

· 论著 · 胸部 ·

不同超声检查方法在成人卵圆孔未闭诊断及反应水平分级评估中的价值分析

高 杰^{1,2} 岳军艳^{1,*} 刘振红²

1.河南医药大学第一附属医院放射科(河南 新乡 453100)

2.新郑华信民生医院超声科(河南 新郑 451100)

【摘要】目的 探究不同超声检查方法在成人卵圆孔未闭诊断及反应水平(RLS)分级评估中的价值。方法 回顾性收集2023年11月至2024年12月108例疑似卵圆孔未闭患者的临床资料,同期完成TTE、TEE、TCD、cTTE检查,以手术结果为金标准,评估不同超声检查方法对成人卵圆孔未闭诊断及RLS分级评估的价值。结果 以手术确诊结果为金标准,TEE+cTTE诊断卵圆孔未闭准确度明显高于TEE+cTEE($P<0.05$)。TEE+cTTE诊断卵圆孔未闭的阳性预测值、阴性预测值、灵敏度、特异度及准确度高于TEE+cTCD($P<0.05$)。ROC曲线分析示,TEE+cTTE诊断卵圆孔未闭的AUC值为0.940,大于TEE+cTEE、TEE+cTCD的0.829、0.801($P<0.05$)。cTTE+TEE检查评估RLS分级与手术结果的一致性Kappa值为0.856。结论 TEE+cTTE在成人卵圆孔未闭诊断中有高灵敏度、高特异度及最佳RLS 分级一致性,可作

【关键词】卵圆孔未闭; 超声; 诊断; 反应水平分级

【中图分类号】R445.1

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2026.6.021

Value of Different Ultrasonic Examination Methods in the Diagnosis and RLS Grading of Patent Foramen Ovale in Adults

GAO Jie^{1,2}, YUE Jun-yan^{1,*}, LIU Zhen-hong².

1.Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Henan Medical University, Xinxiang 453100, Henan Province, China

2.Department of Ultrasonography, Hopeshine-Minsheng Hospital of Xinzheng, Xinzheng 451100, Henan Province, China

Abstract: *Objective* To explore the value of different ultrasonic examination methods in the diagnosis and RLS grading of patent foramen ovale (PFO) in adults. *Methods* Clinical data of 108 patients with suspected PFO admitted from November 2023 to December 2024 were retrospectively collected. All patients completed TTE, TEE, TCD, and cTTE during the same period. With surgical results as the gold standard, the value of different ultrasonic methods in diagnosing PFO and assessing RLS grades was evaluated. *Results* With surgical results as the gold standard, the diagnostic accuracy of TEE combined with cTTE was significantly higher than that of TEE combined with cTEE ($P<0.05$). TEE combined with cTTE achieved higher positive predictive value, negative predictive value, sensitivity, specificity, and accuracy compared to TEE combined with cTCD ($P<0.05$). ROC curve analysis showed that the AUC of TEE combined with cTTE for diagnosing PFO was 0.940, which was greater than that of TEE combined with cTEE (0.829) and TEE combined with cTCD (0.801) ($P<0.05$). Kappa value of cTTE combined with TEE in assessing RLS grades was 0.856. *Conclusion* TEE combined with cTTE demonstrates high sensitivity, high specificity, and optimal consistency in the diagnosis and RLS grading of PFO in adults. It can serve as the preferred non-invasive evaluation strategy.

Keywords: Patent Foramen Ovale; Ultrasound; Diagnosis; Right-to-Left Shunt Grading

卵圆孔未闭人群检出率约为20%~34%,早前研究认为其是一种无临床意义解剖变异,然则近年来研究证实,卵圆孔未闭与脑卒中、偏头痛等多种临床综合征相关,其致病机制主要与右向左分流(RLS)所致反常栓塞有关^[1]。因此,准确诊断卵圆孔未闭并准确评估其RLS分级,是指导临床决策的关键环节^[2]。目前,成人卵圆孔未闭体内评估主要依赖超声技术,包括经胸超声心动图(TTE)、经食管超声心动图(TEE)、经颅彩色多普勒(TCD)及右心声学造影(cTTE)等多种方案,各种方法在灵敏度、特异度及操作可重复性方面各具优势;加之,不同超声方法对RLS分级、结果可重复性等亦存在明显差异^[3-4]。为此,本研究旨在探讨不同超声检查方法在成人卵圆孔未闭诊断及RLS分级评估中的价值,以期临床个体化决策提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集2023年11月至2024年12月108例疑似卵圆孔未闭患者的临床资料。

纳入标准:临床资料完整;年龄>18岁;临床疑诊卵圆孔未闭;同期完成TTE、TEE、TCD、cTTE检查。排除标准:合并严重脏器功能不全;有意识障碍或无法配合相关检查者;既往存在房间隔手术史或封堵术史;存在超声造影剂禁忌症;孕妇或产妇。

1.2 研究方法 (1)接受TEE联合cTTE评估。①cTTE检查,左肘静脉建立通路,静息状态及标准Valsalva动作释放瞬间,团注10mL微泡混悬液,以5mL生理盐水冲管,记录动态图像。观察3~5个心动周期内左心是否出现微泡,并据此行RLS分级:0级(无)、I级(1~10个)、II级(11~30个)、III级(>30个,或者存在云雾状显影)。②TEE检查,术前禁食6h以上,咽部表面麻醉,建立静脉通路,置入TEE探头,于食管中段多角度系统观

【第一作者】高 杰,女,副主任医师,主要研究方向:心血管超声诊断。E-mail: m13838086882@163.com

【通讯作者】岳军艳,女,副主任医师,主要研究方向:头颈部、胸部及骨肌系统影像诊断。E-mail: yuejunyan@126.com

察房间隔结构,彩色多普勒探查分流信号,实时观察有无右向左分流。术后监测30min,确认无活动性出血后离室。图像分析:存储所有图像,盲法阅片。(2)接受TEE联合cTEE评估。TEE步骤同上,cTEE检查:左肘静脉留置针,激活盐水10mL备用,镇静局麻后插TEE探头,0°~120°多切面记录房间隔形态和彩色分流;探头保持在60°四腔切面,同步行cTEE:静息及标准Valsalva释放瞬间各注1剂微泡,记录左心微泡数目并分级;测量卵圆孔未闭直径、隧道长度,存图双盲判读。(3)接受TEE联合cTCD评估。TEE步骤同上,cTCD检查:患者仰卧,2MHz探头固定双侧颞窗,监测大脑中动脉(MCA)血流,左肘静脉同剂量激活盐水10mL,静息及标准Valsalva释放瞬间各注1剂,记录20s内高强度信号数量,采用0~III级法分级,存图双盲判读。

1.3 分析指标 (1)卵圆孔未闭患者临床资料及治疗情况;(2)不同超声检查方法对卵圆孔未闭检出情况比较;(3)不同超声检查方法对卵圆孔未闭的诊断效能比较;(4)不同超声检查方法对卵圆孔未闭的诊断价值分析;(5)不同超声检查方法对RLS分级的检出情况分析。

1.4 统计学方法 采用SPSS 29.0统计学软件分析处理研究数据。以($\bar{x} \pm s$)描述计量资料,组间对比行t检验,计数资料以例数(n)描述,组间对比采用 χ^2 检验,Kappa值检验一致性。以 $P < 0.05$ 定义为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 卵圆孔未闭患者临床资料及治疗情况 108例疑似卵圆孔未闭患者的临床资料,经手术确诊卵圆孔未闭68例,非卵圆孔未闭40例;其中男63例,女45例;年龄14~77岁,平均(49.05 ± 5.13)岁;临床表现:不明原因脑卒中47例、偏头痛52例、潜水减压病9例;吸烟史45例、饮酒史30例。

2.2 不同超声检查方法对卵圆孔未闭检出情况比较 TEE+cTTE、TEE+cTEE、TEE+cTCD诊断卵圆孔未闭检查结果,见表1。

2.3 不同超声检查方法对卵圆孔未闭的诊断效能比较 TEE+cTTE与TEE+cTEE的阳性预测值、阴性预测值、灵敏度、特异度比较,差异无统计学意义($\chi^2=3.193、2.790、2.473、3.529$, $P=0.074、0.095、0.116、0.060$),TEE+cTTE的诊断准确度明显高于TEE+cTEE($\chi^2=5.888$, $P=0.015$)。TEE+cTTE的阳性预测值、阴性预测值、灵敏度、特异度及准确度高

于TEE+cTCD($\chi^2=4.168、4.501、4.168、4.501、8.570$, $P=0.041、0.034、0.041、0.034、0.003$),见表2。

2.4 不同超声检查方法对卵圆孔未闭的诊断价值分析 TEE+cTTE诊断卵圆孔未闭的AUC值为0.940,大于TEE+cTEE、TEE+cTCD的0.829、0.801($P < 0.05$),如图1。

2.5 不同超声检查方法对RLS分级的检出情况分析 在68例卵圆孔未闭患者中,手术证实RLS分级I级者20例(29.41%)、II级者29例(42.65%)、III级者19例(27.94%),TEE+cTTE检查评估RLS分级I级者19例(27.941%)、II级者31例(45.59%)、III级者18例(26.47%)。一致性分析显示,cTTE+TEE检查评估RLS分级与手术结果的一致性Kappa值为0.856($P < 0.05$)。

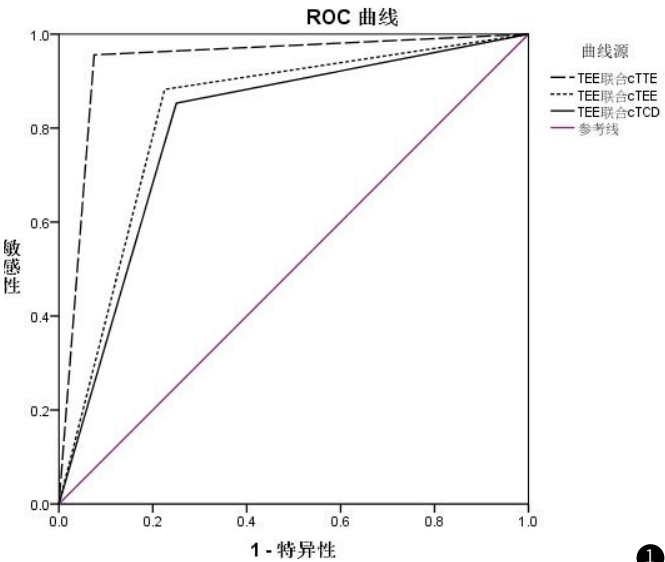


图1 不同超声检查方法诊断卵圆孔未闭的ROC曲线。

表1 不同超声检查方法对不同状态下卵圆孔未闭情况比较(例, %)

检查方法	手术确诊		
	阳性(68)	阴性(40)	合计
TEE+cTTE	阳性 65	3	68
	阴性 3	37	40
TEE+cTEE	阳性 60	9	69
	阴性 8	31	39
TEE+cTCD	阳性 58	10	68
	阴性 10	30	40

表2 不同超声检查方法对卵圆孔未闭的诊断效能比较

检查方法	阳性预测值	阴性预测值	灵敏度	特异度	准确度	Kappa
TEE+cTTE	95.59(65/68)	92.50(37/40)	95.59(65/68)	92.50(37/40)	94.44(102/108)	0.881
TEE+cTEE	86.96(60/69)	79.49(31/39)	88.24(60/68)	77.50(31/40)	84.26(91/108)*	0.843
TEE+cTCD	85.29(58/68)*	75.00(30/40)*	85.29(58/68)*	75.00(30/40)*	81.48(88/108)*	0.815
χ^2	4.341	4.542	4.141	4.787	8.742	/
P	0.114	0.103	0.126	0.091	0.013	/

注:与TEE+cTTE比较,* $P < 0.05$ 。

3 讨论

近年来,随着隐源性卒中和偏头痛检出率增多,成人卵圆孔未闭检出率随之明显增高^[5]。然而,不同超声造影技术(cTTE、cTEE、cTCD)在诊断成人卵圆孔未闭的灵敏度和RLS分级上仍存在方法学差异,导致临床决策缺乏统一标准^[6-7]。明确不同超声方法在成人卵圆孔未闭诊断及RLS分级评估中的价值,是优化风险评估和个体化干预的前提。

本研究结果显示,108例疑似卵圆孔未闭患者的临床资料,经手术确诊卵圆孔未闭68例,非卵圆孔未闭40例。以手术结果为金标准,TEE+cTTE与TEE+cTEE的阳性预测值、阴性预测值、灵敏度、特异度比较差异无统计学意义,但TEE+cTTE诊断卵圆孔未闭准确度明显高于TEE+cTEE,TEE+cTTE诊断的阳性预测值、阴性预测值、灵敏度、特异度及准确度高于TEE+cTCD,初步说明在成人卵圆孔未闭诊断中,TEE+cTTE与TEE+cTEE效能相当,但整体准确度更高;而与TEE+cTCD相比,其在灵敏度、特异度及阴阳性预测值上更具优势,提示TEE+cTTE是当前诊断卵圆孔未闭的首选方案。同时本次ROC曲线分析结果显示,TEE+cTTE诊断卵圆孔未闭的AUC值为0.940,大于TEE+cTEE、TEE+cTCD的0.829、0.801,初步提示TEE+cTTE诊断卵圆孔未闭的价值较TEE+cTEE、TEE+cTCD方案的明显高。是因为TEE+cTTE在信号、背景对比度、分流瞬时捕捉能力及操作标准化三个层面上可同时达到最优;而二次谐波高机械指数成像则使1~2mm微气泡产生强散射信号,与左心腔背景反差拉大,信噪比最高;剑突下双房切线位可实时监测Valsalva所致右-左房压反转点,确保每一次分流均被全负荷采集,不存在时间窗漏检;而切面标准化和半定量气泡计数法则把观察者间变异压至最低,因而最终表现为TEE+cTTE诊断卵圆孔未闭的价值最高^[8-10]。

此外,本次结果还指出,在68例卵圆孔未闭患者中,手术证实RLS分级I级者20例(29.41%)、II级者29例(42.65%)、III级者19例(27.94%),TEE+cTTE检查评估RLS分级I级者19例(27.941%)、II级者31例(45.59%)、III级者18例(26.47%),且cTTE+TEE检查评估RLS分级与手术结果的一致性Kappa值为0.856。由本结果提示,TEE+cTTE对RLS分级与手术金标准高度吻合(Kappa=0.856),由此认为cTTE不仅具备诊断卵圆孔未闭的最高准确度,还可在术前准确完成分流负荷分层,为后续卒中复发风险评估和封堵适应证选择提供依

据。与林雪媛^[11]等研究相比,本研究同样证实cTTE诊断准确度高于cTEE,但本研究将样本量扩大1.8倍并引入手术验证,使得Kappa值高达0.86;与张娜^[12]等研究一致,本研究显示cTTE的AUC显著高于cTCD,且首次报告cTTE对RLS分级评估一致性较高。

综上所述,本研究初步表明,TEE联合cTTE诊断卵圆孔未闭的价值和评估RLS分级一致性均优于TEE+cTEE与TEE+cTCD,或可作为卵圆孔未闭早期诊治的有效方案。

参考文献

- [1] 冯文畅,梁中书,蔡金,等.基于多模态超声的青少年卵圆孔未闭继发隐源性脑卒中的风险预测模型的建立及验证[J].中华医学杂志,2025,105(16):1277-1282.
- [2] 袁姗,杨和运,朱忆萍,等.cTCD,cTEE对中老年卵圆孔未闭右向左分流的诊断价值及与偏头痛的相关性[J].中国老年学杂志,2025,24(10):2315-2318.
- [3] 曾小科,徐亚丽,刘原,等.经胸右心声学造影及经食管超声心动图联合临床及实验室指标机器学习模型预测卵圆孔未闭相关卒中[J].中国医学影像技术,2025,24(9):1517-1521.
- [4] 吴艳,童飞,陈小武,等.超声心动图联合超声右心声学造影对偏头痛患者卵圆孔未闭诊断价值探讨[J].中华保健医学杂志,2024,26(3):364-366.
- [5] 李炜杰,蒋威,温健恒,等.卵圆孔解剖特征对经皮卵圆孔未闭介入封堵术的影响[J].临床心血管病杂志,2024,40(5):418-421.
- [6] 董强利,卜豪英,蔡丹灵,等.声学造影在青年短暂性脑缺血发作患者合并卵圆孔未闭右向左分流的诊断价值[J].中国临床医学影像杂志,2025,36(1):34-37.
- [7] 李新,任彦斌,张欢,等.经食管超声心动图联合右心声学造影识别高危卵圆孔未闭形态特征并评估相关性卒中风险[J].中国医学影像技术,2025,18(4):602-605.
- [8] 许灵慧.右心声学造影在卵圆孔未闭诊断中的应用价值——评《卵圆孔未闭与心脑血管疾病》[J].中国实验方剂学杂志,2025,31(7):171-171.
- [9] 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.
- [10] 冯媛媛,姜靖,陈焱,等.心腔内超声在"潜在型"卵圆孔未闭潜水员介入封堵术中的应用[J].实用医学杂志,2025,17(9):1368-1372.
- [11] 林雪媛,刘莹莹,盛媛媛,等.不同超声心动图检查方法在卵圆孔未闭中的诊断价值比较研究[J].中国临床医学影像杂志,2025,27(9):635-638.
- [12] 张娜,佟岩,孙晖,等.经胸超声心动图造影与经颅多普勒超声造影诊断卵圆孔未闭及评估分流量的价值[J].中国超声医学杂志,2024,40(1):27-29.

(收稿日期:2026-01-07)

(校对编辑:韩敏求)

(排版编辑:刘淮嘉)