

· 论著 · 胸部 ·

经颅多普勒超声右心发泡试验对筛查偏头痛合并卵圆孔未闭患者灵敏度、特异度的影响及安全性分析

季文静* 冯 涛 陈 萌

河南中医药大学第五临床医学院(郑州人民医院) 超声医学科(河南 郑州 450000)

【摘要】目的 分析经颅多普勒超声右心发泡试验对筛查偏头痛合并卵圆孔未闭患者灵敏度、特异度的影响及安全性。**方法** 选取我院的96例疑似偏头痛合并卵圆孔未闭患者,所有入选者均接受经颅多普勒超声右心发泡试验与右心声学造影检查,分析经颅多普勒超声右心发泡试验对筛查偏头痛合并卵圆孔未闭患者的灵敏度、特异度。**结果** 标准检查结果显示,本组有60例为偏头痛合并卵圆孔未闭阳性,36例偏头痛合并卵圆孔未闭阴性,经颅多普勒超声右心发泡试验检出58例为偏头痛合并卵圆孔未闭阳性,38例偏头痛合并卵圆孔未闭阴性,经颅多普勒超声右心发泡试验诊断偏头痛合并卵圆孔未闭的敏感度为90.00%(54/60),特异度为88.89%(32/36),准确度为89.58%(86/96);同时,经颅多普勒超声右心发泡试验期间未出现不良反应。**结论** 经颅多普勒超声右心发泡试验对筛查偏头痛合并卵圆孔未闭患者具有较高的灵敏度、特异度,且安全性较高。

【关键词】 经颅多普勒超声右心发泡试验;偏头痛;卵圆孔未闭

【中图分类号】 R445.1

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2026.5.033

Influence and Safety Analysis of Transcranial Doppler Ultrasound Right Heart Foaming Test on Sensitivity, Specificity of Screening Migraine Patients with Patent Foramen Ovale

JI Wen-jing*, FENG Tao, CHEN Meng.

Department of Ultrasound Medicine, The Fifth Clinical Medical College of Henan University of Chinese Medicine (People's Hospital of Zhengzhou), Zhengzhou 450000, Henan Province, China

Abstract: Objective To analyze the sensitivity, specificity and safety of transcranial Doppler ultrasound right heart foam test in screening patients with migraine complicated with patent foramen ovale. **Methods** 96 patients with suspected migraine complicated with patent foramen ovale were selected from our hospital. All the patients were examined by transcranial Doppler ultrasound right heart foam test and right heart echography. The sensitivity and specificity of transcranial Doppler ultrasound right heart foam test for screening patients with migraine complicated with patent foramen ovale were analyzed. **Results** Standard examination results showed that 60 cases of migraine combined with patent foramen ovale were positive, 36 cases of migraine combined with patent foramen ovale were negative, 58 cases of migraine combined with patent foramen ovale were positive and 38 cases of migraine combined with patent foramen ovale were negative. The sensitivity and specificity of transcranial Doppler ultrasound right heart foam test in the diagnosis of migraine with patent foramen ovale were 90.00% (54/60), respectively 88.89% (32/36), and the accuracy was 89.58% (86/96); at the same time, there were no adverse reactions during transcranial Doppler ultrasound right heart foaming test. **Conclusion** Transcranial Doppler ultrasound right heart foam test has high sensitivity, specificity and safety for screening migraine patients with patent foramen ovale.

Keywords: Transcranial Doppler Ultrasound right Heart Foam Test; Migraine; Patent Foramen Ovale

偏头痛是一种常见的慢性神经血管性疾病,以其反复发作、持续时间长、以及伴随的恶心、呕吐、畏光和畏声等症状。卵圆孔未闭(PFO)与偏头痛之间存在着密切的相关性,据相关研究显示^[1],部分偏头痛患者的发病机制可能与卵圆孔未闭导致的心脏右向左分流有关。这种分流使得未经过肺循环滤过的微栓子直接进入体循环,从而引发偏头痛等症状。经颅多普勒超声发泡试验(TCD发泡试验)又名对比增强经颅多普勒,是一种非侵入性、安全性高的检查方法。该方式主要通过肘静脉注射混合了生理盐水和空气的对比剂,利用经颅多普勒超声监测脑血流,观察在平静呼吸和进行瓦式动作(Valsalva动作)时,血管内是否出现微泡信号,从而判断是否存在心脏右向左分流^[2]。这一技术不仅能够筛查卵圆孔未闭,还广泛应用于隐

源性卒中的病因筛查、发现栓子、协助脑梗死患者的尽早诊断与治疗等领域^[3]。然而,当前临床关于经颅多普勒超声右心发泡试验对筛查偏头痛合并卵圆孔未闭患者灵敏度、特异度的影响及安全性的研究报道还相对较少。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取我院2021年4月至2023年4月的96例疑似偏头痛合并卵圆孔未闭患者。

纳入标准:受检者入院时均表现出程度不一的偏头疼症状,临床医师经初步检查了解判定为疑似偏头痛合并卵圆孔未闭患者,需要进一步通过临床检查确诊者;入选者对本次经颅多普勒超声右心发泡试验与右心声学造影检查无过敏、

【第一作者】 季文静,女,主治医师,主要研究方向:超声诊断学。E-mail: oiuyhjhj987452@126.com

【通讯作者】 季文静

不耐受者；受检者临床资料完善；排除标准：合并精神疾病者、无法正常沟通交流者、不配合者；临床资料缺失；同时参与临床其他实验者。本组受检者中男52例，女44例，年龄43~77岁，平均(59.36±14.36)岁，体重47kg~68kg，平均体重(59.48±6.59)kg。

1.2 方法

1.2.1 经颅多普勒超声右心发泡试验检查 检查过程中让受检者保持仰卧，并为受检者建立一侧肘静脉通路，操作成功之后则与三通连接牢固，同时将另外的一端与带有剂量为10mL、浓度为0.9%氯化钠注射液的注射器相连接。本次经颅多普勒超声右心发泡试验检查所用的仪器为飞利浦 iU Elite的经颅多普勒超声诊断仪，在2~3s内快速的将激活生理盐水注入，所用的激活生理盐水配制方法为：两支10mL注射器，将其中的1支注射器抽入1mL空气，然后将另外一支注射器抽取9mL浓度为0.9%氯化钠注射液，并在完成氯化钠注射液抽取以后快速的加入患者的血液，剂量为1mL，完成以上操作之后，检查人员将上述的两支注射器与三通相连接，并缓慢反复的推注至空气与血液、盐水混合，最后是把配置好的激活盐水推至1支注射器内，由此完成激活生理盐水的配制。完成以上操作之后对微气泡信号进行检测，检测时采用计时的方式，检测范围为10s之内，如果检测结果为阴性，则从肘静脉快速的将激活盐水为受检者注入，进一步开展计时，告知受检者在注入激活盐水5s之后指导受检者完成Valsalva动作，进一步对受检者10s内的微气泡信号进行检测，本次检测结果的判定则是根据1999年威尼斯会议的分级标准：(1)检查结果显示没有微栓子信号，判定受检者为阴性，同时也是Ⅰ级；(2)检查结果显示微栓子信号数量为1~10个，则判定受检者属于Ⅱ级；(3)检查结果显示微栓子信号数量为11~25个，但没有形成雨帘，则判定受检者属于Ⅲ级；(4)检查结果显示微栓子信号数量>25个，同时出现了雨帘，则判定受检者属于Ⅳ级，其中，Ⅱ~Ⅳ级者均判定属于阳性，阳性结果也表明受检者存在显著的RLS，可判定受检者属于PFO^[4]。

1.2.2 右心声学造影检查 右心声学造影检查的具体方法为：检查时指导受检者保持左侧卧，本次检查所用的仪器为GE ViVid E9彩超仪，重点对受检者的房室间血流情况、卵圆孔瓣和继发间隔之间是否出现了裂隙进行观察分析。完成以上操作之后，检查医师通过彩色多普勒血流成像观察是否出现心房水平穿隔分流束，之后注射激活生理盐水，激活生理盐水的制备方法 与经颅多普勒超声右心发泡试验检查中的方法相同，在注射之后指导受检者咳嗽，观察右心前三个心动周期分流情况，阳性：左心房内微泡数量≥3个^[5-6]。

1.3 观察指标 将右心声学造影检查作为本次最终诊断结果，分析经颅多普勒超声右心发泡试验对筛查偏头痛合并卵圆孔未闭患者的灵敏度、特异度。

1.4 统计学方法 使用SPSS 22.0进行统计分析，计数资料以百分比(%)表示，P<0.05表示差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 不同方法诊断偏头痛合并卵圆孔未闭的检出率 标准检查结果显示，本组有60例为偏头痛合并卵圆孔未闭阳性，36例偏头痛合并卵圆孔未闭阴性，经颅多普勒超声右心发泡试验检出58例为偏头痛合并卵圆孔未闭阳性，38例偏头痛合并卵圆孔未闭阴性，见表1。

2.2 经颅多普勒超声右心发泡试验的敏感度、特异度和安全性分析 经颅多普勒超声右心发泡试验诊断偏头痛合并卵圆孔未闭的敏感度为90.00%(54/60)，特异度为88.89%(32/36)，准确度为89.58%(86/96)；经颅多普勒超声右心发泡试验结果与右心声学造影检查的一致性很高(Kappa值=0.913)，同时，经颅多普勒超声右心发泡试验期间未出现不良反应。

表1 不同方法诊断偏头痛合并卵圆孔未闭的检出率

检查方式	右心声学造影检查		合计
	阳性	阴性	
经颅多普勒超声右心发泡试验	阳性 54	4	58
	阴性 6	32	38
合计	60	36	96

3 讨 论

偏头痛与卵圆孔未闭(PFO)之间的关联在近年间已逐步成为心血管和神经科学研究领域中备受瞩目的议题。临床观察和研究表明，卵圆孔未闭是一种普遍存在的先天性心脏病状态，尽管在人口中的发生率相对较高，却往往因其隐匿性而不易被传统的诊断方法所察觉。具体而言，常规的心脏超声或胸片检查受限于技术特性和操作规范，通常难以准确识别出卵圆孔未闭的存在，从而在一定程度上增加了对该病状及时诊断的难度。另一方面，偏头痛作为一种普遍的神经系统疾病，其发病机制涉及多种因素的影响，包括但不限于血管舒缩功能障碍、神经递质失衡以及遗传倾向等。这些多样化的发病机制使得偏头痛的治疗和管理变得非常复杂，同时也促使研究人员不断探索其潜在的病因学信息。经颅多普勒超声右心发泡试验作为一种新兴的无创检查技术，凭借其高度的灵敏度和安全性，在筛查偏头痛合并卵圆孔未闭的患者方面展现出了独特的优势。该检查方法通过向静脉注射微泡造影剂，并利用经颅多普勒超声监测微泡是否通过未闭的卵圆孔进入左心系统，从而实现对卵圆孔未闭的诊断。

研究表明，经颅多普勒超声右心发泡试验是一种利用经颅多普勒超声设备监测脑血流时，通过肘静脉注射激活造影剂(通常是生理盐水、空气和患者血液的混合物)，观察平静呼吸及Valsalva动作(深吸气后紧闭声门，使劲憋气后，再用力呼气)后血管内微泡信号数量的方法^[7-8]。当存在心脏右向左分流时，这些微泡可通过异常通道进入左心和体循环系统，最终到达颅内血管，通过经颅多普勒超声设备监测到这些微泡信号，从而判断是否存在右向左分流。统计表明，近25%的成年人可能终生卵圆孔不闭合，当右房压力大于左房时，卵圆孔可再次开放，导致右向左分流^[9]。近年来，多项研究表明，偏头痛与

卵圆孔未闭之间存在显著关联。在一些偏头痛患者中,卵圆孔未闭的发生率远高于普通人群,主要是由于卵圆孔未闭导致的右向左分流使得未经肺部氧合的静脉血直接进入动脉系统,可携带微小血栓或代谢产物,这些物质便可成为偏头痛的触发因素^[10]。此外,分流还可导致血液中的氧合血红蛋白含量降低,影响脑部的血液供应,从而诱发偏头痛。

近年间,经颅多普勒超声右心发泡试验在偏头痛合并卵圆孔未闭筛查逐步得到推广。经颅多普勒超声右心发泡试验能够发现偏头痛患者是否存在卵圆孔未闭,为病因的诊断提供重要线索,从而有助于医生制定个性化的治疗方案,提高治疗效果。对于确诊卵圆孔未闭的偏头痛患者,经颅多普勒超声右心发泡试验的结果可以指导治疗决策。例如,对卵圆孔分流较严重或伴有其他神经系统症状的患者,临床便可考虑采用介入封堵术封闭卵圆孔,从而改善患者的症状,降低脑卒中风险^[11-12]。

本次研究结果显示,本组有60例为偏头痛合并卵圆孔未闭阳性,36例偏头痛合并卵圆孔未闭阴性,经颅多普勒超声右心发泡试验检出58例为偏头痛合并卵圆孔未闭阳性,38例偏头痛合并卵圆孔未闭阴性,经颅多普勒超声右心发泡试验诊断偏头痛合并卵圆孔未闭的敏感度为90.00%(54/60),特异度为88.89%(32/36),准确度为89.58%(86/96);经颅多普勒超声右心发泡试验结果与右心声学造影检查的一致性很高(Kappa值=0.913),同时,经颅多普勒超声右心发泡试验期间未出现不良反应,可见经颅多普勒超声右心发泡试验对筛查偏头痛合并卵圆孔未闭患者具有较高的灵敏度、特异度,且安全性较高。分析其原因,在偏头痛合并卵圆孔未闭的患者中,卵圆孔未闭作为异常通道,允许右心房的血液在特定条件下(如Valsalva动作)进入左心房,形成右向左分流。这些分流微泡在颅内血管中被经颅多普勒超声设备捕捉到,形成特征性的微泡信号。由于经颅多普勒超声右心发泡试验能够检测到非常微小的分流信号,因此具有较高的灵敏度,能够准确识别出偏头痛合并卵圆孔未闭的患者。同时,经颅多普勒超声右心发泡试验筛查过程中,通过对比不同患者的微泡信号数量和特征,医师可以进一步判断分流的原因。例如,卵圆孔未闭导致的分流通常表现为微泡信号数量较多、持续时间较长,且主要分布在大脑中动脉等颅内血管中。而其他原因导致的分流(如室间隔缺损、肺动静脉瘘等)则可能表现出不同的微泡信号特征。因此,通过详细分析微泡信号的特征,经颅多普勒超声右心发泡试验能够准确区分偏头痛合并卵圆孔未闭与其他类型右向左分流的患者,从而提高特异度。而经颅多普勒超声右心发泡试验与金标准(右心声学造影联合TEE)之间的高度一致性主要得益于两种检查方法在原理上的相似性^[13]。右心声学造影通过向静脉内注射造影剂,观察造影剂在心脏内的分布和流动情况,从而判断是否存在右向左分流。而经颅多普勒超声右心发泡试验

则是通过监测颅内血管中的微泡信号判断分流的存在。两种方法都利用了微泡在心脏和血管中的流动特性来检测分流,因此具有较高的一致性。此外,经颅多普勒超声右心发泡试验作为一种无创检查方法,避免了TEE等侵入性检查可能带来的风险和不适,使得患者更容易接受和配合检查,从而提高了检查的安全性。

综上所述,经颅多普勒超声右心发泡试验对筛查偏头痛合并卵圆孔未闭患者具有较高的灵敏度、特异度,且安全性较高。

参考文献

- [1]白雪,淦凤萍,肖雪花.经食道超声心动图与经颅多普勒发泡试验在伴偏头痛卵圆孔未闭诊断中的价值分析[J].现代诊断与治疗,2024,35(14):2180-2181,2193.
- [2]孔莹,惠品晶,丁亚芳,等.基于对比增强经颅多普勒的多模式超声评估卵圆孔未闭相关右向左分流的临床意义[J].中华医学超声杂志(电子版),2024,21(4):345-351.
- [3]张莹,张植,蒋珂,等.经颅多普勒发泡试验联合右心声学造影诊断青年偏头痛合并卵圆孔未闭的应用价值[J].医药论坛杂志,2023,44(19):10-13.
- [4]顾素,李红燕,帕力达·克里木,等.TTE联合TCD发泡试验诊断卵圆孔未闭偏头痛分流量的效能分析[J].中西医结合心脑血管病杂志,2024,22(13):2469-2471.
- [5]王效军,任永凤,李建,等.右心声学造影联合经颅多普勒发泡试验在卵圆孔未闭诊断中的应用价值[J].蚌埠医学院学报,2024,49(6):775-778.
- [6]贾晓慧,舒娜.右心声学造影联合经颅多普勒超声在成人卵圆孔未闭诊断中的应用价值[J].中国实用医刊,2024,51(21):69-72.
- [7]张玉静,康素玲,王冠,等.经颅多普勒发泡试验联合右心声学造影对青年偏头痛合并卵圆孔未闭的诊断价值[J].中国实用医刊,2024,51(12):66-69.
- [8]阴玮伟,闫灵娟,金京兰,等.经颅多普勒联合经胸超声心动图发泡试验对偏头痛患者脑血流特征的评估[J].中风与神经疾病杂志,2024,41(10):898-903.
- [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试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]张君雁.塞来昔布治疗急性偏头痛的临床观察[J].罕少疾病杂志,2023,30(6):15-16.
- [11]李红娟,吴茂林,吴静,等.经颅多普勒发泡试验在卵圆孔未闭并偏头痛筛查中的应用价值[J].影像研究与医学应用,2023,7(16):56-58.
- [12]王颖,何丽,曹红岩.多层螺旋CT在冠脉慢性完全闭塞性病变中评估冠状动脉主干及左心室功能的价值研究[J].罕少疾病杂志,2023,30(7):47-48.
- [13]姚漫渭,龙霞,任力杰,等.同步经颅多普勒发泡试验联合对比增强经胸超声心动图在右向左分流中应用的研究进展[J].中西医结合心脑血管病杂志,2023,21(20):3765-3767.

(收稿日期:2025-03-08)

(校对编辑:翁佳鸿)

(排版编辑:刘淮嘉)