

介入封堵术对卵圆孔未闭的疗效相关进展

喻厚登, 陈信光*

赣南医科大学第一附属医院心血管内科, 江西 赣州

收稿日期: 2026年5月29日; 录用日期: 2026年6月23日; 发布日期: 2026年6月30日

摘要

卵圆孔未闭是临床高发的先天性心脏病类型, 其形成的心脏异常通道会改变正常血流动力学特征, 长期可诱发多种并发症, 严重降低患者生活质量, 因此安全、有效的封堵干预成为临床研究重点。随着心脏介入诊疗技术的快速发展, 介入封堵术凭借微创、高效等优势逐渐取代传统治疗方案, 成为卵圆孔未闭的主流治疗手段。本文从卵圆孔未闭的诊断与分型、介入封堵器的研发进展、介入封堵术对相关并发症的治疗疗效及术后并发症等方面进行综述, 旨在为临床优化卵圆孔未闭介入治疗方案、提升治疗安全性与有效性提供参考依据。

关键词

卵圆孔未闭, 介入封堵术, 疗效, 并发症, 综述

Progress in the Efficacy of Transcatheter Closure for Patent Foramen Ovale

Houdeng Yu, Xinguang Chen*

Department of Cardiovascular Medicine, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

Received: May 29, 2026; accepted: June 23, 2026; published: June 30, 2026

Abstract

Patent foramen ovale (PFO) is a common type of congenital heart disease in clinical practice. The abnormal cardiac channel formed by PFO alters the normal hemodynamic characteristics, which

*通讯作者。

文章引用: 喻厚登, 陈信光. 介入封堵术对卵圆孔未闭的疗效相关进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(7): 10-17.
DOI: 10.12677/acm.2026.1672492

can induce a variety of complications in the long term and severely reduce patients' quality of life. Therefore, safe and effective closure interventions have become the focus of clinical research. With the rapid development of cardiac interventional diagnosis and treatment technology, interventional closure has gradually replaced traditional treatment regimens due to its advantages of minimal invasiveness and high efficiency, and has become the mainstream treatment for PFO. This paper reviews the diagnosis and classification of PFO, the research progress of interventional occluders, the therapeutic efficacy of interventional closure on related complications, and postoperative complications, aiming to provide a reference for clinically optimizing the interventional treatment plan for PFO and improving the safety and effectiveness of treatment.

Keywords

Patent Foramen Ovale, Interventional Closure, Efficacy, Complications, Review

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 卵圆孔未闭

卵圆孔作为心脏胚胎时期房间隔的一个生理性通道, 大多数人出生后 1 年原发隔和继发隔相互靠近、粘连、融合, 最后逐渐形成永久性房间隔, 最终达到解剖学闭合, 在 3 岁之后仍未完全融合则称为卵圆孔未闭(patent foramen ovale, PFO) [1]。越来越多的临床研究表明 PFO 的可能与某些疾病相关, 如不明原因的缺血性卒中、偏头痛、减压病、低氧血症和阻塞性睡眠呼吸暂停综合征等[2]。既往主要的治疗方案为保守药物治疗或外科修补术, 而目前越来越多的研究表明介入封堵术在治疗卵圆孔未闭中的优越性, 逐渐成为主流的治疗方案。

卵圆孔未闭的诊断主要依据影像学, 主要的检查方法包括对比增强经颅多普勒超声(contrast-enhanced transcranial Doppler, cTCD)、经胸超声心动图(transthoracic echocardiography, TTE)、经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)和右心声学造影, 必要时选择性心血管造影、心腔内超声心动图(intracardiac echocardiography, ICE)等进一步明确诊断[3]。TEE 结合右心声学造影及充分的激发试验作为诊断卵圆孔未闭的金标准成像方式, 中国专家共识根据有效 Valsalva 动作后测量的最大 PFO 直径, 可将 PFO 分为大 PFO (≥ 4.0 mm)、中 PFO (2.0~3.9 mm)和小 PFO (< 2.0 mm)三种类型[4]。根据其解剖结构, 中国专家指南将其分为简单型与复杂型, 复杂型 PFO 应具备以下特征之一: 隧道长度 ≥ 8 mm; 合并房间隔膨出瘤; 合并房间隔缺损; 继发隔厚度 > 10 mm; 过长的欧式瓣或希阿里氏网; 左心房面多个出口; 主动脉根部扩张导致解剖异常[5]。

2. 封堵器介绍

介入封堵术作为治疗卵圆孔未闭的有效措施之一, 其封堵器材料作为手术成功的关键之一。自从 1992 年经皮导管 PFO 封堵器植入术被首次证实是有效以来[6], 关于封堵器的研究络绎不绝。早期的封堵器主要为各种不可降解封堵器, 大多数采用金属材质, 虽然具有较高的封堵效果和操作便捷性, 但长期留存在体内的潜在风险是难以避免, 现在人们开始研究各种生物可降解封堵器。

1) 常见不可降解封堵器

主要有钴基合金封堵器、镍钛合金封堵器、涂层镍钛合金封堵器等[7]。作为一种镍钛合金, Amplatzer

PFO 封堵器是目前世界上使用最多、最常见封堵器, 该封堵器是一种自膨胀的双盘结构, 根据盘面直径大小分为不同的尺寸, 可适用于不同解剖特征的 PFO [8]。许多研究也表明镍钛合金封堵器可以有效地进行封闭缺损, 并且在临床上得到了广泛的应用, 但镍钛合金类封堵器在心脏中的长期存在会带来一些问题, 如: (1) 镍离子沉淀和镍过敏; (2) 与长期佩戴相关的机械并发症; (3) 长期移位和栓塞; (4) 延迟内皮化; (5) 永久性 ASD 闭塞装置阻碍通过隔膜进入心脏左侧的干预[9]。其他类型的不可降解封堵器或多或少也面临诸多问题, 这就需要研发新型的可降解生物封堵器, 尽可能减少此类并发症的发生。

2) 生物可降解封堵器

随着科学技术的进一步发展, 生物可降解材料目前可能是一种更为理想的医疗器械材料, 其有着多功能化、个性化定制及治疗、智能监测、完全可回收并可多次重新定位等多个功能[7]。其主要代表有: 左旋乳酸[poly(L-lactic acid), PLLA]、聚对二氧环己酮[poly(p-dioxanone), PDO]、聚己内酯自(polycaprolactone, PCL)等, 然而, 高分子聚合不可降解材料也存在自身缺陷, 比如高分子聚合材料的可控降解是一个比较棘手的问题, 其不能降解得太快或太慢, 否则无法达到有效支撑和及时降解的预期效果, 再其次降解材料产生的降解物对心脏的损害是需进一步解决的[10]。近年来多款国产原创新型可降解封堵器完成临床试验并上市, 技术水平处于国际领先地位, 代表性产品 MemoSorb 生物可降解 PFO 封堵器[11][12]: 该产品为我国自主研发, 2023 年 9 月获国家药品监督管理局批准上市, 目前已在中国、英国、意大利等多国开展临床应用。其采用 PLLA 复合高分子材料, 设计为盘面内凹双扣 + 腰部三层阻流膜结构, 搭配专利锁边锚定设计, 可紧密贴合 PFO 缺损边缘, 加速局部内皮化进程, 从机制上降低术后残余分流发生率。器械植入后 6~12 个月可完全降解吸收, 心脏房间隔逐步由自体组织替代重建, 在镍过敏人群、青少年患者、有远期心脏介入需求的人群中优势显著。此外, 试验证实, 对于镍过敏患者, 使用金属封堵器术后新发偏头痛风险高于非过敏人群, 而 MemoSorb 无金属成分, 可彻底规避该风险, 尤其适用于 PFO 合并偏头痛的患者。

3. 相关疾病的疗效分析

1) 隐源性脑卒中

脑卒中作为世界上严重危害人类的疾病, 是造成全球经济负担的第二大疾病, 也是非创伤性残疾的主要原因之一[13]。隐源性脑卒中作为一种不明原因的脑卒中, 约占缺血性脑卒中 1/3 [14]。许多研究表明隐源性脑卒中与卵圆孔未闭关系密切[15]-[17]。对于卵圆孔是否需要及时关闭, 目前认为对于不明原因卒中高危的 PFO 患者, 即存在大量右向左分流或存在高危解剖因素, 建议行 PFO 封堵术[18]。2017 年前后发表的“RESPECT、REDUCE、CLOSE、DEFENSE”4 项 RCT 研究, 也表明介入封堵在降低脑卒中复发事件中带来的获益程度明显高于单纯药物治疗[19]-[22]。核心证据为 4 项国际多中心 RCT, 辅以海量单中心回顾性观察研究、荟萃分析, 证据体系完善、一致性高。但仍存在一定的研究局限性: 早期 RCT 纳入部分短暂性脑缺血发作(TIA)患者, 终点事件定义存在细微差异; 部分研究随访时长不足 5 年, 超远期(10 年以上)疗效数据仍在补充。对于高龄(>60 岁)、仅少量分流、无明确栓塞病史的低危 PFO 患者, 封堵术的获益尚不明确, 目前仍推荐保守药物治疗。整体而言, PFO 封堵用于隐源性脑卒中二级预防已形成全球共识, 争议极小。

2) 偏头痛

自 1998 年 Del Sette M 等人首次报道 PFO 与偏头痛的关系以来, 越来越多的研究表明偏头痛与 PFO 之间的关系十分密切[23][24]。而作为一种常见的神经系统疾病, 偏头痛的患病率很高, 全球发病率高达 12% [25], 严重影响人们的生活质量。目前国内外研究发现 PFO 封堵术可作为治疗卵圆孔未闭相关偏头痛的手段, 封堵 PFO 能在一定程度上减少甚至终止部分偏头痛[26][27]。证据多来源于大样本观察性研

研究与单中心回顾性分析, 以及 PRIMA、PREMIUM 两项经典 RCT 及后续汇总分析[28][29], 具有一定的可靠性。但是偏头痛发病机制复杂, PFO 仅为诱因之一, 现有试验未统一纳入标准(未区分有无先兆偏头痛、未筛选 PFO 原位血栓人群); 不同研究的随访时长、疗效评价标准不一致; 抗血小板药物(氯吡格雷等)本身可缓解偏头痛, 易干扰试验结果。一部分专家认为对于合并大量右向左分流、PFO 原位血栓、药物难治性的中重度偏头痛患者, 封堵术具备明确临床价值, 国产可降解封堵器因无镍离子刺激, 疗效与安全性更优。而其他专家则认为多项 RCT 未达到“完全治愈偏头痛”的主要终点, 仅观察到症状轻度缓解; PFO 与偏头痛的因果关系尚未完全明确, 盲目开展封堵术性价比偏低, 不推荐作为偏头痛常规治疗手段。该领域争议显著, 目前仅推荐对严格筛选的高危偏头痛患者谨慎使用封堵术。

3) 减压病

减压病(decompression illness, DCI)是指当人体所处环境气化大, 减压速度过快, 以致高压暴露时溶于体内的气体来不及经循环、呼吸系统扩散排出, 由溶解状态变为气相, 形成气泡而使机体发生一系列病理生理变化的疾病。自从 1986 年注意到心脏的右向左分流与潜水员的气体反常栓塞有关以来, 人们开始进一步深入研究 PFO 在潜水减压病中的作用。Hyun-Jong Lee 等人一项大型队列研究中发现 68 名潜水员中观察到存在 PFO, 其中 12 名潜水员发生了 PFO 相关 DCI [30]。这表明 PFO 在减压病的发生有着重要影响, 而且其风险可能随着时间也会增加。也有研究表明经导管行 PFO 封堵术有效降低潜水员患减压病的风险[31], 但是目前以单中心队列研究、回顾性观察研究为主, 缺乏大样本 RCT, 循证等级偏低, 未来需要更多的随机对照研究进一步表明其有效性。并且潜水员属于特殊职业人群, 受试者招募难度大, 样本量普遍偏小; 难以实现长期严格对照, 混杂因素较多。规范减压操作、减少高危潜水行为才是预防减压病的核心, 封堵术仅为补充手段; 现有数据无法明确封堵术对重度、复发性减压病的远期疗效。

4) 斜卧呼吸 - 直立性低氧血症

斜卧呼吸 - 直立性低氧血症(Platypnea-Orthodeoxia Syndrome, POS)是一种罕见的临床综合征, 其特征为直立位(坐或站立)时出现呼吸困难和低氧血症, 而平卧时症状缓解, 具体机制尚不明确, 但许多研究表明 PFO 引起的心内分流可能是 POS 发生的重要原因之[32]。在对 683 名患有 PFO 相关疾病的患者中研究发现, PFO 封堵术可以解决有症状的体位性呼吸困难和低氧血症, 是治疗 PFO 相关性斜卧呼吸 - 直立性低氧血症的有效方法[33]。对于 PFO 相关 POS, 如果没有严重的肺动脉高压, 欧洲科学协会也建议行 PFO 封堵术[34]。因疾病罕见, 多以回顾性病例分析、小样本前瞻性研究、专家共识为主, 无大型多中心 RCT, 各中心治疗方案、封堵器选择不统一, 难以形成统一结论; 长期预后(5 年以上)数据匮乏。对于合并重度肺动脉高压的 POS 患者, 封堵术可能加重右心负荷, 此类患者是否适用封堵术尚无统一标准。在排除重度肺动脉高压后, 封堵术是治疗 PFO 相关 POS 的有效方案, 临床认可度较高。

5) 阻塞性睡眠呼吸暂停综合征

阻塞性睡眠呼吸暂停综合征(Obstructive sleep apnea syndrome OSAS)是一种常见且诊断不足的疾病, 其特征是反复出现睡眠依赖性暂停和气流减少[35]。目前研究发现 OSAS 与 PFO 存在着密切的联系, OSAS 患者中 PFO 的患病率高达 27%~72% [36] [37]。而且 PFO 合并 OSAS 患者发生反常性栓塞的风险增加, 也导致此类患者脑梗死的发病率及复发率显著升高[38]。在一项对 44 例 OSAS 合并 PFO 患者的临床研究发现行 PFO 介入封堵治疗可改善睡眠呼吸暂停及低通气事件[39]。因疾病少见, 证据多以单中心小样本临床研究、回顾性分析为主, 缺乏多中心 RCT 与荟萃分析。OSAS 本身需呼吸机、减重等基础治疗, 基础治疗与封堵术的疗效难以完全区分; 不同严重程度的 OSAS 患者, 封堵术获益差异较大。主流观点认为封堵术仅能改善“PFO 分流介导的缺氧”, 无法根治 OSAS, 不可替代持续气道正压通气(CPAP)等常规治疗; 部分学者提出, 对于中重度 OSAS 合并大量 PFO 分流的, 联合封堵术可提升整

体疗效。封堵术为 OSAS 合并 PFO 的辅助治疗手段, 可改善合并症相关症状, 不能作为核心治疗方案, 整体争议较小。

4. 术后相关并发症

1) 心律失常

心律失常事件作为心血管疾病中常见的并发症之一, 在经导管 PFO 介入封堵术中, 也具有一定的发生率。有研究表明经导管封堵 PFO 术后最常见的心律失常为心房颤动, 发生率约为 2%~5%, 绝大多数心房颤动发生于术后 4 周内[40] [41]。Paul Guedeney 等人对经 PFO 封堵术的 224 名患者中, 使用 ≥ 28 天的循环记录仪监测, 发现约 20% 出现室上性心律失常, 主要表现为心房颤动、室上性心动过速和心房扑动, 其多发生于术后 1 月内, 中位时间为 14 天[42]。绝大多数术后早期心律失常为器械刺激心房所致, 封堵器内皮化完成(术后 3~6 个月)后可自行缓解, 无远期不良预后; 仅少数患者会发展为慢性持续性房颤, 此类患者远期血栓、卒中风险略有升高, 需长期抗血小板/抗凝治疗[1]。一旦发生心律失常, 如果是一过性轻症心律失常(偶发早搏、短阵房速), 无需特殊干预, 给予营养心肌、对症观察即可; 新发持续性房颤、室上速, 首选 β 受体阻滞剂、胺碘酮等抗心律失常药物; 药物控制不佳的顽固性心律失常, 可后续行射频消融术[3] [43]。

2) 残余分流

术后随访发现封堵术后其中一部分仍存在残余分流。何璐等人在一项对 1336 例经导管封堵 PFO 的单中心研究中, 对 498 例患者完成了 24 个月的随访, 其中有 24 (4.8%) 例患者发现中 - 大量右向左分流[44]。研究表明经导管封堵 PFO 术后多见有少量的右向左分流, 大量的右向左分流较罕见, 术后 1 年 PFO 引起的右向左分流发生率 $< 3\%$, 且不同封堵器材料发生率有所不同[45]。这需要我们尽可能选择适应患者的封堵器, 尽可能减少残余分流的发生。而一旦发生少量残余分流: 一般无需二次手术, 定期采用 cTCD、TEE 随访即可, 单纯少量残余分流无明显远期危害, 多数可随内皮化进展在术后 6~12 个月自行闭合; 对于中 - 大量残余分流会持续保留反常栓塞通道, 导致脑卒中、偏头痛复发风险回升, 也是术后远期疗效不佳的主要原因若患者仍存在偏头痛、头晕、反复栓塞等症状, 可评估后可行二次介入封堵; 无症状者保守随访即可。

3) 其他相关并发症

包括心脏穿孔、心脏压塞、空气栓塞、血管并发症、感染性心内膜炎、血栓形成[3]。虽然这些并发症发生率较低, 如果一旦发生病情危重, 仍然需要根据具体情况选择合适的处理方式。尤其是几个较为严重的并发症如心脏穿孔与心脏压塞, 多由于导丝、导管操作不当, 封堵器释放时过度顶压房间隔, 多见于薄房间隔、复杂型 PFO 患者[3]。术中一旦发现心包积液、血压下降, 立即行心包穿刺引流; 穿孔较大、出血不止时, 紧急转外科开胸修补。及时救治后多数患者可完全康复; 延误治疗可导致急性循环衰竭, 危及生命。

5. 总结

介入封堵术是 PFO 相关疾病预防及治疗的有效措施, 虽然术后会出现相关并发症, 但这些并发症发生概率极低, 且主要和术前准备及术者的手术操作相关, 这需要我们严格规范手术操作及做好术前准备, 进一步降低手术并发症及提高手术成功率, 其疗效和安全性也得到广泛验证。随着科学技术及器械优化的进一步进展, 不可降解封堵器展现其独特的魅力, 有望作为主流的封堵材料用于临床。而今介入缝合经导管 PFO 缝合术横空出世, 可能是一种更加符合 PFO 闭合解剖生理的技术。未来需要通过更精准的患者筛选和技术革新, 扩大其临床收益人群。

参考文献

- [1] 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.
- [2] Alakbarzade, V., Keteepi-Arachi, T., Karsan, N., Ray, R. and Pereira, A.C. (2020) Patent Foramen Ovale. *Practical Neurology*, **20**, 225-233. <https://doi.org/10.1136/practneurol-2019-002450>
- [3] 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.
- [4] 经食道超声心动图临床应用的中国专家共识专家组. 卵圆孔未闭右心声学造影中国专家共识[J]. 中国循环杂志, 2022, 37(5): 449-458.
- [5] 张玉顺, 蒋世良, 朱鲜阳. 卵圆孔未闭相关卒中预防中国专家指南[J]. 心脏杂志, 2021, 33(1): 1-10.
- [6] Bridges, N.D., Hellenbrand, W., Latson, L., Filiano, J., Newburger, J.W. and Lock, J.E. (1992) Transcatheter Closure of Patent Foramen Ovale after Presumed Paradoxical Embolism. *Circulation*, **86**, 1902-1908. <https://doi.org/10.1161/01.cir.86.6.1902>
- [7] 周广泰, 周超, 张海军. 卵圆孔未闭封堵器材料研究进展[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2024, 32(12): 709-716.
- [8] Madhkour, R., Wahl, A., Praz, F. and Meier, B. (2019) Amplatzer Patent Foramen Ovale Occluder: Safety and Efficacy. *Expert Review of Medical Devices*, **16**, 173-182. <https://doi.org/10.1080/17434440.2019.1581060>
- [9] Lin, C., Liu, L., Liu, Y. and Leng, J. (2021) Recent Developments in Next-Generation Occlusion Devices. *Acta Biomaterialia*, **128**, 100-119. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2021.04.050>
- [10] 谢育梅, 陈军. 可降解封堵器治疗先天性心脏病的研究进展[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2020, 35(1): 2-6.
- [11] Li, Y., Chen, Z., Xie, Z., Wang, S., Xie, Y. and Zhang, Z. (2024) Recent Development of Biodegradable Occlusion Devices for Intra-Atrial Shunts. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, **25**, Article No. 159. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2505159>
- [12] 李爱敏, 何建新, 张迎, 等. MemoSorb? 生物可降解封堵器卵圆孔未闭封堵术后近期疗效观察 1 例[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2024, 32(3): 168-171.
- [13] Murray, C.J.L. and Lopez, A.D. (2013) Measuring the Global Burden of Disease. *New England Journal of Medicine*, **369**, 448-457. <https://doi.org/10.1056/nejmra1201534>
- [14] Yaghi, S., Bernstein, R.A., Passman, R., Okin, P.M. and Furie, K.L. (2017) Cryptogenic Stroke. *Circulation Research*, **120**, 527-540. <https://doi.org/10.1161/circresaha.116.308447>
- [15] Hara, H., Virmani, R., Ladich, E., Mackey-Bojack, S., Titus, J., Reisman, M., *et al.* (2005) Patent Foramen Ovale: Current Pathology, Pathophysiology, and Clinical Status. *Journal of the American College of Cardiology*, **46**, 1768-1776. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.08.038>
- [16] Lechat, P., Mas, J.L., Lascault, G., Loron, P., Theard, M., Klimczak, M., *et al.* (1988) Prevalence of Patent Foramen Ovale in Patients with Stroke. *New England Journal of Medicine*, **318**, 1148-1152. <https://doi.org/10.1056/nejm198805053181802>
- [17] Webster, M.W.I., Smith, H.J., Sharpe, D.N., Chancellor, A.M., Swift, D.L., Bass, N.M., *et al.* (1988) Patent Foramen Ovale in Young Stroke Patients. *The Lancet*, **332**, 11-12. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(88\)92944-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(88)92944-3)
- [18] 陈步星, 付强, 王春雪. 卵圆孔未闭是否需要及时关闭? [J]. 中华心血管病杂志, 2018, 46(11): 846-848.
- [19] Lee, P.H., Song, J., Kim, J.S., Heo, R., Lee, S., Kim, D., *et al.* (2018) Cryptogenic Stroke and High-Risk Patent Foramen Ovale: The DEFENSE-PFO Trial. *Journal of the American College of Cardiology*, **71**, 2335-2342. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.02.046>
- [20] Mas, J.L., Derumeaux, G., Guillon, B., *et al.* (2017) Patent Foramen Ovale Closure or Anticoagulation vs. Antiplatelets after Stroke. *The New England Journal of Medicine*, **377**, 1011-1021.
- [21] Søndergaard, L., Kasner, S.E., Rhodes, J.F., Andersen, G., Iversen, H.K., Nielsen-Kudsk, J.E., *et al.* (2017) Patent Foramen Ovale Closure or Antiplatelet Therapy for Cryptogenic Stroke. *New England Journal of Medicine*, **377**, 1033-1042. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1707404>
- [22] Saver, J.L., Carroll, J.D., Thaler, D.E., Smalling, R.W., MacDonald, L.A., Marks, D.S., *et al.* (2017) Long-Term Outcomes of Patent Foramen Ovale Closure or Medical Therapy after Stroke. *New England Journal of Medicine*, **377**, 1022-1032. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1610057>
- [23] 万林珊, 宋秀娟, 刘燕燕, 等. 偏头痛与卵圆孔未闭的研究进展[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(10): 48-54.
- [24] Del Sette, M., Angeli, S., Leandri, M., Ferriero, G., Bruzzzone, G.L., Finocchi, C., *et al.* (1998) Migraine with Aura and Right-To-Left Shunt on Transcranial Doppler: A Case-Control Study. *Cerebrovascular Diseases*, **8**, 327-330.

- <https://doi.org/10.1159/000015875>
- [25] GBD 2016 Neurology Collaborators (2019) Global, Regional, and National Burden of Neurological Disorders, 1990-2016: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Neurology*, **18**, 459-480.
 - [26] 乌云其达木改, 王云云, 马飞, 等. 偏头痛合并卵圆孔未闭病人介入封堵术的疗效及影响因素分析[J]. 临床外科杂志, 2022, 30(8): 758-761.
 - [27] Silalahi, T.D.A. and Hariyanto, T.I. (2024) Efficacy and Safety of Patent Foramen Ovale Closure for Mitigating Migraine: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials and Observational Studies. *Therapeutic Advances in Neurological Disorders*, **17**. <https://doi.org/10.1177/17562864241271033>
 - [28] Mattle, H.P., Evers, S., Hildick-Smith, D., Becker, W.J., Baumgartner, H., Chataway, J., *et al.* (2016) Percutaneous Closure of Patent Foramen Ovale in Migraine with Aura, a Randomized Controlled Trial. *European Heart Journal*, **37**, 2029-2036. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw027>
 - [29] Tobis, J.M., Charles, A., Silberstein, S.D., Sorensen, S., Maini, B., Horwitz, P.A., *et al.* (2017) Percutaneous Closure of Patent Foramen Ovale in Patients with Migraine: The PREMIUM Trial. *Journal of the American College of Cardiology*, **70**, 2766-2774. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.09.1105>
 - [30] Lee, H., Lim, D.S., Lee, J., Lee, D., Oh, M., Park, J., *et al.* (2023) Decompression Illness in Divers with or without Patent Foramen Ovale: A Cohort Study. *Annals of Internal Medicine*, **176**, 934-939. <https://doi.org/10.7326/m23-0260>
 - [31] Abdelfattah, O.M., Sayed, A., Elgendy, I.Y., Munir, M., Saleh, Y., Kapadia, S.R., *et al.* (2022) Patent Foramen Ovale Closure and Decompression Sickness among Divers. *Cardiovascular Revascularization Medicine*, **40**, 160-162. <https://doi.org/10.1016/j.carrev.2021.11.017>
 - [32] 刘瑶, 张丽娟, 雍永宏, 等. 斜卧呼吸-直立性低氧血症综合征机制与诊疗研究进展[J]. 心血管病学进展, 2023, 44(8): 752-756.
 - [33] Mojadidi, M.K., Gevorgyan, R., Nouredin, N. and Tobis, J.M. (2015) The Effect of Patent Foramen Ovale Closure in Patients with Platypnea-Orthodeoxia Syndrome. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, **86**, 701-707. <https://doi.org/10.1002/ccd.25953>
 - [34] Pristipino, C., Germonpré, P., Toni, D., Sievert, H., Meier, B., D'Ascenzo, F., *et al.* (2021) European Position Paper on the Management of Patients with Patent Foramen Ovale. Part II—Decompression Sickness, Migraine, Arterial Deoxygenation Syndromes and Select High-Risk Clinical Conditions. *EuroIntervention*, **17**, e367-e375. <https://doi.org/10.4244/eij-d-20-00785>
 - [35] Lee, J.J. and Sundar, K.M. (2021) Evaluation and Management of Adults with Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Lung*, **199**, 87-101. <https://doi.org/10.1007/s00408-021-00426-w>
 - [36] Guchlerner, M., Kardos, P., Liss-Koch, E., Franke, J., Wunderlich, N., Bertog, S., *et al.* (2012) PFO and Right-To-Left Shunting in Patients with Obstructive Sleep Apnea. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, **8**, 375-380. <https://doi.org/10.5664/jcsm.2026>
 - [37] Li, X., Liu, C., Wu, J., Jia, Y., Li, H., Yu, H., *et al.* (2021) Analysis of the Characteristics of Sleep in Patients with Patent Foramen Ovale Complicated with Obstructive Sleep Apnea. *Sleep and Breathing*, **25**, 1831-1836. <https://doi.org/10.1007/s11325-021-02289-0>
 - [38] 孙永飞, 周彤, 罗勇, 等. 卵圆孔未闭与阻塞性睡眠呼吸暂停综合征共病增加反常性栓塞风险的研究进展[J]. 中国脑血管病杂志, 2022, 19(3): 205-210.
 - [39] 田润琦, 段鹏, 苏峰, 等. 介入封堵术有效改善阻塞性睡眠呼吸暂停综合征合并卵圆孔未闭患者近期预后[J]. 川北医学院学报, 2024, 39(7): 960-964.
 - [40] Heinisch, C., Bertog, S., Wunderlich, N., Majunke, N., Baranowski, A., Leetz, M., *et al.* (2012) Percutaneous Closure of the Patent Foramen Ovale Using the HELEX® Septal Occluder: Acute and Long-Term Results in 405 Patients. *EuroIntervention*, **8**, 717-723. <https://doi.org/10.4244/eijv8i6a111>
 - [41] Staubach, S., Steinberg, D.H., Zimmermann, W., Wawra, N., Wilson, N., Wunderlich, N., *et al.* (2009) New Onset Atrial Fibrillation after Patent Foramen Ovale Closure. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, **74**, 889-895. <https://doi.org/10.1002/ccd.22172>
 - [42] Guedeney, P., Laredo, M., Zeitouni, M., Hauguel-Moreau, M., Wallet, T., Elegamandji, B., *et al.* (2022) Supraventricular Arrhythmia Following Patent Foramen Ovale Percutaneous Closure. *JACC: Cardiovascular Interventions*, **15**, 2315-2322. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2022.07.044>
 - [43] Hauguel-Moreau, M., Guedeney, P., Dauphin, C., Auffret, V., Clerc, J., Marijon, E., *et al.* (2024) Flecainide to Prevent Atrial Arrhythmia after Patent Foramen Ovale Closure: AFLOAT Study, a Randomized Clinical Trial. *Circulation*, **150**, 1659-1668. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.124.071186>
 - [44] 何璐, 张玉顺. 单中心 1336 例经导管封堵卵圆孔未闭患者主要并发症回顾性分析[J]. 中国介入心脏病学杂志,

2019, 27(6): 309-314.

- [45] Hornung, M., Bertog, S.C., Franke, J., Id, D., Taaffe, M., Wunderlich, N., *et al.* (2013) Long-Term Results of a Randomized Trial Comparing Three Different Devices for Percutaneous Closure of a Patent Foramen Ovale. *European Heart Journal*, **34**, 3362-3369. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz283>