

动静脉内瘘血管瘤样扩张对经皮血管成形术后通畅率影响的临床研究

范 译¹, 李 栋², 罗旭阳³, 罗 欢³, 王旭东¹, 杜娇娇⁴, 林李琴⁵, 邓 菲^{1,3,5}

1. 川北医学院临床医学院, 四川 南充 637100; 2. 成都高新华南医院, 四川 成都 610093; 3. 四川省医学科学院·四川省人民医院(电子科技大学附属医院)肾脏内科, 四川 成都 610072; 4. 成都中医药大学医学与生命科学学院, 四川 成都 610075; 5. 成都市新津区人民医院(四川省人民医院新津医院)肾脏内科, 四川 成都 611430

【摘要】 目的 探讨动静脉内瘘(AVF)血管瘤样扩张对经皮血管成形术(PTA)术后 12 个月内瘘通畅率的影响。**方法** 回顾性收集 2023 年 1 月至 2025 年 1 月因 AVF 失功于四川省人民医院成功接受经皮穿刺球囊扩张术(PTA)治疗的维持性血液透析患者的临床资料,并随访 PTA 术后 12 个月的内瘘通畅情况。根据术前超声评估,将患者分为非瘤样扩张组和瘤样扩张组,比较两组基线特征、病史、合并症、血清学指标、超声影像学资料与通畅率差异。进一步将瘤样扩张组分为轻度扩张组与重度扩张组,比较两组通畅率的差异。采用 Cox 比例风险模型分析 PTA 术后内瘘再狭窄的危险因素。**结果** 本研究共纳入 82 例患者,其中非瘤样扩张组 60 例,瘤样扩张组 22 例。两组血镁水平、吻合口内径、透析龄、AVF 使用时间、糖尿病患病率比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。非瘤样扩张组术后 12 个月的通畅率明显高于瘤样扩张组($P=0.037$),重度瘤样扩张组 PTA 术后 12 个月的通畅率低于轻度扩张组($P=0.011$)。Cox 单因素分析提示高血磷与合并附壁血栓可能与再狭窄有关($P<0.05$)。**结论** PTA 术前血管瘤样扩张的患者术后 12 个月内更易发生再狭窄,且重度扩张与 PTA 术后 12 个月通畅率降低显著相关。

【关键词】 维持性血液透析;瘤样扩张;经皮腔内血管成形术

【中图分类号】 R318.6

【文献标志码】 A

【文章编号】 1672-6170(2026)04-0146-06

Clinical study on the impact of aneurysmal dilatation of arteriovenous fistula on patency rate after percutaneous angioplasty FAN Yi¹, LI Dong², LUO Xu-yang³, LUO Huan³, WANG Xu-dong¹, DU Jiao-jiao⁴, LIN Li-qin⁵, DENG Fei^{1,3,5} 1. School of Clinical Medicine, North Sichuan Medical College, Nanchong 637100, China; 2. Chengdu High Tech South China Hospital, Chengdu 610093, China; 3. Department of Nephrology, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital (Affiliated Hospital of University of Electronic Science and Technology of China), Chengdu 610072, China; 4. College of Medicine and Life Sciences, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610075, China; 5. Department of Nephrology, Sichuan Provincial People's Hospital Xinjin Hospital (Chengdu Xinjin District People's Hospital), Chengdu 611430, China

【Corresponding author】 DENG Fei

【Abstract】 Objective To investigate the effect of aneurysmal dilation in autologous arteriovenous fistulas (AVF) on the 12-month patency rate after percutaneous transluminal angioplasty (PTA). **Methods** Clinical data from maintenance hemodialysis patients who underwent PTA in the Sichuan Provincial People's Hospital due to AVF failure between January 2023 and January 2025 were retrospectively collected. Patency of the AVF was followed up for 12 months after PTA. Based on preoperative ultrasound assessments, the patients were divided into a non-aneurysmal dilation group and an aneurysmal dilation group. Baseline characteristics, medical history, comorbidities, serological indicators, ultrasonographic findings and patency rates were compared between the two groups. The aneurysmal dilation group was further divided into a mild dilation subgroup and a severe dilation subgroup for patency comparison. A Cox proportional hazards model was used to analyze risk factors for restenosis after PTA. **Results** A total of 82 patients were enrolled in this study. Among the 82 patients, 60 in the non-aneurysmal dilation group and 22 in the aneurysmal dilation group. There were significant differences in serum magnesium levels, anastomotic inner diameter, dialysis age, duration of AVF use, and prevalence of diabetes mellitus between the two groups ($P<0.05$). The 12-month patency rate was significantly higher in the non-aneurysmal dilation group than that in the aneurysmal dilation group ($P=0.037$). Furthermore, patients in the severe aneurysmal dilation subgroup exhibited a significantly lower 12-month patency rate after PTA compared to those in the mild dilation subgroup ($P=0.011$). Univariate Cox analysis indicated that hyperphosphatemia and the presence of mural thrombus were also associated with restenosis ($P<0.05$). **Conclusions** Patients with preoperative aneurysmal dilation are more prone to restenosis within 12 months after PTA. Severe aneurysmal dilation is significantly associated with reduced 12-month patency rates following PTA.

【Key words】 Maintenance hemodialysis; Aneurysmal dilation; Percutaneous transluminal angioplasty

【基金项目】 四川省科技厅科研课题重点项目(编号: 2019YFH0069); 四川省医学会肾病专项课题(编号: 2024SY04)

【通讯作者】 邓 菲

自体动静脉内瘘(autologous arteriovenous fistula, AVF)作为血液透析患者首选的血管通路,是维持性血液透析患者的生命线,其通畅性直接决定透析效果及患者预后^[1-3]。AVF 最主要的并发症是狭

窄,通过限制血流、提升静脉压,最终引发透析不充分^[4]。经皮腔内血管成形术(percutaneous transluminal angioplasty, PTA)因其创伤小、术后快速康复、节约血管通路资源以及可多次施行的特点,成为治疗 AVF 狭窄的首选方案^[5]。然而,PTA 术后再狭窄率高,术后 12 个月通畅率仅为 51.5%^[6],现有研究提示,钙磷代谢紊乱、内膜增生、血管壁病变等可能与再狭窄相关^[7,8],其中,瘤样扩张作为 AVF 常见的形态学改变^[9],其临床意义存在争议。瘤样扩张的形成与反复穿刺损伤、血流动力学改变及血管壁结构异常相关^[10],它不仅增加破裂风险,其瘤体内异常血流还可能促进血栓形成,潜在的合并隐匿性狭窄以及扩张血管壁的结构薄弱也可能影响 PTA 效果。目前缺乏充分证据明确瘤样扩张本身是否为 PTA 术后再狭窄的独立危险因素。因此,本研究旨在评估瘘静脉瘤样扩张对 PTA 术后 12 个月内瘘通畅率的影响,并系统筛选影响 PTA 术后再狭窄的独立危险因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 1 月至 2025 年 1 月于四川省人民医院肾内科成功行 PTA 术治疗的 AVF 狭窄患者。纳入标准:①年龄 18~80 岁,住院患者;②首次行 PTA,并在手术中确认将狭窄处扩张完全;③术后完成至少 12 个月随访,随访数据完整;④AVF 术式为头静脉-桡动脉端侧吻合,狭窄处位于近吻合口静脉段。排除标准:①移植血管内瘘;②既往动静脉内瘘 PTA 史;③严重心肺功能不全、脑血管意外急性期、严重凝血功能障碍、急性感染期;④患者失访或在术后 12 个月内死亡。本研究所有患者均签署知情同意书,并经四川省人民医院伦理委员会批准[伦审(研)2025 年第 441 号]。

1.2 手术方法 所有患者手术均由四川省人民医院肾内科相同两名医师施行,向患者及家属详细说明实施医疗操作的必要性及相关风险因素,指导患者签署手术治疗知情同意书。术前均通过超声检查评估内瘘血管状态。患者采取平卧体位,将造瘘侧上肢置于外展位,执行标准皮肤消毒并铺设无菌单,采用 2% 浓度利多卡因实施局部浸润麻醉后,在超声引导下选择合适的入路穿刺置入血管鞘,选取匹配规格的球囊扩张导管,沿导丝引导将导管精准定位至血管狭窄段,采用正常工作压(通常为 14~24 atm)予以扩张,直至球囊切迹消失,并维持压力 60~90 秒,反复扩张 2~3 次。术后即刻再次行血管超声检查,如显示内瘘血流通畅、触诊局部震颤增强后依次取出球囊、导丝及血管鞘,局部压迫止血。记录手术日期及术前超声影像结果。

1.3 研究方法 通过病历回顾收集患者基线资料、合并症及相关血清学指标。通过术前超声影像学检查收集患者内瘘血管资料;术后通过超声、听诊与触诊综合判定 AVF 通畅性。随访 1 年,记录 PTA 术后 6、9、12 个月再干预率。依据术前超声影像学标准将患者分为非瘤样扩张组和瘤样扩张组,比较两组患者的基线特征、合并症、相关血清学指标、术前影像学指标及术后通畅率差异。采用 Cox 比例风险模型探索包括瘤样扩张在内的多个变量与再狭窄的关联。

1.4 相关定义 ①瘤样扩张:本研究采用 Pasklinsky 等^[11]对 AVF 瘤样扩张的定义:瘘体内径>周边正常内瘘血管内径的 3 倍或绝对内径 ≥ 2 cm。本研究进一步将其按严重程度分级:轻度瘤样扩张:瘤样扩张部位内径/正常瘘体内径的比值=3.0~3.4;重度瘤样扩张:比值 ≥ 3.5 。②成熟 AVF:内瘘透析过程中易于穿刺,且不易渗血,血流动力学参数达标,泵控流速 ≥ 200 ml/min,可支持每周 ≥ 3 次规律性血液透析治疗的需求^[12]。③需要干预的内瘘狭窄:局部狭窄率超过附近正常血管的 50%,内瘘有效循环血流量持续低于 500 ml/min;同时伴有透析过程中静脉压进行性升高及尿素清除指数(Kt/V)等透析充分性核心指标显著下降;临床查体可见内瘘血管震颤减弱或消失等失功体征^[3]。④狭窄处扩张完全:内瘘狭窄术后扩开完全,超声示血流通畅良好,触诊震颤显著,可达透析使用标准。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 25.0 软件分析数据。正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;非正态分布计量资料以中位数(P25, P75)描述,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以例数(%)表示,组间比较采用卡方检验。通过 Kaplan-Meier 法构建生存曲线,组间生存率差异采用 Log-rank 时序检验评估。Cox 比例风险模型分析影响 PTA 后通畅率的独立危险因素。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料 研究共纳入 82 例患者,其中男 45 例、女 37 例,年龄(59.22 $\pm$ 12.08)岁,糖尿病 34 例(41.5%),高血压 65 例(79.3%),22 例(28.8%)患者动静脉内瘘瘘体存在瘤样扩张,62 例(75.6%)患者的动静脉内瘘位于左上肢,48 例(58.5%)患者动静脉内瘘的瘘体合并附壁血栓。所有患者均完成随访,无中途失访或死亡案例。48 例(58.5%)出现内瘘再狭窄,82 例患者术后 3、6、9、12 个月的通畅率分别为 93.9%、75.6%、59.8%、41.5%。

2.2 瘤样扩张组与非瘤样扩张组临床资料的比较
与非瘤样扩张组比较,瘤样扩张组血镁水平、吻合口内径、头静脉最大内径、透析龄、AVF 使用时间、

合并糖尿病比例更高,差异有统计学意义($P < 0.05$)。瘤样扩张组术后 12 个月通畅率低于非瘤样扩张组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 瘤样扩张组与非瘤样扩张组临床资料及实验室指标比较

项目	瘤样扩张组($n=22$)	非瘤样扩张组($n=60$)	统计量	P
性别(男/女, n)	13/9	32/28	$\chi^2=0.216$	0.642
年龄(岁)	61.18±12.46	58.50±11.97	$t=0.889$	0.377
血红蛋白(g/L)	120.59±22.85	112.98±19.16	$t=1.512$	0.135
血钙(mmol/L)	2.20±0.26	2.22±0.24	$t=-0.285$	0.777
血磷(mmol/L)	1.68±0.71	1.70±0.51	$t=-0.14$	0.889
白细胞($\times 10^9/L$)	6.33(5.19,7.77)	6.24(5.16,7.27)	$Z=0.377$	0.706
血小板($\times 10^9/L$)	168.50(121.50,201.00)	161.00(109.25,203.75)	$Z=0.481$	0.63
中性粒细胞($\times 10^9/L$)	4.70(3.72,5.56)	4.49(3.76,5.36)	$Z=0.173$	0.863
淋巴细胞($\times 10^9/L$)	0.92(0.74,1.24)	1.00(0.76,1.23)	$Z=-0.361$	0.718
NLR	5.03(3.20,6.23)	4.55(3.45,5.93)	$Z=0.345$	0.73
白蛋白(g/L)	40.70(38.15,43.77)	41.60(39.22,44.45)	$Z=-0.466$	0.641
CRP(mg/L)	3.90(1.82,7.72)	2.76(1.31,6.62)	$Z=0.392$	0.695
钙磷乘积(mmol^2/L^2)	3.38(2.74,4.06)	3.55(3.07,4.52)	$Z=-0.722$	0.47
血镁(mmol/L)	1.08(0.88,1.20)	0.92(0.82,0.96)	$Z=2.424$	0.015
吻合口内径(mm)	3.40(2.92,3.98)	2.80(2.30,3.40)	$Z=2.882$	0.004
头静脉正常瘵体内径(mm)	3.30(2.45,4.60)	3.60(2.90,4.23)	$Z=-0.524$	0.6
肢侧(左/右, n)	18/4	44/16	$\chi^2=0.628$	0.428
糖尿病[$n(\%)$]	3(13.6)	31(51.7)	$\chi^2=9.592$	0.002
高血压[$n(\%)$]	18(81.8)	31(78.3)	$\chi^2=0.119$	0.73
透析龄>1年[$n(\%)$]	17(77.3)	23(38.3)	$\chi^2=9.769$	0.002
AVF 使用时间>1年[$n(\%)$]	16(72.7)	19(31.7)	$\chi^2=11.094$	0.001
瘵体合并附壁血栓[$n(\%)$]	15(68.2)	33(55.0)	$\chi^2=1.152$	0.283
术后 12 个月通畅率[$n(\%)$]	5(22.7)	29(48.3)	$\chi^2=4.349$	0.037

2.3 PTA 术后再狭窄的危险因素分析
将 PTA 术后 12 个月需临床干预的再狭窄定义为终点事件,以再狭窄发生时长作为生存时间,行 Cox 单因素回归

分析,结果显示血管瘤样扩张、高血磷、合并附壁血栓是 PTA 术后再狭窄的危险因素($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 PTA 术后通畅率影响因素分析

变量	β	SE	Wald χ^2	P	HR	95%CI
年龄	-0.001	0.013	0.012	0.914	0.999	0.974~1.023
白细胞	-0.005	0.070	0.006	0.940	0.995	0.868~1.14
血红蛋白	-0.003	0.007	0.168	0.682	0.997	0.984~1.011
血小板	0.001	0.002	0.215	0.643	1.001	0.997~1.005
中性粒细胞	0.006	0.083	0.004	0.947	1.006	0.854~1.184
淋巴细胞	0.224	0.286	0.612	0.434	1.250	0.714~2.189
NLR	-0.044	0.055	0.626	0.429	0.957	0.859~1.066
血白蛋白	0.015	0.030	0.258	0.612	1.015	0.958~1.076
CRP	0.003	0.008	0.127	0.721	1.003	0.987~1.019
血钙	-0.503	0.583	0.743	0.389	0.605	0.193~1.897
血磷	0.612	0.266	5.302	0.021	1.843	1.095~3.102
钙磷乘积	0.223	0.116	3.695	0.055	1.250	0.996~1.569
血镁	0.478	0.887	0.290	0.590	1.613	0.283~9.179
吻合口内径	-0.063	0.150	0.179	0.673	0.939	0.7~1.259
头静脉正常瘵体内径	-0.094	0.137	0.473	0.491	0.910	0.696~1.190
性别	0.220	0.296	0.554	0.457	1.246	0.698~2.224
肢侧	0.441	0.370	1.418	0.234	1.554	0.752~3.212
合并糖尿病	-0.289	0.299	0.937	0.333	0.749	0.417~1.345

变量	β	SE	Wald χ^2	P	HR	95%CI
合并高血压	-0.110	0.344	0.102	0.749	0.896	0.457~1.757
透析龄>1 年	0.320	0.290	1.220	0.269	1.377	0.78~2.431
AVF 使用时间>1 年	0.202	0.290	0.485	0.486	1.224	0.693~2.159
瘘体合并附壁血栓	0.861	0.325	6.990	0.008	2.365	1.249~4.475
瘤样扩张	0.594	0.302	3.857	0.048	1.811	1.001~3.275

2.4 两组患者 PTA 术后通畅率比较 瘤样扩张组 17 例(77.3%)、非瘤样扩张组 31 例(51.7%) 在术后 12 个月内发生了需要干预的再狭窄,两组术后 12 个月再狭窄率差异有统计学意义($\chi^2=4.349, P=0.037$)。其中瘤样扩张组患者 PTA 术后 3 个月的通畅率明显低于非瘤样扩张组,差异有统计学意义($\chi^2=7.668, P=0.006$),而术后 6、9 个月的通畅率与非瘤样扩张组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。见

表 3 瘤样扩张组与非瘤样扩张组患者术后不同时间点通畅率比较 [% (n)]

术后时间	瘤样扩张组 (n=22)	非瘤样扩张组 (n=60)	χ^2	P
6 个月	72.7 (16/22)	76.7 (46/60)	0.135	0.713
9 个月	45.5 (10/22)	65.0 (39/60)	2.557	0.110
12 个月	22.7 (5/22)	48.3 (29/60)	4.349	0.037

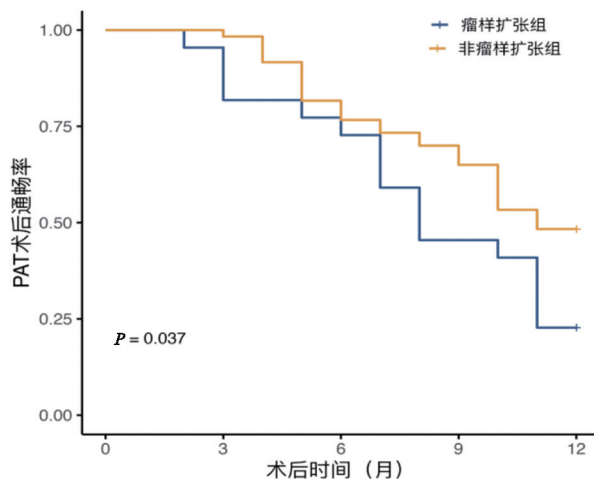


图 1 瘤样扩张组与非瘤样扩张组患者 PTA 术后 12 个月内的内瘘通畅率比较

表 3。根据两组患者 PTA 术后内瘘通畅时间绘制 Kaplan-Meier 生存曲线,结果显示,非瘤样扩张组患者 PTA 术后 12 个月内的内瘘通畅率明显高于瘤样扩张组,差异有统计学意义($\chi^2=4.333, P=0.037$),见图 1。将瘤样扩张组分为轻度扩张组 13 例(59.1%)与重度扩张组 9 例(40.9%)。重度扩张组的患者 PTA 术后 12 个月内的内瘘通畅率明显低于轻度扩张组的患者($\chi^2=6.396, P=0.011$)。见图 2。

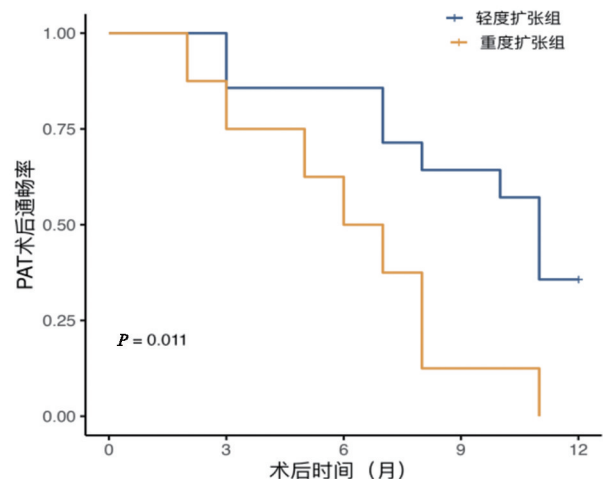


图 2 轻度扩张组与重度扩张组患者 PTA 术后 12 个月内的内瘘通畅率比较

3 讨论

PTA 凭借其微创性、术后恢复快、血管资源消耗少及可重复操作的优势,已成为主流治疗方式,但其长期通畅率欠佳,常在术后数月到一年内出现再狭窄^[13]。PTA 术后再狭窄的原因主要源于球囊扩张对血管壁的直接机械损伤,表现为球囊加压撕裂血管内膜、内弹性膜及部分中膜,导致内皮细胞和血管平滑肌细胞受损^[14]。受损细胞释放生长因子,刺激血管平滑肌细胞增殖并向内膜迁移,与增生的内膜细胞、巨噬细胞、淋巴细胞及胶原蛋白共同形成新生内膜^[15]。此外,血管壁撕裂导致组织因子释放和胶原暴露,激活外源性凝血系统并引发血小板聚集黏附,形成血小板栓子,进一步诱导血栓

形成。最终,这些生物反应共同促成新生内膜增生和血管再狭窄^[16]。本研究显示瘤样扩张组患者术后 12 个月内瘘再次失功率高达 77.3%,显著高于非瘤样扩张组的 51.7%。更深入的分析还发现,即使在瘤样扩张组内,病变的严重程度亦与预后相关,重度扩张患者的 12 个月内瘘通畅率显著低于轻度扩张患者。这表明瘘静脉的瘤样扩张不仅是血管病变的标志,更是术后再狭窄的重要病理基础。其潜在机制可能与瘤样扩张区域异常的血流动力学(如血流淤滞、涡流形成)促进血小板活化和凝血有关^[17];瘤样扩张形成导致的血管壁结构损伤(如内皮功能受损、中膜破坏)使其对 PTA 的机械损伤更敏感^[18],修复能力下降;瘤体内低剪切力环境和内

皮损伤为内膜平滑肌细胞的迁移、增殖及基质沉积创造了有利条件^[19],加速再狭窄进程;此外,对于形态复杂的瘤样扩张血管,尤其是重度病例,PTA 球囊可能难以实现均匀有效的扩张,术后弹性回缩或内膜撕裂风险增高,且瘤体本身作为无效腔持续存在,限制了血流动力学的根本改善。

高血磷作为另一个独立危险因素,可直接或间接促进血管平滑肌细胞向成骨形成表型转化,诱发血管钙化^[20,21]。血管钙化导致血管壁顺应性降低,削弱 PTA 的扩张效果,同时损害内皮功能,加剧局部炎症反应和内膜增生,共同促使术后再狭窄发生风险增加^[22]。术前超声检出附壁血栓同样被确定为重要的独立危险因素。附壁血栓的存在表明局部存在活跃的血栓形成倾向或近期血栓事件。PTA 操作本身作为一种血管内皮损伤,易导致这些血栓脱落,成为新发血栓的核心。即使血栓未脱落,其作为异物存在于管壁,会持续引发强烈的炎症反应和促凝状态刺激内膜过度增生,从而大大增加术后早期再闭塞和再狭窄的风险。

本研究将患者分为瘘静脉非瘤样扩张组和瘤样扩张组进行生存分析,发现瘤样扩张组患者表现出更低的血镁水平、更大的吻合口内径、更长的透析龄及 AVF 使用时间,且合并糖尿病比例更高,这些差异反映了瘤样扩张的形成可能与长期反复穿刺^[23]、代谢紊乱及吻合口部位血流动力学^[24]改变密切相关,为理解瘤样扩张的病理生理基础提供了临床线索。

本研究作为一项单中心回顾性观察性研究,存在一定局限性。因样本量相对较小,多个协变量的加入会分摊自由度而降低模型的统计功效,故未构建多变量模型。本文未系统记录 PTA 手术细节,如高压球囊使用、切割球囊应用,以及 AVF 狭窄病理亚型,这可能导致瘤样扩张与预后的关联分析存在偏倚。此外,目前对于内瘘血管瘤样扩张的分型及严重程度分级的定义尚缺乏完全统一、量化的标准,未来研究需整合手术参数及病理改变,建立更规范化的评估体系。

综上所述,动静脉内瘘血管瘤样扩张是影响 AVF 狭窄 PTA 术后发生再狭窄的独立危险因素,其存在及严重程度与术后通畅率降低密切相关。因此在术前综合评估患者血管结构特征对于精准预测预后和指导临床决策有重要意义。对于存在内瘘血管瘤样扩张的患者,在术前充分告知其风险,以便制定个体化的治疗和随访方案。对于重度瘤样扩张患者可积极评估在 PTA 同期处理瘤体的可行性,未来需更大规模前瞻性研究验证其获益风险比。

【参考文献】

- [1] Tsai HC, Ou SM, Wu CC, et al. Pentraxin 3 predicts arterio-venous fistula functional patency loss and mortality in chronic hemodialysis patients[J]. *Am J Nephrol*, 2022, 53(2/3): 148-156.
- [2] Sequeira A, Nalayan M, Vachharajani TJ. Vascular access guidelines: summary, rationale, and controversies[J]. *Tech Vasc Interv Radiol*, 2017, 20(1): 2-8.
- [3] 金其庄, 王玉柱, 叶朝阳, 等. 中国血液透析用血管通路专家共识(第2版)[J]. *中国血液净化*, 2019, 18(6): 365-381.
- [4] Xue H, Ix JH, Wang WL, et al. Hemodialysis access usage patterns in the incident dialysis year and associated catheter-related complications[J]. *Am J Kidney Dis*, 2013, 61(1): 123-130.
- [5] Aktas A, Bozkurt A, Aktas B, et al. Percutaneous transluminal balloon angioplasty in stenosis of native hemodialysis arterio-venous fistulas: technical success and analysis of factors affecting postprocedural fistula patency[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2015, 21(2): 160-166.
- [6] Kocaaslan C, Oztekin A, Bademci MS, et al. A retrospective comparison analysis of results of drug-coated balloon versus plain balloon angioplasty in treatment of juxta-anastomotic de novo stenosis of radiocephalic arteriovenous fistulas[J]. *The Journal of Vascular Access*, 2020, 21: 596-601.
- [7] 贺丹, 葛俭俭, 万梓鸣, 等. 钙磷代谢紊乱对血液透析患者动静脉内瘘球囊扩张术的影响[J]. *广东医学*, 2019, 40(8): 1147-1150.
- [8] 邢聪聪, 黄晓光, 吕欣, 等. AVF 狭窄患者头静脉内膜厚度与球囊扩张术后初级通畅率的分析研究[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2023, 24(11): 1008-1010.
- [9] Al-Jaishi AA, Liu AR, Lok CE, et al. Complications of the arterio-venous fistula: A systematic review[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2017, 28(6): 1839-1850.
- [10] Allon M, Robbin ML, Umphrey HR, et al. Preoperative arterial microcalcification and clinical outcomes of arteriovenous fistulas for hemodialysis[J]. *Am J Kidney Dis*, 2015, 66(1): 84-90.
- [11] Pasklinsky G, Meisner RJ, Labropoulos N, et al. Management of true aneurysms of hemodialysis access fistulas[J]. *J Vasc Surg*, 2011, 53(5): 1291-1297.
- [12] Kukita K, Ohira S, Amano I, et al. 2011 update Japanese society for dialysis therapy guidelines of vascular access aonstruction and repair for chronic hemodialysis[J]. *Ther Apher Dial*, 2015, 19(Suppl 1): 1-39.
- [13] Aktas A, Bozkurt A, Aktas B, et al. Percutaneous transluminal balloon angioplasty in stenosis of native hemodialysis arteriovenous fistulas: technical success and analysis of factors affecting postprocedural fistula patency[J]. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 2015, 21(2): 160.
- [14] Chiba, Emiko et al. Efficacy of ultrasound-guided axillary brachial plexus block for analgesia during percutaneous transluminal angioplasty for dialysis access[J]. *Cardiovascular and Interventional Radiology*, 2016, 39: 1407-1412.
- [15] 迟雁青, 李闫, 郭藏卉, 等. PTA 球囊扩张压力对动静脉内瘘狭窄 PTA 术后通畅率的影响及其危险因素分析[J]. *解放军医学杂志*, 2021, 46(11): 1085-1091.
- [16] Brahmabhatt A, Remuzzi A, Franzoni M, et al. The molecular mechanisms of hemodialysis vascular access failure[J]. *Kidney international*, 2016, 89(2): 303.