·诊治分析·

取栓联合高压球囊腔内成形术治疗 AVF 狭窄伴血栓形成的效果及影响因素分析

王进章，陈苏杭，朱劲锋

【关键词】 球囊腔内成形术；动静脉内瘘；影响因素
DOI:10.3969/j.issn.1671-0800.2026.02.012
【中图分类号】 R629.3 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2026)02-0160-04

动静脉内瘘（arteriovenous fistula，AVF）狭窄伴血栓形成是内瘘失功的主要原因之一，发生率高达 30%～ 50%[1]。AVF 狭窄伴血栓形成的发生机制复杂，涉及血管内膜增生、血小板聚集、血栓形成等多个环节，其中血管内膜增生是导致狭窄的主要原因，而血栓形成则在狭窄的基础上进一步加重了内瘘功能障碍[2]。药物治疗能在一定程度上延缓病情进展，但难以逆转已经形成的狭窄和血栓[3]。外科手术重建虽然有效，但创伤大、并发症多，且术后再狭窄率仍较高。介入治疗以其微创、高效的特点，逐渐成为 AVF 狭窄伴血栓形成的首选治疗手段。单纯高压球囊成形术在处理 AVF 狭窄伴血栓形成时存在一定局限性，随着介入技术的不断发展，血管腔内取栓术逐渐受到关注[4]。基于此，本研究旨在评估取栓联合高压球囊腔内成形术治疗 AVF 狭窄伴血栓形成的疗效，并分析疗效影响因素，现报道如下。

1　资料与方法

1.1　一般资料　收集 2022 年 3 月至 2024 年 3 月丽水市中心医院收治的 AVF 狭窄伴血栓形成患者 126 例，纳入标准：（1）年龄≥18 岁；（2）AVF 狭窄＞ 50%，且合并血栓形成（血栓长度≥2 cm）；（3）术前经血管超声或数字减影血管造影证实病变部位；（4）血栓病程处于急性或亚急性期；（5）预计生存期＞ 12 个月，能够配合完成术后随访；（6）能够耐受手术。排除标准：（1）合并严重出血倾向或凝血功能障碍，无法耐受抗凝治疗者；（2）病变血管长度＜ 5 cm 或存在严重迂曲，影响手术操作者；（3）既往同侧 AVF 手术史＞ 3 次，血管条件差者；（4）合并感染性心内膜炎、败血症等全身性感染者；（5）妊娠期或哺乳期妇女；（6）合并认知障碍或精神疾病者。本研究获得丽水市中心医院科研伦理审查委员会批准[批件号：科研伦审 2025（I）第 286 号（批）-01]，豁免/免除知情同意。

根据治疗方法的不同将 126 例患者分为观察组和对照组，各 63 例。

1.2　方法　观察组采用血管腔内取栓术联合高压球囊成形术：患者取平卧位，常规消毒铺巾后，在超声引导下经皮穿刺 AVF 狭窄段近心端血管，置入 6F 血管鞘（美国 Cordis 公司，型号：Avanti+），沿导丝引入 0.088 9 cm 超滑导丝及 5F 椎动脉导管至血栓形成部位，撤出 5F 导管后，沿导丝交换引入 8F 导引导管，配合 AngioJet 血栓清除装置（美国 Boston Scientific 公司，型号：Ultra 6XC）进行机械性血栓抽吸。单次连续抽吸时间尽量控制在 60 s 内，避免长时间局部高负压导致血管痉挛或内膜损伤。抽吸过程中密切监测回血情况及装置阻力，若遇明显阻力或血流消失，应立即暂停并调整位置，以防导管嵌顿或血管牵拉损伤。并且对同一节段血管的抽吸一般不超过 2 ～ 3 次，以减少机械刺激。在抽吸完成后，沿导丝置入 4 mm×40 mm 高压球囊导管，加压至 1 216 ～ 1 368 mmHg（1 mmHg≈0.133 kPa）扩张狭窄段，维持 60 s，重复扩张 2 ～ 3 次，术后拔除鞘管，局部加压包扎。

对照组行单纯高压球囊成形术：步骤同观察组血栓清除后操作，直接使用 4 mm×40 mm 高压球囊导管扩张狭窄段，术后处理同观察组。

作者单位：323000 丽水，丽水市中心医院
通信作者：王进章，Email：18806787595@163.com

两组患者术后均常规予抗凝治疗：术后 24 h 内予低分子肝素钙皮下注射，1 次/d，连续使用 7 d；之后改为口服利伐沙班片，10 mg/次，1 次/d，维持治疗 3 个月。

1.3　观察指标　(1)在术后 1、3、6 及 12 个月进行随访，统计 AVF 通畅例数。内瘘通畅：血液透析时泵控内瘘血流量＞ 200 ml/min，可满足每周 3 次以上血液透析。内瘘通畅率=内瘘通畅例数/总例数×100%。(2)记录两组患者术后并发症发生情况。(3)根据观察组术后 12 个月内瘘通畅情况，将观察组患者分为通畅组与非通畅组，统计年龄、性别、体质量指数(BMI)、原发病、吸烟史、高血压病、糖尿病、内瘘使用时间、透析时间、AVF 方向、狭窄数目及狭窄类型等情况，分析疗效影响因素。

1.4　统计方法　数据采用 SPSS 22.0 软件分析，符合正态分布的计量资料以均数±标准差表示，采用 t 检验；非正态分布计量资料采用 $M(P_{25},P_{75})$ 表示，采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析影响因素。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　两组通畅率比较　两组术后 1 个月通畅率差异无统计学意义($P > 0.05$)，观察组术后 3、6 及 12 个月的通畅率均高于对照组(均 $P < 0.05$)，见表 1。

2.2　并发症比较　观察组发生皮下血肿 2 例(3.17%)，穿刺点出血 2 例 (3.17%)，感染 1 例(1.59%)；对照组发生皮下血肿 3 例(4.76%)，穿刺点出血 2 例(3.17%)，感染 2 例(3.17%)；两组并发症总发生率差异无统计学意义(χ^2=0.37，$P > 0.05$)，所有并发症经对症处理后均痊愈，无严重不良后果。

2.3　观察组不同分组单因素分析　术后 12 个月，通畅组(n=43)和非通畅组(n=20)年龄、高血压、糖尿病、治疗方法、狭窄数目及吻合口狭窄差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)，见表 2。

2.4　影响取栓联合高压球囊腔内成形术治疗效果的多因素分析　将术后 12 个月内瘘是否通畅作为因变量，将年龄、高血压、糖尿病、治疗方法、狭窄数目、吻合口狭窄作为自变量，纳入多因素 Logistic 回归模型。结果显示，年龄大、合并高血压及合并糖尿病是影响治疗效果的危险因素(均 $P < 0.05$)，狭窄数目为单发是影响治疗效果的保护因素($P < 0.05$)，见表 3。

3　讨论

本研究结果显示，取栓联合高压球囊腔内成形术能显著提高 AVF 伴血栓形成患者通畅率。单纯高压球囊成形术仅能通过球囊扩张产生的机械压力撕裂狭窄段内膜，但无法直接清除已形成的血栓。血栓作为异物可激活凝血系统，持续刺激血管内膜增生，导致再狭窄发生率升高[5]。联合取栓术通过 AngioJet 血栓清除装置的流体力学原理，产生 250 ～ 400 mmHg 的负压抽吸作用，可清除 90%以上的新鲜血栓及亚急性血栓[6]。内瘘狭窄段血流速度较正常 AVF 血流速显著升高，可产生较高的剪切应力，激活内皮细胞表达黏附分子，促进单核细胞浸润和平滑肌细胞增殖[7]。单纯高压球囊成形术虽能扩张狭窄段，但术后即刻残余狭窄率仍较高，持续的高剪切应力环境未得到根本改善。联合治疗通过取栓术恢复管腔直径后，高压球囊可在 1 216 ～ 1 368 mmHg 压力下实现更精准的血管重塑，可显著降低术后残余狭窄率[8]。取栓术清除血栓后，高压球囊扩张可避免血栓碎片栓塞远端血管，减少无复流现象发生率。本研究结果显示，观察组与对照组术后并发症总发生率差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。取栓术的加入虽增加了手术步骤，但其操作是通过流体力学抽吸作用，避免了直接机械性剥离血栓可能导致的血管壁损伤。

本研究结果显示，年龄大是影响取栓联合高压球囊腔内成形术治疗效果的危险因素。随着年龄增长，患者血管内膜细胞增殖与凋亡失衡，基质金属蛋白酶表达上调，导致细胞外基质降解加速，血管重塑能力受损。老年患者血管内皮一氧化氮合成减少，

表 1　两组术后 1、3、6 及 12 个月通畅率比较　例(%)

组别	例数	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月
观察组	63	61(96.82)	57(90.47)	53(84.12)	43(68.20)
对照组	63	58(93.65)	47(74.60)	40(63.49)	32(50.79)
χ^2 值		0.70	5.50	6.93	3.98
P 值		＞ 0.05	＜ 0.05	＜ 0.05	＜ 0.05

表 2　观察组术后 12 个月通畅与非通畅患者临床资料比较

项目	非通畅组（n=20）	通畅组（n=43）	χ^2（Z）[t]值	P 值
性别（男/女，例）	9/11	17/26	1.47	＞0.05
年龄（岁）	60.13±9.07	56.25±8.22	[3.84]	＜0.05
BMI（kg/m²）	23.03±2.63	22.93±2.12	[0.23]	＞0.05
原发病[例（%）]			1.43	＞0.05
高血压肾病	4（20.00）	12（27.91）		
糖尿病肾病	7（35.00）	12（27.91）		
慢性肾小球肾炎	2（10.00）	8（18.60）		
梗阻性肾病	7（35.00）	11（25.58）		
吸烟史[例（%）]	8（40.00）	15（34.88）	0.20	＞0.05
高血压[例（%）]	10（50.00）	12（28.21）	7.40	＜0.05
糖尿病[例（%）]	7（35.00）	6（13.95）	7.58	＜0.05
内瘘使用时间（月）	25.83（20.70，30.26）	25.00（22.00，27.00）	（1.70）	＞0.05
透析时间（年）	2.33（2.00，2.75）	2.25（2.08，2.42）	（1.65）	＞0.05
AVF 方向[例（%）]			1.03	＞0.05
左	12（60.00）	32（74.42）		
右	8（40.00）	11（25.58）		
狭窄数目[例（%）]			4.26	＜0.05
单发	6（30.00）	23（54.49）		
多发	14（70.00）	20（46.51）		
吻合口狭窄[例（%）]	7（35.00）	7（16.27）	4.43	＜0.05
穿刺段狭窄[例（%）]	6（30.00）	10（23.25）	0.39	＞0.05
静脉流出道狭窄[例（%）]	8（40.00）	15（34.88）	0.19	＞0.05
动脉供血端狭窄[例（%）]	4（20.00）	6（13.95）	0.42	＞0.05

注：BMI 为体质量指数，AVF 为动静脉内瘘

表 3　影响取栓联合高压球囊腔内成形术治疗效果的多因素分析

项目	β值	SE 值	Wald χ^2 值	P 值	OR 值（95% CI）
年龄	0.052	0.026	7.29	＜0.05	1.054（1.002 ～ 1.108）
高血压	1.203	0.511	5.53	＜0.05	3.329（1.222 ～ 9.066）
糖尿病	1.349	0.486	7.50	＜0.05	0.145（0.051 ～ 0.410）
狭窄数目单发	−1.993	0.531	10.59	＜0.05	0.154（0.051 ～ 0.410）

内皮依赖性舒张功能下降，术后血管痉挛发生率增加，进一步加剧血流动力学紊乱[8]。老年患者血管内皮祖细胞数量减少，迁移能力下降，术后内皮修复速度减缓，且炎症调控能力减弱，术后C反应蛋白水平持续升高，促进血管平滑肌细胞迁移和增殖，导致再狭窄发生率增加[9-10]。此外，老年患者侧支循环建立能力不足，一旦发生再狭窄，缺血耐受时间缩短，功能恢复难度增大。

本研究结果显示，高血压也是影响取栓联合高压球囊腔内成形术治疗效果的危险因素。内皮细胞在持续高压刺激下，表达血管紧张素Ⅱ水平升高，通过AT1受体介导促进血管平滑肌细胞由收缩表型向合成表型转化。这种表型转化使 VSMC 增殖能力增强，分泌大量细胞外基质（如胶原Ⅰ、Ⅲ型），导致血管中膜增厚、管腔狭窄[11]。高血压导致的血管钙化使血管脆性增加，术中破裂风险升高，术后血管扩张耐受力下降。高血压患者 AVF 血流速度加快，湍流形成增加，导致血管内皮细胞损伤，进而导致内皮下胶原暴露，激活血小板聚集和凝血酶生成，促进血栓形成[12]。湍流产生的低剪切应力区域（如血管分叉处）使内皮细胞表达 von Willebrand 因子增多，进一步加剧血小板黏附，使血栓负荷加重。同时，血流动力学紊乱还导致血管壁张力分布不均，使球囊扩张后血管壁应力集中，增加内膜撕裂风险。

本研究结果显示，糖尿病是影响取栓联合高压球囊腔内成形术治疗效果的危险因素。长期高血糖状态导致血管内皮细胞功能障碍，表现为一氧化氮生物利用度下降，内皮依赖性舒张功能受损，进而使血管对剪切应力的适应性减弱，易发内膜损伤[13]。高血糖激活多元醇通路、蛋白激酶 C 通路及晚期糖基

化终产物形成，促进血管壁基质金属蛋白酶表达上调，导致细胞外基质降解加速，血管重构失衡[14]。糖尿病导致的血管中层钙化使血管脆性增加，术中破裂风险升高，术后血管扩张耐受力下降[15]。糖尿病患者常合并胰岛素抵抗，导致凝血因子Ⅷ、纤维蛋白原水平升高，抗凝血酶Ⅲ活性降低，凝血-纤溶系统失衡[16]。高血糖还通过激活血小板膜糖蛋白Ⅱb/Ⅲa 受体，增强血小板聚集能力，使血栓负荷加重。糖尿病患者红细胞变形能力下降，血液黏度增加，进一步加剧血栓形成风险。糖尿病患者常需使用多种药物，如胰岛素、口服降糖药、降压药及调脂药，这些药物可能影响 AVF 狭窄治疗。

本研究显示，狭窄数目为单发是影响取栓联合高压球囊腔内成形术治疗效果的保护因素。单发狭窄病变定位精准，手术路径规划简单，医生可通过单次血管穿刺完成全程操作，减少穿刺相关并发症（如血肿、假性动脉瘤）风险。单发狭窄的球囊扩张可实现“点对点”精准塑形，避免多发狭窄需多球囊分段扩张导致的血管壁反复机械性损伤，有助于提升血管重塑效果。单发狭窄解除后，血管壁切应力分布均匀，避免多发狭窄导致的湍流及低切应力区域，减少血小板聚集及血栓复发风险。

综上所述，取栓联合高压球囊成形术可显著提高 AVF 狭窄伴血栓形成患者的中短期通畅率，年龄、高血压、糖尿病是影响治疗效果的独立危险因素，而单发狭窄病变则为保护性因素。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

参　考　文　献

[1] 宿敬存,王海洋,李军波,等.经皮腔内血管成形术治疗自体动静脉内瘘失功的临床疗效分析[J].实用放射学杂志,2025,41(4):656-659.

[2] Arasu R, Jegatheesan D, Sivakumaran Y. Overview of hemodialysis access and assessment[J]. Can Fam Physician, 2022, 68(8): 577-582.

[3] 阮强,李昭辉,黄强,等.Fogarty 导管取栓联合高压球囊腔内成形术在老年血液透析患者自体动静脉内瘘狭窄伴血栓形成中的应用[J].中华老年多器官疾病杂志,2021,20(12):903-907.

[4] Lok C E, Yuo T, Lee T. Hemodialysis vascular access: Core curriculum 2025[J]. Am J Kidney Dis, 2025, 85(2): 236-252.

[5] 万梓鸣,甘华.血液透析患者自体动静脉内瘘成熟的生理生化因素研究进展[J].中华肾脏病杂志,2024,40(8):675-679.

[6] Thomas S D, Sideris A, Narroway H, et al. Arteriovenous fistula formation with adjuvant endovascular maturation[J]. J Vasc Surg, 2022, 75(2): 641-650.e2.

[7] 陈立洲,姚立正,李文会,等.自体动静脉内瘘阻塞介入治疗疗效和术后通畅率影响因素分析[J].医学影像学杂志,2022,32(3):500-504.

[8] Ekart R, Varda L, Vodosek Hojs N, et al. Early detection of arteriovenous fistula stenosis in hemodialysis patients through routine measurements of dialysis dose (kt/V)[J]. Blood Purif, 2022, 51(1): 15-22.

[9] 全梓林,宋利,钟春花,等.AVF 血栓形成患者使用尿激酶溶栓治疗效果及影响因素[J].中国中西医结合肾病杂志,2022,23(4):358-360.

[10] 陈芽,魏嵬,李冰城,等.动静脉内瘘重建术和经皮球囊扩张术治疗自体动静脉内瘘狭窄效果及术后内瘘低血流量影响因素分析[J].临床误诊误治,2025,38(7):50-54.

[11] 詹申,赵彬,王慧,等.外周切割球囊治疗动静脉内瘘长段狭窄的疗效及治疗后再狭窄的影响因素[J].中华肾脏病杂志,2024,40(7):533-539.

[12] Behera M R, John E E, Thomas A, et al. Difficult cannulation of hemodialysis arteriovenous fistula - Role of imaging in access management (DICAF STUDY)[J]. J Vasc Access, 2022, 23(6): 877-884.

[13] Yao C L, Tan Z L, Miao P, et al. Surgical repair of a special category of arteriovenous fistula outflow stenosis caused by venous valve hyperplasia[J]. Vascular, 2022, 30(5): 914-919.

[14] 黎淮,闫军放,张丹凤,等.超声引导下动静脉内瘘球囊扩张术疗效及通畅率影响因素分析[J].现代生物医学进展,2022,22(16):3122-3125,3136.

[15] Xu Y, Korayem A, Cruz-Solbes A S, et al. Inhibition of endothelial-to-mesenchymal transition in a large animal preclinical arteriovenous fistula model leads to improved remodelling and reduced stenosis[J]. Cardiovasc Res, 2024, 120(14): 1768-1779.

[16] Yan R W, Song A N, Zhang C. The pathological mechanisms and therapeutic molecular targets in arteriovenous fistula dysfunction[J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(17): 9519.

收稿日期：2025-10-28

（本文编辑：钟美春）