

儿童卵圆孔未闭相关疾病及封堵治疗研究进展

王思博¹ 丁雪¹ 李淑琼¹ 李云翔¹ 王建军²

(1. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省人民医院儿科, 甘肃 兰州 730000)

【摘要】近年来,卵圆孔未闭与隐性脑卒中、偏头痛等多种疾病的关联,已被多项研究证实。关于卵圆孔未闭相关疾病,药物治疗因受到患儿的依从性差、凝血功能异常等影响难以达到预期疗效,外科修补术的使用也因创伤大、并发症多逐渐减少。如今主要采用导管介入方法进行经皮卵圆孔封堵术,且封堵术在成人中的应用越来越成熟,安全性及远期疗效显著,但在儿童中的相关研究较少。现对儿童卵圆孔未闭相关疾病、封堵治疗的研究进展进行综述。

【关键词】卵圆孔未闭;偏头痛;晕厥;介入封堵

【DOI】10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2025.08.007

Patent Foramen Ovale Related Diseases and Occlusion Treatment in Children

WANG Sibol¹, DING Xue¹, LI Shuqiong¹, LI Yunxiang¹, WANG Jianjun²

(1. *Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000, Gansu, China*; 2. *Department of Pediatrics, Gansu Provincial People's Hospital, Lanzhou 730000, Gansu, China*)

【Abstract】In recent years, the association between patent foramen ovale and cryptogenic stroke, migraine, and other diseases has been confirmed by a number of studies. For diseases related to patent foramen ovale, drug treatment is difficult to achieve the expected effect due to poor compliance of children and abnormal coagulation function, and the use of surgical repair is gradually reduced due to heavy trauma and complications. At present, percutaneous patent foramen ovale closure is mainly performed by catheter intervention. The application of percutaneous patent foramen ovale closure in adults has become more and more mature, with significant safety and long-term efficacy, but there are few relevant studies in children. This article will review the research progress of diseases related to patent foramen ovale related in children and their occlusion treatment.

【Keywords】 Patent foramen ovale; Migraine; Syncope; Interventional closure

卵圆孔未闭(patent foramen ovale, PFO)是胎儿房间隔上的卵圆孔在出生后未能如期完成解剖性闭合而形成的心房间潜在分流通道,困扰着 25% 的人群^[1-2]。对于大多数人而言,卵圆孔在出生后 3 年内会功能性及解剖性完全闭合^[3]。然而,部分儿童由于房间隔发育不完全或其他原因,卵圆孔持续开放或存在缝隙,导致 PFO 的形成。在多数情况下,PFO 常无明显症状,或仅表现为轻微乏力、易感冒等非特异性症状,但也有部分会出现偏头痛、头晕、晕厥、低氧血症等情况^[4-5]。随着超声心动图在儿科领域应用的日益普及,封堵器械与微创介入技术的不断发展,对于表现出临床症状或存在高危因素的患儿,封堵治疗逐渐成为重要的干预手段。本文将对上述内容进行综述,旨在未来能够为 PFO 封堵术在治疗小儿偏头痛、晕厥等方面提供指导,为后续研究提供参考依据。

1 PFO 与相关疾病

1.1 偏头痛

偏头痛是一种常见的致残性神经系统综合征^[6-7],儿童和青少年的总体患病率约为 11%^[8]。偏头痛与 PFO 的发病机制尚不清楚,如图 1 所示,存在以下几种假说^[9-10]。(1)反常栓塞假说:在正常情况下,静脉系统中的微小栓子经过肺循环时被过滤掉,但 PFO 的存在导致这些物质直接流入动脉系统,触发大脑皮层扩散抑制,诱发偏头痛;(2)血管活性物质异常传递假说:部分血管活性物质(如 5-羟色胺、P 物质等)在 PFO 存在的情况下,绕过肺循环,直接进入体循环和脑循环引起偏头痛;(3)遗传学说^[11]:PFO 和偏头痛可能具有共同的遗传基础。

Choi 等^[12]的研究纳入了 32 例偏头痛患儿(分为有先兆偏头痛、无先兆偏头痛 2 个亚组)和 31 例正常对照组儿童。研究结果显示:偏头痛组的 PFO 患病率

高于对照组,但无统计学意义(46.9% vs 25.8%, $P=0.084$);有先兆偏头痛亚组 PFO 患病率显著高于无先兆偏头痛亚组($P=0.031$)和正常对照组($P=0.0074$);有先兆偏头痛是与 PFO 相关的唯一显著因素($P<0.01$)。该研究证明了有先兆偏头痛的患儿 PFO 的患病率显著高于无先兆偏头痛患儿和正常儿童。一项研究^[13]选择接受介入治疗的 21 例 PFO 患

儿,其中偏头痛 9 例、心悸胸闷 6 例、马方综合征 1 例、PFO 合并房间隔缺损有心悸胸闷表现 5 例。对 21 例 PFO 患儿术后 1、3、6、12 个月进行随访,经胸超声心动图检查显示右心室内径、右心房左右径及右心房前后径较介入治疗前减小,差异有统计学意义($P<0.05$),9 例偏头痛患儿有 7 例症状消失,6 例心悸胸闷患儿症状完全消失,从而证实儿童偏头痛与 PFO 有密切关联。

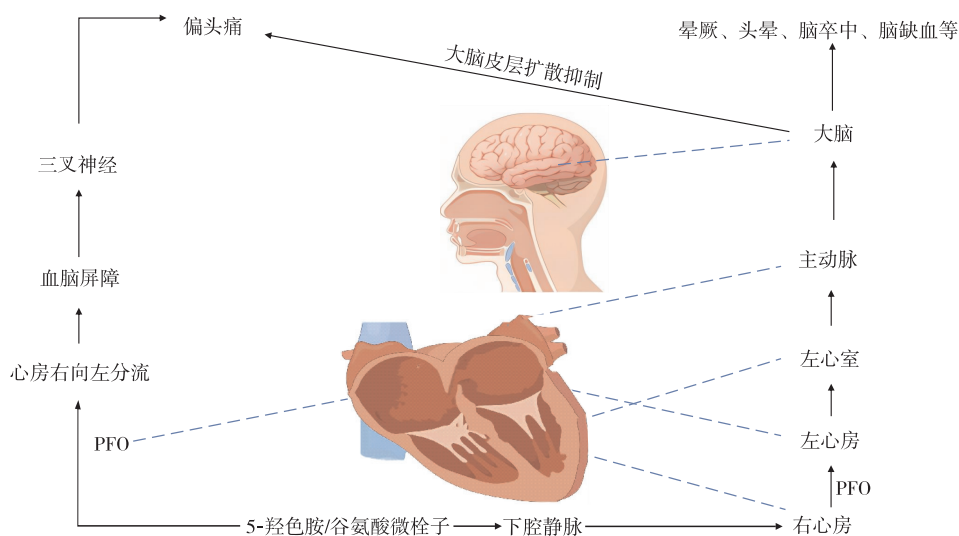


图 1 PFO 相关神经症状发病机制

1.2 晕厥

晕厥是由于脑血流量暂时性减少而导致的短暂性意识丧失和姿势紧张,是儿科常见病之一。对于尚未确定疾病器质性原因的一组临床综合征,称为不明原因晕厥。尽管大多数患者晕厥的病因为良性,但晕厥反复发作可能会影响儿童的生活质量。在多项成人研究^[14-16]中,PFO 与晕厥的相关性已被证实,二者之间主要发病机制与反常栓塞有关^[17]。

一项研究^[18]招募了 1 001 例主诉为不明原因晕厥、心悸、头痛、头晕和胸痛的儿童,年龄 4~17 岁,平均年龄(10.31±2.61)岁,其中男性 519 例。将患儿分为单纯晕厥组 276 例、头痛头晕组 379 例、胸痛组 265 例、心悸组 81 例,4 组 PFO 发生率分别为 4.71%、4.74%、4.15%、6.17%,差异无统计学意义($P=0.903$)。多因素 logistic 回归分析显示 PFO 与晕厥风险增加无关($P=0.081$),PFO 可能不会增加儿童患者晕厥的风险。这与成人结果相矛盾,导致这一结果可能与此研究未纳入患有 PFO 的无症状个体、患儿很难正确执行 Valsalva 动作等因素有关。未来可能需要一个多中心、大样本量的研究进一步调查儿童 PFO 与不明原因晕厥之间的关系。

1.3 隐源性脑卒中

脑卒中是导致儿童死亡的主要因素之一,血栓栓

塞是年轻成人和儿童发生脑卒中的重要原因^[19]。20%~30%的缺血性脑卒中患者会发生隐源性脑卒中(cryptogenic stroke, CS)^[20]。虽然儿童的脑卒中整体发病率低,但对于存在先天性心脏病史、易栓症或血液系统疾病的患儿而言,PFO 的存在可能显著增加此类事件的发生风险。未闭的卵圆孔可作为从静脉循环到全身动脉循环的反常栓塞的潜在途径,导致了 CS 的发生^[21-22]。

一篇文献^[23]报告了 2 例患 CS 的女性患儿,1 例 5 岁 5 个月(病例 1),另 1 例 6 岁(病例 2),在排除了其他可能的病因后,最终怀疑 CS 与 PFO 有关。病例 1 在行 PFO 封堵术的同时植入永久起搏器;病例 2 行保守抗凝治疗效果不佳,随后行 PFO 封堵术。病例 1 术后神经系统症状缓解,随访 10 个月无神经系统症状复发;病例 2 PFO 闭合后神经系统症状改善。一项队列研究^[24]为了确定 PFO 在儿童脑卒中中的意义,比较了 25 例 CS 儿童、54 例明确病因的缺血性脑卒中儿童和 209 例健康对照儿童的 PFO 患病率、PFO 特征和脑卒中复发风险,结果显示与明确病因的脑卒中组(5.6%, $P=0.009$)和健康对照组(11.5%, $P=0.03$)相比,CS 组(28.0%)的 PFO 患病率更高。整个脑卒中队列的中位随访时间为 20.9 个月。随访 2 年时,无脑卒中复发率在有无 PFO 的儿童之间没有差异($HR=$

2.0, 95% CI 0.4~9.3, $P=0.39$)。与明确病因的缺血性卒中患儿和健康对照组相比,CS 儿童的 PFO 患病率更高,PFO 与脑卒中复发风险增加无关。CS 和 PFO 儿童的最佳二级预防治疗仍不确定,需要进一步研究。

1.4 其他

斜卧呼吸-直立性缺氧综合征(platypnea orthodeoxia syndrome, POS)在儿童中极少见,主要特征是站立时出现呼吸困难和动脉血氧饱和度下降,仰卧位时即可消退或缓解^[25]。它通常由 PFO 或房间隔缺损的心内右向左分流(right to left shunt, RLS)引起,但也可能由于严重肺部疾病的通气-灌注不匹配而发生。Cetiner 等^[26]报告了 1 例 12 岁女孩被诊断为与 PFO 相关的 POS,封堵 PFO 后,症状有效缓解。因此,经皮封堵术有可能缓解症状,改善 POS 患者的生活质量^[27]。

头晕属于神经系统疾病,儿童时期头晕可能导致成年后偏头痛、姿势控制延迟等症状^[28]。头晕几乎存在于所有疾病中,但仍有部分头晕无法明确诊断,被称为不明原因头晕。头晕和偏头痛发病机制相同,头晕与偏头痛在 PFO 患儿中常常同时出现。患有头晕的儿童在以后的生活中患偏头痛的可能性比普通人群高。

短暂性脑缺血发作的定义为暂时性缺血导致脑功能障碍,引起短暂性神经症状。一项研究^[29]将采用经导管途径闭合卵圆孔的 17 例儿童(7 例男性、10 例女性)纳入研究,其中 10 例患儿表现为短暂性脑缺血发作,4 例患儿出现脑卒中,3 例患儿有偏头痛发作。手术时的平均年龄为(11.1±3.7)岁。将卵圆孔闭合后,随访中发现 15 例患儿再无短暂性脑缺血发作,其中 2 例患儿的症状明显减轻。研究表明在适当的条件下,PFO 封堵术是治疗这些隐性缺血事件和偏头痛的安全解决方案。

急性心肌梗死在儿童中较为罕见。一篇文献^[30]报道了一位患有急性心肌梗死的 8 岁女孩,经食管超声心动图声学造影证实 Valsalva 动作后 PFO 伴 RLS。在未发现其他栓塞来源的情况下,对患儿进行了 PFO 封堵术,术后随访中发现患儿未再复发急性心肌梗死。

2 儿童 PFO 诊断

目前用于诊断 PFO 的检查有很多种,如经胸超声心动图、经胸右心声学造影、经食管超声心动图、经食管超声心动图声学造影、经颅多普勒超声、经颅多普勒超声声学造影^[31]。其中,经颅多普勒超声可检测到大脑中动脉血管中的微气泡显影,可作为能够执行 Valsalva 动作的儿童心脏 RLS 的筛查工具,其缺点也很明显,不适用于不能配合这个动作的年幼儿童,也

无法准确判断是否为 PFO 导致的 RLS,因此要明确 PFO-RLS 的诊断需行其他检查或排除其他 RLS 的可能性。经食管超声心动图提供了位于后方的左心房和房间隔的详细图像,在成人 PFO 试验中经常用到^[32],被认为是诊断 PFO 的金标准^[33],但儿童经食管超声心动图检查可能需要深度镇静。目前,经食管超声心动图声学造影已被证明可有效评估房间隔完整性,因其出色的经胸窗、无需镇静或麻醉要求以及能够确认 RLS 位置,成为儿童 PFO 的最佳检查方式^[34]。

3 PFO 封堵治疗研究进展

3.1 封堵器研究进展

1975 年,首次使用自动打开的伞状装置对 PFO 患者进行了经皮封堵术,进一步改进为翻盖式双伞装置,其优点是在手术结束之前可再收回或拆卸。由于金属臂易出现晚期并发症,该器械已弃用。

20 世纪 90 年代,第一台 Amplatzer 封堵器械是由镍钛合金制成的双盘装置。镍钛合金是镍和钛的金属合金,特点是具有形状记忆能力和超弹性效应,加热升温后能完全消除其在较低温度下发生的变形,恢复原状,比一般金属变形恢复能力强得多^[35]。Amplatzer 多孔筛状封堵器也经常用于 PFO 闭合,它与前者的不同之处在于存在 2 个大小相同的盘。手术成功率接近 100%,6 个月时有效闭合率达 95%,该装置使用后并发症极少^[36]。Gore Cardioform PFO 封堵器是一种非中心连接的双盘装置,呈螺旋形,由镍钛合金框架制成,覆盖有膨胀聚四氟乙烯。尽管成功植入率很高,但设备的完全闭合率较低。

Amplatzer PFO 封堵器和 Gore Cardioform PFO 封堵器是为闭合房间隔缺损而设计的,可能对具有特定解剖结构的 PFO 有用^[37]。在所有随机临床试验中,双盘装置植入成功率达到 95.6%,没有或只有很小的残余分流。这些结果支持这样一个事实,即经皮 PFO 闭合是一种可行和安全的操作,没有增加严重不良事件的发生。另外,双盘封堵器还有 Occlutech Figulla Flex II PFO 封堵器、LifeTech CeraFlex PFO 封堵器和 Ultrasept PFO 封堵器,但这些在临床中应用较少。

3.2 儿童 PFO 封堵治疗

在 20 世纪 90 年代早期,儿科心脏病专家开始使用专用的封堵器械永久性闭合卵圆孔。1997 年,第 1 次植入了 Kurt 研制的 Amplatzer PFO 封堵器。这种技术从一开始就被证明是简单、安全和有效的。PFO 闭合消除了潜在的危及生命的问题,并且具有几乎 100%的技术成功率,并发症发生率接近 0,长期临床成功率约为 95%^[38]。潜在脑卒中或反复不明原因脑缺血、顽固性偏头痛、不明原因头晕都是封堵术的适应证,尽

管在儿童中因 PFO 引起的 CS 并不常见,但对于确实存在短暂性脑缺血发作等情况,且排除其他更常见病因后,PFO 封堵可能被纳入考虑范围。目前,在 2024 年发布的《卵圆孔未闭规范化诊疗中国专家共识》^[39]中,未满 16 岁患儿原则上不建议实施封堵术,如果实施封堵术应该进行多学科会诊,严格排除禁忌证。若患儿 PFO 合并房间隔膨出瘤、血栓倾向、显著 RLS 等,且已有相关神经或全身并发症的风险,临床医生也可能考虑应用封堵术以预防进一步不良事件发生。

4 小结与展望

小儿 PFO 与相关疾病的潜在关联日益受到临床关注,PFO 是导致不明原因偏头痛及晕厥等神经症状发生的原因之一,这些疾病对儿童自身及家庭造成负担,严重影响儿童学习和日常生活。在某些环境下,疾病的发作也可能出现自身安全问题,药物保守治疗很难达到预期疗效。封堵治疗是近几年儿科及心内科的热点之一,其安全性及可靠性也被越来越多的研究证实^[40],成为一项安全性高、并发症少、预后良好的治疗手段。对存在潜在神经系统并发症及高风险儿童,可尽早进行封堵术治疗,从而降低相关疾病的复发,减轻症状,提高生活质量。由于儿童群体的特殊生长特点和个体差异性,未来还需要通过大量多中心研究和循证医学证据,为儿童 PFO 诊断、治疗及预后提供更为科学、规范的临床路径,让需要干预的患儿获得更好的治疗。

参考文献

- [1] Aoun J, Hatab T, Volpi J, et al. Patent foramen ovale and atrial septal defect [J]. *Cardiol Clin*, 2024, 42(3): 417-431.
- [2] Forzano I, Santulli G. Patent foramen ovale; the unresolved questions [J]. *Top Ital Sci J*, 2024, 1(2): 10. 62684/DMFZ6956.
- [3] Zhang B, Li D, Song A, et al. Characteristics of patent foramen ovale; analysis from a single center [J]. *Cardiol Res Pract*, 2022, 2022: 5430598.
- [4] Ravi D, Parikh RV, Abouhoun JA, et al. Patent foramen ovale and coronary artery spasm; a new patent foramen ovale-associated condition that may explain the mechanism of vasospastic angina [J]. *Cardiol Clin*, 2024, 42(4): 559-571.
- [5] Devos P, Guedeny P, Montalescot G. Patent foramen ovale percutaneous closure: evolution and ongoing challenges [J]. *J Clin Med*, 2023, 13(1): 54.
- [6] VanderPluym JH, Victorio MCC, Oakley CB, et al. Beyond the guidelines; a narrative review of treatments on the horizon for migraine in children and adolescents [J]. *Neurology*, 2023, 101(18): 788-797.
- [7] Kohandel Gargari O, Aghajanian S, Togha M, et al. Preventive medications in pediatric migraine: a network meta-analysis [J]. *JAMA Netw Open*, 2024, 7(10): e2438666.
- [8] Onofri A, Pensato U, Rosignoli C, et al. Primary headache epidemiology in children and adolescents; a systematic review and meta-analysis [J]. *J Headache Pain*, 2023, 24(1): 8.
- [9] Hou S, Zhan Z, Fan J, et al. Association of in situ thrombus within the patent foramen ovale and patients with migraine: a prospective cohort study [J]. *Heliyon*, 2024, 10(11): e32105.
- [10] Lei X, Wei M, Qi Y, et al. The patent foramen ovale may alter migraine brain activity: a pilot study of electroencephalography spectrum and functional connectivity analysis [J]. *Front Mol Neurosci*, 2023, 16: 1133303.
- [11] Wilmshurst PT, Pearson MJ, Nightingale S, et al. Inheritance of persistent foramen ovale and atrial septal defects and the relation to familial migraine with aura [J]. *Heart*, 2004, 90(11): 1315-1320.
- [12] Choi DY, Shin DH, Cho KH, et al. Migraine with aura: a predictor of patent foramen ovale in children and adolescents [J]. *Cephalalgia*, 2013, 33(7): 463-468.
- [13] 孙胜涛, 李银凤, 马云霞, 等. 儿童卵圆孔未闭介入治疗 21 例临床分析 [J]. *中国临床新医学*, 2023, 16(2): 164-167.
- [14] Wang X, Liu X, Zheng L, et al. Correlation between percutaneous patent foramen ovale closure and recurrence of unexplained syncope [J]. *Front Neurol*, 2023, 14: 1104621.
- [15] Shehata A, Nasser A, Mohsen A, et al. Prevalence and characteristics of patent foramen ovale in a sample of Egyptian population; a computed tomography study [J]. *Egypt Heart J*, 2024, 76(1): 73.
- [16] Weglarz P, Węgiel M, Kuszewski P, et al. Characteristics of patients diagnosed for cardiac cause of ischemic neurological events and prescreened with a transcranial Doppler examination [J]. *Pol Arch Intern Med*, 2024, 134(9): 16832.
- [17] Li Y, Shen Y, Cao Q, et al. Effect of interventional therapy unexplained dizziness and relationship between dizziness handicap inventory and right-to-left shunt grading [J]. *Int J Gen Med*, 2023, 16: 803-811.
- [18] Zou R, Wang S, Liu P, et al. The association between patent foramen ovale and unexplained syncope in pediatric patients [J]. *Ital J Pediatr*, 2024, 50(1): 2.
- [19] Fraser S, Pabst L, Smith F. Stroke in the young [J]. *Curr Opin Neurol*, 2023, 36(2): 131-139.
- [20] Dimiati H, Rasaki R, Haypheng T. Cryptogenic stroke in a 5-year-old girl with patent foramen ovale; a rare case [J]. *Narra J*, 2024, 4(1): e273.
- [21] Saver JL. Patent foramen ovale-associated stroke; a neurologist's perspective [J]. *Cardiol Clin*, 2024, 42(4): 487-495.
- [22] Sposato LA, Albin CSW, Elkind MSV, et al. Patent foramen ovale management for secondary stroke prevention; state-of-the-art appraisal of current evidence [J]. *Stroke*, 2024, 55(1): 236-247.
- [23] Gong J, Zhang H, Li C, et al. Diagnosis and treatment of 2 cases with cryptogenic stroke due to patent foramen ovale in children; a case report [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024, 103(40): e39986.
- [24] Shih EK, Beslow LA, Natarajan SS, et al. Prevalence of patent foramen ovale in a cohort of children with cryptogenic ischemic stroke [J]. *Neurology*, 2021, 97(21): e2096-e2102.
- [25] Nguyen A, Nguyen E, Kumar P. Patent foramen ovale and hypoxemia [J]. *Cardiol Clin*, 2024, 42(4): 509-519.
- [26] Cetiner N, Uyan ZS, Celiker A. Platypnea-orthodeoxia syndrome in a child; relief of symptoms after transcatheter closure of patent foramen ovale [J]. *Cardiol Young*, 2021, 31(10): 1706-1708.
- [27] Molina-Lopez VH, Diaz-Rodriguez PE, Aviles-Rivera E, et al. Cardiac platypnea-orthodeoxia syndrome; a rare case of flow-directed, right-to-left shunt via a patent foramen ovale exacerbated by aortic root enlargement [J]. *Cureus*, 2023, 15(8): e43721.
- [28] Beretti T, Desnos B. Vertigo and dizziness in children; when to consider a neurological cause [J]. *Arch Pediatr*, 2023, 30(7): 505-509.
- [29] Sel K, Aykan HH, Duman D, et al. Transcatheter closure of the patent foramen ovale in children; intermediate-term follow-up results [J]. *Cardiol Young*, 2017, 27(8): 1545-1549.

[30] Carano N, Agnetti A, Hagler DJ, et al. Acute myocardial infarction in a child: possible pathogenic role of patent foramen ovale associated with heritable thrombophilia[J]. *Pediatrics*, 2004, 114(2):e255-e258.

[31] Xu K, Tian X, Hao M, et al. Diagnostic value of contrast-enhanced ultrasonography for patent foramen ovale detection[J]. *J Thorac Dis*, 2024, 16(5):3282-3290.

[32] Maloku A, Hamadanchi A, Günther A, et al. Patent foramen ovale (PFO): history, diagnosis, and management [J]. *Rev Cardiovasc Med*, 2024, 25(11):422.

[33] Zhang D, Jiang L, Chen YN, et al. The diagnostic value of contrast-enhanced transcranial Doppler and contrast-enhanced transthoracic echocardiography for right to left shunt in patent foramen ovale: a systematic review and meta-analysis [J]. *Front Neurol*, 2024, 15:1447964.

[34] Zhang T, Gao C, Chen W, et al. Patent foramen ovale in children: a review of recent progress[J]. *Pediatr Cardiol*, 2025, 46(5):1131-1141.

[35] Rigatelli G, Zuin M, Rodinò G, et al. Recent advances in catheter devices for patent foramen ovale closure[J]. *Expert Rev Med Devices*, 2023, 20(1):29-34.

[36] Sperlongano S, Giordano M, Ciccirelli G, et al. Advances in percutaneous patent foramen ovale closure: from the procedure to the echocardiographic guidance [J]. *J Clin Med*, 2022, 11(14):4001.

[37] Cannata F, Stankowski K, Donia D, et al. Percutaneous suture-based patent foramen ovale closure: a state-of-the-art review [J]. *Trends Cardiovasc Med*, 2024, 34(6):404-413.

[38] Meier B. A cardiologist's perspective on patent foramen ovale-associated conditions[J]. *Cardiol Clin*, 2024, 42(4):547-557.

[39] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 卵圆孔未闭规范化诊疗中国专家共识[J]. *中华心血管病杂志*, 2024, 52(4):369-383.

[40] Mojadidi MK, Kumar P, Mahmoud AN, et al. Pooled analysis of PFO occluder device trials in patients with PFO and migraine[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 77(6):667-676.

收稿日期:2025-02-19

(上接第 676 页)

[29] 史成龙, 张海青, 苑洪涛, 等. 心血管植入式电子器械与三尖瓣反流加重的影响因素[J]. *中华老年多器官疾病杂志*, 2019, 18(3):180-184.

[30] 李超, 戴研, 李玉秋, 等. 心脏起搏导线相关三尖瓣反流的危险因素分析[J]. *中华心律失常学杂志*, 2020, 24(5):472-476.

[31] 郭继鸿, 许原, 李学斌. 起搏电极导线脱位的临床探讨[J]. *中国心脏起搏与心电生理杂志*, 2002, 16(1):8-10.

[32] 鲁静朝, 刘凡, 崔炜, 等. 起搏器电极导线脱位的临床因素分析及相应处理策略[J]. *临床荟萃*, 2006, 21(23):1720-1721.

[33] 郭雨龙, 付明鹏, 刘晨, 等. 无导线起搏与传统起搏对三尖瓣反流短期影响的对比研究[J]. *中国心血管杂志*, 2023, 28(4):323-327.

[34] Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines [J]. *Circulation*, 2022, 145(18):e895-e1032.

[35] Shanafelt C, Middour TG, Ibrahim R, et al. Outcomes of tricuspid regurgitation after lead extraction[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2024, 35(5):929-938.

[36] 王伟, 安朝, 李宁, 等. 行介入三尖瓣置换术治疗起搏器引起的重度三尖瓣关闭不全 1 例[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2021, 29(2):116-118.

[37] 徐荣丰, 丁建东, 马根山. 经导管缘对缘修复术治疗三尖瓣反流的现状和挑战[J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2024, 16(1):72-78.

[38] Nickenig G, Lurz P, Sorajja P, et al. Percutaneous edge-to-edge repair for tricuspid regurgitation: 3-year outcomes from the TRILUMINATE study [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2024, 17(18):2113-2122.

收稿日期:2025-04-10

(上接第 697 页)

[29] Spencer BT, Qureshi Y, Sommer RJ. A retrospective review of clopidogrel as primary therapy for migraineurs with right to left shunt lesions[J]. *Cephalalgia*, 2014, 34(11):933-937.

[30] Yan C, Li H, Wang C, et al. Frequency and size of in situ thrombus within patent foramen ovale[J]. *Stroke*, 2023, 54(5):1205-1213.

[31] 黄华海, 姜涛, 陈婉洁, 等. 偏头痛与卵圆孔未闭研究进展[J]. *中华疼痛学杂志*, 2023, 19(6):995-1004.

[32] Dowson A, Mullen MJ, Peatfield R, et al. Migraine Intervention With STARFlex Technology (MIST) trial: a prospective, multicenter, double-blind, sham-controlled trial to evaluate the effectiveness of patent foramen ovale closure with STARFlex septal repair implant to resolve refractory migraine headache [J]. *Circulation*, 2008, 117(11):1397-1404.

[33] Tobis JM, Charles A, Silberstein SD, et al. Percutaneous closure of patent foramen ovale in patients with migraine: the PREMIUM trial [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(22):2766-2774.

[34] Mattle HP, Evers S, Hildick-Smith D, et al. Percutaneous closure of patent foramen ovale in migraine with aura, a randomized controlled trial [J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(26):2029-2036.

[35] Mojadidi MK, Kumar P, Mahmoud AN, et al. Pooled analysis of PFO occluder device trials in patients with PFO and migraine[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 77(6):667-676.

收稿日期:2025-02-19