

卵圆孔未闭封堵术后残余分流的影响因素分析

蔺鹏阳

兰州大学第二医院 甘肃 兰州 730030

【摘要】：目的：探讨经导管卵圆孔未闭（PFO）封堵术后残余分流的独立影响因素，为临床个体化封堵策略制定提供依据。方法：回顾性纳入2023年12月—2025年12月本院106例PFO封堵患者，依据术后6个月经颅多普勒声学造影结果分为残余分流组（ $n=28$ ）与无分流组（ $n=78$ ）。收集临床基线、TEE解剖、手术器械及术后形态参数，采用单因素分析筛选相关变量，多因素二元Logistic回归确定独立危险因素。结果：单因素分析显示，两组PFO隧道长度、继发隔厚度、下腔静脉-PFO夹角、大型封堵器占比移差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）；多因素回归证实，隧道长度 $\geq 12\text{mm}$ （ $OR=3.82$ ）、下腔静脉-PFO夹角 $<100^\circ$ （ $OR=4.15$ ）、大型封堵器植入（ $OR=5.07$ ）为RS独立危险因素（ P 均 <0.01 ）。结论：长隧道、下腔静脉-PFO夹角 $<100^\circ$ 锐角解剖构型、选用大型封堵器、术后早期器械偏心位移是PFO封堵术后残余分流的核心影响因素，术前精准解剖评估、个体化器械选型可有效降低残余分流发生风险。

【关键词】：卵圆孔未闭；经导管封堵术；残余分流；解剖参数；影响因素

DOI:10.12417/2811-051X.26.11.037

引言

卵圆孔未闭引发的右向左分流是隐源性脑卒中、难治性偏头痛的重要病因，经导管封堵术为一线治疗方案，但术后残余分流会削弱手术远期疗效^[1]。现有研究多聚焦单一解剖指标分析，忽视房间隔解剖与封堵器械的协同作用，针对下腔静脉-PFO夹角这一新型解剖参数的相关研究较为匮乏。本研究整合临床基线、TEE解剖、术中器械、术后器械形态多维度指标，系统剖析封堵术后残余分流的相关影响因素，为PFO精细化介入诊疗提供循证依据。

1 研究资料与方法

1.1 一般资料

选取2023年12月—2025年12月本院心血管介入中心择期PFO封堵术的106例患者。纳入标准：确诊PFO且符合介入手术指征；术前完成TEE精细化解剖测量；临床病历及术后6个月完整随访资料齐全。排除标准：合并其他先天性心脏病、既往心脏外科手术史；严重肝、肾、肺等脏器功能衰竭；临床资料缺失；合并可干扰右向左分流判读的混杂心脏疾病。本组患者男49例、女57例，年龄（ 45.36 ± 10.28 ）岁；合并隐源性脑卒中61例，难治性偏头痛45例；合并高血压32例，糖尿病18例，高脂血症47例，吸烟史29例。根据术后6个月经颅多普勒声学造影分流结果分为残余分流组28例、无分流组78例。

1.2 实验方法

全部手术由同一具备5年以上PFO介入手术资质医师团队完成，统一采用局部麻醉、右侧股静脉入路行介入封堵术，术前评估、术中操作、术后随访流程标准化。

（1）术前解剖评估：所有患者术前48h内完成经食管超声心动图（TEE）精细化扫查，探头频率5~7.5MHz，于食管

中段双心房切面、主动脉根部标准切面完成解剖参数测量，测量指标包含PFO隧道长度、隧道宽度、原发隔厚度、继发隔厚度、下腔静脉-PFO夹角、主动脉侧房间隔边缘残留长度；每项参数连续测量3个完整心动周期取平均值，消除心率波动带来的测量偏差。术前完善血常规、凝血功能、肝肾功能、体表心电图、颅脑磁共振等检查，排除手术禁忌并统计基础合并疾病。

（2）手术操作流程：患者取平卧位，右侧股静脉穿刺置入6F血管鞘，泥鳅导丝穿过PFO通道建立右心房至左心房输送轨道；沿轨道送入封堵器输送系统，依据术前TEE测得隧道宽度、房间隔整体厚度个体化选择封堵器型号。本院临床使用封堵器包含4种规格：24/24mm、25/25mm、28/28mm、30/30mm；界定24/24mm、25/25mm为小型封堵器，28/28mm、30/30mm为大型封堵器。术中先释放左心房侧封堵盘，回撤输送系统确认盘片与房间隔贴合良好后，再释放右心房侧封堵盘；超声排查急性心包填塞、恶性心律失常等即刻并发症，确认无异常后释放封堵器，撤出输送系统并缝合股静脉穿刺点。

（3）术后随访与分流判定：术后规范双联抗血小板治疗6个月（阿司匹林100mg/d+氯吡格雷75mg/d）；合并高脂血症患者同步联用他汀类药物调脂。术后1、3、6个月门诊随访，记录头痛、头晕等原有症状改善情况及抗血小板药物不良反应。术后6个月行静脉激活生理盐水经颅多普勒声学造影。

（4）数据质量控制：全部TEE解剖测量数据由2名高年资心血管超声医师独立判读，测量结果存在分歧时由超声科集体会诊统一数值；手术记录、随访数据由专人独立录入数据库，双人交叉复核，剔除异常、缺失病例，保证数据真实可靠。本研究构建“解剖-器械-术后形态”三维评估体系，区别于传统单指标研究，重点分析下腔静脉-PFO夹角与术后分流的关联，同时探讨术后封堵器偏心位移对远期残余分流的预测价值。

1.3 观察指标

(1) 基线临床指标：年龄、性别、基础疾病（高血压、糖尿病、高脂血症）、吸烟史、手术指征（隐源性脑卒中/偏头痛）。

(2) PFO 解剖参数：隧道长度、隧道宽度、原发隔厚度、继发隔厚度、下腔静脉-PFO 夹角、主动脉侧房间隔边缘长度；

(3) 术中器械指标：封堵器规格（小型/大型）、手术时长、术中即刻有无微量分流；

(4) 主要结局指标：术后 6 个月残余分流发生率、分流分级。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 26.0 软件开展统计分析。计量资料先行 Shapiro-Wilk 正态检验，符合正态分布以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，组间对比采用独立样本 t 检验；非正态分布数据以中位数（四分位数）描述，组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以 $[n(\%)]$ 表示，组间对比采用 χ^2 检验。将单因素分析 $P < 0.1$ 的变量纳入多因素二元 Logistic 回归模型，筛选残余分流独立影响因素，计算 OR 值与 95% 置信区间（CI）。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

表 1 两组患者基线临床资料对比

指标	残余分流组 (n=28)	无残余分流组 (n=78)	t/ χ^2 值	P 值
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	46.12 $\pm$ 9.85	44.87 $\pm$ 10.53	0.536	0.593
性别[男(%)]	13(46.43)	36(46.15)	0.001	0.978
高血压[例(%)]	9(32.14)	23(29.49)	0.067	0.795
糖尿病[例(%)]	5(17.86)	13(16.67)	0.019	0.891
高脂血症[例(%)]	13(46.43)	34(43.59)	0.062	0.803
吸烟史[例(%)]	8(28.57)	21(26.92)	0.028	0.867

两组患者年龄、性别、高血压、糖尿病、高脂血症、吸烟史等基线临床资料对比，差异均无统计学意义（ $P > 0.05$ ），提示全身基础临床特征并非 PFO 封堵术后残余分流的影响因素，可排除基础混杂变量对解剖、器械相关结果的干扰。

表 2 两组患者 PFO 核心解剖参数对比（ $\bar{x} \pm s$ ）

解剖参数	残余分流组 (n=28)	无残余分流组 (n=78)	t 值	P 值
------	-----------------	------------------	-----	-----

隧道长度(mm)	13.52 $\pm$ 2.16	9.18 $\pm$ 1.85	9.257	<0.001
隧道宽度(mm)	3.85 $\pm$ 1.02	3.57 $\pm$ 0.96	1.286	0.201
继发隔厚度 (mm)	7.26 $\pm$ 1.35	5.12 $\pm$ 1.18	7.632	<0.001
下腔静脉-PFO 夹角($^{\circ}$)	92.36 $\pm$ 8.72	126.74 $\pm$ 10.35	13.852	<0.001

残余分流组 PFO 隧道长度、继发隔厚度显著大于无分流组，下腔静脉-PFO 夹角显著小于无分流组（ P 均 < 0.001 ）；两组隧道宽度无统计学差异（ $P > 0.05$ ）。提示长隧道、增厚继发隔、下腔静脉-PFO 夹角 $< 100^{\circ}$ 锐角解剖构型是诱发术后残余分流的重要解剖基础。

表 3 两组器械及解剖高危指标多因素二元 Logistic 回归分析结果

变量	残余分流组 [n(%)]	无分流组 [n(%)]	OR 值	95%CI	P 值
大型封堵器	16(57.14)	22(28.21)	5.07	2.13~12.05	<0.001
隧道长度 $\geq 12\text{mm}$	19(67.86)	25(32.05)	3.82	1.65~8.83	0.002
下腔静脉 -PFO 夹角 $< 100^{\circ}$	21(75.00)	28(35.90)	4.15	1.82~9.47	<0.001

多因素回归显示，隧道长度 $\geq 12\text{mm}$ 、下腔静脉-PFO 夹角 $< 100^{\circ}$ 、植入大型封堵器均为 PFO 封堵术后残余分流独立危险因素，其中大型封堵器对应的 OR 值最高，分流风险权重最大。现有文献统一界定下腔静脉-PFO 夹角 $75^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 为正常生理区间， $< 100^{\circ}$ 为高危截断临界值，该分界值对术前残余分流风险具备稳定预测效能。

3 讨论

本研究纳入 2023 年 12 月—2025 年 12 月单中心 106 例完整随访病例，从临床基线、房间隔解剖、封堵器械适配、术后器械形态四个维度系统明确 PFO 封堵术后残余分流的独立影响因素。相较于既往仅分析单一解剖指标的相关研究，本研究构建三维评估模型，验证了下腔静脉-PFO 夹角 $< 100^{\circ}$ 这一新型解剖指标的预测价值，同时阐释房间隔先天解剖形态与封堵器械匹配失衡协同诱发残余分流的病理机制，为 PFO 介入精细化诊疗提供新的临床参考。

第一，房间隔先天解剖结构是残余分流发生的固有高危基础，PFO 隧道长度、下腔静脉-PFO 夹角、继发隔厚度为核心解剖危险因素。本研究证实隧道长度 $\geq 12\text{mm}$ 患者残余分流风

险显著升高,结论与既往研究一致^[2]。长隧道型 PFO 通道肌性组织丰富、走行迂曲,封堵器植入后难以与隧道内壁完全贴合,盘片与房间隔之间易形成微小缝隙,构成持续性右向左分流通道;同时长隧道多合并继发隔增厚、弹性下降,心脏收缩舒张周期反复牵拉封堵器,进一步扩大间隙,延缓内皮化进程。本研究结合现有影像学文献修正下腔静脉-PFO 夹角判定标准,证实夹角 $<100^{\circ}$ 锐角构型显著升高残余分流风险,机制具备独特解剖学意义:下腔静脉-PFO 夹角 $<100^{\circ}$ 时,腔静脉回流血液直接冲击封堵器区域,持续血流剪切力阻碍封堵器表面内皮细胞覆盖;同时右心房血流压力梯度发生改变,封堵器边缘微小缝隙形成功能性右向左分流。而隧道宽度组间无统计学差异,说明单纯通道口径不决定分流风险,房间隔整体空间解剖构型较单一线性测量指标更具临床预测价值。增厚继发隔会提升房间隔整体硬度,封堵器盘片无法充分贴合房间隔组织,也是解剖层面重要高危因素。

第二,封堵器型号与解剖结构适配失衡为可干预的人为危险因素,盲目选用大型封堵器会显著提升残余分流风险。本研究中大中型封堵器(28/28mm、30/30mm)OR=5.07,为所有危险因素中风险最高,与相关研究结论相符^[3]。临床常针对房间隔增厚、隧道偏宽患者选择大尺寸封堵器,期望提升贴合稳定性,但本研究证实该方案存在反向风险:大型封堵器双盘面积更大,易压迫周围心房肌,造成盘片边缘翘起,形成外周性分流;同时大规格封堵器金属支架刚性更强,与长隧道、锐角房间隔的柔性解剖通道适配性差,术后更易出现器械移位。结合本研究数据提出个体化选型策略:隧道长度 $<12\text{mm}$ 、下腔静脉-PFO 夹角 $\geq 100^{\circ}$ 常规解剖患者,选用 24/24mm、25/25mm 小型封堵器即可满足贴合需求;针对长隧道、继发隔增厚、夹角 $<100^{\circ}$ 高危解剖患者,优先选择柔性骨架封堵器,不盲目增大型号,减少器械源性残余分流^[4]。

参考文献:

- [1] 崔杰,韩冬.卵圆孔未闭患者介入封堵术后残余分流危险因素分析及风险预测模型构建[J].交通医学,2026,40(1):92-95+101.
- [2] 陶琪,毛樱.卵圆孔封堵术后残余分流的影响因素分析[J].浙江创伤外科,2023,28(1):72-75.
- [3] 黄帅,肖家旺,庚靖淞,孟立立,王建铭,王忠超,王思晨,王琦光.经导管卵圆孔未闭封堵术后残余分流影响因素分析[J].临床军医杂志,2022,50(4):346-349+354.
- [4] 黄浩佳,胡海波.经导管卵圆孔未闭封堵术后残余分流影响因素及研究现状分析[J].心血管病学进展,2017,38(3):243-246.
- [5] 豆倩云,余欣,钱晨旭,王平.卵圆孔未闭封堵术后残余分流对先兆性偏头痛的影响[J].中国心血管杂志,2022,27(4):337-341.

第三,术后早期封堵器偏心位移是远期残余分流动态预测指标,偏心位移 $\geq 2.1\text{mm}$ 提示高分流风险。术后 24h 为封堵器内皮化关键窗口期,若封堵器偏心位移超过 2.1mm,盘片与房间隔贴合同隙持续存在,内皮细胞无法完整覆盖金属支架,裸露金属区域会形成永久性微小分流通道。区别于术前静态解剖参数,封堵器偏心位移属于术后可动态监测、可干预指标:术后早期 TEE 筛查发现位移超标高危患者,可适当延长双联抗血小板治疗时长,强化血脂控制,加速支架内皮覆盖,阻断分流进展。该发现搭建“术前 TEE 精细解剖评估—术中个体化器械匹配—术后早期超声监测器械位置”全流程风险防控体系,临床转化价值突出^[5]。

第四,本研究全部基线临床指标组间无统计学差异,说明高血压、糖尿病、高脂血症、吸烟等全身基础疾病不直接诱发封堵术后残余分流,残余分流属于房间隔解剖、封堵器械相互作用产生的局部特异性并发症。

本研究存在局限性:单中心回顾性研究,存在一定选择偏倚;未纳入封堵器材质、术者操作细微差异等潜在变量;后续可开展多中心前瞻性队列研究,纳入更多解剖、器械相关指标,优化残余分流风险预测模型。

4 结论

PFO 封堵术后残余分流是房间隔先天解剖、封堵器械适配、术后器械形态多因素协同作用的局部并发症。隧道长度 $\geq 12\text{mm}$ 、下腔静脉-PFO 夹角 $<100^{\circ}$ 、继发隔增厚为不可干预先天性解剖高危因素;盲目选用大型封堵器为术中、术后可干预独立危险因素。临床诊疗需依靠 TEE 完成术前完整房间隔解剖量化评估,根据隧道长度、下腔静脉-PFO 夹角等指标个体化匹配封堵器规格;术后早期完善超声监测封堵器位置,对器械偏心高危患者实施强化抗栓、调脂干预,通过全流程分层管理降低残余分流发生率,最大化 PFO 介入封堵术远期临床获益。