

超声心动图在非瓣膜性心房颤动患者经皮左心耳封堵术中的应用进展

王逸轩(综述) 董倩(审校)

摘要 目前,经皮左心耳封堵术被推荐用于高卒中风险、不能耐受长期抗凝治疗的非瓣膜性心房颤动患者的卒中预防。经胸超声心动图和经食管超声心动图不仅在经皮左心耳封堵术前患者的筛选、左心耳形态和大小的观测,以及术中封堵器选择和置入过程的实时监控中发挥重要作用,同时还有利于术后封堵器位置和心功能的评估,其中经食管超声心动图已经成为经皮左心耳封堵术必不可少的术中影像学监控手段。本文就超声心动图在非瓣膜性心房颤动患者经皮左心耳封堵术中的应用进展进行综述。

关键词 超声心动描记术,经食管;心房颤动,非瓣膜性;左心耳封堵术,经皮介入
[中图分类号]R540.45;R541 [文献标识码]A

Application progress of echocardiography in percutaneous left atrial appendage occlusion in patients with nonvalvular atrial fibrillation

WANG Yixuan, DONG Qian

the First Clinical College of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

ABSTRACT Percutaneous left occlusion has been recommended for stroke prevention in patients with nonvalvular heart disease atrial fibrillation who are at high risk of stroke and cannot tolerate long-term anticoagulation therapy. Transthoracic and transesophageal echocardiography not only play an important role in patients selection before percutaneous left atrial appendage occlusion, the shape and size observation on the left atrial appendage, intraoperative occluder selection and real-time monitoring during the placement processing, but also facilitate the evaluation on postoperative occluder location and cardiac function. Transesophageal echocardiography has become an indispensable intraoperative imaging monitoring method. This paper reviews the application progress of echocardiography in percutaneous left auricular occlusion in patients with nonvalvular atrial fibrillation.

KEY WORDS Echocardiography, transesophageal; Atrial fibrillation, nonvalvular; Left atrial appendage occlusion, percutaneous intervention

心房颤动(以下简称房颤)是临床常见的心律失常,随着年龄的增长,患病人数不断增加,80岁以上人群中发病率高达7.5%。由于房颤时心房失去了有效收缩,心房内血瘀很容易形成血栓,并造成高卒中的风险。房颤患者血栓形成的最常见部位为左心耳,特别是非瓣膜性心脏病伴房颤心源性血栓者。对房颤患者左心耳进行封闭,能有效预防脑卒中事件的发生。目前,经皮左心耳封堵术已被推荐用于具有高卒中风险、不能耐受长期抗凝治疗的非瓣膜性房颤患者的卒中预防中^[1-2]。经胸超声心动图(transthoracic echocardiography, TTE)与经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)有效配合,在经

皮左心耳封堵的术前评估、术中引导及术后随访中发挥着重要作用。本文就TTE、TEE等技术在经皮左心耳封堵术中的应用进展进行综述。

一、超声心动图在左心耳封堵术前的应用

(一)术前超声心动图检查排除左心耳封堵禁忌症

临床证实,患者出现下列情况之一为左心耳封堵术的禁忌症,包括左房前后径>65 mm、左室射血分数<35%、TEE发现心内血栓、严重二尖瓣病变(包括瓣膜修补术后)、心包积液、房间隔形态异常,以及升主动脉/主动脉弓处存在复杂可移动、易破裂的动脉粥样硬化斑块者^[3],其中心内血栓是经皮左心耳封堵

术的绝对禁忌症^[4-5]。TTE技术能完全无创性地清晰显示或检测房颤患者的左房前后径、左室射血分数、二尖瓣病变性质和程度、房间隔形态、升主动脉内膜是否存在斑块,以及心包是否存在积液等。TEE被认为是发现左心耳血栓的最佳检查方法,其不仅能清晰显示左心耳内是否存在血栓,还可有效鉴别血栓、自发显影和梳状肌。同时,实时三维TEE技术能立体、直观地显示左心耳及其开口的形态和解剖结构,利于左心耳内血栓与伪像的鉴别。因此,国内外指南和专家共识均推荐左心耳封堵术前48 h内必须进行术前TTE和TEE检查,帮助临床有效排除左心耳封堵术禁忌症的患者,以确保左心耳封堵术的安全性和成功率^[6]。

(二)术前超声心动图观察左心耳形态,测量左心耳开口的最大内径及左心耳深度

1. 术前超声心动图观察左心耳形态研究。术前掌握左心耳及其开口的形态是提高左心耳介入封堵成功率和降低并发症发生率的前提条件。国内外学者^[7-8]先后应用MRI、CT及TEE等影像学手段分别对左心耳的形态进行了研究,将左心耳分为鸡翅状、仙人掌状、风袋状及菜花状4种类型。Barbero和Ho^[9]应用二维和三维TEE技术检测左心耳的分叶形态,结果显示左心耳多呈双叶,其次为三叶和单叶,偶可见四叶。实时三维TEE不仅可清晰显示左心耳开口的形态、内部梳状肌等结构,还可显示左上肺静脉、二尖瓣瓣环,以及左回旋支等左心耳周围心内结构与左心耳的关系,帮助介入医师在术前全面了解左心耳的形态及其与周围结构的毗邻关系。

2. 术前超声心动图测量左心耳开口的最大内径和左心耳深度。左心耳封堵装置主要有PLAATO、Amplatzer Cardiac Plug (ACP)、Watchman及LAmbre等封堵系统,Watchman封堵系统是目前研究最深入和临床应用最多的左心耳封堵装置。应用TEE准确测量左心耳开口的最大内径和深度是准确选择封堵器型号的关键,其中Watchman封堵器的形态特征要求左心耳深度必须大于开口内径。测量方法为:分别选择TEE的0°、45°、90°和135°方位测量左心耳开口的内径和左心耳深度,以4个方位所测左心耳开口内径的最大值作为选择封堵器型号的依据,一般所选封堵器型号应较最大开口内径大10%~20%。由于Watchman封堵器的型号范围为21~33 mm,因此左心耳最大开口内径范围应为17~30 mm,如果患者的左心耳开口最大内径<17 mm、>31 mm,或左心耳的深度小于最大开口内径,表明患者的左心耳大小和形态不适应Watchman封堵器,应及时告知介入医师,调整治疗方案^[6,10]。另一种临床应用较多的LAmbre™封堵器,选择型号时同样是依据左心耳的最大开口内径,但对左心耳的深度无要求^[11]。相关研究^[6]显示,左心耳最大开口一般位于TEE的120°~135°方位,在此方位上TEE不仅可以清晰显示左心耳内部结构及分叶,还可清晰显示出左心耳特有的开口小而顶部宽大、类似鸡翅状拐角、梳状肌密布等形态学和解剖学特征,因此也是检测左心耳血栓的最佳切面。

3. 基于影像学的3D打印技术在左心耳封堵术中的应用。近年来基于增强CT基础上的3D打印技术已经在左心耳封堵

术中得到应用,3D打印能在术前掌握患者左心耳形态、选择封堵器型号、制定准确的个性化手术方案^[12]。国内宋宏宇团队的系列研究^[13-14]显示,基于三维TEE的3D打印系统也可以实现左心耳封堵术前的观测及评估,可作为左心耳封堵术前准备的重要补充。该研究应用TEE的新型灰阶反转成像(3D-GVI)和阈值分割获取左心耳容积再现模型,其评估左心耳形态类型和分叶数与CT高度一致(一致性分别为97.5%、92.5%);但3D-GVI测量左心耳开口内径和深度小于CT所测,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。该研究结果表明,应用新型TEE 3D-GVI可实现左心耳的3D重建,获得类似CT成像的效果,有望成为评估左心耳空间形态的首选方法。

(三)术前超声心动图观测房间隔和卵圆窝有无明显异常

术前准确了解房间隔及卵圆窝结构,确定房间隔穿刺的位置,是确保左心耳封堵术成功的关键步骤。术前TEE能进一步帮助确定是否存在房间隔缺损、卵圆孔未闭及房间隔膨出瘤等常规TTE易漏诊的病变或异常结构。研究^[15]显示,实时三维TEE检查能立体、全面显示房间隔和卵圆窝的形态及周围毗邻关系,特别能清晰显示封堵术穿刺区域房间隔下部有无畸形,帮助临床介入医师在术前全面了解心脏结构信息和确定穿刺路径,便于患者及家属与医师之间的沟通。近年来,有研究^[16]显示,对于部分房间隔缺损或者卵圆孔未闭合并持续性房颤的老年患者,由于患者年龄偏大,心房增大明显,射频消融成功率低且复发率高,在左心耳封堵的同时,进行左、右心房间交通的封堵,具有操作简便、术后无需终生抗凝治疗的优点,为该类型患者提供了一种安全、有效,甚至获益更大的治疗方法。

二、超声心动图在左心耳介入封堵术中的应用

(一)术中超声心动图实时引导和封堵器大小的选择

1. 术中超声心动图引导选择房间隔穿刺点。由右心系统输送鞘管至左心耳是左心耳介入封堵术的关键步骤,其中房间隔穿刺点位置的选择将直接影响封堵器在左心耳开口的方向,决定封堵器位置和封堵效果,轴向的偏转会导致封堵器相对于左心耳开口漏肩过多,从而影响其稳定性。二维和实时三维TEE均能实时动态地引导鞘管在房间隔的后下部准确穿刺进入左房,快速到达左上肺静脉和左心耳,建立封堵器置入轨道,从而在引导房间隔穿刺中发挥其他影像学不可替代的作用。常规二维TEE引导时,一般在30°~60°方位上的主动脉短轴切面可显示房间隔的前后关系,120°~130°方位的上、下腔静脉汇入右房切面上可显示房间隔的上下关系,因此上述两个切面结合能清晰显示左心耳封堵术房间隔穿刺的常规穿刺点,即房间隔的后下部^[17]。

2. 术中超声心动图在封堵器型号选择和封堵器置入实时监控中的作用。Saw等^[18]研究表明,术中TEE操作时一定要首先快速复查心脏的结构,确认瓣膜有无病变、心包有无积液、心功能是否明显减低,同时观察左心耳的形态。分别测量4个方位左心耳开口的大小和深度,帮助介入医师最后确认合适的封堵器。术中TEE所测的左心耳开口和深度与左心耳DSA检查或增强CT相比,具有良好的一致性,直接应用TEE选择封堵器

大小有利于节约患者治疗成本、缩短手术时间、减少介入医师的放射辐照和患者的造影剂用量。实时三维TEE可配合介入医师,实时动态地监测封堵器输送到左心耳内、展开与左心耳开口处贴合的全过程,并随时提醒介入医师进行微调确保展开的封堵器表面与左心耳开口保持水平^[19]。近年来心腔内超声心动图在左心耳介入封堵术中也能发挥重要作用,其具有图像分辨率高的优点,但是与术中TEE技术引导相比,存在增加患者经济负担、操作困难等缺点,临床应用受到一定的限制,因此术中封堵器大小选择和封堵器置入的实时监控主要是依靠术中TEE^[20]。

(二)左心耳封堵器效果超声心动术中即刻评估

1. 封堵器置入后TEE即刻评估。左心耳封堵器展开后,需要在术中即刻评估封堵器的位置和效果,封堵器的最佳位置是封堵器表面位于左心耳开口处或略高于左心耳开口平面以上,术中TEE必须从0°~180°多方位确认是否成功封堵左心耳的所有分叶,是否存在封堵器位置偏移,同时应用CDFI技术检测封堵器周边是否存在残余分流。一般而言,封堵成功后封堵器周围应无残余血流。研究^[21]表明,TEE显示封堵器周围血流宽度 ≥ 5 mm则表示封堵器周围有明显的残余漏,需要在术中即刻调整封堵器的位置或更换适宜封堵器的大小。TEE是术中即刻评估封堵器周围是否存在残余漏不可替代的影像学手段。

2. 封堵器释放后TEE评估。左心耳封堵器释放前,需要术中TEE进一步确认封堵器的稳定性和封堵器的压缩率,一般由介入医师进行2~3次牵拉试验来确定封堵器的稳定性,当术中TEE和X线造影均显示封堵器和左心耳同步伸缩时,代表封堵器具有良好的稳定性。有研究^[22]推荐应用实时三维TEE来确定封堵器的稳定性,因其能更加直观立体地显示封堵器和左心耳开口的同步运动关系;同时需要根据此时封堵器的大小计算封堵器的压缩率,具体计算公式为:压缩率=(封堵器型号大小-置入后封堵器表面的横径)/封堵器型号大小,一般要求测量0°、45°、90°和135° 4个方位封堵器的横径计算封堵器横径压缩率,横径测量是必须采用露出封堵器轴的切面,为保证最大径的测量,封堵器压缩率为10%~30%是理想范围,压缩率过小,存在封堵器移位甚至脱落的风险;压缩率过大,容易引起封堵器变形、压迫左心耳周围其他组织、心包积液等并发症。

3. TEE检测左心耳封堵器与周围组织的关系。左心耳封堵器与周围组织的关系正常也是封堵术中TEE需要明确的检测内容。主要包括:封堵器有无影响二尖瓣的开闭、左上肺静脉回流是否正常、心包有无积液等。研究^[23]证实,实时三维TEE技术能实时动态地与X线同步监测封堵器即刻、释放前后的三维立体形态和位置及其与周围组织的关系,为介入医师提供准确信息。

三、术后并发症的监测及左心功能的评估

1. 左心耳封堵器周边残余血流。研究^[5-6]证实,左心耳介入封堵术成功后一般需要持续服用华法林抗凝45 d,然后TEE检查评估封堵器的状态,如果TEE复查左心耳封堵器周围无残

余血流,或者残存血流 < 5 mm,表示左心耳基本封堵完全,可停止服用华法林,改服阿司匹林和氯吡格雷直至术后6个月。如果此时TEE显示残存血流量 > 5 mm,则应继续服用华法林。国外学者^[6,24]研究显示,由于TEE在左心耳封堵术中左心耳的精确测量和封堵器置入的实时监控作用,使左心耳封堵器周边残余血流的发生率仅32%左右,且大部分血流宽度 < 5 mm,随时间推移可自行封闭。

2. 心包积液。由于手术操作和封堵器选择过大造成的心包积液是左心耳封堵术常见的并发症,发生率为1%~5%,TTE或TEE均能清晰显示左室侧壁或后壁、右室前壁心包有无无回声区。心包积液一般发生在术后24 h以内,但也有极个别患者在术后第2天甚至在术后2周至1个月发生。TTE能准确、方便、快捷地判断左心耳封堵术后是否存在心包积液及其程度^[9]。

3. 封堵器血栓形成。随着左心耳封堵术的持续开展,与封堵器相关血栓的并发症也逐渐增加并受到关注,左心耳封堵术后TEE定期检查具有必要性。研究^[25]发现,与左心耳封堵器相关的血栓发生率为5%~8%。实时三维TEE能全面显示血栓的位置、大小和立体结构,有利于封堵器表面及其周围结构血栓的早期发现和治疗后随访^[26]。

4. 封堵术前后心功能改变。左心耳封堵术后心脏大小和功能的变化规律是评估左心耳介入封堵术疗效的一个重要内容,目前多局限于封堵术后左心功能的评估。房颤患者的心功能与正常窦性心律者完全不同。窦性心律状态的左房具有血液储存作用、通道作用及助力泵作用。其中助力泵是通过左房的有效收缩来实现,对于左室的舒张期充盈具有重要作用。而房颤患者心房内的血液不能有效排空,使左室舒张末期充盈减低,导致心排血量减少^[27]。Mitrega等^[28]研究显示,不论患者是否存在不同程度的心力衰竭和房间隔穿刺后分流,术后3个月复查患者的左心功能,与术前比较,左室舒张末期容积、射血分数、短轴缩短率、每搏输出量均有不同程度的增加,但差异无统计学意义。分析原因可能是由于左心耳本身具有自主收缩与舒张的功能,能够缓解左房的压力,而左心耳封堵术后左房的容积较封堵前减小,左房压力增高,能使更多的血液进入左室,从而导致左室排出量增加。关于左心耳封堵对房颤患者心脏结构及功能的确切影响,尚需更多的研究进一步证实。

四、小结

超声心动图在经皮左心耳封堵患者的筛选,房间隔穿刺术的引导,封堵器的型号选择、置入、释放及效果评价中具有其他影像学不可替代的作用。特别是TEE探头位于食管内,具有不干扰介入手术视野、可清晰显示左心耳及其封堵器形态的优点。同时实时三维TEE能帮助临床介入医师及患者家属更直观形象地认识左心耳及其封堵器位置、大小、形态及毗邻关系,有利于超声心动图、心外科、介入医师多学科团队的协作和沟通。

参考文献

- [1] Khan AA, Lip GYH. The prothrombotic state in atrial fibrillation: pathophysiological and management implications[J]. *Cardiovasc Res*, 2019, 115(1):31-45.
- [2] Sievert H, Lesh MD, Trepels T, et al. Percutaneous left atrial appendage transcatheter occlusion to prevent stroke in high-risk patients with atrial fibrillation: early clinical experience[J]. *Circulation*, 2002, 105(16):1887-1889.
- [3] Masoud A, Bartoletti S, Fairbairn T, et al. Outcome of left atrial appendage occlusion in high-risk patients[J]. *Heart*, 2018, 104(7):594-599.
- [4] Price MJ. The WATCHMAN left atrial appendage closure device: technical considerations and procedural approach[J]. *Interv Cardiol Clin*, 2018, 7(2):201-212.
- [5] 姚青, 宋治远, 郭燕丽, 等. 经皮左心耳封堵术在非瓣膜性心房颤动患者中的应用——单中心经验[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2018, 26(10):553-558.
- [6] Glikson M, Wolff R, Hindricks G, et al. EHRA / EAPCI expert consensus statement on catheter-based left atrial appendage occlusion—an update [J]. *EuroIntervention*, 2020, 15(13):1133-1180.
- [7] Beigel R, Wunderlich NC, Ho SY, et al. The left atrial appendage: anatomy, function, and noninvasive evaluation[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2014, 7(12):1251-1265.
- [8] 吴晓霞, 张凤羽, 孟越之, 等. 经食管超声心动图对左心耳形态的分析[J]. *中国超声医学杂志*, 2016, 32(5):414-417.
- [9] Barbero U, Ho SY. Anatomy of the atria: a road map to the left atrial appendage[J]. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*, 2017, 28(4):347-354.
- [10] Zhai ZQ, Tang M, Su X, et al. Experience of left atrial appendage occlusion with the WATCHMAN device in Chinese patients[J]. *Anatol J Cardiol*, 2019, 21(6):314-321.
- [11] Huang H, Liu Y, Xu Y, et al. Percutaneous left atrial appendage closure with the LAmbre device for stroke prevention in atrial fibrillation: a prospective, multicenter clinical study[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(21):2188-2194.
- [12] Goitein O, Fink N, Guetta V, et al. Printed MDCT 3D models for prediction of left atrial appendage(LAA) occluder device size: a feasibility study[J]. *EuroIntervention*, 2017, 13(9):1076-1079.
- [13] 宋宏宁. 基于经食管三维超声心动图的新型图像后处理及3D打印技术对左心耳封堵术的指导价值[D]. 武汉: 武汉大学, 2017.
- [14] 邓倾, 加丹, 宋宏宁, 等. 应用TEE数据源的左心耳3D模型开口参数指导LAmbre™封堵器型号选择[J]. *临床超声医学杂志*, 2018, 20(9):585-589.
- [15] Holda MK, Krawczyk-Ozog A, Koziej M, et al. Left-sided atrial septal pouch is a risk factor for cryptogenic stroke[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2018, 31(7):771-776.
- [16] Yu J, Liu X, Zhou J, et al. Long-term safety and efficacy of combined percutaneous LAA and PFO/ASD closure: a single-center experience [J]. *Expert Rev Med Devices*, 2019, 16(5):429-435.
- [17] Eng MH, Wang DD, Greenbaum AB, et al. Prospective, randomized comparison of 3-dimensional computed tomography guidance versus TEE data for left atrial appendage occlusion (PRO3DLAAO)[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2018, 92(2):401-407.
- [18] Saw J, Fahmy P, Spencer R, et al. Comparing measurements of CT angiography, TOE, and fluoroscopy of the left atrial appendage for percutaneous closure[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2016, 27(4):414-422.
- [19] Al-Kassou B, Tzikas A, Stock F, et al. A comparison of two-dimensional and real-time 3D transoesophageal echocardiography and angiography for assessing the left atrial appendage anatomy for sizing a left atrial appendage occlusion system: impact of volume loading[J]. *EuroIntervention*, 2017, 12(17):2083-2091.
- [20] Saw J. Intracardiac echocardiography for endovascular left atrial appendage closure: is it ready for primetime?[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(21):2207-2210.
- [21] 吴春霞, 谌勉余, 正春经, 等. 经食管超声心动图在左心耳封堵术后残余分流随访中的应用价值[J]. *临床超声医学杂志*, 2019, 21(4):272-275.
- [22] Belgaid DR, Khan Z, Zaidi M, et al. Prospective randomized evaluation of the Watchman left atrial appendage closure device in patients with atrial fibrillation versus long-term warfarin therapy: the PREVAIL trial [J]. *Int J Cardiol*, 2016, 219(2):177-179.
- [23] Sahay S, Nombela-Franco L, Rodes-Cabau J, et al. Efficacy and safety of left atrial appendage closure versus medical treatment in atrial fibrillation: a network meta-analysis from randomized trials [J]. *Heart*, 2017, 103(2):139-147.
- [24] Tower-Rader A, Wazni O, Jaber WA. Intradivice leak on late follow-up after Watchman implantation [J]. *CASE (Phila)*, 2018, 2(5):192-196.
- [25] Enomoto Y, Gadiyaram VK, Gianni C, et al. Use of non-warfarin oral anticoagulants instead of warfarin during left atrial appendage closure with the Watchman device [J]. *Heart Rhythm*, 2017, 14(1):19-24.
- [26] Asmarats L, Cruz-González I, Nombela-Franco L, et al. Recurrence of device-related thrombus after percutaneous left atrial appendage closure [J]. *Circulation*, 2019, 140(17):1441-1443.
- [27] Borgognone A, Shantsila E, Worrall SM, et al. Nitrite circumvents platelet resistance to nitric oxide in patients with heart failure preserved ejection fraction and chronic atrial fibrillation [J]. *Cardiovasc Res*, 2018, 114(10):1313-1323.
- [28] Mitrega K, Streb W, Szymala M, et al. The influence of iatrogenic interatrial septum leaks after left atrial appendage closure on cardiac function test results [J]. *J Interv Cardiol*, 2018, 31(5):679-684.

(收稿日期:2019-11-04)