

## • 临床研究 Clinical research •

## 电解脱水凝胶铂金弹簧圈在肺动静脉瘘栓塞中的应用

叶 凤, 李 群, 解玲玲, 于召虎, 王 松, 于春鹏, 贺西亮

**【摘要】 目的** 研究电解脱水凝胶铂金弹簧圈在肺动静脉瘘(PAVF)栓塞中的应用。**方法** 选取青岛大学附属医院 2023 年 5 月至 7 月收治的 3 例未经治疗的 PAVF 患者,应用电解脱水凝胶铂金弹簧圈联合其他弹簧圈栓塞责任血管。**结果** 3 例患者多处 PAVF 均得到有效栓塞,且 6 个月随访无再通。**结论** 电解脱水凝胶铂金弹簧圈可有效应用于 PAVF 永久性栓塞。

**【关键词】** 肺动静脉瘘;水凝胶弹簧圈;栓塞

中图分类号:R654.3 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2025)-003-0286-05

**The application of Hydrocoil Azur CX in interventional embolization of pulmonary arteriovenous fistula** YE Feng, LI Qun, XIE Lingling, YU Zhaohu, WANG Song, YU Chunpeng, HE Xiliang. Qingdao Municipal Eighth People's Hospital, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao, Shandong Province 266041, China

Corresponding author: HE Xiliang, E-mail: 1091890948@qq.com

**【Abstract】 Objective** To discuss the application of Hydrocoil Azur CX (an electrolysis dehydration gel platinum coil) in interventional embolization of pulmonary arteriovenous fistula (PAVF). **Methods** Three patients with untreated PAVF, who were admitted to the Affiliated Hospital of Qingdao University of China between May 2023 and July 2023, were selected for this study. Interventional embolization of the responsible vessels with Hydrocoil Azur CX and other spring coils was carried out for all 3 patients. **Results** Multiple PAVF lesions were effectively obstructed in 3 patients. No recanalization occurred during a follow-up period of 6 months. **Conclusion** The Hydrocoil Azur CX can effectively and permanently embolize the PAVF.

**【Key words】** pulmonary arteriovenous fistula; hydrogel-coated spring coil; embolization

肺动静脉瘘(pulmonary arteriovenous fistula, PAVF)是一种先天性肺血管畸形,是指肺动脉和肺静脉之间未经过肺部毛细血管网而直接相通,肺动脉内的静脉血未经氧合直接流入肺静脉,并经左心到达体循环,从而导致动脉血氧饱和度不同程度下降,进而引起以缺氧为主的一系列临床表现。PAVF 可单发或多发,下叶较上、中叶多见,其主要临床症状包括呼吸困难、发绀、咯血、乏力等,且不在少数的患者以反常性脑梗死、脑脓肿等并发症就诊<sup>[1-2]</sup>,可通过胸部 X 线、肺部 CT、肺动脉血管造影(CTA)诊断。

目前对于 PAVF 的治疗方法首选介入栓塞<sup>[3]</sup>。

既往的诊疗遵循“3 mm 规则”,即供血动脉直径小于 3 mm 的 PAVF 不需要介入治疗,但随着近年医疗进展,供血动脉直径小于 3 mm 的 PAVF 患者出现反常性栓塞也屡见不鲜;并且近年微导丝、导管、弹簧圈的发展使得直径小于 3 mm 的血管栓塞成为可能,因此目前对于 PAVF 的治疗更倾向于“发现即干预”<sup>[4]</sup>。

PAVF 的栓塞材料多样,研究发现,水凝胶涂层弹簧圈可以安全地用于外周血管栓塞,且水凝胶涂层弹簧圈和传统弹簧圈联合使用可以缩短栓塞段和线圈长度<sup>[5]</sup>。因此本文使用水凝胶弹簧圈联合非水凝胶弹簧圈对 3 例患者共 7 处 PAVF 实行了栓

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2025.03.011

作者单位:266041 山东青岛 青岛市第八人民医院(叶 凤、解玲玲、于召虎、贺西亮);青岛大学附属医院(李 群、王 松、于春鹏)

通信作者:贺西亮 E-mail:1091890948@qq.com

塞,均达到满意效果,现报告如下。

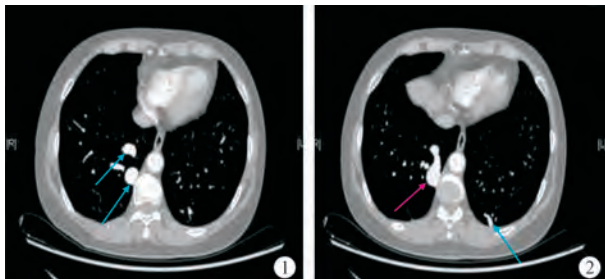
## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

PAVF 经常是遗传性出血性毛细血管扩张症 (hereditary hemorrhagic telangiectasia, HHT) 的肺内表现, HHT 的诊断标准包括:不明原因的反复自发性出血;面部、口腔、鼻或牙周多灶性的皮肤或黏膜细点状或成簇的毛细血管扩张;内脏动、静脉畸形;家族遗传史。满足上述诊断标准 3 项及以上即可确诊,仅有 2 项异常可诊断为疑似病例,仅 1 项异常可基本排除。

本研究选取青岛大学附属医院介入医学科 2023 年 5 月至 7 月收治的 3 例 PAVF 患者,该 3 例患者经咨询病史,无不明原因的反复出血史,无类似疾病家族史,经查体无面部、口腔、鼻或牙周多灶性的皮肤或黏膜细点状或成簇的毛细血管扩张,可基本排除 HHT。对此 3 例患者的多处 PAVF 病灶,应用电解脱水凝胶铂金弹簧圈 Hydrocoil Azur CX (泰尔茂,日本)联合其他弹簧圈栓塞责任血管。

病例 1:女性,55 岁,因咳嗽、咯血 1 个月就诊,查体:指尖血氧饱和度 80%,心肺无阳性体征。胸部增强 CT 提示双肺下叶 PAVF 共 2 处,见图 1。

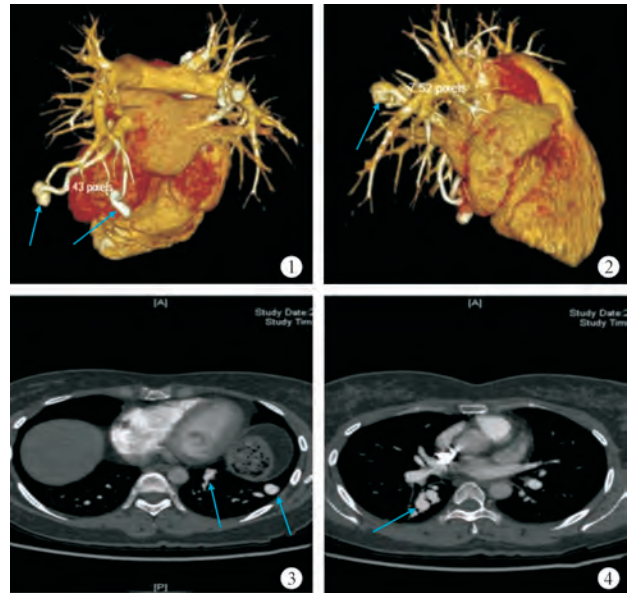


① 箭头示右肺下叶 PAVF 的分段显影;② 红色箭头示右肺下叶 PAVF 的延续病灶,蓝色箭头示左下肺 PAVF

图 1 病例 1 术前胸部增强 CT 所示病灶

病例 2:女性,36 岁,因脑梗死就诊于当地医院,住院期间行肺动脉 CTA 提示双侧 PAVF 表现,其中左肺下叶 2 处(图 2①③)、右肺背段 1 处(图 2②④)。查体:血氧饱和度正常,心肺无阳性体征。

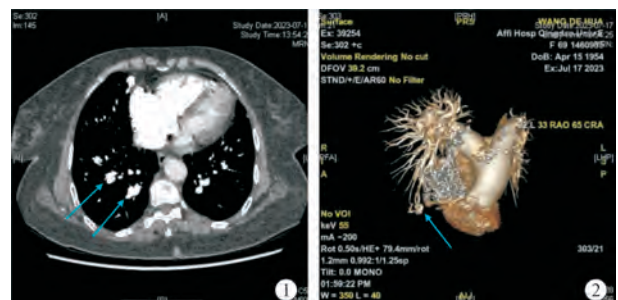
病例 3:女性,69 岁,因胸闷、憋气 10 年余,加重 2 年来诊,查体:P2 亢进,P2>A2,余未见明显异常。心脏超声检查:①肺动脉高压(重度),肺动脉收缩压(PASP)81 mmHg,三尖瓣反流(中度),肺动脉瓣反流(轻度);②左房扩大;③心瓣膜退行性变,主动脉瓣反流(轻度),二尖瓣反流(轻度)。肺动脉 CTA:



①② 肺动脉 CTA 三维重建所示双肺共 3 处 PAVF(箭头);③④ 胸部增强 CT 所示双肺共 3 处 PAVF(箭头)

图 2 病例 2 术前胸部增强 CT 所示病灶

右肺中叶局部 PAVF 2 处(图 3①②)。肺通气、灌注显像:肺内右至左分流现象,分流比 28.1%,心脏未见明显右至左分流现象,肺通气、灌注功能减低,心影增大,肺门增宽。



① 胸部增强 CT 所示右肺 2 处 PAVF(箭头);② 肺动脉 CTA 三维重建所示右肺 PAVF(箭头)

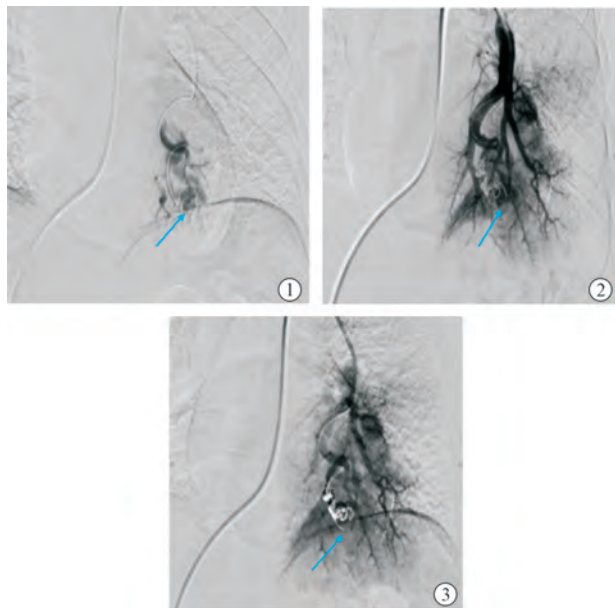
图 3 病例 3 术前胸部增强 CT 所示病灶

### 1.2 治疗方法与结果

术前明确手术指征,排除手术禁忌证,与患方详细沟通手术必要性及风险、预后,签署手术知情同意书。患者平卧于 DSA 检查床上,常规右侧股静脉区消毒铺巾,利多卡因局部麻醉,应用 Seldinger 穿刺技术穿刺成功后,右侧股静脉分别置入 6 F 鞘,后经鞘送入 6 F 右心造影导管,配合导丝经下腔静脉,右心房,右心室选至肺动脉主干造影,显示 PAVF 位置及责任血管,根据责任血管及瘘口情况选择合适弹簧圈进行栓塞。

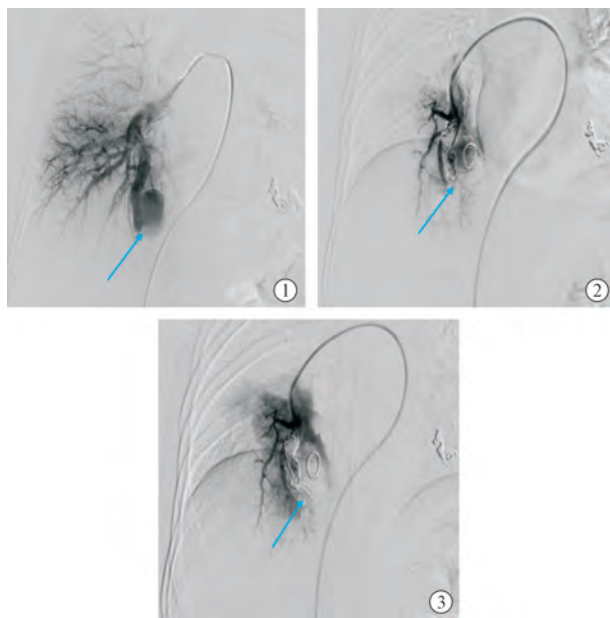
病例 1:先应用微导管超选左下肺肺动脉,应用 6 mm、5 mm Azur CX 水凝胶弹簧圈栓塞后造影血

流减慢,延迟 5 min 观察,血管完全栓塞,见图 4。后将导引导管选至右侧肺动脉主干,微导管超选畸形血管供血动脉后,先后应用可控弹簧圈 20 mm 1 枚,12 mm 1 枚,10 mm 2 枚,8 mm 1 枚,共 5 枚弹簧圈栓塞,后造影示畸形血管团血流略减慢,再补充 7 mm 水凝胶弹簧圈栓塞后延迟 5 min 观察,病灶血管完全栓塞,见图 5。6 个月随访复查肺动脉 CTA 未见再通表现。



①造影所示左肺病灶;②弹簧圈栓塞过程;③病灶血管栓塞后造影显示完全栓塞

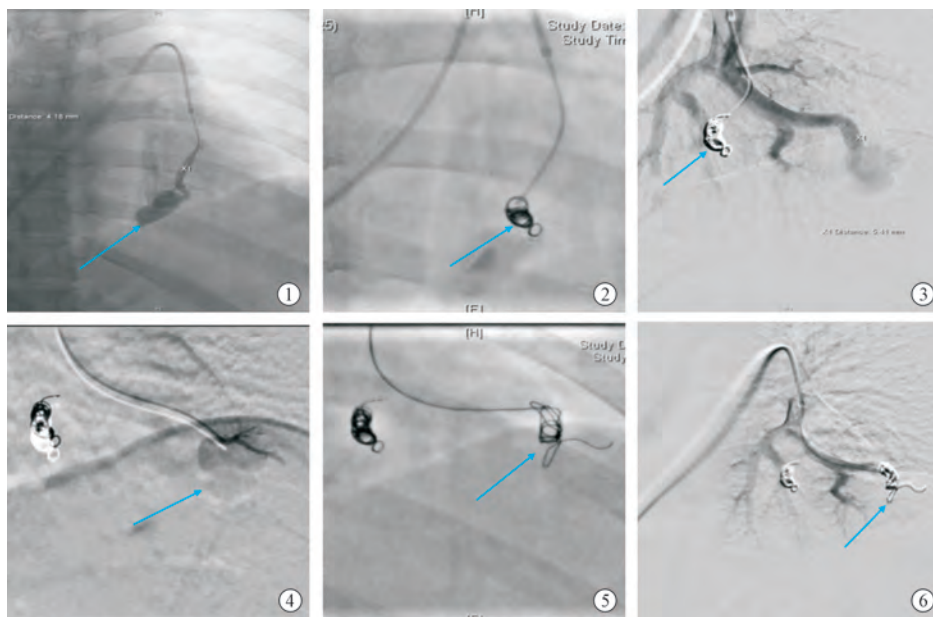
图 4 病例 1 左肺病灶栓塞过程及效果



①造影所示右肺病灶;②弹簧圈栓塞过程;③病灶血管栓塞后造影显示完全栓塞

图 5 病例 1 右肺病灶栓塞过程及效果

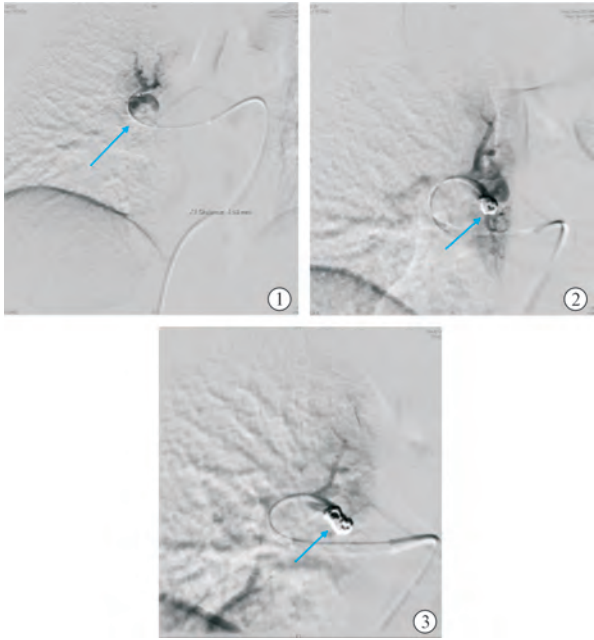
病例 2:应用微导管首先分别超选左肺下叶 2 处 PAVF 责任血管,分别应用 5 mm×16 cm,7 mm×24 cm 水凝胶铂金弹簧圈,后方分别补充 interlock 弹簧圈 4 mm×15 cm,5 mm×15 cm,分别等待 10 min 造影显示栓塞完全,见图 6。后微导管塑形超选右侧肺背段责任肺动脉,先应用 5 mm×16 cm 水凝胶铂金弹簧圈,后方补充 interlock 弹簧圈 3 mm×12 cm,6 mm×20 cm,复查造影 PAVF



①造影所示左肺第 1 病灶;②弹簧圈栓塞过程;③病灶血管栓塞后造影显示完全栓塞;④造影所示左肺第 2 病灶;⑤弹簧圈栓塞过程;⑥病灶血管栓塞后造影显示完全栓塞

图 6 病例 2 左肺 2 处病灶栓塞过程及效果





①造影所示右肺病灶;②弹簧圈栓塞过程;③病灶血管栓塞后造影显示完全栓塞

图 7 病例 2 右肺病灶栓塞过程及效果

基本消失,见图 7。6 个月随访复查肺动脉 CTA 未见再通表现。

病例 3:应用微导管超选右肺下叶 PAVF 2 根责任血管,分别应用 5 mm×16 cm,7 mm×24 cm 水凝胶铂金弹簧圈,后方补充 4 枚游离圈,复查造影 PAVF 基本,消失见图 8。6 个月随访复查肺动

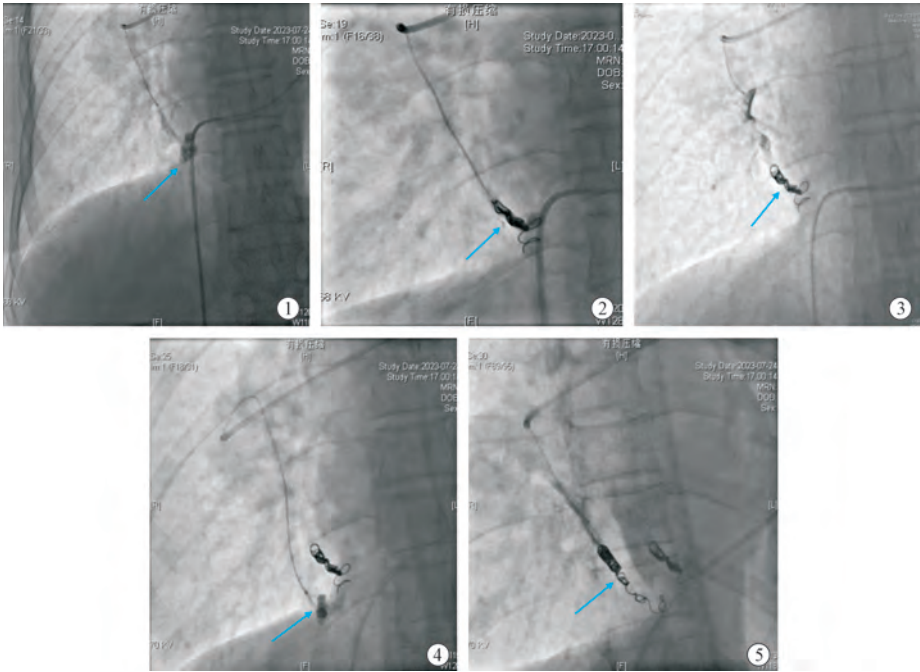
脉 CTA 未见再通表现。

## 2 讨论

在 PAVF 的既往栓塞治疗中,纤维线圈、裸线圈是较为普遍使用的栓塞材料,当线圈用于永久性血管栓塞时,铂环和尼龙(或涤纶)纤维引起的血栓会导致横断面闭塞,这就导致栓塞效果的持久性依赖于血栓的形成和持久,但血栓吸收和溶解导致再通<sup>[6-7]</sup>的风险较高,这也是目前 PAVF 永久性栓塞常要面临的问题。

水凝胶弹簧圈表面的水凝胶涂层是一种遇水可膨胀的丙烯酸共聚物,膨胀完全时体积为类似长度裸铂金弹簧圈 2~11 倍,共聚物膨胀后通过填充弹簧圈间隙实现动脉瘤闭塞<sup>[8]</sup>。另外,水凝胶弹簧圈可通过平滑肌细胞增殖和新生内膜形成实现紧密的机械闭塞<sup>[9]</sup>,这种血管的体积阻塞和组织的生化反应使栓塞更少依赖于血栓形成,从而适应机体的低凝状态,大大减少了栓塞后再通的机会。

水凝胶弹簧圈在颅内动脉瘤中亦有应用。研究表明,与非水凝胶涂层线圈相比,水凝胶涂层线圈有助于降低再通率<sup>[10-11]</sup>。膨胀的水凝胶减少血管内的血栓,而血栓数量的减少可能会潜在地降低再通的风险,改善患者的长期预后<sup>[12]</sup>。在 Shimohira 等<sup>[13]</sup>关于水凝胶弹簧圈在 PAVF 中的应用研究中,



①造影所示第 1 病灶;②弹簧圈栓塞过程;③病灶血管栓塞后造影显示完全栓塞;④造影所示第 2 病灶;⑤病灶血管栓塞后造影显示完全栓塞

图 8 病例 3 的 2 处病灶栓塞过程及效果

所有病例均无再通。

Hydrocoil Azur CX 是目前国内唯一外周用水凝胶弹簧圈系统,是由弹簧圈、递送推杆和导入鞘组成,弹簧圈丝体外部带有聚合物亲水性凝胶(Terumo 专利水凝胶),是一种生物惰性材质,还能安全膨胀,形成机械性栓塞,不会被抗凝抗血小板药物溶解,且每 1 cm 的栓塞体积更大,栓塞效率更高。其表面多孔,能为自然组织增生提供生物惰性平台,促新生内膜形成,减少再通和塌陷。Hydrocoil Azur CX 相较于毛圈更少依赖于血栓进行辅助栓塞,更能适应低凝状态,对于应用阿司匹林、硫酸氢氯吡格雷等药物的患者更加友好。

Hydrocoil Azur CX 相较于既往应用的弹簧圈更加柔软,有利于 3D 预成形,具有多级圈环直径,第 1 和第 3 圈环比其他圈环稍小,第 3 圈环与其他圈环形成夹角,形成高横截面积覆盖,保证致密填充,可以快速阻断血流,且锚定区短,具有良好的锚定效果,保证其他弹簧圈可以稳定放置。

Hydrocoil Azur CX 采用的是可控电解解脱系统,相较于传统的解脱方式,电解速度更快、阻力小、同时可膨胀,在植入后往往可达到更大尺寸弹簧圈的效果,降低误脱风险。冯灿等<sup>[14]</sup>及高见书等<sup>[15]</sup>的研究也证实了电解解脱弹簧圈具有操作相对简单、易控性好、安全经济等优点。

因为水凝胶弹簧圈本身的局限性,仍建议将水凝胶弹簧圈与其他弹簧圈联合使用<sup>[5]</sup>。我们建议第一个圈用 Azur CX,中间段堵塞用外膨圈或纤毛圈,最后一个圈用 Azur CX 的组合,可能更有利于顺利操作和达到致密栓塞效果。

本研究主要存在两点不足:①应用病例尚少,尚未获得大样本数据;②临床应用时间较短,未能完成长期随访,对于栓塞后再通率仍需继续随访获得。

#### [参考文献]

- [1] Topiwala KK, Patel SD, Pervez M, et al. Ischemic stroke in patients with pulmonary arteriovenous fistulas[J]. *Stroke*, 2021, 52: e311-e315.
- [2] Ryan KM, Siegler E. Pyogenic brain abscess associated with an incidental pulmonary arteriovenous malformation[J]. *BMJ Case Rep*, 2022, 15: e252794.
- [3] Hong J, Lee SY, Cha JG, et al. Pulmonary arteriovenous malformation (PAVM) embolization: prediction of angiographically-confirmed recanalization according to PAVM Diameter changes on CT[J]. *CVIR Endovasc*, 2021, 4: 16.
- [4] 张羽,刘思达.肺动静脉瘘介入治疗的研究进展[J]. *山东医药*, 2021, 61: 112-115.
- [5] Hongo N, Kiyosue H, Ota SNH, et al. Vessel occlusion using hydrogel-coated versus nonhydrogel embolization coils in peripheral arterial applications: a prospective, multicenter, randomized trial[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2021, 32: 602-609. e1.
- [6] Yasumoto T, Osuga K, Yamamoto H, et al. Long-term outcomes of coil packing for visceral aneurysms: correlation between packing density and incidence of coil compaction or recanalization[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2013, 24: 1798-1807.
- [7] Haworth KJ, Weidner CR, Abruzzo TA, et al. Mechanical properties and fibrin characteristics of endovascular coil-clot complexes: relevance to endovascular cerebral aneurysm repair paradigms[J]. *J Neurointerv Surg*, 2015, 7: 291-296.
- [8] 陈力,王武.表面修饰在神经介入材料中应用和进展[J]. *介入放射学杂志*, 2020, 29: 730-736.
- [9] Zhang C, Chaudhary N, Gemmete J, et al. Reactive tissue proliferation and damage of elastic lamina caused by hydrogel coated coils in experimental rat aneurysms[J]. *J Neurointerv Surg*, 2014, 6: 480-486.
- [10] White PM, Lewis SC, Gholkar A, et al. Hydrogel-coated coils versus bare Platinum coils for the endovascular treatment of intracranial aneurysms (HELPS): a randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2011, 377: 1655-1662.
- [11] Raymond J, Klink R, Chagnon M, et al. Hydrogel versus bare platinum coils in patients with large or recurrent aneurysms prone to recurrence after endovascular treatment: a randomized controlled trial[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2017, 38: 432-441.
- [12] Fohlen A, Namur J, Ghegediban H, et al. Peripheral embolization using hydrogel-coated coils versus fibered coils: short-term results in an animal model[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2018, 41: 305-312.
- [13] Shimohira M, Kawai T, Hashizume T, et al. Usefulness of Hydrogel-Coated coils in embolization of pulmonary arteriovenous malformations[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2018, 41: 848-855.
- [14] 冯灿,郭俊,冀涛,等.电解弹簧圈介入治疗冠状动脉瘘的单中心经验—可行性、安全性分析[J]. *介入放射学杂志*, 2015, 24: 373-377.
- [15] 高见书,张国兵,周国伟,等.电解解脱弹簧圈封堵先天性冠状动脉-肺动脉瘘 30 例临床疗效分析[J]. *介入放射学杂志*, 2018, 27: 400-403.

(收稿日期:2024-03-08)

(本文编辑:茹实)