

# 经食管实时三维超声心动图在经皮卵圆孔未闭封堵中的应用价值

郭朝锋 王岩青 王晓静 史景璐 杨再珍 王孝东

**摘要 目的** 探讨经食管实时三维超声心动图(RT-3D-TEE)在经皮卵圆孔未闭(PFO)封堵术中的应用价值。**方法** 选取于我院行 PFO 封堵术患者 95 例,所有患者术前均行经食管超声心动图和右心声学造影(c-TEE)检查证实存在 PFO,封堵前应用 RT-3D-TEE 测量 PFO 大小、长度、继发间隔厚度,并仔细观察是否存在房间隔膨出瘤、下腔静脉瓣及希阿里网等,然后引导封堵,术后计算手术成功率、手术时间,分析不良反应发生情况,随访患者手术效果。**结果** 95 例患者 PFO 大小为 1~7 mm,长度为 2~18 mm,其中合并房间隔膨出瘤 6 例,下腔静脉瓣过长 5 例,希阿里网 4 例;左向右分流 5 例,右向左分流 90 例。其中 94 例封堵成功,手术成功率 98.95%,平均手术时间为(26.81±5.98)min。4 例(4.21%)出现过一过性心律失常。术后随访 1~3 年均无严重并发症发生。**结论** RT-3D-TEE 为经皮 PFO 封堵术提供了心脏立体结构的三维图像,为提高手术成功率、缩短手术时间和安全地完成封堵手术提供了技术支持,具有重要的应用价值。

**关键词** 超声心动描记术,经食管,三维,实时;卵圆孔未闭;经皮封堵

[中图分类号]R540.45;R541.1

[文献标识码]A

## Application value of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in percutaneous closure of patent foramen ovale

GUO Chaofeng, WANG Yanqing, WANG Xiaojing, SHI Jinglu, YANG Zaizhen, WANG Xiaodong

Department of Ultrasound Medicine, People's Hospital of Zhengzhou, Zhengzhou 450000, China

**ABSTRACT Objective** To investigate the application value of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography (RT-3D-TEE) in percutaneous closure of patent foramen ovale (PFO). **Methods** Ninety-five patients underwent PFO occlusion in our hospital were selected, and right-heart contrast-transesophageal echocardiography were performed before surgery to confirm the presence of PFO. Before occlusion, the size, length and septum secundum thickness of PFO were measured by RT-3D-TEE, and the presence of atrial septal aneurysm, inferior vena cava valve and Chiari Network were observed carefully. Then the PFO were closed under the guidance of RT-3D-TEE. The success rate of surgery and operation time were calculated, the occurrence of adverse reactions were analyzed, and the surgical results of patients were followed up after surgery. **Results** The PFO of 95 patients ranged in size from 1 to 7 mm and length from 2 to 18 mm, and 6 patients had atrial septal aneurysm, 5 patients had long inferior vena cava valve, and 4 patients had Chiari Network. There were 5 cases of left-to-right shunt and 90 cases of right-to-left shunt. Among 95 patients, 94 cases were successful in PFO occlusion, the success rate of surgery was 98.95%, the average operation time was (26.81±5.98)min, and 4 cases(4.21%) developed transient arrhythmia. There were no serious complications during 1 to 3 years of follow-up. **Conclusion** RT-3D-TEE provides three-dimensional image of cardiac three-dimensional structure for percutaneous PFO closure, which can improve the success rate of surgery, shorten the operation time and safely complete the operation, and has important application value.

**KEY WORDS** Echocardiography, transesophageal, three-dimensional, real-time; Patent foramen ovale; Percutaneous closure

卵圆孔未闭(patent foramen ovale, PFO)作为一种常见的先天性心脏病,在成人中的发病率约 25%。近

年有研究<sup>[1-2]</sup>认为部分 PFO 与不明原因脑卒中(cryptogenic stroke, CS)和偏头痛有关。目前临床认为

对 PFO 进行封堵治疗的效果优于药物治疗<sup>[3-4]</sup>,且为更好地规范 PFO 封堵治疗,我国发布了 PFO 封堵术专家共识与指南<sup>[5]</sup>。传统 X 线下介入封堵治疗 PFO 是目前较常用的手术方法,但其具有辐射损伤,且不适用于育龄妇女和碘过敏者。近年来我院应用经食管实时三维超声心动图(real-time three-dimensional transesophageal echocardiography, RT-3D-TEE)引导下经皮 PFO 封堵治疗,取得了较满意的临床疗效,现总结如下。

## 资料与方法

### 一、研究对象

选取 2017 年 9 月至 2019 年 12 月于我院就诊的 PFO 患者 95 例,其中男 44 例,女 51 例,年龄 12~69 岁,平均(38.1±12.6)岁;体质量 36~82 kg,平均(59.5±11.7)kg。就诊原因包括 CS 55 例,偏头痛 40 例,均行 RT-3D-TEE 引导下经皮 PFO 封堵治疗。术前所有患者均行对比增强经颅多普勒超声声学造影检查,阳性者再行 RT-3D TEE+右心声学造影(contrast-transesophageal echocardiography, c-TEE)检查,依据 PFO 诊断标准<sup>[6]</sup>确诊。入选标准:①CS 合并 PFO,矛盾栓塞风险(RoPE)评分>6 分,CS 诊断标准依据缺血性脑卒中病因分型标准;②药物治疗无效的偏头痛合并 PFO,偏头痛诊断标准依据第 3 版国际头痛疾病分类标准。排除标准:①有抗血小板/抗凝治疗禁忌;②有下腔静脉或盆腔静脉血栓形成导致完全梗阻,全身或局部感染、败血症、心腔内血栓形成;③合并肺动脉高压或 PFO 为特殊通道;④发生急性脑卒中 2 周以内;⑤有明确的神经系统疾病(如脑肿瘤、脑出血、颅脑外伤及所有易引起血栓形成的结缔组织病);⑥有严重的先天或后天性心脏病。本研究经我院医学伦理委员会批准,患者均知情同意。

### 二、仪器与方法

使用 Philips iE Elite 彩色多普勒超声诊断仪, X7-2t 经食管三维超声探头,频率 2~7 MHz。所有患者术前均行 c-TEE 检查,验证是否存在 PFO 及其分流方向、分流量。患者全身麻醉成功后,取平卧位,插入经食管三维超声探头,测量 PFO 大小(垂直测量房间隔内最大彩色多普勒射流束宽度<sup>[6]</sup>)、长度、继发间隔厚度,并仔细观察是否存在房间隔膨出瘤、下腔静脉瓣及希阿里网等,然后引导封堵。

所有患者于心脏外科手术室由同一心外科高年资医师实施手术,于 RT-3D-TEE 引导下经股静脉途径在心脏不停跳的情况下对未闭的卵圆孔实施封堵,具

体步骤为:①经皮穿刺右侧股静脉,置入 6F 血管鞘;②经血管鞘将导管及超滑导丝送入右房,于 RT-3D-TEE 引导下调整导管及超滑导丝的角度通过卵圆孔;③适当调整探头角度以显示导管及导丝顶端,将超滑导丝送入到左上肺静脉,然后退出超滑导丝,沿导管送入超硬导丝至左房,退出导管,沿超硬导丝送入输送鞘管至左房合适位置,退出超硬导丝;④将合适型号的封堵器通过输送鞘管送入左房,在 RT-3D-TEE 监控下先释放左房面封堵器,回拉紧贴房间隔后再释放右房面封堵器,并进行推拉实验;⑤确认无残余分流,二尖瓣、三尖瓣、主动脉及其周围组织无影响,无心律失常且无心包积液后,完全释放封堵器,拔除输送鞘管及血管鞘,缝合或压迫穿刺点止血;⑥若导丝导管无法通过卵圆孔,则立即中转行 RT-3D-TEE 引导下经胸微创 PFO 封堵术。术中仔细观察并记录心律失常、心脏瓣膜反流、心包积液、胸腔积液等并发症的发生情况,术后密切观察不良反应发生情况,及时复查超声心动图、心动图及胸部 X 线。

### 三、临床随访

患者分别于术后 1、3、6 个月和 1、2、3 年门诊随访,询问有无不适症状,常规复查超声心动图、心电图、胸部 X 线片,必要时复查 CT 或 MRI 等。

## 结 果

### 一、PFO 的解剖学特征及分流情况

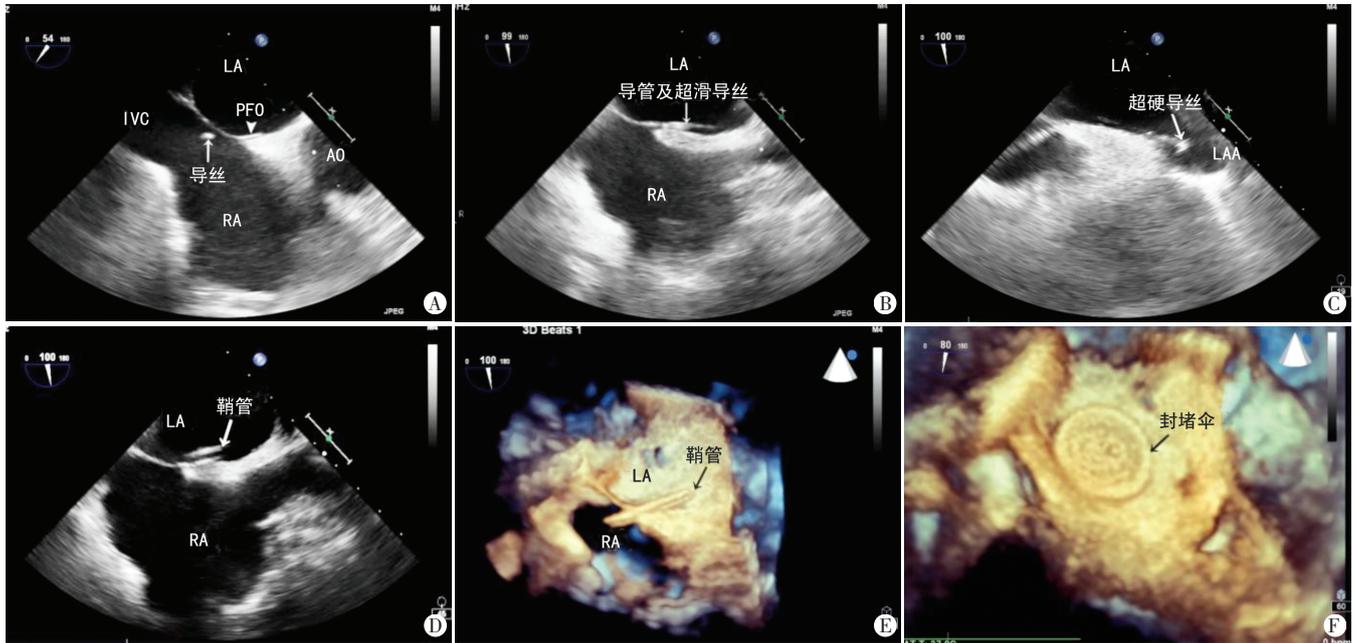
95 例患者 PFO 大小为 1~7 mm,长度为 2~18 mm,其中合并房间隔膨出瘤 6 例,下腔静脉瓣过长 5 例,希阿里网 4 例。见表 1。左向右分流 5 例,右向左分流 90 例(包括少量分流 9 例、中量分流 46 例、大量分流 35 例)。

表 1 95 例 PFO 患者检查结果

卵圆孔大小	例数	合并房间隔膨出瘤	合并希阿里网	下腔静脉瓣过长
≤1 mm	17	0	0	1
1~2 mm	38	1	1	2
2~3 mm	28	5	3	2
≥3 mm	12	0	0	0
合计	95	6	4	5

### 二、RT-3D-TEE 引导下经皮 PFO 封堵情况

95 例 PFO 患者中,94 例一次性封堵成功,成功率 98.95%,平均手术时间(穿刺股静脉至拔除鞘管)为(26.81±5.98)min。经皮 PFO 封堵过程见图 1。其中 1 例患者 PFO 大小约 1 mm,长度约 12 mm,经反复尝试导丝导管始终无法顺利通过卵圆孔,取得患者家属同意后,中转行 RT-3D-TEE 引导下经胸微创 PFO 封堵



A: 导管及超滑导丝(长箭头示)对准卵圆孔未闭处(三角箭头示); B: 导管及超滑导丝(箭头示)通过卵圆孔; C: 超硬导丝通过卵圆孔, 箭头示超硬导丝顶端接近左心耳; D: 输送鞘管通过卵圆孔进入左房, 箭头示鞘管断面; E: 输送鞘管至左房位置, 箭头示鞘管顶端; F: 封堵伞(箭头示)完全释放。LA: 左房; RA: 右房; PFO: 卵圆孔未闭; IVC: 下腔静脉; AO: 主动脉; LAA: 左心耳

图1 RT-3D-TEE引导下经皮PFO封堵图像

术并成功封堵。

### 三、PFO封堵器置入及并发症发生情况

共置入 PFO 封堵器 95 枚, 其中 18/18 mm 9 枚, 18/25 mm 71 枚, 30/30 mm 13 枚, 25/35 mm 2 枚。4 例患者(4.21%) 出现并发症, 其中 2 例为短暂室性心律失常, 停止内心操作后恢复; 2 例为心房颤动, 术后 1 d 消失。均未发生心脏穿孔、心包填塞、血栓形成等严重并发症。

### 四、随访结果

95 例患者随访时间为 1~3 年, 其中 55 例 CS 患者未再发生脑卒中, 40 例偏头痛患者头痛症状消失或明显减轻, 所有患者均无明显不适症状, 未出现心包积液、残余分流、主动脉侵蚀等严重并发症; 封堵器位置、形态良好, 无移位。

## 讨 论

PFO 封堵治疗主要包括传统 X 线下介入封堵治疗和单纯超声心动图引导下封堵治疗。传统 X 线下介入封堵治疗除增加了术者和患者相关辐射损伤外<sup>[7]</sup>, 由于导丝及导管不易通过较小的卵圆孔, 若封堵失败只能放弃, 患者若出现心脏穿孔等严重并发症, 无法及时开胸修补, 死亡率较高。超声心动图引导下封堵治疗对术者和患者均无辐射损伤, 无需顾虑造影剂对患

者造成伤害, 有逐步替代传统 X 线下介入封堵治疗的趋势。其中 RT-3D-TEE 引导下经皮 PFO 封堵术可以实时三维成像, 为术者提供更加清晰的超声图像, 便于超声心动图医师与手术医师沟通配合, 是一种很有前景的 PFO 封堵方法。

本研究结果显示, RT-3D-TEE 引导下经皮 PFO 封堵术的成功率为 98.95%, 与何璐和张玉顺<sup>[8]</sup>应用传统 X 线下 PFO 介入封堵治疗的成功率(98.80%) 相似。PFO 能否封堵成功的关键在于导丝及导管是否可以顺利通过卵圆孔。本研究于 RT-3D-TEE 引导下, 在导丝及导管通过卵圆孔之前选择下腔静脉-右房切面, 该切面正好可以对准 PFO, 且与 PFO 的长轴近似平行, 有利于引导并判断导丝导管通过卵圆孔情况。Silvestry 等<sup>[9]</sup>研究也证实应用 RT-3D-TEE 可以清晰地显示 PFO 结构类型及其周边结构, 以及房间隔及其周围组织的三维结构, 有助于超声医师与手术医师沟通交流, 顺利完成手术。由于 RT-3D-TEE 引导下经皮 PFO 封堵在心外手术室进行, 若导丝无法通过 PFO, 还可以及时改变手术方式, 中转 RT-3D-TEE 引导下经胸微创 PFO 封堵术, 最大限度地保证手术成功率<sup>[10]</sup>。

本研究中, RT-3D-TEE 引导下经皮 PFO 封堵的平均手术时间为 (26.81±5.98) min, 与研究<sup>[8, 11-12]</sup>应用 TTE 引导下 PFO 封堵或 X 线下 PFO 封堵的手术时间

[(22.1±6.1) min、(32.1±7.5) min 和 (24.7±6.8) min] 相似。本研究大多患者手术时间控制在 30 min 之内,分析手术时间较短的原因有:①RT-3D-TEE 可显示 PFO 解剖学特征及是否合并房间隔膨出瘤、下腔静脉瓣过长、希阿里网等解剖学危险因素,立体显示 PFO 与周围结构的位置关系,为选择合适型号的封堵器提供了重要的参考依据,同时还可以引导导丝及导管避开过长的下腔静脉瓣及希阿里网,避免缠绕;②在 PFO 封堵过程中,当导丝、鞘管等输送装置通过 PFO 后,常紧贴房间隔及左房壁,大多情况下二维图像与这些输送装置存在一定的角度,仅能显示其一个断面,而 RT-3D-TEE 更容易跟踪和定位输送装置及其顶端与心脏结构的位置关系;③封堵器释放之后,RT-3D-TEE 可以即刻显示封堵伞释放后的三维结构图像,快速判断封堵器是否完全展开、与主动脉部等结构的位置关系,以及是否需要更换封堵器等。以上因素均有利于缩短手术时间,减少并发症,保证患者安全。

PFO 封堵治疗的严重并发症是心脏损伤和穿孔,有文献<sup>[13]</sup>报道术中心脏穿孔的发生率为 0.5%~1.0%,常因通过 PFO 的导丝造成左心耳穿孔。本研究中术中并发症发生率较低,仅 4 例患者出现了心律失常或心房颤动,未出现严重并发症,随访 1~3 年亦未见严重并发症发生。本研究术中为避免发生严重并发症,RT-3D-TEE 始终跟踪导丝、导管等装置的顶端,显示其与周围组织结构的位置关系,当导管及导丝通过卵圆孔后,密切观察卵圆孔-左心耳切面,显示导管、导丝、鞘管等输送装置顶端与左心耳的距离,严格控制进入深度,避免损伤左心耳及严重并发症的发生。

综上所述,RT-3D-TEE 为 PFO 封堵术提供了类似于外科手术视野的心脏立体结构的三维图像及重要的参考数据,有利于超声心动图医师与手术医师沟通交流,助其完成各种手术操作,为安全地完成封堵手术提供了保证。从近期结果来看,RT-3D-TEE 引导下经皮 PFO 封堵术安全、有效,具有较好的临床应用前景。

## 参考文献

- [1] Arfaras-Melainis A, Palaiodimos L, Mojaidi MK. Transcatheter closure of patent foramen ovale: randomized trial update [J]. *Interv Cardiol Clin*, 2019, 8(4): 341-356.
- [2] 田大臣,王浩,陈旺,等.卵圆孔未闭与偏头痛发病相关性的 Meta 分析[J]. *神经损伤与功能重建*, 2019, 14(5): 236-240, 252.
- [3] 李岩,郭大彩,李洪艳,等.封堵治疗与药物治疗卵圆孔未闭源性卒中中的疗效 Meta 分析[J]. *神经损伤与功能重建*, 2019, 14(11): 565-567, 594.
- [4] 肖家旺,王琦光,唐靖松,等.经导管封堵卵圆孔未闭治疗偏头痛的安全性及有效性分析[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2019, 27(6): 303-308.
- [5] 张玉顺,蒋世良,朱鲜阳.卵圆孔未闭相关卒中预防中国专家指南[J]. *心脏杂志*, 2021, 33(1): 1-10.
- [6] Schneider B, Zienkiewicz T, Jansen V, et al. Diagnosis of patent foramen ovale by transesophageal echocardiography and correlation with autopsy findings[J]. *Am J Cardiol*, 1996, 77(14): 1202-1209.
- [7] Meinel FG, Nance JW Jr, Harris BS, et al. Radiation risks from cardiovascular imaging tests[J]. *Circulation*, 2014, 130(5): 442-445.
- [8] 何璐,张玉顺.单中心 1336 例经导管封堵卵圆孔未闭患者主要并发症回顾性分析[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2019, 27(6): 309-314.
- [9] 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]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(8): 910-958.
- [10] 黎蕾. 隐源性脑卒中伴卵圆孔未闭行经胸微创封堵术临床疗效分析[D]. 武汉: 华中科技大学, 2017.
- [11] 杨滔, 欧阳文斌, 赵广智, 等. 单纯经胸超声心动图引导下经皮卵圆孔未闭封堵术的临床研究[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(1): 77-80.
- [12] 周文君, 林进, 姜新鹏, 等. 单纯输送鞘通过法行经胸超声心动图引导下卵圆孔未闭封堵术的临床疗效分析[J]. *中华脑血管病杂志(电子版)*, 2020, 14(2): 100-103.
- [13] Wang JK, Tsai SK, Wu MH, et al. Short- and intermediate-term results of transcatheter closure of atrial septal defect with the Amplatzer Septal Occluder[J]. *Am Heart J*, 2004, 148(3): 511-517.

(收稿日期: 2021-05-09)