· 临床研究 ·

Efficacy of transcatheter embolization for treating pulmonary tuberculosis complicated with pulmonary arterial pseudoaneurysm and analysis of risk factors for recurrent massive hemoptysis

WU Jingqiang[1], *ZHANG Hui*[1*], *LIU Deqing*[2], *LIANG Ruiyun*[1], *YANG Hongzhi*[1], *FANG Weijun*[1]

(1.*Department of Radiology*, 2.*Department of Third District of Tuberculosis Internal Medicine*, *Guangzhou Chest Hospital*, *Guangzhou* 510095, *China*)

[**Abstract**] **Objective** To observe the efficacy of transcatheter embolization for treating pulmonary tuberculosis complicated with pulmonary arterial pseudoaneurysm (PAP), and to analyze the risk factors for recurrent massive hemoptysis. **Methods** Totally 42 patients with pulmonary tuberculosis complicated with PAP and massive hemoptysis were retrospectively enrolled, and the clinical success rate and adverse reactions after transcatheter embolization were recorded. The patients were divided into recurrence group and non-recurrence group according to the presence of recurrent massive hemoptysis requiring clinical intervention during follow-up period or not. Multivariate logistic regression analysis was performed to screen the independent risk factors for recurrent massive hemoptysis after treatments. **Results** After transcatheter embolization, recurrent massive hemoptysis occurred in 10 cases (recurrence group) 0.1—42.7 months (with a median time of 1.0 month) later but not in 32 cases (non-recurrence group), and the success rate of transcatheter embolization for treating pulmonary tuberculosis complicated with PAP was 76.19% (32/42). Mild adverse reactions such as chest tightness and chest pain were noticed in 15 cases (15/42, 35.71%) within 3 days after treatment, while no grade 3 nor higher adverse reactions occurred. PAP type C/D and high C-reactive protein (CRP) level were both independent risk factors for recurrent massive hemoptysis after treatment (OR=16.519, 44.327, both P<0.05). Among 17 cases complicated with pulmonary aspergillosis infection, the recurrent hemoptysis rate in 10 cases (1/10, 10.00%) underwent combination bronchoscopic aspergillosis debridement therapy was significantly lower than that in 7 cases without combination therapy (5/7, 71.43%) (P=0.018). **Conclusion** Transcatheter embolization was relatively effective and safe for treating pulmonary tuberculosis complicated with PAP, type C/D PAP and elevated CRP level after treatment were risk factors for recurrent massive hemoptysis.

[**Keywords**] tuberculosis, pulmonary; pulmonary artery; aneurysm, false; embolization, therapeutic; hemoptysis

DOI: 10.13929/j.issn.1672-8475.2025.12.006

[**基金项目**] 广州市科技计划项目(2024A03J0511、2025A03J3606)。

[**第一作者**] 吴镜强(1994—),男,广东东莞人,硕士,主治医师。研究方向:肺血管介入。E-mail: wujingqiang2020@163.com

[**通信作者**] 张晖,广州市胸科医院放射科,510095。E-mail: 449002440@qq.com

[**收稿日期**] 2025-08-18　[**修回日期**] 2025-11-08

经导管栓塞治疗肺结核相关大咯血合并肺动脉假性动脉瘤效果及大咯血复发危险因素

吴镜强[1]，张 晖[1*]，刘德情[2]，梁瑞云[1]，杨宏志[1]，方伟军[1]
（1.广州市胸科医院放射科，2.结核内三科，广东 广州 510095）

［摘 要］ **目的** 观察经导管栓塞治疗肺结核相关大咯血合并肺动脉假性动脉瘤（PAP）效果，分析其后大咯血复发的危险因素。**方法** 回顾性分析42例接受经导管栓塞治疗的肺结核合并PAP伴大咯血患者，记录治疗后临床成功率及不良反应。根据随访期间有无需要临床干预的大咯血复发划分复发组与未复发组，以多因素logistic回归分析筛选大咯血复发的独立危险因素。**结果** 经导管栓塞治疗后，10例（10/42，23.81%）于治疗后0.1～42.7个月、中位时间1.0个月复发大咯血（复发组），32例未复发大咯血（未复发组）；经导管栓塞治疗肺结核合并PAP的临床成功率为76.19%（32/42）。15例（15/42，35.71%）于治疗后3天内出现胸闷、胸痛等轻度不良反应，未见3级及以上不良反应。PAP C/D型及治疗后C反应蛋白（CRP）升高均为治疗后大咯血复发的独立危险因素（OR=16.519、44.327，P均<0.05）。17例合并肺曲霉菌感染，其中10例接受联合支气管镜下曲霉菌清除治疗者的复发咯血率（1/10，10.00%）低于7例未接受联合治疗者（5/7，71.43%）（P=0.018）。**结论** 经导管栓塞治疗肺结核相关大咯血合并PAP较为有效且安全；C/D型PAP及治疗后CRP升高均为治疗后大咯血复发的危险因素。

［关键词］ 结核，肺；肺动脉；动脉瘤，假性；栓塞，治疗性；咯血
［中图分类号］ R563.6；R815 ［文献标识码］ A ［文章编号］ 1672-8475(2025)12-0780-05

肺结核是全球重要公共卫生问题，常见症状包括咳嗽、咳痰、咯血及发热等。肺动脉假性动脉瘤（pulmonary arterial pseudoaneurysm，PAP）是引起致命性大咯血的主要病因之一[1]，在慢性纤维空洞型肺结核患者中的发生率约5%[2]、病死率高达87%[3]。既往研究[4-5]发现，经体肺动脉双途径栓塞治疗合并大咯血的PAP疗效确切，但存在5.0%～14.3%复发率，对此治疗手段较为有限。本研究观察经导管栓塞治疗肺结核相关大咯血合并PAP效果，分析治疗后复发大咯血的危险因素。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析2020年1月—2024年12月广州市胸科医院42例肺结核相关大咯血伴PAP患者，男40例、女2例，年龄26～82岁、平均（53.9±13.1）岁。纳入标准：根据WS 288—2017肺结核诊断标准[6]确诊继发性肺结核；经CT血管造影（CT angiography，CTA）确诊PAP；24 h内总咯血量>500 ml或单次咯血量>100 ml[7]；接受经导管支气管动脉/非支气管体动脉栓塞及肺动脉造影。本研究经医院伦理委员会批准（胸医伦理〔2023〕37号），所有患者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 以Siemens CiosAlpha数字减影血管造影（digital subtraction angiography，DSA）机为引导设备。嘱患者仰卧，双侧腹股沟区消毒、铺巾并行局部麻醉，采用Seldinger技术穿刺一侧股动脉，以5F Cobra/Yashiro/MIK/H1/Pigtail导管超选支气管动脉及其他可能责任动脉进行造影；明确咯血责任血管后，先以300～500 μm PVA颗粒对其远端进行栓塞，再以350～560 μm明胶海绵颗粒栓塞近端直至血流停滞。之后穿刺一侧股静脉，以5F Pigtail导管行左/右肺动脉干造影，利用H1导管及微导管对可疑荷瘤肺动脉分支进行造影，发现PAP显影后以弹簧圈进行栓塞；以复查造影确定出血责任动脉闭塞、PAP不复显影为操作成功。记录治疗后3天内不良反应。见图1。

根据CTA及DSA所见将PAP分为4型：A型，主肺动脉造影见PAP，无体肺分流；B型，选择性肺动脉分支造影见PAP而肺动脉干造影PAP不显影，存在体肺分流；C型，体动脉造影可见而选择性肺动脉造影不可见PAP，存在体肺分流；D型，体、肺动脉造影均不可见PAP，无体肺分流。

1.3 疗效评价标准 随访至复发大咯血或截至2025年6月30日。以治疗后30天内咯血完全消失或咯血量减少50%以上、无需临床干预[8]且随访期间未见大咯血复发为临床成功。根据随访期间有无需要临床干预的复发大咯血划分复发组与未复发组；以治疗后30天之内复发为早期复发、其后复发为远期复发。

1.4 统计学分析 采用SPSS 26.0统计分析软件。以$\bar{x}\pm s$表示符合正态分布的计量资料，行独立样本t

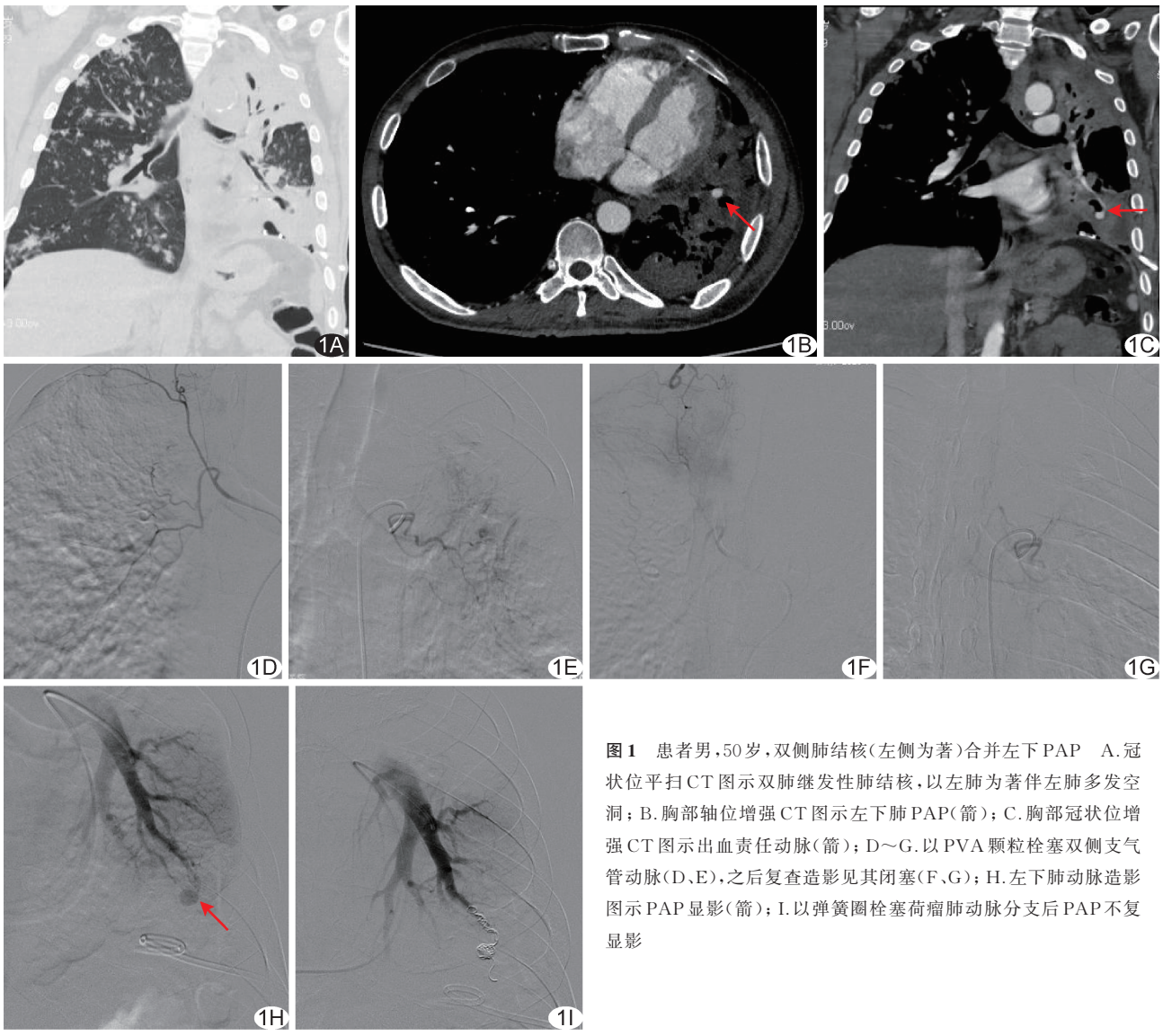

图1　患者男，50岁，双侧肺结核（左侧为著）合并左下PAP　A.冠状位平扫CT图示双肺继发性肺结核，以左肺为著伴左肺多发空洞；B.胸部轴位增强CT图示左下肺PAP（箭）；C.胸部冠状位增强CT图示出血责任动脉（箭）；D～G.以PVA颗粒栓塞双侧支气管动脉（D、E），之后复查造影见其闭塞（F、G）；H.左下肺动脉造影图示PAP显影（箭）；I.以弹簧圈栓塞荷瘤肺动脉分支后PAP不复显影

检验；以中位数（上下四分位数）表示不符合正态分布的计量资料，行Mann-Whitney U检验。以χ^2检验或Fisher精确概率法比较计数资料。采用多因素logistic回归分析筛选经血管栓塞治疗肺结核合并PAP后复发大咯血的独立危险因素。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2　结果

42例中，4例（4/42，9.52%）为A型、22例（22/42，52.38%）为B型PAP，C型及D型PAP各8例（8/42，19.05%）。对26例A/B型PAP均成功栓塞荷瘤肺动脉分支；对16例C/D型PAP因造影未见瘤体显影而未行荷瘤肺动脉分支栓塞。

治疗后3天内15例（15/42，35.71%）出现轻度胸闷、胸痛，其中5例合并发热，均属栓塞后综合征；未见3级及以上不良反应。

对42例随访0.1～68.2个月、中位随访时间2.3个月。32例治疗后30天内咯血完全消失或咯血量减少50%以上，无需临床干预且随访期间未复发大咯血（未复发组）；临床成功率为76.19%（32/42）。10例于治疗后0.1～42.7个月、中位时间1.0个月复发大咯血（复发组），包括早、远期复发各5例；其中2例经再次经导管栓塞后停止咯血，5例经保守治疗后咯血逐渐减少，3例死亡。

复发组PAP C/D型占比及治疗后C反应蛋白（C-reactive protein，CRP）均高于非复发组（P均<0.05），组间其余临床及影像学资料差异均无统计学意义（P均>0.05），见表1。多因素logistic回归分析显示，C/D型PAP及治疗后CRP升高均为经导管栓塞治

表1 42例肺结核相关大咯血合并PAP临床及影像学表现

组别	性别(例)		年龄(岁)	曲霉菌感染(例)		治疗前CRP	肺结核病程(例)		肺感染灶范围(例)	
	男	女		无	有	(mg/L)	<2年	≥2年	局限单个肺叶	累及多个肺叶
复发组(n=10)	10	0	52.2±14.4	4	6	49.37(13.41,84.88)	3	7	3	7
未复发组(n=32)	30	2	54.4±12.8	21	11	60.36(34.06,148.33)	18	14	12	20
$\chi^2/t/Z$值	—		−0.468	—		−0.856	—		—	
P值	1.000*		0.643	0.268*		0.403	0.277*		0.725*	

组别	空洞大小	PAP侧别(例)		PAP位置(例)		PAP直径	PAP分型(例)		体肺分流(例)		治疗后CRP(mg/L)
	(mm)	左	右	上/中叶	下叶	(mm)	A/B	C/D	无	有	
复发组(n=10)	3.40±1.39	5	5	8	2	14.10±6.97	3	7	4	6	90.68(53.45,125.88)
未复发组(n=32)	3.44±1.93	16	16	28	4	11.51±5.25	23	9	7	25	34.58(17.88,65.50)
$\chi^2/t/Z$值	−0.053	0		—		1.259	—		—		2.732
P值	0.958	1.000		0.616*		0.215	0.027*		0.410*		0.005

注:*:采用Fisher精确概率法

疗后大咯血复发的独立危险因素(OR=16.519、44.327,P均<0.05)。

17例合并肺曲霉菌感染,其中10例接受经导管栓塞联合支气管镜下曲霉菌清除治疗者复发咯血率(1/10,10.00%)低于7例未接受联合治疗者(5/7,71.43%)(P=0.018)。

3 讨论

咯血是肺结核常见并发症,多为累及支气管动脉所致,栓塞支气管动脉可将死亡率自30%降至3.6%[9];而在少数合并PAP者,咯血可能源于肺动脉分支[10],需行体肺动脉双途径栓塞。既往文献[4-5]报道,对于PAP,肺动脉造影的检出率仅为50.0%~75.6%,存在较高漏诊风险[11]。SHIN等[12]提出以PAP分型指导治疗:对A/B型PAP宜经体/肺动脉同步栓塞,对C/D型PAP可经体动脉予以栓塞,但存在一定复发咯血风险。

本研究发现,经导管栓塞治疗后,C/D型PAP复发大咯血风险显著高于A/B型[43.75%(7/16) *vs.* 11.54%(3/26)],为大咯血复发的独立危险因素;主要原因在于常规肺动脉造影常难以显示C/D型PAP,导致无法栓塞或栓塞不完全。本研究5例早期复发大咯血患者均合并C/D型PAP,提示对此类患者需更积极地进行早期干预。

炎症指标对于预测经导管栓塞治疗肺结核致大咯血合并PAP患者预后具有重要价值。本研究治疗前组间CRP无明显差异,而治疗后复发组CRP显著高于未复发组,与以往研究[13]结果类似;推测治疗后CRP升高与活动性肺结核未得到有效控制及栓塞不完全致持续出血引发应激反应有关[14-15]。以上结果提示,治疗后动态监测CRP更利于早期识别复发大咯血高危患者,为调整后续治疗方案提供依据。

肺结核空洞易继发曲霉菌感染,进一步加重肺部病变,是肺结核相关大咯血介入治疗后复发的危险因素之一[16]。本研究组间感染曲霉菌者占比无明显差异,可能与样本量较小有关;17例合并肺曲霉菌感染者中,接受联合支气管镜下曲霉菌清除治疗者大咯血复发率低于未接受联合治疗者,凸显了控制合并感染对于治疗肺结核相关大咯血的重要性。支气管镜治疗不仅能直接清除曲霉菌病灶,减轻局部炎症反应,还可改善气道引流。PAP合并曲霉菌感染时,可考虑将支气管镜下曲霉菌清除治疗纳入综合治疗方案。

综上,经导管栓塞治疗肺结核相关大出血合并PAP较为有效且安全;C/D型PAP及治疗后CRP升高均为大咯血复发的危险因素。但本研究为单中心、小样本回顾性分析,缺乏长期随访数据,有待后续加以完善。

利益冲突:全体作者声明无利益冲突。

作者贡献:吴镜强研究设计、撰写文章;张晖修改和审阅文章;刘德情修改文章;梁瑞云数据分析;杨宏志研究实施;方伟军指导、经费支持。

[参考文献]

[1] 王素美,杨松.致命性大咯血的病因及其选择性支气管动脉栓塞的疗效分析[J].临床肺科杂志,2016,21(10):1791-1794.

[2] CHATTERJEE K, COLACO B, COLACO C, et al. Rasmussen's aneurysm: A forgotten scourge[J]. Respir Med Case Rep, 2016,16:74-76.

[3] UGAJIN A, FUJII H, NAKAMURA H, et al. Transcatheter proximal coil blocking with n-Butyl-2-Cyanoacrylate injection *via* the pulmonary artery alone for Rasmussen's aneurysm[J]. Case

Rep Radiol, 2019, 2019: 1725238.
[4] 王宾, 文宠佩, 王爱珠, 等. 介入栓塞治疗肺动脉假陛动脉瘤伴大咯血的临床疗效分析[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2020, 43(3): 223-227.
[5] 陈珊珊, 唐晓军, 唐小莉, 等. 动脉栓塞介入治疗肺结核并发肺动脉假性动脉瘤伴大咯血三例并文献复习[J]. 中国防痨杂志, 2021, 43(8): 832-837.
[6] 肺结核诊断标准(WS 288—2017)[J/CD]. 新发传染病电子杂志, 2018, 3(1): 59-61.
[7] 邵黎明, 徐锐, 刘国平, 等. NBCA胶栓塞治疗感染相关肺动脉假性动脉瘤致大咯血[J]. 中国介入影像与治疗学, 2025, 22(4): 296-298.
[8] KETTENBACH J, ITTRICH H, GAUBERT J Y, et al. CIRSE standards of practice on bronchial artery embolisation[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2022, 45(6): 721-732.
[9] KARLAFTI E, TSAVDARIS D, KOTZAKIOULAFI E, et al. Which is the best way to treat massive hemoptysis? A systematic review and meta-analysis of observational studies[J]. J Pers Med, 2023, 13(12): 1649.
[10] 江森, 孙希文, 史景云, 等. 经肺动脉血管内栓塞治疗难治性大咯血[J]. 中华放射学杂志, 2010, 44(8): 863-866.
[11] NGUYEN E T, SILVA C I, SEELY J M, et al. Pulmonary artery aneurysms and pseudoaneurysms in adults: Findings at CT and radiography[J]. AJR Am J Roentgenol, 2007, 188(2): W126-Q134.
[12] SHIN S, SHIN T B, CHOI H, et al. Peripheral pulmonary arterial pseudoaneurysms: Therapeutic implications of endovascular treatment and angiographic classifications[J]. Radiology, 2010, 256(2): 656-664.
[13] ZHANG J, ZHENG L, ZHAO T, et al. A retrospective analysis of risk factors in recurrent hemoptysis patients with non-bronchial systematic artery feeding[J]. Ann Transl Med, 2021, 8(23): 1593.
[14] 胡春梅, 方刚, 唐晓军, 等. 经血管介入栓塞治疗结核性大咯血的疗效分析[J]. 东南大学学报(医学版), 2021, 40(6): 803-809.
[15] 钟方明, 叶波, 汪路明, 等. 经导管动脉栓塞术治疗结核性毁损肺致大咯血69例[J/CD]. 中华危重症医学杂志(电子版), 2020, 13(4): 280-283.
[16] HWANG H G, LEE H S, CHOI J S, et al. Risk factors influencing rebleeding after bronchial artery embolization on the management of hemoptysis associated with pulmonary tuberculosis[J]. Tuberc Respir Dis (Seoul), 2013, 74(3): 111-119.

严正声明

近日有不法分子冒充我社编辑，诱骗作者投稿、缴费等。《中国医学影像技术》期刊社有限公司两刊信息为：

《中国医学影像技术》 http://www.cjmit.com 《中国介入影像与治疗学》 http://www.cjiit.com

银行账户名 《中国医学影像技术》期刊社有限公司

开 户 行 招商银行股份有限公司北京清华园科技金融支行

账 号 110907929010201

支付宝账号 cjmit@mail.ioa.ac.cn(账户名同银行账户名)

作者在投稿、缴费时，请注明稿号、姓名；敬请广大作者、读者相互转告，提高警惕、谨防上当受骗。如有疑问请致电010-82547901/2/3或发邮件至cjmit@mail.ioa.ac.cn。

特此声明！

《中国医学影像技术》期刊社有限公司

2025年12月