心包片加高法治疗主动脉瓣脱垂[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2009, 16(4): 259-261.
- [17] 王东进, 李庆国, 贾朝相, 等. 主动脉瓣成形术治疗先天性主动脉瓣关闭不全 12 例[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2006, 13: 66.
- [18] 刘亚洲, 王志雄. 主动脉瓣成形术治疗主动脉瓣关闭不全进展[J]. 国际外科学杂志, 2006, 33(2): 108-112.
- [19] Zoghbi WA, Chambers JB, Dumesnil JG, et al. Recommendations for evaluation of prosthetic valves with echocardiography and doppler ultrasound: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Task Force on Prosthetic Valves, developed in conjunction with the American College of Cardiology Cardiovascular Imaging Committee, Cardiac Imaging Committee of the American Heart Association, the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, the Japanese Society of Echocardiography and the Canadian Society of Echocardiography, endorsed by the American College of Cardiology Foundation, American Heart Association, European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, the Japanese Society of Echocardiography, and Canadian Society of Echocardiography[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2009, 22(9): 975-1014; quiz 1082-1084. DOI: 10.1016/j.echo.2009.07.013.

- [20] Silvestry FE, Cohen M S, Armsby LB, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of atrial septal defect and patent foramen ovale: from the American Society of Echocardiography and Society for Cardiac Angiography and Interventions[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2015, 28(8): 910–958. DOI: 10. 1016/j. echo. 2015. 05. 015.
- [21] Zamorano JL, Badano LP, Bruce C, et al. EAE/ASE recommendations for the use of echocardiography in new transcatheter interventions for valvular heart disease[J]. Eur Heart J, 2011, 32(17): 2189–2214. DOI: 10. 1093/eurheartj/ehr259.
- [22] Silvestry FE, Kerber RE, Brook MM, et al. Echocardiography-guided interventions[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2009, 22(3): 213–231; quiz 316–317. DOI: 10. 1016/j. echo. 2008. 12. 013.
- [23] Sorajja P, Mack M, Vemulapalli S, et al. Initial experience with commercial transcatheter mitral valve repair in the united states[J]. J Am Coll Cardiol, 2016, 67(10): 1129–1140. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2015. 12. 054.
- [24] Reeves ST, Finley AC, Skubas NJ, et al. Special article: basic perioperative transesophageal echocardiography examination: a consensus statement of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists[J]. Anesth Analg, 2013, 117(3): 543–558. DOI: 10. 1213/ANE. 0b013e3182a00616.
- [25] Robert M. Savage, Solomon Aronson 原著, 李立环主译. 术中经食管超声心动图 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 214–247.
- [26] Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, et al. 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines[J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 64(22): e77–137. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2014. 07. 944.
- [27] Daniel W G, Erbel R, Kasper W, et al. Safety of transesophageal echocardiography. A multicenter survey of 10, 419 examinations[J]. Circulation, 1991, 83(3): 817–821.
- [28] Kallmeyer IJ, Collard CD, Fox JA, et al. The safety of intraoperative transesophageal echocardiography: a case series of 7200 cardiac surgical patients[J]. Anesth Analg, 2001, 92(5): 1126–1130.
- [29] 王国干, 樊朝美, 孟献强, 等. 经食管超声检查的并发症和安全性 [J]. 中华超声影像学杂志, 1998, 7(3): 129–131.
- (收稿日期: 2017–03–20)
(编辑: 宁田海)

读者·作者·编者

《中国循环杂志》关于参考文献著录格式的要求

《中国循环杂志》执行 GB/T 7714—2005《文后参考文献著录规则》。采用顺序编码制著录, 依照其在文中出现的先后顺序用阿拉伯数字标出, 并将序号置于方括号中, 排列于文后, 题名后标注文献类型标志。文献类型与电子文献载体标志代码参照 GB 3469—1983《文献类型与文献载体代码》。外文期刊名称用缩写, 采用国际医学期刊编辑委员会推荐的 NLM's Citing Medicine(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256>) 中的格式。中文期刊用全名。每条参考文献均须著录年、卷、期号及起止页码。对有 DOI 编码的文章必须著录 DOI, 列于该条文献末尾。示例如下:

- [1] 张涛, 杨艳敏, 朱俊, 等. 血清钠水平对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者近期预后的预测价值 [J]. 中国循环杂志, 2017, 32(8): 742–747. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000–3614. 2017. 08. 004.
- [2] Wilde AA, Ackerman MJ. Beta-blockers in the treatment of congenital long QT syndrome: is one beta-blocker superior to another[J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 64(13): 1359–1361. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2014. 06. 1192.
- [3] Jablonski S. Online multiple congenital anomaly/mental retard ation (MCA/MR) syndromes[DB/OL]. Bethesda(MD): National Library of Medicine (US), 1999 (2001–11–20) [2002–12–12]. http://www.nlm.nih.gov/mesh/jablonski/syndrome_title.html.
- [4] 陈俊, 唐熠达. 冠状动脉分叉专用支架的研发和临床应用 // 陈纪林. 冠状动脉分叉病变的介入治疗 [M]. 第 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 203–221.

《中国循环杂志》编辑部