

经食管超声心动图在心脏介入治疗中的应用

丁琳 朱斌

经食管超声心动图 (transesophageal echocardiography, TEE) 在近些年正发展成为一项重要的快速床旁心血管系统影像评估检查技术。TEE 检查的经胃-食道路径所得图像能减少信号衰减,提高超声频率,继而提高图像空间分辨率,使所获得的超声图像更加清晰。此外,与术前其他影像检查或者经胸超声心动图 (transthoracic echocardiography, TTE) 相比,TEE 能够提供实时信息并可实现动态监测,而且不影响手术进行。本文拟综述 TEE 在常见心脏介入治疗中的应用及其优势。

常见心脏介入治疗

常见的心脏介入治疗包括:(1)封堵术:对心血管结构的残缺、异常通道或病损部位进行封堵隔离,如房间隔缺损、动脉导管未闭、室间隔缺损;(2)疏通术:对心血管结构的狭窄、闭塞进行打通扩张和(或)安放支架,如二尖瓣狭窄、肺动脉瓣狭窄;(3)植入术:经皮导管覆膜支架植入术、经皮导管瓣膜植入术等;(4)消融术:对心血管异常结构用化学方法进行毁损,如各种射频消融;(5)其他:主动脉内球囊反搏、血栓滤器等。

TEE 在常见心脏介入治疗中的应用

一、先天性心脏病 (congenital heart disease, CHD) 介入封堵治疗

1. CHD 介入封堵治疗简介

CHD 发病率为 8‰~12‰^[1],改善这类患者生存质量的关键是进行早期诊断和及时治疗^[2]。介入封堵治疗因其创伤小,能够避免体外循环和开胸手术带来的创伤,逐渐成为治疗 CHD 的重要方法,但是并非所有患者均适合介入封堵治疗。在缺损边缘较软以及超声心动图图像显示欠清晰时,单纯的介入操作非常困难。传统的 CHD 介入手术中多需要放射线监测,以再次评估缺损大小、形状,以及评估治疗的效果等。近些年,随着 TEE 的应用与推广,术中超声心动图正逐渐取代放射线,成为新的微创监测方法,能够为术前再次评估、术中实时监测及术后即刻评估治疗效果提供准确及时的影像学依据^[3-5]。

此外,心脏外科医师还可以在 TEE 监测下,联合使用介入治疗技术和外科治疗技术,如实施外科小切口封堵术。该

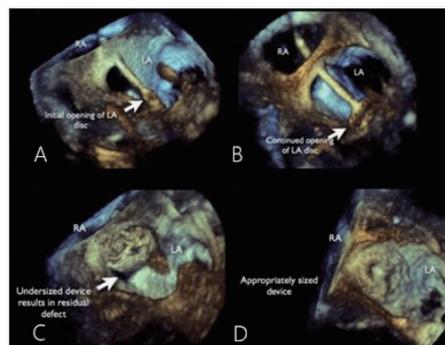
方法可以避免 X 射线辐射且手术视野清晰,即使出现并发症或者封堵不成功,也能即刻建立体外循环进行缺损的外科修补术,目前已成为介入心脏病学中一个蓬勃发展的领域。

2. TEE 在 CHD 介入封堵治疗中的应用

病例筛选对于介入封堵成功与否非常关键。术前主要的评估内容包括:缺损大小、缺损与周边的关系及有无其它合并心脏畸形。多数患者的术前诊断信息由 TTE 提供,对于 TTE 无法明确诊断,如肺气肿、肥胖、胸廓畸形的患者,应选择 TEE 以确定缺损的存在,准确率可达 100%^[6]。

TEE 是介入封堵的唯一实时监测方法。虽然 X 线可以显示封堵伞的形态,但不能显示房间隔、缺损、周边组织解剖形态及与封堵伞之间的位置关系,而 TEE 可清晰显示封堵伞形态、位置以及与缺损周边结构关系和输送导管位置,并可连续观察封堵伞的安置过程。TEE 术后可即刻评价封堵器的位置形态,是否影响周围结构,以及确定有无残余分流、瓣膜反流等并发症。

卵圆孔未闭/房间隔缺损介入封堵常用的 TEE 切面包括:食管中段双房腔静脉切面、食管中段四腔心切面和食管中段主动脉瓣短轴切面等。与传统的二维 TEE 相比,术中实时三维 TEE (RT-3DTEE) 监测则为导丝置入、置管、封堵器释放以及实时的评估等操作提供了更为动态直观的指导^[7](图 1)。



注:A,鞘管进入左房,封堵器左房部分开始释放;B,封堵器左房部分完全释放;C,封堵器尺寸偏小,可见残余缺损;D,置入稍大封堵器之后,房间隔缺损完整封堵

图 1 RT-3DTEE 监测指导下的继发孔型房间隔缺损封堵

TEE 应用于 CHD 介入封堵术提高了缺损介入封堵的成功率,缩短了引导时间,减少了因病例选择不当所致的不能封堵、封堵伞脱落、封堵伞过大引起的瓣膜反流或高度房室传导阻滞等并发症。因而,TEE 已成为封堵治疗过程中必不

可少的监测评估手段。

二、左心耳(left atrial appendage, LAA)封堵介入治疗

1. LAA 封堵介入治疗简介

心房颤动(atrial fibrillation, AF)是临床最常见心律失常,也是缺血性卒中的最常见原因之一。在我国非瓣膜性 AF 患者中,缺血性卒中的年发生率是非 AF 患者的 2~7 倍,而导致卒中的血栓大约 90%来源于 LAA^[8]。目前,对 AF 卒中预防的主要治疗措施包括:导管射频消融、抗凝药物治疗、LAA 封堵和外科 LAA 闭合术等。

作为根治 AF 手段,导管射频消融已成为药物治疗无效的症状性 AF 的一线治疗,但是其成功率相对较低,尤其在远期疗效方面效果较差。而华法林作为抗凝药物,是预防 AF 血栓栓塞的一种基本治疗,临床试验证实其可有效降低 AF 脑卒中的发生率及病死率。然而,华法林抗凝治疗需要患者在服药期间频繁监测国际标准化比值(INR),并据此调整药物剂量,维持 INR 在 2.0~3.0 之间;此外,其药理作用易受食物和其它药物影响,因此华法林抗凝治疗的耐受性及依从性备受诟病。一些新型抗凝药物在近年来逐步问世,虽克服上述某些问题,但仍存在相对较高的出血并发症,此外,其预防 AF 卒中的可靠性还有待更多的临床研究证实。外科手术闭合 LAA 主要适用于那些因其它心脏问题需要行外科手术的慢性 AF 患者,此外,还应关注到外科手术闭合 LAA 可能出现闭合不全,而闭合失败形成的残腔更容易形成血栓,反而增加了缺血性脑卒中的风险^[8]。

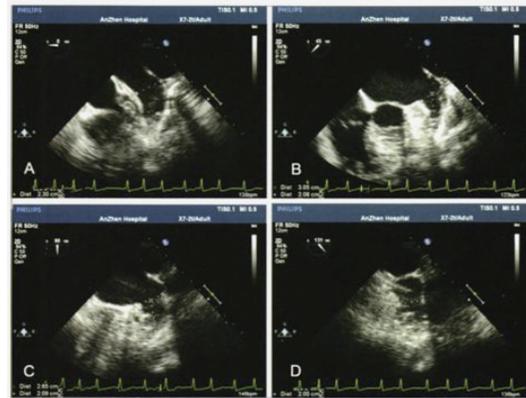
经导管介入实施的 LAA 封堵术,成功率高,手术创伤小,且并发症相对较少,正逐渐由临床研究转化为临床实践。目前,LAA 封堵术主要适用于那些长期抗凝有禁忌、并有卒中高风险的非瓣膜性 AF 患者。通过使用特制的封堵器,关闭 LAA,从而达到预防血栓栓塞形成的目的。

2. TEE 在 LAA 封堵介入治疗中的应用

在了解 AF 患者是否存在 LAA 血栓的各种辅助检查中,TEE 是诊断 LAA 血栓的“金标准”,能够为 LAA 介入封堵提供安全、有效的实时监测,是理想的 LAA 封堵术中监测引导和实时评价方法^[9-10]。

在经导管实施 LAA 封堵术前,TEE 需要多切面、多角度观察 LAA 形态,排除禁忌证,并准确测量 LAA 最大开口径及最小深度等关键数据,并据此来选择相应尺寸的封堵器。另外,TEE 还可探查瓣膜功能、心功能状况和是否存在心包积液等情况来评估患者围手术期风险。这些 TEE 切面多在食管中段水平获得,这包括:TEE 在 0°的四腔切面,探头轻微的弯曲或后撤充分显示 LAA;TEE 在 45°的主动脉瓣水平切面显示 LAA;TEE 在 90°的二腔心切面显示 LAA;TEE 在 135°的左心室长轴切面,逆时针方向旋转探头通常可显示 LAA 的副叶(图 2)^[11]。

封堵器植入时,TEE 可指导房间隔穿刺及导管鞘交换,引导输送装置将封堵器送入 LAA。在封堵器打开后,TEE 测量封堵器大小,判断封堵器位置是否合适,确认无残余分流后可指导封堵器释放。如果封堵效果不佳,可回收封堵器,



注:A,0°切面;B,45°切面;C,90°切面;D,135°切面

图 2 LAA 封堵术前多平面 TEE 在食管中段评价心耳形态和大小声像图

在 TEE 实时监测下调整位置并重新释放直至封堵器处于最佳位置。在引导完成封堵器植入术后,TEE 需要对封堵效果做出即刻评价,包括:封堵器形态是否规则、位置是否牢固、封堵器周围有无残余分流,以及是否有血栓、心包积液等其它并发症等^[12]。

LAA 封堵术正在成为 AF 患者预防卒中的有效手段,而对于 LAA 封堵的术前病例筛选、术中监测引导及术后疗效评价,TEE 均发挥着重要作用。在传统二维 TEE 基础上,结合使用实时三维 TEE(RT-3DTEE)监测引导能够更加直观显示管鞘行进路径以及封堵器与周边组织结构关系,有助于减轻 TEE 操作者与介入封堵医师之间存在交流障碍,从而为 LAA 封堵术的整个过程提供更为动态直观的指导。

三、经皮二尖瓣介入治疗

1. 二尖瓣狭窄的介入治疗

风湿性心脏病二尖瓣狭窄的介入治疗目前主要是以经皮二尖瓣球囊扩张成形术(percutaneous balloon mitral valvuloplasty, PBMV)为主。PBMV 无需开胸、创伤小、操作简单、康复快,而且其介入效果肯定,再狭窄后可重复操作,对于拒绝和不能耐受体外循环下人工瓣膜置换手术的患者,PBMV 是一种有效的替代治疗方法。

对于二尖瓣狭窄的患者施行 PBMV,TEE 的价值在于诊断 LAA 血栓、评估二尖瓣狭窄和反流的严重程度和评价球囊扩张术的治疗效果^[13]。Wilkins 等^[14]首次报道了用超声心动图评分预测 PBMV 患者的长期预后,认为 TEE 是有效性评估风湿性心脏病的一种辅助方法。对于麻醉患者狭窄二尖瓣施行球囊扩张,TEE 可以对治疗前二尖瓣狭窄和反流程度、球囊的定位和介入治疗效果等关键环节提供诊断性指导。Ramondo 等^[15]比较了 TEE 指导下的球囊扩张术和传统放射影像指导下的球囊扩张术的成功率,以有无严重并发症(心包填塞、大量心房残余分流和严重二尖瓣反流)和二尖瓣瓣口面积是否满意作为评价标准,TEE 指导下的 PBMV 成功率是 96%,而没有 TEE 指导的只有 40%。RT-3DTEE

技术的应用,使得这种微创的 MV 介入手术更加成熟。Vainrib 等^[16]报道一例患者,在接受二尖瓣生物瓣置换术后 6 个月内出现再狭窄,在 RT-3DTEE 引导下成功实施 PBMV,其症状改善达 2 年左右,之后再次在 RT-3DTEE 的引导下成功实施了微创的瓣中瓣植入术。

2. 二尖瓣反流(mitral regurgitation, MR)的介入治疗^[17]

对于 MR 的治疗,尽管开胸行二尖瓣修复成形或瓣膜置换术,是目前公认治疗 MR 最好的方法,但是对于一部分患有严重 MR 的患者,因为年龄、LV 功能衰竭,和/或患有其他疾病等原因不适合进行外科手术,经皮二尖瓣介入治疗就成为外科手术的重要替代方法。

在 TEE 监测下,经导管的二尖瓣夹合术(MitraClip)很容易被显示。在全身麻醉下,采用前向(经房间隔)途径,应用一个复杂的导引/定位系统,并在 TEE/X 线透视引导下,将装置与 A2-P2 对合点对齐,并垂直于交界。在将 MR 目标区域的瓣叶夹住后,装置就会置放在该处。如果需要,还可以再置放一个夹子以达到满意的减少 MR 的目的。TEE 是 MitraClip 操作各阶段都需要的主要影像学手段。另外,TEE 也提供了一种早期发现和诊断二尖瓣夹植入后可能发生的并发症的手段,包括心房壁穿孔,它会导致心包腔积液,二尖瓣夹就位后部分脱位,以及由于反复尝试抓取瓣叶造成的瓣叶或腱索撕裂。

四、经导管主动脉瓣植入(transcatheter aortic valve implantation, TAVI)

1. TAVI 简介

退行性主动脉瓣狭窄是常见的获得性心脏瓣膜疾病,75 岁以上人群患病率为 4.6%^[18]。开胸主动脉瓣置换术可以有效延长患者的生存时间,并显著降低病死率,是治疗主动脉瓣狭窄的常规手术方法。然而,外科开胸体外循环下主动脉瓣置换术因其风险较高,罹患人群中 1/3 的患者没有机会接受这种高风险的手术治疗^[19]。TAVI 是近年来备受关注、且正逐渐应用于临床的一种新兴微创瓣膜置换术。由于早期存在相对较多的并发症,而且瓣膜植入后的远期效果还需要更大样本、更长时间的验证,因此,目前 TAVI 适应症主要限于那些严重主动脉瓣狭窄不能进行外科瓣膜置换的老年患者。

TAVI 的植入途径有两种,分别是经心尖途径和经股动脉逆行途径,其中,后者是目前最常用的方法之一,这种途径操作相对简单,术后并发症较少,术后预后较好。植入过程类似经皮冠状动脉介入(PCI)治疗^[20]。随着装置的不断优化改进和植入技术的日趋成熟,TAVI 开始显示出创伤小、死亡率低及术后并发症少等优点,这给“终末期”高危患者带来了希望。

2. TEE 在 TAVI 中的应用

选择准确的瓣膜型号是成功实施 TAVI 的首要环节。合适尺寸的植入瓣膜对预防植入后瓣架移位及释放后发生瓣周漏等并发症有着重要的作用。因此,要确保病变部位的准确测量,主动脉瓣环的测量误差范围足以改变瓣膜的型

号,影响手术的成败。在进行 TAVI 之前,需要经 TEE 重新测量,提供准确的升主动脉、主动脉根部及左室流出道内径数据,并结合术前的 CT 测量,来最终确定选择瓣膜的合适型号。此外,TEE 对于 TAVI 患者的术前筛选、术中瓣膜定位、术后治疗效果评价也都至关重要。临床医师更加依赖术中 TEE 来提供详细的信息,经 TEE 指导的 TAVI 成功率为 89%,而没有 TEE 指导的成功率为 77%^[21]。TEE 可以清晰显示瓣叶钙化分布情况、冠状动脉开口至瓣膜的距离,实时监测导丝及人工瓣膜位置,并指导人工瓣膜释放及调整位置,从而有效避免植入后的人工瓣膜瓣架阻塞冠状动脉开口或影响二尖瓣功能。术后 TEE 可观察瓣架对合的严密程度、人工瓣膜的功能、人工瓣膜及瓣周的反流程度和位置以及有无其它并发症等。此外,TEE 对于降主动脉的评价也优于 TTE。如果检查发现患者降主动脉有多发和/或者不稳定斑块,需要建议术者考虑是否行经心尖途径法放置人工瓣膜,以减少栓塞事件的发生。

因此,在我国 2018 年颁布的“TAVR 手术麻醉中国专家临床路径管理共识”中,已经将 TEE 推荐为接受全身麻醉 TAVI 病例的常规监测^[22]。TEE 提供的信息不仅直接关系到瓣膜植入的整个过程,而且 TEE 可以评估左右心室功能、心室容量、其它瓣膜情况、是否存在心包积液以及估测肺动脉压,这些信息虽然对于 TAVI 操作本身关系不大,但是对于病人的循环评估管理以及出现紧急循环事件的处理至关重要。

TAVI 手术的常用 TEE 监测切面包括:食管中段左室长轴切面和食管中段主动脉瓣短轴切面。前者检查 LVOT 和室间隔上部,后者将对主动脉瓣口的开放类型进行区分,并且对主动脉瓣钙化严重程度、位置和对称性进行描述(图 3)。植入过程中,自身的瓣叶被推挤向主动脉管壁,主动脉瓣周张力和受力的不均衡可能会导致瓣叶展开不对称,和增大 TAVI 术中冠状动脉受压的风险。为了将冠状动脉闭塞的风险降至最低,必须掌握从主动脉瓣环到冠状动脉开口处的距离,并比较它在长轴切面测量的瓣叶长度。虽然瓣叶长度一般都短于瓣环-开口距离,但还是有个别患者瓣叶长度大于瓣环-开口距离,在人工瓣膜展开时,瓣叶挤向侧面



注:用 RT-3DTEE 的探头获得;LVOT,左心室流出道
图 3 正常植入的 CoreValve 瓣的短轴和长轴切面图

时,就有造成冠状动脉开口被堵塞的风险^[17]。

综上所述,TEE 在心脏介入治疗中有着传统显像技术无法比拟的优势,不仅避免了放射线的暴露,而且能更准确、实时地监测手术进程,指导介入操作,保证治疗效果和患者安全。随着电子科技的发展、TEE 技术的推广、普及和提高,TEE 将来有可能可能成为术中监测的常规手段。

参 考 文 献

- [1] 赵建峰,姚玮,祁国奇.先心病介入封堵治疗的新进展.心血管病学进展,2009,30(2):233-236.
- [2] 张小杉,哈斯,吴晓萍,等.经胸与经食管超声心动图在室间隔缺损术前对照研究中的应用价值.疾病监测与控制杂志,2012,6(1):13-16.
- [3] 彭格红,洗惠珍,曹永政,等.经胸彩色多普勒超声在室间隔缺损封堵术中的应用价值.广东医学,2008,29(4):614-615.
- [4] 叶菁菁,蒋国平,张泽伟,等.小儿经食管超声引导室间隔缺损镶嵌治疗的价值.浙江大学学报:医学版,2009,38(3):311-314.
- [5] Eshtehardi P, Garachemani A, Meier B. Percutaneous closure of a postinfarction ventricular septal defect and an iatrogenic left ventricular free-wall perforation using two Amplatz muscular VSD occluders. Catheter Cardiovasc Interv, 2009, 74(2):243-246.
- [6] 王新房,主编.超声心动图学.第4版.人民卫生出版社,2009:672-675.
- [7] Silvestry FE, Cohen MS, 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 Am Soc Echocardiogr, 2015, 28(8):910-958.
- [8] 中华医学会心血管病学分会.心房颤动抗凝治疗中国专家共识.中华内科杂志,2012,51(11):916-921.
- [9] 谢洪宇,曲秀芬,李阳,等.经食管实时三维超声心动图与经食管二维超声心动图诊断房颤患者左心耳血栓的比较研究.中国超声医学杂志.2012,28(10):925-928.
- [10] 李冬蓓,黄云洲.经食管超声心动图在经皮左心耳封堵术中的应用.中华超声影像学杂志,2015,24(9):824-827.
- [11] 马宁,张涵,董建增,等.经食管超声心动图引导经皮左心耳封堵术及术后随访.中国超声医学杂志,2015,31(2):119-122.
- [12] 张兰,周青,宋宏宁,等.超声心动图在经皮左心耳封堵术及近期随访中的应用.中华超声影像学杂志,2015,24(8):652-656.
- [13] Miche E, Bogunovic N, Fassbender D, et al. Predictors of unsuccessful outcome after percutaneous mitral valvotomy including a new echocardiographic scoring system. J Heart Valve Dis, 1996, 5(4):430-435.
- [14] Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM, et al. Percutaneous balloon dilatation of the mitral valve: an analysis of echocardiographic variables related to outcome and the mechanism of dilatation. Br Heart J, 1988, 60(4):299-308.
- [15] Ramondo A, Chirillo F, Dan M, et al. Value and limitations of transesophageal echocardiographic monitoring during percutaneous balloon mitral valvotomy. Int J Cardiol, 1991, 31(2):223-233.
- [16] Vainrib AF, Moses MJ, Benenstein RJ, et al. Multimodality Imaging of Bioprosthetic Percutaneous Balloon Valvuloplasty Followed by Valve-in-Valve Implantation for Mitral Stenosis Due to Commissural Leaflet Fusion. JACC: Cardiovasc Interv, 2016, 9(5):e43-e45.
- [17] 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 Am Soc Echocardiogr, 2011, 24(9):937-965.
- [18] Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, et al. Burden of valvular heart diseases: a population-based study. Lancet, 2006, 368(9540):1005-1011.
- [19] Bach DS, Siao D, Girard SE, et al. Evaluation of patients with severe symptomatic aortic stenosis who do not undergo aortic valve replacement: the potential role of subjectively overestimated operative risk. Circ Cardiovasc Qual Outcomes, 2009, 2(6):533-539.
- [20] 刘娜,邢波.经导管主动脉瓣植入术最新研究进展.岭南心血管病杂志,2014,20(2):254-257.
- [21] Moss RR, Ivens E, Pasupati S, et al. Role of echocardiography in percutaneous aortic valve implantation. J Am Coll Cardiol, 2008, 1:15-24.
- [22] 中国心胸血管麻醉学会心血管麻醉分会. TAVR 手术麻醉中国专家临床路径管理共识(2018).临床麻醉学杂志,2018,34(11):1118-1124.

(收稿日期:2018-08-12)