

规范化 Valsalva 动作在经胸右心声学造影筛查 PFO 中的应用价值

廖依依 许 敏 荣亚妮 左 浩 高云华 徐亚丽 刘 政 谢勤丽

摘 要 **目的** 探讨规范化 Valsalva 动作在经胸右心声学造影 (contrast transthoracic echocardiography, cTTE) 筛查卵圆孔未闭 (patent foramen ovale, PFO) 中的影响及意义。**方法** 对在 cTTE 中的 Valsalva 动作规范化改进前后期间, 临床疑为 PFO 并在中国人民解放军陆军军医大学新桥医院超声科行 cTTE 检查及经食管超声心动图检查 (transesophageal echocardiography, TEE) 的患者的检查资料进行回顾性分析, 将 Valsalva 动作规范化改进前的 150 例患者的检查资料纳入对照组, 改进后的 161 例患者的检查资料纳入改进组, 对各组的 cTTE 和 TEE 结果行一致性检验, 并比较两组 cTTE 对 PFO 所致右向左分流的检出敏感度、特异性。**结果** 改进组中 cTTE 对 PFO 的检出敏感度较对照组显著提高 ($P < 0.05$), 其检出能力与 TEE 有较好的一致性。**结论** Valsalva 动作的规范化执行能提升 cTTE 对 PFO 的检出敏感度, 降低漏诊事件的发生。

关键词 卵圆孔未闭 经胸右心声学造影 经食管超声心动图检查 Valsalva 动作

中图分类号 R445

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2023.09.011

Application Value of Standardized Valsalva Maneuver in the Screening of PFO by Contrast Transthoracic Echocardiography. LIAO Yiyi, XU Min, RONG Yani, et al. Department of Ultrasound, Xinqiao Hospital, Army Medical University, Chongqing 400037, China

Abstract **Objective** To investigate the effect and significance of standardized Valsalva maneuver in the screening of patient with patent foramen ovale (PFO) by contrast transthoracic echocardiography (cTTE). **Methods** Review the examination data of the patients with clinical suspected PFO who underwent cTTE examination and transesophageal echocardiography (TEE) in our department before and after the standardization of Valsalva maneuver in cTTE examination. The examination data of 150 patients before the improvement of Valsalva maneuver standardization were included in the control group, and the examination data of 161 patients after the improvement of Valsalva maneuver standardization were included in the improvement group. The consistency test of cTTE and TEE results in each group was conducted, and the sensitivity and specificity of cTTE in the detection of a right-to-left shunt caused by PFO were compared between the two groups. **Results** The detection sensitivity of cTTE to PFO in the improved group was significantly higher than that in the control group ($P < 0.05$), and its detection ability was better consistent with TEE. **Conclusion** The standardized execution of Valsalva maneuver can improve the detection sensitivity of cTTE to PFO and reduce the occurrence of missed diagnosis events.

Key words Patent foramen ovale; Contrast transthoracic echocardiography; Transesophageal echocardiography; Valsalva maneuver

卵圆孔是心房隔胚胎期的生理性通道, 若胎儿产后房间隔原发隔与继发隔不能成功融合则称为卵圆孔未闭 (patent foramen ovale, PFO)^[1]。近年来, 随着国内外 PFO 与不明原因脑卒中 (cryptogenic stroke, CS) 的研究不断深入, 临床发现 PFO 患者患隐源性脑卒中、偏头痛、减压病和系统性栓塞等疾病的风险要远高于普通人群, 存在显著的因果关系, 因此 PFO 的早期准确检出对临床及时干预治疗 PFO 相关性疾病

有重要价值^[1-3]。经胸右心声学造影 (contrast transthoracic echocardiography, cTTE), 通过半定量分析造影剂微泡经未闭卵圆孔在心房水平的右向左分流 (right-to-left shunt, RLS), 可用于筛查 PFO 并进行分级^[4]。相较于既往检查金标准 - 经食管超声心动图检查 (transesophageal echocardiography, TEE), cTTE 具有平价、便捷、可重复性高的优势。

在 cTTE 检查过程中, 注射造影剂的同时, 需辅以 Valsalva 动作来提高右心房瞬时压力, 使卵圆窝处的原发隔移向左心房侧, 加大原发隔与继发隔之间的间距, 使潜在未闭的卵圆孔开放或者加大未闭卵圆孔的开放幅度, 以此捕捉 Valsalva 动作释放后瞬时出现的 RLS 微泡^[5,6]。Valsalva 动作的执行不规范有可能

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (面上项目) (81971774)

作者单位: 400037 重庆, 中国人民解放军陆军军医大学新桥医院超声科 (廖依依、许敏、荣亚妮、左浩、高云华、徐亚丽、刘政); 400014 重庆市急救医疗中心、重庆市第四人民医院体检中心 (谢勤丽)

通信作者: 谢勤丽, 电子信箱: 675707283@qq.com

导致右心房压力提升不够,或者使造影剂到达右心房的时间与 Valsalva 动作释放后右心房压力上升的时刻不一致,cTTE 不能较为准确地对 RLS 进行捕捉,使检查结果呈假阴性。

自 2021 年 4 月起,中国人民解放军陆军军医大学新桥医院超声科针对 cTTE 过程中的 Valsalva 动作,在其配合执行流程及动作有效性衡量指标等相关方面进行改进,旨在通过规范化 Valsalva 动作的执行,来提高 cTTE 对 PFO 患者的检出敏感度。本研究通过回顾性分析既往患者的超声影像资料,旨在探讨规范化执行 Valsalva 动作对 cTTE 评估 PFO 的影响。

资料与方法

1. 研究资料:本研究经中国人民解放军陆军军医大学新桥医院医学伦理学委员会批准(伦理学审批号:2020-研第 143-01),取得患者知情同意后开展。以 2020 年 5 月~2021 年 12 月在笔者医院同时成功接受过 cTTE 以及 TEE 的 311 例疑似 PFO 患者的超声检查结果作为研究资料,将 Valsalva 动作规范化改进前(2020 年 5 月~2021 年 3 月)的 150 例患者纳入对照组,将改进后(2021 年 4~12 月)规范化执行 Valsalva 动作的 161 例患者纳入改进组。

2. 仪器:cTTE 采用 GE VividE95 彩色多普勒超声诊断仪,M5Sc-D 心脏探头。TEE 采用 GE VividE95 彩色多普勒超声诊断仪,6VT 探头。

3. 未改进组 cTTE 检查:检查方法遵循《中国心血管超声造影增强检查专家共识》中的右心系统超声造影方法^[7]。由医生交代注意事项并嘱患者签订同意书,护理人员严格实行“三查七对”,选以左手肘部粗大静脉建立静脉通道,造影剂微泡由 4.5ml 50% 葡萄糖溶液与 0.5ml 空气振荡混合制成,分别在静息状态及 Valsalva 动作状态将右心造影剂注入左手肘部静脉血管(图 1),两次注射间隔时间大于 5min,保证首次注射后右心系统中造影剂完全排空,减少对第 2 次检查的干扰。造影时取心尖四腔心切面观察,图

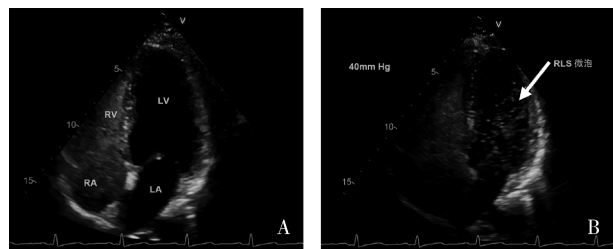


图 1 同一患者右心声学造影二维超声图像

A. 静息状态下;B. Valsalva 动作下。箭头所指为 RLS 微泡

像采集持续时间从造影剂在右心房出现后开始,并持续至少 10 个心动周期。

4. 改进组 Valsalva 动作的规范化改进方法:(1)增加动作执行评价指标:①压力评估:Valsalva 动作执行前,将一次性口咽吹气管与自制的压力检测器相连,然后嘱患者深大吸气后含住通气管,用力吹气 10s,观察压力计指针是否持续达到 40mmHg 以上,若压力不能持续达标则动作执行无效(图 2)^[8,9];②腹部活动性评估:患者执行 Valsalva 动作时,医护同时用手检查患者腹部肌肉状态,若肌肉活动明显,则 Valsalva 动作执行有效。(2)指导模拟训练:结合“增加动作执行评价指标”项中的动作执行评价指标,指导患者检查前 Valsalva 动作模拟训练达标 2 次以上。(3)加强检查中医护配合:造影剂微泡注射时,护士主动向医师汇报,提示医师提前观察超声心动图声窗,同时记录静息状态下首次微泡注入至右心系统出现微泡的时间(即臂心循环时间),并依据记录到的臂心循环时间把握第 2 次检查时微泡造影剂的注射、Valsalva 动作的执行以及影像储存之间的有效配合,使微泡到达右心系统时能准确有效地释放 Valsalva 动作,并在右心房压力提高的瞬间能捕捉到更大量、更准确的 RLS。(4)检查全程加强心理护理干预,降低患者紧张与焦虑感。



图 2 自制压力检测器及其实际应用

A. 自制压力检测器;B. 实际应用

5. TEE 检查:患者在空腹和清醒的状态下签署知情同意书后,医师指导患者含服口咽部局部麻醉药液,作用 8~10min 后,辅助患者左侧卧姿,而后将经食管超声心动图探头经牙垫伸入患者食管内距门齿 30cm 处,对其房间隔进行全方面、多角度的连续扫描,PFO 阳性者,原发隔与继发隔之间有“搭错”样改变,彩色多普勒血流观察有斜形穿隔分流^[10]。

6. 评价方法:对比改进组与对照组患者的 cTTE 和 TEE 的检查结果,PFO 阳性(+)或阴性(-),并行一致性检验,分析各组中 cTTE 与 TEE 检查结果的吻合度,一致性越好提示两种检查的诊断能力越接近。计算两组 cTTE 对 PFO 的检出敏感度、特异性,并行统计学比较。

7. 统计学方法:应用 SPSS 22.0 统计学软件对数据进行统计分析,符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料用率(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验,一致性检验采用 Kappa 法,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组患者基本资料比较:对照组中的患者($n = 150$)平均年龄为 49.0 ± 14.7 岁,与改进组中患者($n = 161$)的平均年龄(46.6 ± 15.3 岁)比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。对照组中男性 75 例,女性 75 例,改进组中男性 87 例,女性 74 例,两组间男女性别构成比比较,差异无统计学差意义($P > 0.05$),详见表 1。

表 1 对照组与改进组患者基本资料对比 [$n(\%)$], $\bar{x} \pm s$]				
项目	对照组 ($n = 150$)	改进组 ($n = 161$)	t/χ^2	P
年龄(岁)	49.0 ± 14.7	46.6 ± 15.3	1.44	0.49
性别			0.51	0.48
男性	75(50.00)	87(54.04)		
女性	75(50.00)	74(46.06)		

2. 对照组与改进组的患者 cTTE 与 TEE 检查结果分析:对照组中的 150 例患者中,有 113 例(75.33%)患者在 cTTE 检查中检出 PFO 阳性,低于 TEE 的 PFO 阳性检出数(134 例,89.33%),差异有统计学意义($P < 0.05$)。用 cTTE 检出 PFO 的敏感度、特异性分别为 79.85%(107/134)、62.50%(10/16),在对 PFO 检出能力的一致性检验中,cTTE 与 TEE 的吻合度较差($k = 0.27$)。改进组中的 161 例患者中,有 116 例(72.05%)患者在 cTTE 检查中检出 PFO 阳性,同样低于 TEE 的 PFO 阳性检出数(120 例,74.53%),两组比较差异无统计学意义($P = 0.52$)。本组中 cTTE 检出 PFO 的敏感度、特异性分别为 89.17%(107/120)、78.05%(32/41),除此之外,cTTE 对 PFO 的检出能力与 TEE 的有较好的一致性($k = 0.65$),详见表 2。

表 2 对照组与改进组的 cTTE 与 TEE 检查结果及病例数(n)				
组别	cTTE	TEE		总计
		+	-	
对照组	+	107	6	113
	-	27	10	37
	总计	134	16	150
改进组	+	107	9	116
	-	13	32	45
	总计	120	41	161

3. 对照组与改进组中 cTTE 对 PFO 的检出敏感度以及特异性比较:对照组与改进组中,cTTE 与 TEE 两种检查都诊断 PFO 的患者数均为 107 例,而 cTTE 上检出 PFO 阴性而 TEE 检查上发现 PFO 的漏诊患者数(图 3),在对照组中为 27 例,改进组中的为 13 例,进行 χ^2 检验发现,两组中 cTTE 对 PFO 患者的检出敏感度比较,差异有统计学意义($\chi^2 = 4.14, P < 0.05$),经过 Valsalva 动作规范化改进后,显著减少了 PFO 漏诊患者。对照组中,cTTE 与 TEE 两种检查都排除 PFO 诊断的患者数为 10 例,改进组中为 32 例。对照组中有 6 例 cTTE 上诊断 PFO,而 TEE 上未能发现 PFO 诊断依据的患者,同样的患者改进组中有 9 例,但是两组间比较差异无统计学意义($\chi^2 = 1.44, P > 0.05$),提示 Valsalva 动作的规范化改进并不能提高 cTTE 对 PFO 患者的检出特异性。

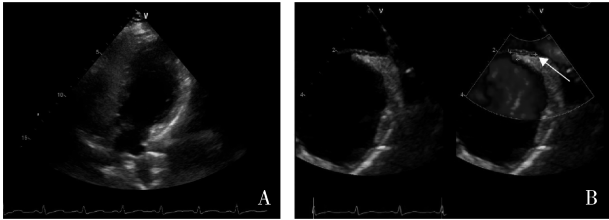


图 3 患者二维超声图像
A. 右心声学造影阴性;B. 经食管超声检查阳性。
箭头所指为未闭卵圆孔

讨 论

成人 PFO 所引起的血流动力学改变,增加了脑卒中、偏头痛、外周动脉栓塞、减压病等风险,故其及早检出具有重要意义^[2,11]。相对于侵入性的 TEE,cTTE 是 PFO 的无创诊断技术,能实时动态的显示心腔血流灌注,为临床提供丰富的解剖及血流动力学信息,但其检查过程中常需 Valsalva 动作的辅助,来增加右心房压力,提高 RLS 敏感度。患者 Valsalva 动作若配合不到位,会导致右心房压力无法有效提升,从而影响其 cTTE 检查效果,造成假阴性结果(图 3)。既往文献对 Valsalva 动作护理的重要性有过相关报道,但缺乏数据比较分析,科学性不足,而本研究通过系统的回顾性分析,发现规范化改进患者的 Valsalva 动作能显著提高 cTTE 对 PFO 的检出敏感度($P < 0.05$),有效降低 PFO 漏诊率,而其检查结果与既往诊断金标准 TEE 有较好的一致性($k = 0.65$)^[12]。一般随着出生后左心房压力增加,卵圆孔发生功能性闭合。然而,在舒张末期或右心房压力升高的情

况下(例如 Valsalva 动作),功能性闭合的卵圆孔会重新打开,因此,cTTE 过程中,充分执行 Valsalva 动作有助于提高 PFO 右向左分流检测的敏感度^[13,14]。为保证患者能准确实施 Valsalva 动作,笔者用自制的压力计量化动作标准(吹气时间 10s 以及压力达到 40mmHg),辅助患者进行动作强化训练,同时通过记录静息状态下的臂心循环时间,预测微泡到达心房的时间,来提醒患者在正确的时间内完成有效 Valsalva 动作。经过以上方式的规范化改进后,患者的 Valsalva 动作配合得到了准确有效的提升,避免了因动作执行不合格而造成的 PFO 漏诊。

心理护理是结合心理学的基本理论与患者心理活动规律,进行患者心理疏导、安抚、缓解不良情绪的护理方法。进行积极有效的心理护理不仅能体现人文关怀,提升患者满意度,也能增强患者依从性,避免因医患沟通、配合不当导致的检查效能降低^[15]。通过认知干预对处于应激状态下的患者提供心理疏导,能提高患者对于 cTTE 的认知程度,消除患者紧张、焦虑、恐惧的心理压力,确保检查配合动作的高效完成^[16]。

综上所述,Valsalva 动作的规范化改进在 cTTE 检查过程中具有重要意义,能促进患者右心房压力的有效提高,增强 cTTE 对 PFO 的检出敏感度,从而减少漏诊的发生。

参考文献

- 1 Calvert PA, Rana BS, Kydd AC, *et al.* Patent foramen ovale: anatomy, outcomes, and closure[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2011, 8(3): 148–160
- 2 张玉顺,朱鲜阳,蒋世良,等.卵圆孔未闭处理策略中国专家建议[J].*心脏杂志*, 2015, 27(4): 373–379
- 3 Inoue S, Igarashi A, Iguchi Y, *et al.* Cost-Effectiveness analysis of percutaneous patent foramen ovale closure preventing secondary ischemic stroke in Japan[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(8): 105884
- 4 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

- 5 Li X, Gao YH, Wu SZ, *et al.* Contrast transthoracic echocardiography using 50% glucose as a contrast agent for screening of a patent foramen ovale[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2018, 44(11): 2267–2273
- 6 He JC, Zheng JY, Li X, *et al.* Transthoracic contrast echocardiography using vitamin B6 and sodium bicarbonate as contrast agents for the diagnosis of patent foramen ovale[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2017, 33(8): 1125–1131
- 7 中华医学会超声医学分会超声心动图学组.中国心血管超声造影增强检查专家共识[J].*中华医学超声杂志:电子版*, 2015, 12(9): 667–680
- 8 张小用,吕秀花,韩磊,等.咳嗽动作在卵圆孔未闭右向左分流检测中的价值[J].*中华超声影像学杂志*, 2017, 26(2): 172–173
- 9 Zhang XY, Cao TS, Yuan LJ. The mechanics of left ventricular filling during the strain phase of the Valsalva maneuver in healthy subjects[J]. *Am J Med Sci*, 2013, 346(3): 187–189
- 10 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
- 11 王心宇,金红,王磊,等.右心声学造影在不明原因短暂性脑缺血发作中的应用[J].*中国医学影像技术*, 2017, 33(4): 487–489
- 12 谭琳,王艳,王文婷,等.卵圆孔未闭患者经胸超声心动图右心声学造影中护理工作要点分析[J].*临床超声医学杂志*, 2019, 21(5): 393–395
- 13 Wei D, Ju Y. Importance of an adequately performed Valsalva maneuver for detecting a right-to-left shunt indicating foramen ovale reopening[J]. *J Ultrasound Med*, 2015, 34(5): 879–883
- 14 Rodrigues AC, Picard MH, Carbone A, *et al.* Importance of adequately performed Valsalva maneuver to detect patent foramen ovale during transesophageal echocardiography[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013, 26(11): 1337–1343
- 15 王玉秀.心理护士岗位的设立及实践[J].*中华护理杂志*, 2019, 54(1): 88–90
- 16 刘琼.心理护理对右心声学造影患者心理状态及检查成功率的影响[J].*中国妇幼健康研究*, 2017, 28(S2): 375–376

(收稿日期:2022-09-14)

(修回日期:2022-09-22)

(上接第4页)

- 28 Li ZZ, Wang HT, Lee GY, *et al.* Bleomycin: a novel osteogenesis inhibitor of dental follicle cells via a TGF- β 1/SMAD7/RUNX2 pathway[J]. *Br J Pharmacol*, 2021, 178(2): 312–327
- 29 Hosoya A, Shalehin N, Takebe H, *et al.* Sonic hedgehog signaling and tooth development[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(5): 1587
- 30 Yuan X, Cao X, Yang SY, *et al.* IFT80 is required for stem cell proliferation, differentiation, and odontoblast polarization during tooth development[J]. *Cell Death Dis*, 2019, 10(2): 63
- 31 Morsczeck C, Reck A, Beck HC. The hedgehog-signal pathway

is repressed during the osteogenic differentiation of dental follicle cells[J]. *Mol Cell Biochem*, 2017, 428(1–2): 79–86

- 32 Florian H, Lara H, Ivo L, *et al.* Intertwined signaling pathways governing tooth development: a give-and-take between canonical Wnt and Shh[J]. *Front Cell Dev Biol*, 2021, 9: 758203
- 33 Priyam J, Quynh CN, Konstantinia A, *et al.* Severity of oro-dental anomalies in Loeys-Dietz syndrome segregates by gene mutation[J]. *J Med Genet*, 2020, 57(10): 699–707

(收稿日期:2022-06-12)

(修回日期:2022-06-30)