

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.07.011

❖ 临床研究 ❖

# 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

朱玲玲,戴慧勇,张天飞,黄叶

(中国人民解放军联勤保障部队第九二八医院超声科,海南 海口 570100)

**【摘要】目的:**探讨经胸超声心动图(TTE)结合经胸右心声学造影(c-TTE)对卵圆孔未闭(PFO)右向左分流(RLS)的诊断价值。**方法:**选取308例PFO患者为研究对象,均行TTE联合c-TTE检查,以临床诊断为依据,比较TTE、c-TTE及联合检查对PFO-RLS的诊断价值。**结果:**Valsalva动作状态下PFO-RLS发生率为87.66%(270/308),平静呼吸下PFO-RLS发生率为32.79%(101/308)。以临床诊断(TEE检查)为依据,c-TTE对Valsalva动作状态下PFO-RLS的检出率为77.41%(209/270),联合检查的检出率为87.78%(237/270)。c-TTE与联合检查对不同PFO-RLS分级的检查结果比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );c-TTE对Valsalva动作状态下PFO-RLS检出率低于联合检查( $P < 0.05$ );c-TTE对平静呼吸下PFO-RLS的检出率为78.22%(79/101),联合检查的检出率为87.13%(88/101),c-TTE及联合对不同PFO-RLS分级的检查结果比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );联合检查结果与临床诊断检查结果的一致性(Kappa = 0.508)大于c-TTE(Kappa = 0.316);联合检查诊断PFO-RLS的AUC大于c-TTE单独检查( $P < 0.05$ )。**结论:**TTE联合c-TTE对PFO-RLS具有诊断价值。

**【关键词】**卵圆孔未闭;经胸超声心动图;经胸右心声学造影;联合诊断;右向左分流

**【中图分类号】**R540.4;R541.1 **【文献标志码】**A

## Diagnostic value of transthoracic echocardiography combined with contrast transthoracic echocardiography for right-left shunt in patent foramen ovale

ZHU Ling-ling, DAI Hui-yong, ZHANG Tian-fei, HUANG Ye

(Department of Ultrasound, No. 928 Hospital, Joint Logistics Support Force of the Chinese People's Liberation Army, Haikou 570100, Hainan, China)

**【Abstract】Objective:** To explore the diagnostic value of transthoracic echocardiography (TTE) combined with contrast transthoracic echocardiography (c-TTE) for right-left shunt (RLS) in patent foramen ovale (PFO). **Methods:** A total of 308 patients with PFO were enrolled as the research objects. All underwent TTE combined with c-TTE. Taking clinical diagnosis as the golden standard, the diagnostic value of TTE, c-TTE and combined detection for PFO-RLS was compared. **Results:** The incidence rates of PFO-RLS under Valsalva action state and eupnea state were 87.66% (270/308) and 32.79% (101/308), respectively. Taking clinical diagnosis as the golden standard, detection rates of PFO-RLS under Valsalva action state by c-TTE and combined examination were 77.41% (209/270) and 87.78% (237/270), respectively. There was no significant difference in examination results of PFO-RLS with different grading between c-TTE and combined examination ( $P > 0.05$ ). The detection rate of PFO-RLS under Valsalva action state by c-TTE was lower than that by combined examination ( $P < 0.05$ ). The detection rates of PFO-RLS under eupnea state by c-TTE and combined examination were 78.22% (79/101) and 87.13% (88/101), respectively. There was no significant difference in examination results of PFO-RLS with different grading between c-TTE and combined examination ( $P > 0.05$ ). The consistency of examination results between combined detection and clinical diagnosis was greater than that between c-TTE and clinical diagnosis (Kappa: 0.508 vs. 0.316). AUC of combined detection in the diagnosis of PFO-RLS was greater than that of c-TTE alone ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** TTE combined with c-TTE has diagnostic value for PFO-RLS.

**【Key words】** Patent foramen ovale; Transthoracic echocardiography; Contrast transthoracic echocardiography; Combined diagnosis; Right-left shunt

基金项目: 海南省重点研发计划项目(ZDYF2019179)

作者简介: 朱玲玲(1982-),女,主治医师。E-mail: zhulingling2881@163.com

通讯作者: 戴慧勇。E-mail: 253907496@qq.com

新生儿出生后肺部发育逐渐完善,肺循环阻力下降,经肺部流通的血流量增大,导致左心压力增加,卵圆孔的两个隔闭合粘连。统计显示,25%~35%成年人会出现原发隔及继发隔间空隙未能闭合现象,即卵圆孔未闭(patent foramen ovale, PFO)。而 PFO 患者右心压力增加时,右心栓子可随心脏内右向左分流(right-left shunt, RLS)流至左心,继而引起体循环栓塞,严重影响了患者的生命安全<sup>[1]</sup>,故对 PFO 右向左分流进行诊断至关重要。经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)是诊断心脏疾病的主要手段之一,具有诊断准确率高等优点,但检查时需食管插管,为侵入性操作,可严重影响患者舒适度<sup>[2]</sup>。经胸超声心动图(trans-thoracic echocardiography, TTE)是一种诊断先天性心脏病的常用手段,具有无创、可重复性高等优点,但其在显示 RLS 的敏感性偏低。有研究<sup>[3]</sup>证实,经胸右心声学造影(contrast transthoracic echocardiography, c-TTE)可有效评估 PFO 患者应激状态下 RLS 及分流程度,但目前对于其与 TEE 联合检查在 PFO-RLS 中的诊断效果尚无定论。本研究旨在探究 TTE 联合 c-TTE 对 PFO-RLS 的诊断价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2020 年 1 月至 2021 年 12 月中国人民解放军联勤保障部队第九二八医院收治的 308 例 PFO 患者为研究对象。其中,男性 187 例,女性 121 例;年龄 17~63 岁,平均(45.38±6.09)岁;吸烟 121 例,饮酒 85 例;合并症:高血压 63 例,糖尿病 19 例,高脂血症 22 例;临床表现:不明原因脑卒中 79 例,短暂性脑缺血发作 104 例,偏头痛 125 例。纳入标准:(1)符合《卵圆孔未闭预防性封堵术中国专家共识》中关于 PFO 的诊断标准<sup>[4]</sup>,经 TEE 检查显示房间隔未见连续中断,彩色多普勒成像显示卵圆窝部位存在左、右心房间隔左向右的或右向左的细小分流,或 CT 图像显示原发隔与继发隔分离形成的通道间隙及心房血液经过该裂隙而导致的心房间分流;(2)影像学资料完整者;(3)大脑中动脉血流信号正常者。排除标准:(1)合并室间隔缺损等其他结构性心脏病者;(2)合并肺动静脉畸形等其他肺部疾病者;(3)无法配合完成 Valsalva 动作者;(4)存在超声检查禁忌症者;(5)合并重症紫绀者。

### 1.2 方法

TTE 及 cTTE 检查:应用 Philips EPIQ 7C 超声诊断仪, S5-1 探头,频率为 1.0~5.0 MHz,嘱咐患者左侧卧,于大动脉短轴、四腔心及剑突下双心房切面

观察房间隔状况,以多普勒超声观察有无分流。用两支 10 mL 注射器抽取 8 mL 生理盐水和 1 mL 空气,连接于三通管,用其中一支注射器抽取 1 mL 血液,在两个注射器中快速来回抽推 20 次,使内容物充分混匀为充满细小微泡的混合液。经左肘正中静脉快速推注混合液,同时嘱咐患者做最大 Valsalva 动作,并持续 >10 s,直至发现右心房充分显影,于心尖四腔心切面观察右心房充分显影后左心腔内微泡数量,共进行 3 次造影,间隔 5 min/次。根据右心腔显影后左心腔显影情况分成 5 个等级<sup>[5]</sup>:左心腔内无微泡为 0 级,微泡 ≤10 个为 I 级,11~30 个为 II 级,微泡 >30 个为 III 级,左心室内充满微泡为 IV 级。

### 1.3 观察指标

以临床诊断(cTTE 检查)为依据<sup>[4]</sup>,即 cTTE 检查显示在右心充盈后 3~5 个心动周期内,左房或左室内出现微气泡显影,观察指标如下:(1)c-TTE 与联合检查(c-TTE + TTE)对平静呼吸和 Valsalva 动作状态下不同 PFO-RLS 分级的检出情况;(2)c-TTE 与联合检查对 PFO-RLS 的诊断价值。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 22.0 软件对数据进行分析与处理。计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用 *t* 检验或 *Z* 检验;计数资料 [*n*(%)]表示,采用  $\chi^2$  检验;诊断价值采用 ROC 曲线分析。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 c-TTE 与联合检查对 Valsalva 动作状态下 PFO-RLS 检出情况比较

Valsalva 动作状态下 PFO-RLS 发生率为 87.66% (270/308)。以 TEE 检查结果为依据,c-TTE 对 Valsalva 动作状态下 PFO-RLS 的检出率为 77.41% (209/270),联合检查的检出率为 87.78% (237/270)。c-TTE 与联合检查对不同 PFO-RLS 分级的检查结果比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05)。c-TTE 对 Valsalva 动作状态下 PFO-RLS 检出率低于联合检查(*P* < 0.05)。见表 1 及图 1。

表 1 c-TTE 与联合检查对 Valsalva 动作状态下 PFO-RLS 检出情况比较 [*n*(%), *n* = 308]

检查方法	0 级	I 级	II 级	III 级	IV 级
c-TTE	99(32.14)	55(17.86)	60(19.48)	71(23.05)	23(7.47)
联合检查	71(23.05)	59(19.16)	62(20.13)	79(25.65)	37(12.01)
TEE	38(12.34)	69(22.40)	71(23.05)	85(27.60)	45(14.61)

c-TTE 与联合检查比较,*Z* = 6.856, *P* = 0.009; c-TTE 与 TEE 比较,*Z* = 25.037, *P* < 0.001; 联合检查与 TEE 比较,*Z* = 2.870, *P* = 0.090。

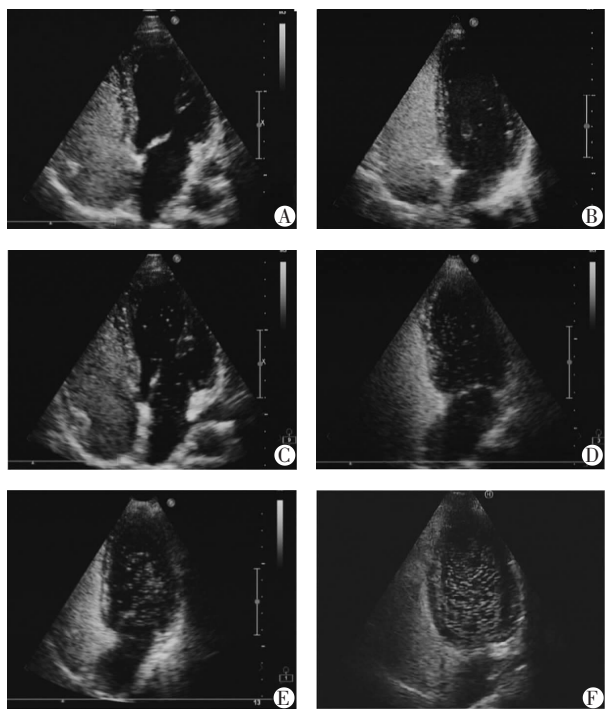


图1 PFO-RLS的c-TTE图像

A. 心尖四腔切面显示为0级,左心腔内没有出现微泡,无RLS;B. 心尖四腔切面显示为I级PFO-RLS,左心腔内见1~10个微泡/帧图像;C. 心尖四腔切面c-TTE显示为II级PFO-RLS,左心腔内见10~30个微泡/帧图像;D-E. 心尖四腔切面显示为III级PFO-RLS,左心腔内见微泡数目>30个微泡/帧图像;F. 心尖四腔切面显示为IV级PFO-RLS,左心腔内几乎充满微气泡,左心腔内显影浑浊。

## 2.2 c-TTE与联合检查对平静呼吸下PFO-RLS检出情况比较

平静呼吸下PFO-RLS发生率为32.79% (101/308)。c-TTE对平静呼吸下PFO-RLS的检出率为78.22% (79/101),c-TTE与联合检查的检出率为87.13% (88/101)。c-TTE与联合检查对不同PFO-RLS分级的检查结果比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表2。

表2 c-TTE与联合检查对平静呼吸下PFO-RLS检出情况比较[n(%),n=308]

检查方法	0级	I级	II级	III级	IV级
c-TTE	229(74.35)	15(4.87)	20(6.49)	26(8.44)	18(5.84)
联合检查	220(71.43)	18(5.84)	22(7.14)	28(9.09)	20(6.49)
TEE	207(67.21)	21(6.82)	25(8.12)	32(10.39)	23(7.47)

c-TTE与联合检查比较, $Z = 0.601, P = 0.438$ ;c-TTE与TEE比较, $Z = 3.525, P = 0.060$ ;联合检查与TEE比较, $Z = 1.226, P = 0.268$ 。

## 2.3 c-TTE与联合检查对PFO-RLS的诊断结果比较

联合检查结果与临床诊断检查结果的一致性

( $Kappa = 0.508$ )大于c-TTE( $Kappa = 0.316$ )( $P < 0.05$ )。见表3。

表3 c-TTE与联合检查对PFO-RLS的诊断结果比较(例)

检查方法	临床诊断		合计
	RLS(n=270)	非RLS(n=38)	
c-TTE			
RLS	201	8	209
非RLS	69	30	99
联合检查			
RLS	231	6	237
非RLS	31	32	63

## 2.4 c-TTE与联合检查对PFO-RLS的诊断价值比较

c-TTE与联合检查诊断PFO-RLS的曲线下面积(AUC)大于c-TTE单独检查( $P < 0.05$ )。见表4及图2。

表4 c-TTE与联合检查对PFO-RLS的诊断价值比较

检查方法	AUC	SE值	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	P值
c-TTE	0.747*	0.041	0.686-0.848	74.44	75.95	0.504	<0.05
联合检查	0.819	0.042	0.736-0.901	87.41	76.32	0.637	<0.05

\* $P < 0.05$ ,与联合检查相比。

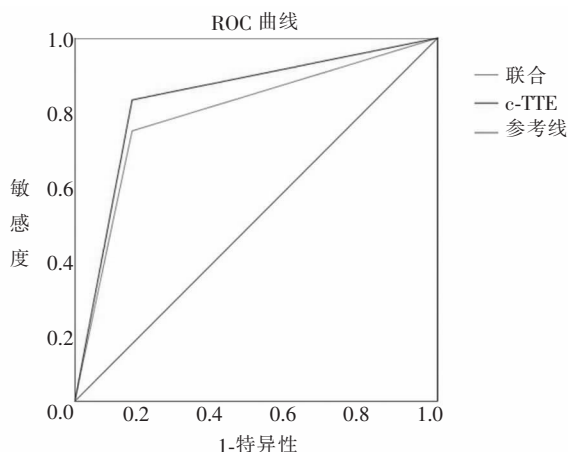


图2 c-TTE及联合检查诊断PFO-RLS的ROC曲线

## 3 讨论

卵圆孔是胎儿时期的生理性通道,出生后房间隔的原发隔与继发隔未能完全融合,在卵圆窝处留有缝隙,即PFO。PFO患者如出现RLS,静脉系统的血栓、微粒等物质易通过未闭的卵圆孔进入左心系统和脑血管,而引起脑卒中、脑缺血发作<sup>[6-8]</sup>。近年来,随着超声仪器性能的不提高,各种超声检查诊断准确率均得到明显提升<sup>[9]</sup>。目前,临床多采用TEE诊断PFO,可清晰显示PFO大小及其解剖特

征,具有探头频率高、图像干扰少等优点,但为侵入性操作,在检查过程中虽已经使用了局麻药物,但部分患者仍存在较强烈的不适感,难以耐受整个检查过程,使得该检查方法的可重复性降低,故探究一种无创性检查手段至关重要<sup>[10-11]</sup>。

多数患者因平静状态下左房压略高于右房压而不存在右向左分流,但在 Valsalva 动作等应急情况下,右房压升高,大于左房压,左房侧薄弱的原发隔被推开,而导致 RLS 现象的出现<sup>[12]</sup>。本研究发现,Valsalva 动作状态下 PFO-RLS 发生率为 87.66%,高于平静呼吸下的 32.79%,表明 Valsalva 动作状态下 PFO-RLS 发生率较高,与既往研究<sup>[13]</sup>结果相符,主要与 Valsalva 动作下右心房压力升高有关。目前,临床普遍认为超声心动图诊断时辅以 Valsalva 等可提高右心房压力的辅助动作<sup>[14]</sup>。相关报道<sup>[15-16]</sup>指出,Valsalva 动作及平静状态下 PFO-RLS 检出敏感度相差高达 40%~50%。故本研究分析了两种检查方法及联合检查对 Valsalva 动作状态下 PFO-RLS 的检出情况。结果显示,TTE 对 Valsalva 动作状态下 PFO-RLS 检出率低于 c-TTE,表明 c-TTE 对 Valsalva 动作状态下 PFO-RLS 具有较高的检出效能,提示该检查方法或对 PFO-RLS 的诊断价值高于 TTE。但有研究<sup>[17-18]</sup>指出,c-TTE 诊断 PFO-RLS 具时也存在误差,其显示的左心腔的微泡亦可能来自于肺动脉瘘,故本研究采用 TTE、c-TTE 联合检查的方法进行诊断。联合检查结果与 TTE 检查结果的一致性大于 TTE、c-TTE,联合检查诊断 PFO-RLS 的 AUC 大于 TTE、c-TTE 单独检查,表明联合检测对 PFO-RLS 具有较高的诊断价值及准确率,可能与检查过程中可行 Valsalva 动作有关。

综上所述,与常规 c-TTE 检查相比,TTE 联合 c-TTE 对 PFO-RLS 具有较高的诊断价值。因此,可通过联合检查的方式清晰显示 PFO 患者是否存在 RLS 现象及其程度。

#### 参考文献

[1] He L, Cheng G, Du Y, et al. Importance of Persistent Right-to-Left Shunt After Patent Foramen Ovale Closure in Cryptogenic Stroke Patients[J]. *Tex Heart Inst J*, 2020, 47(4): 244-249.  
[2] Moon J, Kim M, Oh PC, et al. Residual Shunt after Patent Foramen Ovale Device Closure in Patients With Cryptogenic Stroke: Serial Bubble Contrast Transesophageal Echocardiography Data [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2019, 28(2): 347-353.  
[3] 陆燕飞,宋海国,苏海庆,等.实时三维超声心动图联合右心声学造影对成年人心脏卵圆孔未闭的诊断价值[J]. *中国医学装备*, 2019, 16(3): 72-75.

[4] 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.  
[5] Han KN, Ma XT, Yang SW, et al. Intracardiac echocardiography in the diagnosis and closure of patent foramen ovale [J]. *J Geriatr Cardiol*, 2021, 18(9): 697-701.  
[6] 庚靖淞,朱鲜阳,王琦光,等.右心声学造影结合经食管超声心动图在房间隔卵圆孔未闭中的应用[J]. *中国医学影像学杂志*, 2020, 28(12): 938-941.  
[7] Yang T, Butera G, Ou-Yang WB, et al. Percutaneous closure of patent foramen ovale under transthoracic echocardiography guidance—Midterm results [J]. *J Thorac Dis*, 2019, 11(6): 2297-2304.  
[8] Yang X, Wang H, Wei Y, et al. Diagnosis of Patent Foramen Ovale: The Combination of Contrast Transcranial Doppler, Contrast Transthoracic Echocardiography, and Contrast Transesophageal Echocardiography [J]. *Biomed Res Int*, 2020, 23(1): 1-7.  
[9] Maillat A, Pavero A, Salaun P, et al. Transcranial Doppler to Detect Right to Left Communication: Evaluation Versus Transesophageal Echocardiography in Real Life [J]. *Angiology*, 2018, 69(1): 79-82.  
[10] Suruga K, Takaya Y, Nakayama R, et al. Efficacy of Saline Contrast Transthoracic Echocardiography for Identifying High-Risk Patent Foramen Ovale [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2021, 34(1): 97-98.  
[11] Hołda MK, Koziej M. Morphometric Features of Patent Foramen Ovale as a Risk Factor of Cerebrovascular Accidents: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2020, 49(1): 1-9.  
[12] 王文婷,黄海韵,柳强维,等.经胸超声心动图结合右心声学造影在判断卵圆孔未闭右向左分流中的临床价值[J]. *第三军医大学学报*, 2017, 39(16): 1648-1653.  
[13] 赵秋霞,刘蓉,董芝芝,等.经胸超声心动图声学造影与经颅多普勒超声声学造影同步试验对卵圆孔未闭的诊断价值[J]. *中国循环杂志*, 2020, 35(2): 175-180.  
[14] Najjar R, Hughes A. Role of transoesophageal echocardiography in detecting patent foramen ovale in stroke patients aged ≤60 years: A retrospective study [J]. *PLoS ONE*, 2020, 15(11): e0242885.  
[15] 李璠,曹媛媛,张小用.不同状态时右心声学造影检测卵圆孔未闭右向左分流检出率的比较[J]. *心脏杂志*, 2018, 30(2): 200-202.  
[16] 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.  
[17] 陆燕飞,宋海国,苏海庆,等.实时三维超声心动图联合右心声学造影对成年人心脏卵圆孔未闭的诊断价值[J]. *中国医学装备*, 2019, 16(3): 72-75.  
[18] 席芬,杨毓雯,杜微云.经胸超声心动图及右心声学造影对成人卵圆孔未闭诊断效能的比较[J]. *中国超声医学杂志*, 2020, 36(7): 617-620.

(收稿日期:2022-02-25

修回日期:2022-03-29)