doi:10.11659/jjssx.12E024023

·临床研究·

2种围检期方法在对比增强经颅多普勒超声筛查卵圆孔未闭中的效果比较

徐永美[1],汪 萃[1],李华康[2],张 丰[3],谭 琳[1],张 雪[1],万 陈[2],许 详[2],胡 俊[1] (1.陆军军医大学第一附属医院神经内科,重庆 400038;2.陆军军医大学第一附属医院心血管内科,重庆 400038;3.陆军军医大学第一附属医院超声科,重庆 400038)

[摘 要] **目的** 探讨对比增强经颅多普勒超声(cTCD)筛查/评价卵圆孔未闭围检期中不同宣教、检查方式对检查结果的影响。**方法** 回顾性选取2023年5月至2024年2月在我院进行cTCD筛查/评价卵圆孔未闭的患者为研究对象。根据围检期不同处置方法将患者分为观察组和对照组,将采用视频宣教、改良Valsalva动作、20 mL注射器推注对比剂的患者纳入观察组,而采用人工宣教、Valsalva动作、10 mL注射器推注对比剂的患者纳入对照组,对比分析2组患者卵圆孔未闭的阳性检出率、Valsalva/改良Valsalva动作下的微泡右向左分流分级、收缩期血流速度、搏动指数(PI)、阻抗指数(RI)、检查用时、围检期医患沟通总用时、封堵率、患者满意度等。**结果** 对照组和观察组患者卵圆孔未闭cTCD阳性检出率(82.93% *vs.* 95.92%)、最大量微泡(Ⅲ级)检出率(39.02% *vs.* 61.22%)、围检期医患沟通总用时[11.30(10.00,14.00)min *vs.* 8.23(7.00,10.00)min]、卵圆孔未闭封堵率(48.78% *vs.* 73.47%)、患者总满意度(80.49% *vs.* 91.84%)等比较,差异均有统计学意义(*P*<0.05);受试者工作特征(*ROC*)曲线分析显示,对照组和观察组检查方法诊断卵圆孔未闭的曲线下面积(*AUC*)分别为0.718、0.855。**结论** 采用视频宣教、改良Valsalva动作、20 mL注射器推注对比剂等围检期干预方式可提高卵圆孔未闭的阳性检出率,还能减少医患之间的无效沟通,提高患者满意度。

[关键词] 卵圆孔未闭;对比增强经颅多普勒超声;阳性检出率;假阴性率;改良Valsalva动作

[中图分类号] R445.1 [文献标志码] A [收稿日期] 2024-12-04

Effects comparison of two peri-examination methods in contrast-enhanced transcranial Doppler screening for patent foramen ovale

XU Yong-mei[1], WANG Cui[1], LI Hua-kang[2], ZHANG Feng[3], TAN Lin[1], ZHANG Xue[1], WAN Chen[2], XU Xiang[2], HU Jun[1] (1.Department of Neurology, First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China; 2.Department of Cardiovascular Medicine, First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China; 3. Department of Ultrasound, First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To explore the effects of different education and examination methods on the examination results during the screening/evaluation of patent foramen ovale by contrast-enhanced transcranial Doppler (cTCD). **Methods** Patients who underwent cTCD screening/evaluation for patent foramen ovale in our hospital from May 2023 to February 2024 were retrospectively selected as the research

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目(81873755);重庆市自然科学基金创新发展联合基金重点项目(CSTB2023NSCQ-LZX0139)

[通信作者] 胡 俊,E-mail:hujuncq@163.com

[15] 周若南,王祥善,张 华,等.腰椎管狭窄症单侧与双侧通道减压融合比较[J].中国矫形外科杂志,2023,31(7):589-594. doi:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.07.03.

[16] 张玉红,冯 波,戴国华,等.经单孔分体内镜下单侧减压与双侧减压治疗单侧症状腰椎管狭窄症的临床疗效对比[J].中国脊柱脊髓杂志,2023,33(11):994-1002. doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2023.11.05.

[17] Huang CC, Jaw FS, Young YH. Radiological and functional assessment in patients with lumbar spinal stenosis[J]. BMC Musculoskelet Disord,2022,23(1):137. doi:10.1186/s12891-022-05053-x.

[18] 张浩然,于海洋,焦 伟,等.大通道全内镜下椎间减压融合单侧与双侧椎弓根螺钉内固定治疗腰椎退行性疾病的疗效比较[J].中国脊柱脊髓杂志,2023,33(6):505-512. doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2023.06.04.

[19] 倪双洋,张永远,孙宏慧,等.单侧双通道脊柱内镜下手术治疗腰椎管狭窄症的并发症及处理措施的研究进展[J].中国脊柱脊髓杂志,2022,32(7):659-662. doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2022.07.10.

[20] Ju CI, Lee SM. Complications and management of endoscopic spinal surgery[J]. Neurospine, 2023, 20(1): 56-77. doi: 10.14245/ns.2346226.113.

[21] 芦怀旺,胡 鹏,田 霖,等.腰椎管狭窄症单侧双通道内镜下单侧与双侧减压比较[J].中国矫形外科杂志,2022,30(18):1643-1647. doi:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.18.03.

[22] 郭仁艺,陈悄悄,张 敬,等.症状性腰椎管狭窄症患者中无症状性颈椎管狭窄症的发生率和预测因素[J].颈腰痛杂志,2023,44(6):975-978. doi:10.3969/j.issn.1005-7234.2023.06.018.

(编辑:贺绍梅)

subjects. The patients were divided into the observation group and the control group according to different education and examination methods during the peri-examination period. Patients who received video education, modified Valsalva maneuver, and injection of contrast agent with 20 mL syringe were included into the observation group, and patients who received artificial education, Valsalva maneuver, and injection of contrast agent with 10 mL syringe were included into the control group. The positive detection rate of patent foramen ovale, right-to-left shunt microbubble grading during Valsalva/modified Valsalva maneuver, systolic blood flow velocity, pulsatility index (PI), resistive index (RI), examination duration, total physician-patient communication time, whether occlusion surgery was performed, and patient satisfaction were compared between the two groups. **Results** The positive detection rate of patent foramen ovale by cTCD (82.93% *vs.* 95.92%), the detection rate of the maximum amout (grade Ⅲ) of microbubbles (39.02% *vs.* 61.22%), the total physician-patient communication time during the peri-examination period [11.30(10.00,14.00)minutes *vs.* 8.23(7.00,10.00)minutes], the rate of occlusion surgery (48.78% *vs.* 73.47%), and the total patient satisfaction (80.49% *vs.* 91.84%) showed statistically significant differences between the control group and the observation group ($P<0.05$). Additionally, the *receiver operating characteristic* (*ROC*) curve analysis showed that the *area under the curve* (*AUC*) for diagnosing patent foramen ovale were 0.718 in the control group and 0.855 in the observation group. **Conclusion** Peri-examination interventions such as video education, modified Valsalva maneuver, and injection of contrast agent with 20 mL syringe can improve the positive detection rate of patent foramen ovale, reduce ineffective physician-patient communication, and improve patient satisfaction.

Keywords: patent foramen ovale; contrast-enhanced transcranial Doppler; positive detection rate; false-negative rate; modified Valsalva maneuver

卵圆孔未闭是指左右心房之间存在异常通道[1],在无分流的情况下对人体并无影响[2],但当异常通道出现右向左分流时,可能会导致隐源性卒中、偏头痛等[3-4]。对比增强经颅多普勒超声(contrast-enhanced transcranial Doppler,cTCD)凭借操作简便、无创、费用低廉等优势,在卵圆孔未闭的筛查/评价中得到了学者的充分肯定[5-6]。不过目前围检期处理的多项操作标准尚未统一,如术前宣教方式(人工讲解或视频演示)、胸腔压力增强方法(标准Valsalva动作或改良Valsalva动作)、血管监测部位(颅内段椎动脉或大脑中动脉)、注射器规格(10 mL或20 mL)等,而不同的围检期处理方式对检查结果均有不同程度的影响[7-9]。为了探讨围检期不同处理方式对卵圆孔未闭检查结果的影响,本研究通过回顾性分析比较cTCD筛查卵圆孔未闭中的2种围检期干预方法及检测结果,以期为该检查方法的规范化制定提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析2023年5月至2024年2月在我院心内科、神内科、康复科等科室就诊的90例患者的临床资料。纳入标准:年龄≥16岁;疑似卵圆孔未闭相关卒中/短暂性脑缺血发作,或不明原因偏头痛;行cTCD检查;同步行"金标准"检查(经食道超声心动图检查或右心导管检查)判定是否存在卵圆孔未闭;临床资料完整。排除标准:合并其他先天性心脏病(如房间隔缺损、室间隔缺损、动脉导管未闭等),或已确诊为其他类型右向左分流疾病;检查前3个月内接受过心脏手术、介入封堵治疗或相关药物治疗(如抗凝药物调整);存在认知障碍;妊娠期妇女;合并其他心内分流。

参考国内外文献以及临床实践[6-9],根据围检期不同处置方法将患者分为观察组和对照组,其中对照组41例,观察组49例。纳入观察组的患者需同时满足以下要素:①围检期的宣教方式以视频为主,人工为辅;②增强胸腔压力的方式为改良Valsalva动作,嘱患者通过带压力计吹嘴持续吹气,维持压力在40 mmHg(压力计可见),持续10 s,无需屏气,保持吹气状态即可,检查者发出停止吹气指令时,患者立即停止吹气并正常呼吸;③使用20 mL注射器进行对比剂推注。对照组患者主要纳入要素:①围检期宣教时患者不愿意或不会看视频,或看了视频无法理解,宣教采用人工方法进行;②增强胸腔压力的方式为Valsalva动作,患者仰卧位,正常呼吸,然后嘱患者深吸气后屏气(吸气量约为肺活量的80%),在屏气状态下,对抗关闭的声门用力呼气,持续10~15 s,检查者发出停止吹气指令时,患者立即停止吹气并正常呼吸;③使用10 mL注射器进行对比剂推注。2组患者性别、年龄、民族、学历、职业、长期居住地、体质量指数、脉搏、血压等一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。本研究经我院伦理委员会审批通过(批准号:KY2024180)。

1.2 方法

2组患者使用的机器均为国产EMS-9nA型超声经颅多普勒血流分析仪。围检期主要步骤包括:检前宣教、判断患者对增强胸腔压力方法(Valsalva动作或改良Valsalva动作)的掌握情况、患者仰卧、探头频率设置、监测动脉选择、对比剂制备、对比剂推注、微泡观察、报告撰写、检后观察等。2组患者围检期的不同点见表1。

表1 2组患者围检期不同点比较

围检期		对照组	观察组
检前	宣教:卵圆孔未闭筛查评估的重要性	无	有
	宣教:cTCD在卵圆孔未闭筛查中的作用与重要性	无	有
	讲解与示范:增强胸腔压力方式	Valsalva动作,人工讲解及示范1~2次	改良Valsalva动作,自制视频,循环播放,人工宣教为辅
	检查过程讲解	人工简单介绍	视频全程详细讲解
检中	增强胸腔压力方法掌握情况判断	根据经验判断	测压表检验
	指导患者模拟训练	否	是
	增强胸腔压力方式	Valsalva动作	改良Valsalva动作
	注射器规格	10 mL	20 mL
	静脉选择	左右臂静脉、肘静脉均可	优先选择右臂肘静脉
检后	检后并发症观察	观察10 min无异常方可离开	观察30 min无异常方可离开

1.3 观察指标

增强胸腔压力状态(Valsalva动作/改良Valsalva动作)下微泡数量分级:0级,没有微栓子信号,无右向左分流;Ⅰ级,1~20个微泡信号(单侧1~10个);Ⅱ级,20个以上微泡信号(单侧10个以上)、非帘状;Ⅲ级,栓子信号呈帘状或淋浴型[10]。

cTCD检查指标:搏动指数(pulsitility index,PI)、阻抗指数(resistive index,RI)、收缩期血流速度。

cTCD围检期指标:①检查用时,即从患者体位固定至检查数据采集完成的时长,涵盖检查前准备(如探头定位、对比剂注射)、操作实施(如Valsalva动作/改良Valsalva动作执行、血流信号采集)及数据初步验证的全过程;②围检期医患沟通总用时,即医护人员在围检查期(检查前、中、后)就cTCD检查相关事项与患者或家属进行沟通的总时长,内容包括但不限于检查目的与必要性解释、操作流程与配合要点、对比剂使用说明、潜在不适告知及检查结果初步解读。

cTCD检出结果:根据1999年威尼斯会议推荐标准,以10 s内出现微泡作为阳性标准[11];假阴性率=cTCD阴性而金标准检查阳性的例数/金标准检查确诊为卵圆孔未闭的总例数×100%;假阳性率=cTCD阳性而金标准检查阴性的例数/金标准检查排除卵圆孔未闭的总例数×100%。

患者满意度结果:采用自制cTCD患者满意度调查表,分别从检查前、检查中、检查后、总满意度4个方面对患者进行问卷调查,患者选择"非常满意、满意、不满意"进行评估。问卷统计结果采用"木桶原理"进行取舍,即选择4个问题中"最差"的结果作为该患者的满意度调查结果,总满意度=(非常满意例数+满意例数)/总例数×100%。

卵圆孔未闭封堵率:封堵率=实际完成封堵术的例数/总例数×100%。

1.4 统计学方法

将数据导入SPSS 23.0软件进行统计学分析,符合正态分布的连续变量以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间对比采用t检验;不符合正态分布的连续变量以中位数(四分位间距)[$M(P_{25},P_{75})$]表示,组间比较采用非参数检验。采用受试者工作特征(*receiver operating characteristic*, *ROC*)曲线分析2组检查方法对卵圆孔未闭的诊断准确性。分类变量采用χ^2检验或*Fisher*精确检验。等级资料采用秩和检验。以$P<0.05$表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 检查结果

观察组患者最大量微泡(Ⅲ级)检出率、卵圆孔未闭cTCD阳性检出率高于对照组,围检期医患沟通总用时短于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。2组患者PI、RI、收缩期血流速度、检查用时及卵圆孔未闭"金标准"检查结果比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表2。

2.2 2组患者cTCD诊断的假阳性率与假阴性率

对照组和观察组患者的cTCD假阳性率分别为61.54%、50.00%($\chi^2=0.029$,$P=0.864$);假阴性率分别为14.28%、2.44%($\chi^2=3.473$,$P=0.062$)。*ROC*曲线分析显示,对照组和观察组检查方法诊断卵圆孔未闭的曲线下面积(*area under the curve*, *AUC*)分别为0.718、0.855,见图1。

2.3 封堵率结果

对照组有20例患者接受卵圆孔未闭封堵术,卵圆孔未闭封堵率为48.78%,观察组有36例患者接受卵圆孔未闭封堵术,卵圆孔未闭封堵率为73.47%,观察组患者卵圆孔未闭封堵率高于对照组,差异有统计学意义($\chi^2=5.788$,$P=0.016$)。

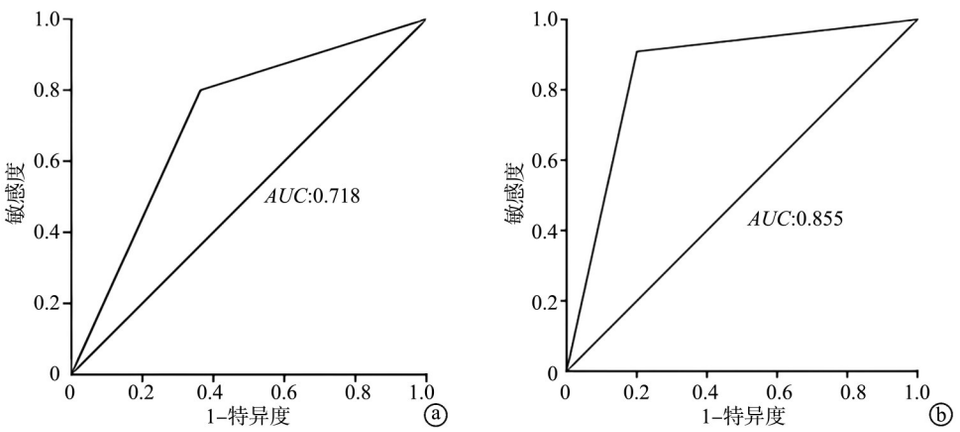
2.4 患者满意度

观察组患者总满意度为91.84%,高于对照组的80.49%($P<0.05$)。

表2 2组患者cTCD检查结果比较

检查结果		对照组(*n*=41)	观察组(*n*=49)	$\chi^2/t/Z$	*P*
微泡数量分级[例(%)]	0级	7(17.07)	1(2.04)	-	0.021
	Ⅰ级	10(24.39)	10(20.41)	0.205	0.651
	Ⅱ级	8(19.51)	8(16.33)	0.155	0.694
	Ⅲ级	16(39.02)	30(61.22)	4.403	0.036
PI		0.89±0.14	0.90±0.14	−0.428	0.670
RI		0.56±0.05	0.56±0.05	−0.402	0.688
收缩期血流速度(cm/s)		84.24±22.79	85.51±24.91	−0.25	0.803
检查用时(min)		5.00(3.50,7.00)	4.45(3.40,6.00)	−0.726	0.468
围检期医患沟通总用时(min)		11.30(10.00,14.00)	8.23(7.00,10.00)	−4.766	<0.001
卵圆孔未闭cTCD结果[例(%)]	阴性	7(17.07)	2(4.08)	5.381	0.023
	阳性	34(82.93)	47(95.92)		
卵圆孔未闭"金标准"检查结果[例(%)]	阴性	13(31.71)	8(16.33)	2.952	0.086
	阳性	28(68.29)	41(83.67)		

注:-表示采用*Fisher*精确检验



a:对照组;b:观察组

图1 卵圆孔未闭的cTCD诊断*ROC*曲线

表3 2组患者满意度比较[例(%)]

组别	不满意	满意	非常满意	总满意
对照组(*n*=41)	8(19.51)	28(68.29)	5(12.20)	33(80.49)
观察组(*n*=49)	4(8.16)	28(57.14)	17(34.69)	45(91.84)
Z/χ^2		2.652		4.475
P		0.008		0.034

3 讨论

cTCD对卵圆孔未闭的筛查效能受多重因素影响,其中两个关键环节对结果可靠性具有决定性作用:一是胸腔压力调控技术的标准实施(如Valsalva动作的执行质量),二是微泡动力学监测的全流程管理(包括对比剂微泡生成及破裂控制、信号采集与判读准确性)。本研究围绕上述核心因素构建分组,通过回顾性对比分析2种围检查期方法,系统评估其对cTCD筛查卵圆孔未闭效能及临床决策的影响,结果显示,观察组患者在cTCD阳性检出率、围检期医患沟通总用时、卵圆孔未闭封堵率及患者满意度等核心指标上均显著优于对照组。

在筛查/评价卵圆孔未闭的cTCD检查中,胸腔压力增强的方式较多[12],但从普适性、可行性、有效性等方面进行综合评估,当属Valsalva动作最佳[13]。该动作可以最大限度地提高左、右心房间的压力差,但由于动作要求高,部分患者不能良好配合,导致假阴性率较高,从而影响临床准确诊断[14]。观察组患者采用改良Valsalva动作,通过带压力计的吹嘴维持40 mmHg恒定压力,可避免传统Valsalva动作中因患者屏气力度不足、呼气时间不达标或声门关闭不完全导致的压力波动,确保右心房压力稳定升高,从而更可靠地诱发潜在右向左分流。另外,传统Valsalva动作依赖患者主观配合(如屏气时长、呼气力度),个体差异大,易导致假阴性结果;改良Valsalva动作通过量化压力(40 mmHg)和固定吹气时间(10 s),降低了操作变异性,结果一致性更高,适用于大规模筛查。同时,观察组的恒定压力可更充分地扩张右心房,使微小卵圆孔未闭或隐匿性分流(如少量右向左分流)更易被cTCD捕捉,减少漏诊风险,从而有助于提高卵圆孔未闭的检出率[15-16]。

本研究中观察组将改良Valsalva动作通过视频示范,并让患者随其反复练习。与常规的人工讲解及示范相比,视频的可重复性更强,规范性也更强,同时也

节省了医护人员的时间。另外,观察组患者到达检查室后进行了增强胸腔压力动作的模拟训练,并以测压表检验动作执行到位的情况,诸多措施强化了胸腔增强压力动作的有效性,可提高患者在检查时的压力达标率,从而提高卵圆孔未闭的阳性检出率,与相关研究结果具有一致性[15]。

cTCD检查中因微泡至脑血管的路径较长,微泡破裂导致假阴性结果的可能性较经胸超声心动图联合右心声学造影高。因此,cTCD中微泡产生、防过早破裂、及时观察记录等非常重要。在激活生理盐水与微泡观察的配合上,观察组将10 mL注射器改为20 mL注射器,在弹丸式推注中,激活生理盐水能相对更快地进入血管,可防止微泡过早破裂,有利于检查者对微泡进行更清晰的判断,从而提高卵圆孔未闭诊断的准确性。

封堵术是治疗卵圆孔未闭的主要方法[16]。本研究数据显示,观察组患者最大量微泡(Ⅲ级)检出率(61.22%)高于对照组(39.02%),观察组患者卵圆孔未闭封堵率(73.47%)显著高于对照组(48.78%),这一结果与《中国PFO诊疗指南》中"中大量右向左分流分级(Ⅲ级及以上)推荐封堵术"的共识高度契合[17]。通过围检期干预的精细化改良,cTCD筛查不仅实现了卵圆孔未闭的高效检出,更推动了封堵术指征的精准把握,为个体化治疗决策提供了关键依据。

本研究发现,观察组提高了围检期宣教的重视程度,患者的满意度也显著提高。这是因为检前患者通过视频能有充足的时间去了解卵圆孔未闭与cTCD检查的重要性,并可通过循环播放的视频反复学习改良Valsalva动作,从而提高自信心,缓解紧张、焦虑等不良情绪,进而提高患者在检查前练习的积极性、检查中配合以及检查后留观的依从性。另外,这一系列措施还减少了医患间的无效沟通,有利于减少潜在的医患矛盾。

本研究属回顾性研究,样本量相对较小,受到未测量、未注意到的偏倚和混杂因素影响,研究人员也无法控制暴露和干预措施,故其局限性也非常明显。但本研究能够为cTCD检查的宣教方式、增强胸腔压力方式、对比剂注射方式等提供参考,后续可以通过流程化、细节化、证据化等方式进行质量改进,使cTCD在卵圆孔未闭的筛查评价中发挥更大的价值。

[参考文献]

[1] 刘燕燕,宋秀娟. 卵圆孔未闭合并隐源性卒中的危险因素[J]. 中风与神经疾病杂志,2022,39(4):372-374. doi:10.19845/j.cnki.zfysjjbzz.2022.0097.

[2] 张申伟,郭 静,郭文怡,等. 卵圆孔未闭介入封堵治疗12例分析[J]. 心脏杂志,2015,27(5):629-630. doi:10.13191/j.chj.2015.0173.

[3] 李 达,李 利,刘晓霞,等. cTTE+隐源性卒中患者临床特征及影像学分析[J]. 中风与神经疾病杂志,2022,39(7):585-590. doi:10.19845/j.cnki.zfysjjbzz.2022.0152.

[4] Zhang QQ, Lu JJ, Yan MY, et al. The efficacy of percutaneous patent foramen ovale closure on migraine: a meta-analysis of randomized controlled trials and observational studies[J]. Biomed Res Int, 2021, 2021:6643266. doi:10.1155/2021/6643266.

[5] 崔 艳,张小杉,施依璐. TTE、c-TTE、c-TCD、TEE诊断卵圆孔未闭的对比研究[J]. 中国医学影像学杂志,2023,31(10):1024-1028. doi:10.3969/j.issn.1005-5185.2023.10.005.

[6] 徐夏璇,翁秋燕,易尚亨,等. 经颅多普勒发泡试验应用于缺血性脑卒中合并卵圆孔未闭病人中的价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2023,21(8):1517-1520. doi:10.12102/j.issn.1672-1349.2023.08.032.

[7] 郭雨竹,邢英琦. 对比增强经颅多普勒超声诊断右向左分流相关问题探讨[J]. 中国卒中杂志,2016,11(7):515-529. doi:10.3969/j.issn.1673-5765.2016.07.002.

[8] Jauss M, Zanette E. Detection of right-to-left shunt with ultrasound contrast agent and transcranial doppler sonography[J]. Cerebrovasc Dis, 2000, 10(6):490-496. doi:10.1159/000016119.

[9] Guo YZ, Gao YS, Guo ZN, et al. Comparison of vertebral artery and middle cerebral artery monitoring for right-to-left shunt detection by contrast-enhanced transcranial doppler[J]. Sci Rep, 2016, 6:24932. doi:10.1038/srep24932.

[10] 张玉顺,朱鲜阳,孔祥清,等. 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. doi:10.3969/j.issn.1000-3614.2017.03.001.

[11] Heckmann JG, Niedermeier W, Brandt-Pohlmann M, et al. Detection of patent foramen ovale. Transesophageal echocardiography and transcranial Doppler sonography with ultrasound contrast media are "supplementary, not competing, diagnostic methods"[J]. Med Klin (Munich), 1999, 94(7):367-370.

[12] Thiagaraj AK, Hughes-Doichev R, Biederman R. Provocative maneuvers to improve patent foramen ovale detection: a brief review of the literature[J]. Echocardiography, 2019, 36(4):783-786. doi:10.1111/echo.14297.

[13] Lange MC, Zetola VF, Piovesan EJ, et al. Valsalva maneuver procedures in the diagnosis of right-to-left shunt by contrast-enhanced transcranial doppler using agitated saline solution with blood as a contrast agent[J]. Arq Neuropsiquiatr, 2010, 68(3):410-413. doi:10.1590/s0004-282x2010000300016.

[14] Wang P, Chen SS, Li Y, et al. Value of the cough maneuver for detecting right-to-left shunt during contrast transthoracic echocardiography[J]. Echocardiography, 2019, 36(4):654-658. doi:10.1111/echo.14289.

[15] 王恺婧,陈 晨,倪显达. cTEE、cTCD及TEE对卵圆孔未闭的临床诊断价值[J]. 温州医科大学学报,2022,52(9):747-751. doi:10.3969/j.issn.2095-9400.2022.09.010.

[16] 龚勇泉,陈超容,农 巍,等. 单纯输送鞘法经胸超声引导封堵卵圆孔未闭的临床疗效[J]. 局解手术学杂志,2024,33(2):129-132. doi:10.11659/jjssx.03E023066.

[17] 张玉顺,于生元,董 钊,等. 卵圆孔未闭相关非卒中性疾病防治中国专家共识[J]. 心脏杂志,2024,36(2):125-134. doi:10.12125/j.chj.202307041.

(编辑:魏 源)