

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.01.017

右心声学造影在老年卵圆孔未闭患者介入封堵术中的应用价值

郝惠鹏, 彭颖帼, 闫冰

(许昌市中心医院 超声科, 河南许昌 461000)

【摘要】目的 探讨右心声学造影(contrast transthoracic echocardiography, cTTE)在老年卵圆孔未闭(patent foramen ovale, PFO)患者介入封堵术中的应用价值。**方法** 采集 2022 年 7 月至 2023 年 12 月在许昌市中心医院收治的 103 例高度疑似老年 PFO 患者资料。所有患者均接受 cTTE 检查, 经临床诊断确诊, 符合手术适应症的患者接受介入封堵术治疗, 术后经 cTTE 复查手术效果。记录手术结果, 以及 cTTE 诊断结果, 并对术前、术后右向左分流(right to left shunt, RLS)分级结果。**结果** 103 例疑似 PFO 患者中, 有 62 例确诊为 PFO, 41 例为非 PFO。cTTE 诊断 PFO 的准确性为 87.38% (90/103), 灵敏度为 90.32% (56/62)、特异度为 82.93% (34/41), 阳性预测值(positive predictive value, PPV)为 88.89% (56/63), 阴性预测值(negative predictive value, NPV)为 85.00% (34/40), 与手术结果的一致性 κ 值为 0.736 ($P < 0.05$)。62 例患者中 51 例最终接受介入封堵术治疗, 封堵成功率为 100%, 术后 6 个月复查, 51 例经介入封堵术治疗患者的 RLS 分级较术前降低($P < 0.05$)。**结论** cTTE 检查在术前可有效辅助诊断 PFO, 指导介入封堵术的应用, 对改善患者 RLS 分级结果有积极价值。

【关键词】 卵圆孔未闭; 右心声学造影; 介入封堵术; 右向左分流**【中图分类号】** R445.1**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 01-0083-04

Application value of contrast transthoracic echocardiography in interventional closure surgery for elderly patients with patent foramen ovale

HAO Huipeng, PENG Yingguo, YAN Bing

(Ultrasound Department, Xuchang Central Hospital, Xuchang 461000, Henan, China)

【Abstract】Objective To explore the application value of contrast transthoracic echocardiography (cTTE) in interventional closure surgery for elderly patients with patent foramen ovale (PFO). **Methods** Data were collected from 103 highly suspected elderly patients with PFO admitted to Xuchang Central Hospital from July 2022 to December 2023. All patients underwent cTTE examination, and those who were clinically diagnosed and met the surgical indications received interventional closure treatment. After surgery, the surgical effect was rechecked by cTTE. Record the surgical results, as well as the cTTE diagnosis results, and compare the preoperative and postoperative right to left shunt (RLS) grading results. **Results** Of the 103 patients suspected of having a PFO, 62 cases were confirmed as PFO, while the remaining 41 were non-PFO. The accuracy of cTTE in diagnosing PFO was 87.38% (90/103), sensitivity was 90.32% (56/62), specificity was 82.93% (34/41), positive predictive value (PPV) was 88.89% (56/63), negative predictive value (NPV) was 85.00% (34/40), and the consistency κ value with surgical results was 0.736 ($P < 0.05$). Among the 62 patients, 51 ultimately underwent interventional closure surgery, with a success rate of 100%. After 6 months of follow-up, the right to left shunt grading of 51 patients treated with interventional closure surgery decreased compared to preoperative levels ($P < 0.05$). **Conclusion** cTTE examination serves as an effective preoperative diagnostic tool for detecting PFO, guiding the implementation of interventional closure procedures, and demonstrating significant clinical value in improving RLS grading outcomes in patients.

【Key words】 Patent foramen ovale; Contrast transthoracic echocardiography; Interventional closure surgery; Right to left shunt

卵圆孔未闭(patent foramen ovale, PFO)是成年人常见先天性心脏异常, 大多数人的卵圆孔在出生后 2 个月内自行闭合, 若一岁后仍未闭合, 则会在心脏的房间隔中部形成潜在的通道, 即为 PFO。

PFO 通常不会有明显症状, 但若有咳嗽、潜水等原因导致患者右心房压力升高, 导致体循环静脉系统中的栓子进入左心房, 即发生右向左分流(right to left shunt, RLS), 可引起不明原因脑卒中、偏头痛

收稿日期: 2025-08-26。

作者简介: 郝惠鹏, 主治医师, 研究方向: 老年卵圆孔未闭的影像诊断。E-mail: haohp8901@163.com。

等临床综合征^[1]。介入封堵术是 PFO 常规疗法之一，可在局麻下进行，具有创伤小、恢复快等特点，但目前术前准确诊断和手术效果评估仍是一个难点^[2]。经食管超声心动图 (transesophageal echocardiography, TEE) 是诊断 PFO 的首选方法，其准确性较高，但为半侵入操作，易损伤食管组织，操作要求高，患者认可度一般^[3]。右心声学造影 (contrast transthoracic echocardiography, cTTE) 作为一种操作便捷的检查方法，在超声心动图成像时，经外周静脉注入右心声学造影剂，使右心系统增强显像，可清晰观察右心系统的解剖结构和血流状况，辅助 PFO 介入封堵术的实施^[4]。目前已有研究证实了 cTTE 对 PFO 的诊断价值，但由于 PFO 引发的脑卒中在老年人中发病率较高，而临床上与之相关的研究较少，cTTE 在老年 PFO 中的应用价值仍待明确^[5]。鉴于此，本研究将重点探讨 cTTE 在老年 PFO 患者介入封堵术中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2022 年 7 月至 2023 年 12 月许昌市中心医院收治的 103 例高度疑似老年 PFO 患者资料。纳入标准：①伴有头痛、头晕、呼吸困难等症状，且经心脏超声检查排除其他疾病，初步确认为 PFO；②年龄 ≥ 60 岁；③接受 cTTE 检查，且检查资料保存完整、影像学图像质量较好；④患者临床资料完整。排除标准：①伴有恶性肿瘤者；②伴有严重心血管疾病者；③意识模糊者可能导致资料结果留存有偏差者；④有心脏手术史者；⑤伴有非 PFO 引起的其他心脏疾病者；⑥伴有凝血功能障碍者；⑦伴有感染性疾病者。

患者基线资料：103 例患者中男 54 例，女 49 例，平均 69.84 ± 5.03 岁，平均体重 63.14 ± 7.21 kg，就诊原因：头晕头痛 51 例，心慌 19 例，胸闷 22 例，四肢无力 11 例。

1.2 研究方法

1.2.1 cTTE 检查方法

所有患者入院后均接受 cTTE 检查，检查方法如下：检查前询问患者既往病史，确认适应症，并排除无禁忌证候，向患者解释检查注意事项，并教导患者练习瓦式动作。瓦式动作标准为：深吸气后紧

闭声门用力呼气 10 s 以上，使压力 > 40 mmHg 后放松呼气。协助患者取左侧卧位，于右臂肘正中建立静脉通道，并将静脉留置管于三通接头连接并固定。使用一支注射器抽取 8 ml 生理盐水，另一支抽取 1 ml 空气，均连接三通接头。确认静脉通路通畅后，用含空气的注射器回抽 1 ml 血液，再以 60~80 次/min 的频率反复推注 2 支注射器，生理盐水、空气和血液三者充分混合形成微泡造影剂，存于单支注射器内备用。使用 EPIQ 7 超声诊断系统 (Philips Ultrasound LLC; 国械注进 20223060083) 扫描患者心脏。待心尖四腔心切面清晰显示时，快速推注微泡造影剂，待右心房显影后，分别观察患者静息状态及瓦氏动作后左心房是否有微气泡显影。重复上述检查 2 次及以上，检查结束后观察 30 min，若无不适则可拔出静脉留置针。

若右心房完全显影后 3~6 个心动周期内，或瓦氏动作过程中或释放瞬间，左心房出现微泡显影，则提示存在心内 RLS，考虑诊断为 PFO；若超过 6 个心动周期，左心室有微泡显影，则考虑肺动脉分流等其他病因。

1.2.2 手术方法

若经多学科诊疗 (multi-disciplinary team, MDT) 后确诊为 PFO，且 RLS 分级 \geq II 级，同时符合手术适应症，可择期进行介入封堵术。手术术前准备如下：术前完善血常规、凝血功能肝肾功等检查；术前 2 d 开始服用抗血小板药物；术前 8 h 禁食禁水。手术开始后，操作流程具体如下：患者取仰卧位，暴露右侧腹股沟区，常规消毒、铺巾后，用 1% 利多卡因注射液行局部浸润麻醉；待麻醉生效后，穿刺右股静脉，成功后送入 6 Fr 动脉鞘管，随后静脉推注 80~100 U/kg 肝素钠注射液进行抗凝；将右心导管、J 型钢丝经股静脉送入卵圆孔处，经卵圆孔裂隙进入左上肺静脉 (left superior pulmonary vein, LSPV)，随后将 J 型钢丝换成超硬导丝并留置于 LSPV；沿超硬导丝将鞘管送至左心房，再沿鞘管将封堵器送入左心房，依次释放左房侧伞盘和细腰，将输送鞘、导丝后撤至房间隔水平后，释放右房侧伞盘，完成封堵术操作。经 X 线透视和声学造影观察，确认封堵器形态、位置良好，无残余分流且不影响房室瓣活动后，再确认封堵器在推拉时无移位后，释放封

堵器,最后撤出鞘管,对压迫穿刺点止血并包扎,完成全部术手操作。

对 RLS 分级为 I 级以及不符合手术适应症的患者,则根据临床症状选择保守治疗方式,如 PFO 相关脑卒中则行抗血小板治疗、抗凝治疗等,PFO 相关偏头痛则接受预防性治疗和急性发作期治疗。

1.2.3 随访方法

术后进行 1 年随访,每 3 个月返院复查一次 cTTE 和心电图,评估封堵器位置和形态,以及 RLS 分级。

1.3 观察指标

(1) 记录临床诊断结果。

(2) 以临床诊断结果为标准,分析 cTTE 诊断 PFO 的诊断结果,并分析其与“金标准”的一致性,计算敏感度、特异度、准确率、阳性预测值(positive predictive value, PPV)及阴性预测值(negative predictive value, NPV)。敏感度=真阳性例数/(真阳性例数+假阴性例数) $\times 100\%$;特异度=真阴性例数/(真阴性例数+假阳性例数) $\times 100\%$;准确率=(真阳性例数+真阴性例数)/总例数 $\times 100\%$;PPV=真阳性例数/(真阳性例数+假阳性例数) $\times 100\%$,NPV=真阴性例数/(真阴性例数+假阴性例数) $\times 100\%$,其中阳性为 PFO,阴性为其他。

(3) 记录并对比术前、术后 3 个月的 RLS 分级结果。RLS 分级标准^[6]:左心腔内有 1~10 个微泡/帧为 I 级,左心腔内有 11~30 个微泡/帧为 II 级,左心腔内有 >30 个微泡/帧,或充满微泡、心腔浑浊为 III 级。

1.4 统计学方法

数据采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示;计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验。采用 Cohen's Kappa 检验评价 cTTE 诊断 PFO 与“金标准”的一致性。判定标准: $\kappa \geq 0.75$ 表示一致性较好; $0.40 \leq \kappa < 0.75$ 表示一致性一般; $\kappa < 0.40$ 表示一致性较差。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 临床诊断结果

103 例疑似 PFO 患者中,有 62 例经临床诊断明确为 PFO,41 例非 PFO,包括小房间隔缺损 33 例、

肺动静脉瘘 8 例。

2.2 cTTE 诊断价值

以临床诊断结果为“金标准”,cTTE 诊断 PFO 的准确性为 87.38% (90/103),灵敏度为 90.32% (56/62)、特异度为 82.93% (34/41),PPV 为 88.89% (56/63),NPV 为 85.00% (34/40),与“金标准”结果的一致性 κ 值为 0.736 ($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 cTTE 与“金标准”诊断 PFO 结果的对比

cTTE	金标准		合计
	PFO	其他	
PFO	56	7	63
其他	6	34	40
合计	62	41	103
K		0.736	
P		0.001	

注:cTTE 为右心声学造影;PFO 为卵圆孔未闭。

2.3 介入封堵术前、术后 RLS 分级

62 例经临床诊断证实的 PFO 患者中,有 11 例为 RLS 分级为 I 级,接受保守治疗,其余 51 例患者在 cTTE 指导下接受介入封堵术,术后 3 d 行 cTTE 检查,封堵成功率为 100% (51/51)。术后 6 个月复查结果显示,51 例经介入封堵术治疗的老年 PFO 患者的 RLS 分级较术前明显下降,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 老年 PFO 患者介入封堵术前、术后 RLS 分级对比[例(%)]

时间	例数	I 级	II 级	III 级
术前	51	0 (0.00)	16 (31.37)	35 (68.63)
术后	51	16 (31.37)	17 (33.33)	18 (35.29)
Z	—		5.745	
P	—		0.001	

注:PFO 为卵圆孔未闭;RLS 为右向左分流。

3 讨论

近年来,随着 PFO 的介入封堵术治疗日益普及,其术前准确诊断的重要性愈发凸显。经胸超声心动图(transthoracic echocardiography, TTE)、TEE 及 cTTE 等是目前评估 PFO 的主要常规方法。但不同超声诊断方法的观察角度和优缺点不同:TTE 虽操作最为简单,但易受肥胖、肺气过多等因素影响,导致诊断准确率较低;TEE 准确率较高,但属半侵入式检查,易损伤食管组织。鉴于以上局限性,cTTE 开始逐渐用于 PFO 诊断中^[7]。

本研究结果以手术结果为“金标准”,经对比发

现: cTTE 对 PFO 的诊断准确率为 87.38%, 与“金标准”具有较好的一致性。进一步研究发现: 51 例经介入封堵术治疗的老年 PFO 患者中, RLS 分级水平较术前显著下降, 提示 cTTE 不仅可精准诊断 PFO, 为介入封堵术提供准确诊断, 还可为手术提供有效指导, 获取最佳手术效果。究其原因, cTTE 经外周静脉血管注入的微气泡造影剂, 不仅可以使血液产生强散射, 在超声下清晰显示心脏结构, 有效提高图像对比度和分辨率; 同时通过观察气泡流动方向和显影情况, 定量分析房间隔结构, 并判断是否存在 PFO^[8]。同时, 指导患者行瓦氏动作, 可使右心房压力高于左心房, 促使右心房血液及微气泡分流进入左心房, 依据分流情况进行分级; 且可更清晰地显示卵圆孔位置及大小, 为临床诊断和手术操作提供可靠依据^[9]。

此外, 微气泡造影剂是由空气、生理盐水和患者自身静脉血通过震荡形成, 经静脉注入心脏后对机体损伤小。由于微气泡造影剂直径大于肺毛细血管直径, 难以通过肺循环, 检查安全性高; 且检查后患者可正常饮食、服药, 对日常生活无额外影响。同时, 生理盐水成本低廉, 检查对设备要求较低, 整体费用较低, 易获得患者认可, 因此临床推广价值较高^[10]。

综上所述, 在老年 PFO 患者介入封堵术中应用 cTTE 检查, 术前可有效辅助 PFO 的诊断, 并为手术操作提供有效指导, 以提高手术效果, 改善患者的

RLS 分级结果。本研究存在不足之处: 作为单中心研究, 样本量受临床可行性限制, 可能存在选择性偏倚。未来研究将开展多中心研究, 纳入更多样本量, 提高研究结论的准确性和外推性。

参考文献

- [1] 张炜, 杨士娟, 王强, 等. 卵圆孔未闭相关神经系统疾病的预防与介入治疗[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2024, 24 (1): 51-57.
- [2] 钱晨旭, 王平, 毛治尉, 等. 卵圆孔未闭患者介入封堵术中导丝通过卵圆孔困难的影响因素分析[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2024, 38 (2): 141-145.
- [3] 乔月, 柳林, 曾红, 等. 卵圆孔未闭的影像学诊断进展[J]. 中国实验诊断学, 2021, 25 (2): 279-281.
- [4] 卫颖, 侯红亮, 卢晓春, 等. 经食管超声心动图, 右心声学造影对卵圆孔未闭患者封堵术后左心房功能的评估[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2024, 30 (2): 238-242.
- [5] 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.
- [6] 李贺智, 何亚峰, 王琦光, 等. 卵圆孔未闭超声心动图及右心声学造影临床操作规范[J]. 中国实用内科杂志, 2022, 42 (5): 376-380.
- [7] 马杰, 廖红娟, 张焱, 等. cTTE, cTEE 分别联合 cTCD 在卵圆孔未闭诊断及介入封堵术中的应用比较[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32 (7): 13-17.
- [8] 杨薇, 唐欢, 王得恩. 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[J]. 川北医学院学报, 2024, 39 (8): 1106-1109.
- [9] 刘丽萍, 翁秋燕, 常荣, 等. 经胸右心声学造影及经食道超声心动图联合经颅多普勒发泡实验对卵圆孔未闭的诊断价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2023, 21 (10): 1900-1903.
- [10] 宋焱, 于辉, 耿峰. 经颅多普勒超声发泡试验与经胸右心声学造影在卵圆孔未闭诊断中的价值[J]. 南昌大学学报(医学版), 2024, 64 (3): 83-88.