

右心声学造影和经食道超声心动图在卵圆孔封堵中的应用

杨薇¹, 唐欢², 王得恩³

(1. 南京医科大学附属淮安第一医院超声科, 江苏 淮安 223300; 2. 岚皋县医院功能科, 陕西 安康 725400; 3. 南京医科大学附属淮安第一医院老年医学科, 江苏 淮安 223300)

【摘要】目的: 分析右心声学造影(cTTE)和经食管超声心动图(TEE)在卵圆孔未闭(PFO)封堵术中的应用价值。**方法:** 选取102例行介入封堵术的PFO患者作为研究对象,对患者围手术期cTTE、TEE检查情况进行回顾性分析。**结果:** 通过TEE检查确诊,61例被诊断为简单型PFO,占59.8%,41例被诊断为复杂型PFO,占40.2%。术前cTTE检查显示,在静息状态下,有48例(47.06%)检出右向左分流(right-to-left shunt, RLS),其中,Ⅲ级为9例(8.8%)。在Valsalva动作下,全部患者均可检出RLS,其中,92例(90.2%)为Ⅲ级。两种状态下Ⅲ级RLS的检出率差异有统计学意义($P < 0.05$)。两种类型PFO患者封堵术中选取的封堵器规格的差异均有统计学意义($P < 0.05$)。在封堵器释放后,TEE检查可见封堵器的形态和位置无异常,未检出心瓣膜病理性反流、心包积液等手术并发症,cTTE检查均检出RLS,但RLS分级为Ⅲ级的患者比例较封堵前明显下降,差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论:** 在PFO封堵术围术期联合应用TEE和c-TTE,能够对PFO形态、并发症和血流动力学情况进行有效的术前评估和术后疗效评价,具有较高的临床应用价值。

【关键词】 右心声学造影;经食管超声心动图;卵圆孔未闭;封堵术;疗效评价

【中图分类号】 R445.1 **【文献标志码】** A

Application of contrast transthoracic-echocardiography and transesophageal echocardiography in the occlusion of foramen ovale

YANG Wei¹, TANG Huan², WANG De-en³

(1. Department of Ultrasound, the Affiliated Huai'an NO. 1 People's Hospital of Nanjing Medical University, Huai'an 223300, Jiangsu; 2. Department of Function, Langao County Hospital, Ankang 725400, Shaanxi; 3. Department of Geriatrics, the Affiliated Huai'an NO. 1 People's Hospital of Nanjing Medical University, Huai'an 223300, Jiangsu, China)

【Abstract】Objective: To analyze the values of contrast transthoracic-echocardiography (cTTE) and transesophageal echocardiography (TEE) in the occlusion of patent foramen ovale (PFO). **Methods:** 102 patients with PFO underwent interventional occlusion were selected as the study subjects, and the results of cTTE and TEE examinations of the patients during the perioperative period were retrospectively analyzed. **Results:** Through TEE examination, 61 cases were diagnosed as simple PFO, accounting for 59.8%, and 41 cases were diagnosed as complex PFO, accounting for 40.2%. Preoperative cTTE examination showed that right-to-left shunt (RLS) was detected in 48 cases (47.06%) at rest, of which only 9 cases (8.8%) were grade III. Under Valsalva action, RLS was detected in all patients, of which 92 cases (90.2%) were grade III. There was a statistically significant difference in the detection rate of grade III RLS between the two states ($P < 0.05$). There were statistically significant differences in the specifications of occluder selected in the two types of PFO patients ($P < 0.05$). After the release of the occluder, TEE examination showed that the shape and position of the occluder were normal, and no surgical complications such as cardiac valve pathological reflux and pericardial effusion were detected. RLS was detected by cTTE examination, but the proportion of patients with RLS of grade III was significantly lower than that before occlusion, with a statistically significant difference ($P < 0.05$). **Conclusion:** The combined application of TEE and c-TTE during the perioperative period of PFO occlusion can effectively evaluate the shape, complications and hemodynamics of PFO before and after operation, and has high application values.

【Key words】 Contrast transthoracic-echocardiography; Transesophageal echocardiography; Patent foramen ovale; Occlusion; Efficacy evaluation

卵圆孔未闭(patent foramen ovale, PFO)是最常见的成人先天性心脏病,其发病率约为20%~25%^[1],PFO与多种疾病具有相关性^[2],特别是与PFO相关的隐源性脑卒中已成为威胁中青年人群生命和健康的重要疾病^[3]。目前的学术观点肯定了介入PFO封堵术在隐源性脑卒中的二级预防、缓解偏头痛症状等方面均具有积极作用^[4],超声检查是针对PFO必不可少的诊断手段,学术界已将经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)联合经胸右心声学造影(contrast transthoracic-echocardiography, cTTE)及充分的激发试验作为诊断PFO的金标准影像学方法。然而,关于TEE、cTTE在介入PFO封堵术中的应用效果尚未达成一致观点^[5],虽然学术界认可了TEE和cTTE在PFO诊断价值,但二者在监测PFO封堵术围术期血流动力学状态和手术疗效评价等方面的可靠性方面仍缺乏广泛共识。因此,本研究拟回顾性分析行PFO封堵术的患者的临床资料,观察相关临床实践中的应用情况,针对TEE和cTTE在PFO封堵术中的应用效果进行分析。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2020年9月至2023年8月南京医科大学附属淮安第一医院收治的102例行介入封堵术的PFO患者作为研究对象。其中男性56,女性46例;年龄(39.61±12.19)岁。对患者围手术期cTTE、TEE检查情况进行回顾性分析。纳入标准:(1)患者均因不明原因的脑卒中、短暂性脑缺血发作等症状就诊,PFO的诊断参考《卵圆孔未闭右心声学造影中国专家共识》^[6],均经cTTE、TEE等超声检查确诊。(2)患者均为择期行介入PFO封堵术,手术应用指征参考《卵圆孔未闭预防性封堵术中国专家共识》^[7],患者均于医院完成手术及术后治疗护理直至康复出院。排除标准:(1)合并PFO外其它先天性心脏病、既往有心脏手术史的患者;(2)合并恶性肿瘤、急性冠状动脉综合征、左心系统疾病、肺动脉高压、控制不良的高血压、内外科终末期疾病、血液系统疾病的患者。

1.2 方法

所有患者均于术前及术中封堵器释放后立即采用EPIQ 7C型四维多普勒超声机(荷兰飞利浦公司)行TEE和cTTE检查,所有检查均由同一高年资超声科医师及其助手完成。

1.2.1 TEE检查 TEE检查前患者禁食水4~6 h,以利多卡因凝胶混悬液对咽喉部进行局部麻醉后气管插管,使用食道超声专用多平面相控阵型探头,探

头频率4~7 MHz,探头达到距离门齿25~45 cm深度后调整方位获取各个切面影像,对主动脉根、左心房及其相邻的组织结构、房室腔、瓣膜、房室间隔的轮廓和形态逐一检查,然后开启多普勒模式对血流情况进行探查,采用agitated saline contrast了解PFO详细解剖形态及房间隔瘤(atrial septal aneurysm, ASA)、小ASA等并发症发生情况。复杂型PFO的解剖特点包括长隧道型(长度≥8 mm)、合并房间隔膨出瘤、继发隔过厚(厚度>10 mm)、过长的欧氏瓣或希阿里氏网、左心房侧多发出口、主动脉根部扩张引起解剖异常等,不满足上述条件时判定为简单型PFO。

1.2.2 cTTE检查 于患者前臂较粗大的静脉(肘正中静脉、贵要静脉)或手背静脉以弹丸式(2~3 s内)推注震荡生理盐水声学造影剂(agitated saline contrast, ASC),在右心显影3~6个心动周期内,观察静息状态下及充分Valsalva动作后左心房内是否有ASC显影、ASC数量及显影持续时间。依据单帧图像左心微泡数量对右向左分流(right-to-left shunt, RLS)行半定量分级,分级标准为:(1)0级,未见微泡进入左心房;(2)I级,左心房内平均每帧可见1~10个微泡;(3)II级,左心房内可平均每帧可见11~30个微泡;(4)III级,左心房内平均每帧可见>30个微泡,或左心房充满微泡导致透声明显减低。RLS阳性结果应在右心显影后3~6个心动周期内出现。

1.3 手术方法

给予患者右股静脉穿刺,置入右心导管,沿股静脉、腔静脉至右心房与上腔静脉交界处,推注肝素后行右心导管造影,了解PFO的位置、形态及大小,在透视下以逆时针方向旋转穿过卵圆孔进入左房,经造影证实后沿导管送入加长导丝,而后沿导丝送入输送鞘,退出内鞘后送卵圆孔封堵器,回撤输送鞘后陆续释放左房面和右房面,经输送鞘造影证实无RLS后释放封堵器,封堵器分为18/25 mm、25/25 mm、30/30 mm、25/35 mm四种规格,大小根据卵圆孔宽度及卵圆孔与主动脉瓣环的距离选择。

1.4 统计学分析

采用SPSS 22.0统计软件对数据进行统计分析。计数资料采用 $[n(\%)]$ 表示,组间比较采用独立样本 χ^2 检验或Fisher确切概率法检验,等级资料采用秩和检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 TEE和cTTE在PFO患者封堵术前诊断和RLS评价中的价值

通过TEE检查,本组患者中61例被诊断为简

单型 PFO, 占 59.8%, 41 例被诊断为复杂型 PFO, 占 40.2%。在复杂型 PFO 中, 有 11 例合并 ASA, 占 26.83%, 有 5 例合并小 ASA, 占 12.2%。见图 1。术前 cTTE 检查结果, 在静息状态下, 有 48 例 (47.06%) 检出 RLS, 其中, III 级仅为 9 例 (8.8%)。在 Valsalva 动作下, 全部患者均可检出 RLS, 其中, 92 例 (90.2%) 为 III 级。两种状态下 RLS 的检出率差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 1 及图 2。



图 1 PFO 患者封堵术前 TEE 检查图像

患者, 女性, 36 岁, 因偏头痛行食道超声心动图检查, 可见宽约 1.14 mm 的未闭卵圆孔。

表 1 PFO 患者术前 cTTE 检查 RLS 分级情况 [n(%)]

状态	0 级	I 级	II 级	III 级
静息状态 (n = 102)	54 (52.94)	26 (25.49)	13 (12.75)	9 (8.80)
Valsalva 动作 (n = 102)	0 (0.00)	0 (0.00)	10 (9.80)	92 (90.20)
Z 值				10.758
P 值				<0.001



图 2 PFO 患者封堵术前 cTTE 检查图像

行右心声学造影, 在 Valsalva 动作第 3 个心动周期后左室内充满微气泡, 右心声学造影结果 III 级。

2.2 TEE 和 cTTE 在 PFO 患者封堵术中疗效评价的价值

简单型 PFO 术中主要选择 18/25 mm 封堵器, 其次为 25/35mm、30/30 mm 封堵器, 而复杂型 PFO 术中主要选择 30/30 mm、25/35mm 封堵器, 两种类型 PFO 患者封堵术中选取的封堵器规格的差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。同时, 有 1 例复杂型 PFO 患者术中采用 25/35 mm 和 18/18 mm 双伞封堵。见表 2。在封堵器释放后行 TEE 检查和 cTTE

检查, TEE 检查可见封堵器的形态和位置无异常, 未检出心瓣膜病理性反流、心包积液等手术并发症。充分的 Valsalva 动作后经 cTTE 检查均检出 RLS, 但 RLS 分级为 III 级的患者比例较封堵前明显下降, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 2 不同类型 PFO 介入封堵中采用封堵器规格的比较 [n(%)]

分型	18/25 mm	30/30 mm	25/35 mm	18/18 mm + 25/35 mm
简单型 PFO (n = 61)	46 (75.41)	7 (11.48)	8 (13.11)	0 (0.00)
复杂型 PFO (n = 41)	3 (7.32)	18 (43.90)	16 (39.02)	1 (2.44)
χ^2 值	45.545	13.935	9.148	-
P 值	<0.001	<0.001	0.002	0.402

“-”采用 Fisher 确切概率法。

表 3 PFO 患者封堵术前后检查 RLS 分级的比较 [n(%)]

时间	I 级	II 级	III 级
封堵术前 (n = 102)	0 (0.00)	10 (9.80)	92 (90.20)
封堵术后 (n = 102)	19 (18.63)	42 (41.18)	41 (40.20)
Z 值			10.512
P 值			<0.001

3 讨论

在 PFO 封堵术前采用 TEE 联合 cTTE 的方法, 可针对患者的病情及 RLS 等心脏血液动力学异常程度进行准确而详细的诊断和评价, TEE 和 cTTE 在介入 PFO 封堵术即刻疗效评价中也具有积极意义, 通过 cTTE 检查可见, 在封堵术完成即刻, 患者的 RLS 分级较术前明显降低, 证实了在有明显指征的情况下封堵术对于 PFO 具有较好的治疗效果, 这与薄椿茂等^[8]的研究一致, 该研究报道了 cTTE 检查 RLS 可作为 TEE 检测有益补充。在其它研究^[9-10]报道了在 PFO 封堵术后 1 个月, 可通过 TEE 检查观察封堵器装置异常、血栓形成等情况, 通过 cTTE 观察, 部分患者术后 1 周时在 Valsalva 动作下仍可检出 RLS, 而术后 6 个月时患者的 RLS 一般会下降至 I 级或转为阴性^[11]。因此, 综合上述研究, 可认为在 PFO 封堵术围术期采用 TEE 联合 cTTE 的超声评价方法对于指导临床决策和评价手术疗效具有较好的效果。

本研究结果显示, 行 PFO 封堵术的患者在静息状态下 RLS 阳性率不高且表现不显著, 而在 Valsalva 动作下则绝大部分表现为 RLS III 级, 这提示了临床在评价 PFO 患者 RLS 程度时应充分考虑 Valsalva 动作下的检查结果, 从而更加准确地掌握介入封堵手术指征。近年来, PFO 引发的 RLS 及左心房颤动、反常栓塞等参与隐源性脑卒中等疾病的病理机制假说陆续被提出^[12], 通常情况下, RLS 分级达到 III 级被作为行 PFO 封堵术的指征。在术前心脏血

流动力学评价中,超声心动图能够对心功能、血容量和外周血管阻力三方面进行评价且具有直观、重复性好的优势^[13]。TEE 针对 PFO 及相关血流动力学异常的检出率要高于经胸超声心动图(transthoracic-echocardiography, TTE)等其它超声心动图检查^[14],在严格把握应用指征的情况下,TEE 对于术野及手术操作无不良影响,更适于术中应用,其应用的探头频率较高且距离心脏更近,故可获得更加清晰的图像和更有价值的临床信息^[15]。但作为一种侵入性检查方法,TEE 可对心脏病患者的血流动力学状态产生显著影响,在有 TEE 强指征手术中,该比例可超过 40%^[16],这在一定程度上限制了 TEE 在围手术期的应用。cTTE 作为一种新型心脏声学造影技术,结合了超声心动图和声学造影的优势,经外周静脉注射造影剂使心腔和血管腔显像增强,大幅度提升了心肌与心腔界面的显示清晰度,并可直接反应心肌灌注情况^[17],故能够对于 PFO 封堵术等心脏手术的血流动力学监测能够发挥积极作用。相关研究^[18]已证实了 cTTE 对于评价 RLS 病情的准确性也要高于 TTE,在 Valsalva 动作充分完成情况下,cTTE 在排查高危因素及 RLS 分级评定方面优于其它影像学方法^[19];将 TEE 与 cTTE 联合应用时,能够同时明确隧道长度、原发隔活动度、瓣膜病变情况等 PFO 解剖形态和分流角度、分流等级等,判断与 PFO 形态有关的影像学因素,特别是能够更好地开展 RLS 分级并准确评价病灶的大小、位置及与重要器官的毗邻关系,从而为制订临床决策提供依据^[20-21]。对于拟诊 PFO 患者,临床应考虑在采用 TEE 的同时应用 cTTE 等高灵敏手段进行诊断和心脏分流情况评价,从而为制订针对性的临床决策提供影像学检查依据。

综上,在 PFO 封堵术围手术期联合应用 TEE 和 cTTE,能够对 PFO 形态、并发症和血流动力学情况进行有效的术前评估和术后疗效评价,具有较高的临床应用价值。

参考文献

- [1] Teshome MK, Najib K, Nwagbara CC, *et al.* Patent foramen ovale: a comprehensive review [J]. *Current Problems in Cardiology*, 2020, 45(2):100392.
- [2] Abdelghani M, El-Shedoudy SAO, Nassif M, *et al.* Management of patients with patent foramen ovale and cryptogenic stroke: an update [J]. *Cardiology*, 2019, 143(1):62-72.
- [3] 王睿,周碧怡,马杰,等.与卵圆孔未闭相关的不明原因脑卒中的研究进展[J].*中华神经医学杂志*, 2021, 20(1):92-97.
- [4] Miranda B, Fonseca AC, Ferro JM. Patent foramen ovale and stroke [J]. *Journal of Neurology*, 2018, 265(8):1943-1949.
- [5] Elzanaty AM, Patel N, Sabbagh E, *et al.* Patent foramen ovale closure in the management of cryptogenic stroke: a review of current literature and guideline statements [J]. *Current Medical Research and Opinion*, 2021, 37(3):377-384.
- [6] 经食道超声心动图临床应用的专家共识专家组.卵圆孔未闭右心声学造影中国专家共识[J].*中国循环杂志*, 2022, 37(5):449-458.
- [7] 中华医学会心血管内科分会,中国医师协会心血管内科分会.卵圆孔未闭预防性封堵术中国专家共识[J].*中国循环杂志*, 2017, 32(3):209-214.
- [8] 薄椿茂,李天亮,胡新玲,等.右心声学造影在卵圆孔未闭检测中的应用价值[J].*中国循证心血管医学杂志*, 2022, 14(7):861-864.
- [9] Gonnah AR, Bharadwaj MS, Nassar H, *et al.* Patent foramen ovale: diagnostic evaluation and the role of device closure [J]. *Clinical Medicine*, 2022, 22(5):441-448.
- [10] 张航,马杰,马千里,等.卵圆孔未闭介入封堵预防隐源性脑卒中复发[J].*临床荟萃*, 2020, 35(1):28-31.
- [11] Abdelfattah OM, Sayed A, Elgendy IY, *et al.* Patent foramen ovale closure and decompression sickness among divers [J]. *Cardiovascular Revascularization Medicine: Including Molecular Interventions*, 2022, 40:160-162.
- [12] Thaler A, Kvermland A, Kelly S, *et al.* Stroke prevention in patients with patent foramen ovale [J]. *Current Cardiology Reports*, 2021, 23(12):183.
- [13] Patel KM, Desai RG, Trivedi K, *et al.* Complications of transesophageal echocardiography: a review of injuries, risk factors, and management [J]. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 2022, 36(8 Pt B):3292-3302.
- [14] 王华,刘夏天,鲁建兴,等.经食管超声心动图与经胸超声心动图造影检查对卵圆孔未闭的诊断价值[J].*中国医刊*, 2020, 55(2):221-223.
- [15] 张帆,刘星扬,王镔.超声心动图在心脏病患者非心脏手术围术期中的应用进展[J].*中华麻醉学杂志*, 2022, 42(2):253-256.
- [16] Zamper R, Premph A, Iglesias I, *et al.* Intraoperative transesophageal echocardiography following mitral valve repair: a systematic review [J]. *Brazilian Journal of Anesthesiology (Elsevier)*, 2022, 72(3):379-397.
- [17] 李子玥,朱永胜,陈彦.声学造影在心血管系统疾病中的应用及进展[J].*心脏杂志*, 2020, 32(3):319-323.
- [18] Han KN, Ma XT, Yang SW, *et al.* Intracardiac echocardiography in the diagnosis and closure of patent foramen ovale [J]. *Journal of Geriatric Cardiology*, 2021, 18(9):697-701.
- [19] Xiong L, Zeng Y, Gan T, *et al.* Assessing patent foramen ovale on coronary computed tomographic angiography: a comparison with transesophageal echocardiography [J]. *Japanese Journal of Radiology*, 2022, 40(7):689-695.
- [20] 朱玲玲,戴慧勇,张天飞,等.经胸超声心动图结合经胸右心声学造影对卵圆孔未闭右向左分流的诊断价值[J].*川北医学院学报*, 2022, 37(7):871-874.
- [21] 庚靖淞,朱鲜阳,王琦光,等.经食管超声心动图联合右心声学造影在房间隔卵圆孔未闭中应用价值研究[J].*临床军医杂志*, 2021, 49(5):536-538.

(收稿日期:2024-02-26)

修回日期:2024-04-23)