

## • 神经介入 Neurointervention •

## 血流导向支架治疗颈内动脉血泡样动脉瘤

樵凡原, 王 飞, 张昌伟

**【摘要】 目的** 评估使用血流导向支架治疗血泡样动脉瘤(blood blister-like aneurysms, BBA)的安全性及有效性。**方法** 回顾性分析 2022 年 1 月至 2023 年 6 月四川大学华西医院收治的 14 例 BBA 患者的临床及影像学数据,包括基线资料、动脉瘤数据、手术方式、手术相关并发症以及随访结果。**结果** 14 例患者中,有 5 例使用 Pipeline 血液导向装置(Pipeline embolization device, PED)辅助弹簧圈栓塞,有 3 例单纯使用 PED,有 5 例使用 Tubridge 密网支架(TB)辅助弹簧圈栓塞,有 1 例单纯使用 TB。4 例单纯使用血流导向支架的患者术后即刻造影时见动脉瘤内造影剂滞留,余均未见动脉瘤显影。1 例使用 TB 辅助弹簧圈栓塞的患者术后并发迟发性大面积脑梗死导致死亡。1 例单纯使用 PED 的患者出现右侧肢体偏瘫,随访时改良 Rankin(mRS)评分为 2 分;余 12 例患者在出院时及随访时 mRS 评分均为 0 分。13 例患者随访时造影见动脉瘤完全闭塞。**结论** 血流导向支架辅助弹簧圈栓塞或单纯使用血流导向支架治疗 BBA 安全有效,但围术期有潜在动脉瘤再出血和脑梗死风险。

**【关键词】** 血泡样动脉瘤;血流导向支架;颈内动脉;弹簧圈栓塞;血管内治疗

中图分类号:R743.35 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2025)-002-0134-06

Flow diverter stents for blood blister-like aneurysms of the internal carotid artery QIAO Fanyuan, WANG Fei, ZHANG Changwei. Department of Neurosurgery, Affiliated Jiangjin Hospital of Chongqing University, Chongqing 402260, China

Corresponding author: ZHANG Changwei, E-mail: qfy616908653@163.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the safety and efficacy of flow diverter stent (FDS) implantation in treating blood blister-like aneurysms (BBA). **Methods** The clinical data and imaging findings (including baseline data, aneurysm data, surgical pattern, surgery-related complications and follow-up results) of 14 patients with BBA, who were admitted to West China hospital of Sichuan University from January 2022 to June 2023, were retrospectively analyzed. **Results** Of the 14 patients with BBA, pipeline embolization device-assisted (PED-assisted) coil embolization was performed in 5, only PED in 3, Tubridge close-mesh stent (TB)-assisted coil embolization in 5, only TB in one. In the 4 patients receiving only FDS, the immediate postoperative angiography showed that retention of contrast agent was seen in the aneurysm, and no aneurysm visualization was seen in the remaining patients. One patient, who received TB-assisted coil embolization, developed postoperative delayed massive cerebral infarction and died. One patient, who received only PED, developed right limb hemiplegia with an mRS score of 2 points at follow-up visit. In the remaining 12 patients, the mRS score was 0 point at the time of discharge as well as at the time of follow-up visit. In 13 patients, follow-up angiography demonstrated that the aneurysm was completely occluded. **Conclusion** For the treatment of BBA, FDS-assisted coil embolization or single FDS is clinically safe and effective, although there is potential risk of perioperative aneurysm rebleeding and cerebral infarction.

**【Key words】** blood blister-like aneurysm; flow diverter stent; internal carotid artery; coil embolization; endovascular treatment

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2025.02.003

作者单位: 402260 重庆 重庆大学附属江津医院神经外科(樵凡原、王 飞);四川大学华西医院神经外科(张昌伟)

通信作者: 张昌伟 E-mail: qfy616908653@163.com

血泡样动脉瘤(blood blister-like aneurysms, BBA)是一种罕见的颅内动脉瘤,占颅内动脉瘤的0.3%~1.0%<sup>[1-2]</sup>。通常认为其病因是动脉粥样硬化的重构、动脉壁的退行性变和内弹力层的缺失<sup>[2]</sup>。有研究探索了BBA的免疫组织学特征,证实BBA为血栓性夹层动脉瘤,而且动脉瘤壁伴有大量巨噬细胞浸润<sup>[1]</sup>。BBA典型特点是瘤壁菲薄,由于血管壁内弹力层或中膜缺失引起动脉壁缺损,而缺损部位由外膜和纤维组织所覆盖,因此BBA也被认为是假性动脉瘤<sup>[2-3]</sup>。血管内介入治疗BBA的并发症发生率较低且预后较好,已逐渐成为首选治疗方案<sup>[4-5]</sup>。血管内治疗BBA包括各种支架辅助弹簧圈栓塞、多支架辅助栓塞、覆膜支架、血流导向支架(flow diverter stents, FDS)结合或不结合弹簧圈栓塞<sup>[4,6-8]</sup>。研究显示,与外科手术和其他血管内介入治疗相比,FDS的围术期并发症发生率低,取得了较好的临床和影像结果<sup>[4-5]</sup>。本研究探索FDS辅助弹簧圈栓塞或单纯使用FDS治疗的安全性及有效性。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源

收集2022年1月至2023年6月四川大学华西医院收治的14例BBA患者的临床及影像学数据。所有患者都经DSA或CTA明确诊断为BBA,并采用FDS辅助弹簧圈栓塞或单纯使用FDS治疗。收集的资料包括基线数据、动脉瘤数据、手术细节、围术期抗血小板策略、手术相关并发症及随访结果。

### 1.2 手术过程

1.2.1 Tubridge 密网支架(TB)植入 所需的通路系统包括9 F 股动脉短鞘,7 F 90 cm 长鞘,5 F 115 cm U-track 颅内支撑导管。通过右侧股动脉短鞘将7 F 长鞘在泥鳅导丝及125 cm 多功能导管引导下置于颈内动脉(ICA)C1段,通过长鞘完成载瘤动脉正侧位造影及三维血管造影,测量动脉瘤大小、瘤颈宽度、载瘤动脉远近端的直径,选择合适型号的血流导向支架。在微导丝引导下将Fastrack 支架导管和U-track 颅内支撑导管分别同轴输送至大脑中动脉M2段、颈内动脉C4段。将一根合适塑形的Echelon-10 微导管在微导丝引导下通过7 F 长鞘置于动脉瘤内。将TB通过支架导管输送至M1平直段并释放合适长度,支架回撤至颈内动脉预计锚定点,半释放支架覆盖动脉瘤瘤颈,通过Echelon-10 微导管填塞弹簧圈,直至动脉瘤致密填塞后完全释放支架。最后行造影和支架重建评估动脉瘤栓塞程度、支架打开及贴壁情况、载瘤动脉及分支通畅程

度。若BBA微小,填塞弹簧圈困难且破裂风险高,则单纯植入TB。

1.2.2 Pipeline 血流导向装置(PED)植入 所需的通路系统包括9 F 股动脉短鞘,7 F 90 cm 长鞘,5 F 115 cm Navien 颅内支撑导管。支架导管为Marksman。手术过程同TB植入。

所有患者均在全身麻醉下进行血管内治疗,造影结束后全身肝素化。

### 1.3 围手术期管理

术前予以阿司匹林300 mg + 氯吡格雷300 mg 顿服。手术结束后予以替罗非班0.2  $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$  持续静脉泵入。12 h 后改为每天1次口服阿司匹林100 mg(维持6个月) + 氯吡格雷75 mg(维持3个月)。

### 1.4 随访

评价出院时和长期随访时的改良Rankin(mRS)评分。术后3~12个月进行DSA影像学随访,采用Raymond 分级(1级:完全栓塞;2级:瘤颈显影;3级:瘤体显影)评估动脉瘤愈合情况,同时评估有无载瘤动脉狭窄。随访结果由两位神经外科专家评估。

## 2 结果

BBA破裂致蛛网膜下腔出血患者14例,其中男性6例,女性8例,平均年龄50.7岁。Hunt-Hess 分级Ⅱ级3例,Ⅲ级8例,Ⅳ级3例。改良Fisher 评分2分3例,3分2例,4分9例。BBA位于颈内动脉C6段12例,C7段2例。动脉瘤最小1.6 mm×1.7 mm,最大3.9 mm×6.0 mm。BBA瘤颈平均3.5 mm。发病至手术时间平均4.5 d。患者临床及影像学基线资料见表1。

有5例使用PED辅助弹簧圈栓塞,3例单纯使用PED,5例使用TB辅助弹簧圈栓塞,1例单纯使用TB。术中造影显示,7例出现脑血管痉挛。4例单纯使用FDS的患者术后即刻造影见动脉瘤造影剂滞留,余未见动脉瘤显影。1例TB辅助弹簧圈栓塞的患者术后并发迟发性大面积脑梗死,该患者术前Hunt-Hess 分级Ⅳ级,改良Fisher 评分4分,术前脑肿胀明显,术中脑血管痉挛重,考虑死亡原因与手术无直接关系。1例单纯使用PED的患者出现肢体肌力减退,随访时mRS<2分;12例患者出院时及随访时mRS均为0分。13例患者随访时造影见动脉瘤完全闭塞,Raymond 分级1级,平均随访时间7.5个月。围手术期和随访信息见表2。2例患者治疗前后的影像学表现见图1、图2。

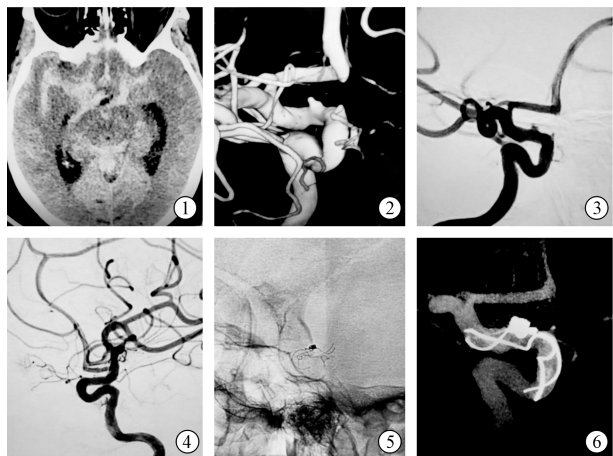
表 1 14 例 BBA 患者的临床和影像学基线资料

编号	性别/年龄(岁)	高血压	Hunt-Hess 分级	MFS	BBA 位置	BBA 大小(mm)	瘤颈(mm)	DTT(d)
1	女/57	无	3	4	R-C6	1.6×1.7	2.4	4
2	男/36	无	2	2	L-C6	1.8×2.9	4.0	4
3	男/67	有	4	4	R-C6	2.9×3.9	3.3	4
4	女/34	无	2	2	R-C7	4.5×4.8	3.5	16
5	女/55	有	3	4	L-C6	1.9×1.4	2.5	4
6	女/61	无	3	4	L-C6	2.1×2.8	3.4	4
7	男/50	无	4	3	R-C7	2.2×3.6	4.9	3
8	男/54	无	3	4	R-C6	1.8×2.6	3.1	4
9	女/54	无	4	4	R-C6	1.8×2.2	2.8	4
10	男/28	无	2	2	L-C6	2.3×2.5	3.5	3
11	女/51	无	3	4	R-C6	2.1×2.4	3.7	2
12	女/40	无	3	4	L-C6	2.3×3.7	3.9	4
13	女/58	无	3	4	R-C6	4.3×2.9	4.3	5
14	男/65	有	3	3	L-C6	3.9×6.0	4.0	2

BBA 为血泡样动脉瘤, MFS 为 Modified Fisher 评分, DTT 为发病至手术时间

表 2 14 例 BBA 患者的治疗结果和 DSA 资料

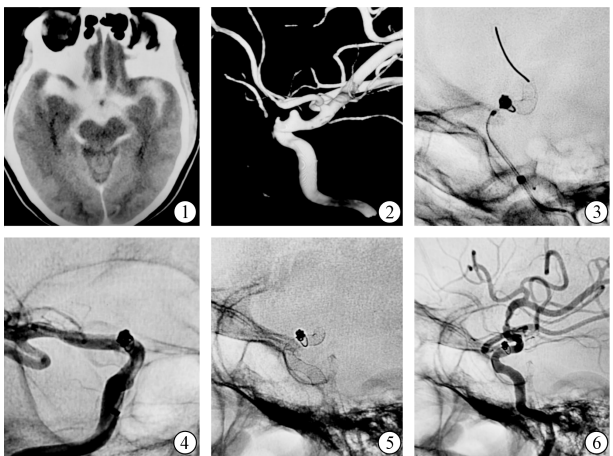
编号	支架型号 (mm)	治疗方式	Raymond 分级	术中血管 痉挛	围术期 并发症	出院时 mRS 评分	Raymond 分级	随访时 mRS 评分
1	4.0×20	TB+ 弹簧圈	1	无	无	0	1	0
2	4.5×20	TB+ 弹簧圈	1	有	无	0	1	0
3	4.0×25	TB+ 弹簧圈	1	有	大面积脑梗死	死亡	死亡	6
4	3.75×18	PED+ 弹簧圈	1	无	无	0	1	0
5	4.0×18	PED	1	无	右侧肌力 2 级	2	1	0
6	4.0×20	TB+ 弹簧圈	1	无	无	0	1	0
7	3.75×20	PED+ 弹簧圈	1	无	无	0	1	0
8	4.25×20	PED	1	有	无	0	1	0
9	4.0×20	TB	1	有	无	0	1	0
10	4.0×20	PED	1	有	无	0	1	0
11	4.0×25	PED+ 弹簧圈	1	无	无	0	1	0
12	3.75×18	PED+ 弹簧圈	1	有	无	0	1	0
13	4.5×20	TB+ 弹簧圈	1	有	无	0	1	0
14	4.5×20	PED+ 弹簧圈	1	无	无	0	1	0



①CT 扫描显示鞍上池和侧裂池广泛蛛网膜下腔出血;②栓塞前脑血管造影提示右侧 ICA C6 段 BBA;③④⑤⑥治疗后的 DSA;⑥术后 8 个月行 DSA 支架 Xper-CT

图 1 病例 1 治疗前后的影像学表现

病例 1:因“突发剧烈头痛伴意识障碍 10 h”入



①CT 扫描显示鞍上池和侧裂池广泛蛛网膜下腔出血;②栓塞前脑血管造影提示右侧 ICA C6 段 BBA;③PED 半释放辅助弹簧圈栓塞;④治疗后的 DSA;⑤⑥术后 6 个月行 DSA 随访

图 2 病例 2 治疗前后的影像学表现

院。外院头部 CT 提示蛛网膜下腔出血(SAH),

Hunt-Hess 分级Ⅲ级,改良 Fisher 评分 4 分(图 1①)。行 CTA 提示右侧 ICA C6 段 BBA。发病后第 4 天行 TB 辅助弹簧圈栓塞治疗。术中造影见动脉瘤 1.6 mm×1.7 mm(瘤宽×瘤高),瘤颈 2.4 mm(图 1②③)。先将 Fastrack 支架导管置于右侧大脑中动脉,然后将 Echelon-10 微导管引入动脉瘤腔内,通过微导管填塞弹簧圈(2 mm×40 mm)的一部分。将 TB(4.0 mm×20 mm)半释放覆盖动脉瘤瘤颈,再继续填塞剩余弹簧圈,直至动脉瘤致密填塞,最后在推拉结合下完全释放 TB。治疗后即刻造影动脉瘤完全闭塞,Raymond 分级 1 级,支架打开及贴壁良好(图 1④⑤)。术后 8 个月 DSA 检查示 ICA 及分支通畅,无载瘤动脉狭窄,支架重建示支架贴壁良好,未见 BBA 复发迹象(图 1⑥)。

病例 2:因“突发剧烈头痛伴恶心、呕吐 5 h”入院。当地医院头部 CT 提示 SAH, Hunt-Hess 分级Ⅲ级,改良 Fisher 评分 4 分(图 2①)。行 CTA 提示右侧颈内动脉 C6 段血泡样动脉瘤。发病后第 2 天行 PED 辅助弹簧圈栓塞治疗。术中造影见动脉瘤 2.1 mm×2.4 mm(瘤宽×瘤高),瘤颈 3.7 mm(图 2②)。先将 Marksman 支架导管置于右侧大脑中动脉,然后将 Echelon-10 微导管引入动脉瘤内,通过微导管填塞弹簧圈(2 mm×40 mm)。将 PED(4.0 mm×25 mm)半释放覆盖动脉瘤瘤颈,再继续填塞弹簧圈(2 mm×20 mm),直至动脉瘤致密填塞(图 2③)。最后在推拉结合下完全释放 PED。治疗后即刻造影见动脉瘤完全闭塞,Raymond 分级 1 级(图 2④⑤)。术后 6 个月 DSA 检查示 ICA 及分支通畅,无载瘤动脉狭窄,未见 BBA 复发迹象(图 2⑥)。

### 3 讨论

目前,血管内治疗 BBA 已得到认可。Shah 等<sup>[9]</sup>回顾了血管内或手术治疗 BBA 的文献,发现血管内治疗可获得较低的致残率和致死率。一些血管内治疗方式已被用于治疗 BBA,包括支架辅助弹簧圈栓塞、多支架辅助弹簧圈栓塞、单纯 FDS 植入、多个 FDS 重叠植入、FDS 辅助弹簧圈栓塞和覆膜支架植入等<sup>[5]</sup>。

有研究显示,使用支架辅助弹簧圈栓塞治疗 BBA 的中远期随访结果不尽人意,动脉瘤闭塞率约为 70%<sup>[10-11]</sup>。Fang 等<sup>[12]</sup>分析了使用支架辅助弹簧圈栓塞治疗的 BBA 患者 213 例,治愈率为 64.6%,复发率为 22.9%。而多支架重叠辅助弹簧圈栓塞

有利于提高 BBA 的治愈率,并降低再出血率和复发率<sup>[7,12-13]</sup>。Liu 等<sup>[4]</sup>认为支架辅助弹簧圈栓塞并结合瘤颈处补丁技术有利于降低 BBA 的复发率和再出血率。Song 等<sup>[14]</sup>在 10 例 BBA 患者中使用多重叠支架( $\geq 3$ )辅助栓塞,其中 4 例患者需要补充治疗。因此,传统的支架辅助弹簧圈治疗 BBA 治愈率较低,复发率较高。近年来,使用 Willis 覆膜支架治疗 BBA 取得了较为满意的效果,但覆膜支架偏硬、输送难度较大、医源性颈内动脉海绵窦瘘、支架内瘘、动脉瘤复发、支架内狭窄和分支闭塞的问题限制了其使用<sup>[6,8,15]</sup>。

FDS 的引入使动脉瘤的治疗理念从囊内填塞向血管重建转变。多项研究证实 FDS 可成为 BBA 的标准治疗方法<sup>[4,16-17]</sup>。但使用 FDS 治疗 BBA 时结合或不结合弹簧圈栓塞尚有争议。Zhu 等<sup>[18]</sup>的研究中 10 例 BBA 患者通过单纯植入 PED 治疗,有 9 例患者的治疗安全有效。一项多中心研究证明,单纯植入 PED 治疗 BBA 安全有效,BBA 的愈合与结合弹簧圈无相关性<sup>[19]</sup>。但单纯植入 FDS 会增加动脉瘤延迟闭塞或持续增大的发生率,这种现象在传统血管内治疗时并不常见。Ryan 等<sup>[20]</sup>报道,16 例单纯植入 FDS 的 BBA 患者术后当天均未见动脉瘤完全闭塞,仅 31% 的患者在术后 3 个月见动脉瘤愈合。Marcus 等<sup>[21]</sup>报道了 1 例单纯植入 PED 治疗 BBA 的患者在住院期间发生再破裂出血。动脉瘤术后再破裂出血或脑实质出血与双重抗血小板使用以及动脉瘤内压力增加有关<sup>[4,16]</sup>,说明早期血管内栓塞可能是避免动脉瘤再破裂出血的合理策略。一些研究者在使用 FDS 重建载瘤动脉的同时,用弹簧圈进行瘤内填塞,以期达到动脉瘤早期愈合的目的,在术后即刻造影时见所有使用 FDS 辅助弹簧圈栓塞的 BBA 均达到了一期愈合<sup>[4-5,16]</sup>。然而,行动脉瘤腔内填塞理论上增加了术中动脉瘤再破裂出血的风险。有学者建议使用较小直径的弹簧圈和采取瘤内疏松填塞来降低术中出血风险<sup>[5]</sup>。

BBA 通常位于颈内动脉床突上段,FDS 引起分支血管闭塞导致缺血并发症是无法避免的。本研究,中,FDS 覆盖了大脑前动脉和颈内动脉分支,并未发生相关并发症。Bhagal 等<sup>[22]</sup>分析了 147 枚用 FDS 治疗的动脉瘤,颈内动脉的侧支闭塞率约为 20%,但无一例患者出现因侧支血管闭塞而引起的相关缺血症状。尽管 FDS 覆盖了侧支血管,强大的侧支循环系统可以解释较低闭塞率和罕见的缺血症状。因此在使用 FDS 时不必担心影响分支血流。

另外, BBA 患者 SAH 多, 血液呈高凝状态, 术中常见严重的脑血管痉挛, 再加上 FDS 的高金属覆盖率, 很容易发生支架内血栓。目前 PED-shield 将磷酸胆碱共价结合到支架表面, 减少了支架对血小板黏附和活化, 从而降低了术后血栓事件。有研究使用 PED-shield 联合单一抗血小板治疗 10 例破裂动脉瘤, 仅 1 例发生围手术期缺血事件<sup>[23]</sup>。

本研究中, 所有患者无术中再出血、脑梗死等并发症。有 4 例患者动脉瘤较小, 填塞弹簧圈困难, 采取单纯植入 FDS 的手术方式治疗后, 在长期随访中动脉瘤未发生再出血和复发, 说明微小 BBA 单纯植入 FDS 是安全的。对 10 例患者采取 FDS 辅助弹簧圈栓塞术中使用了支架半释放技术, 因为: ① FDS 可起到血流导向作用, 减少血流对脆弱瘤壁的冲击, 降低术中再出血风险; ② 弹簧圈可支撑 FDS, 降低了支架移位或短缩可能; ③ FDS 的半释放增加了弹簧圈微导管的稳定性, 改善弹簧圈填塞的操控性, 有利于动脉瘤的致密填塞和在瘤颈处形成可靠的补丁。1 例 TB 辅助弹簧圈栓塞的患者术后脑梗死原因考虑与大量 SAH 引起的严重血管痉挛有关。7 例患者术中发现脑血管痉挛, 痉挛部位多见于颈内动脉、大脑中动脉和大脑前动脉, 可见血管痉挛发生率高, 术中采用尼莫地平动脉内泵入后痉挛明显缓解。同时, 由于 ICA 的血管痉挛, DSA 可能低估了 ICA 的直径。在 FDS 型号选择时可参考对侧 ICA 或 ICA 近端直径, 同时增加瘤颈远端支架锚定长度, 有利于应对血管痉挛缓解后的支架短缩。

综上, FDS 辅助弹簧圈栓塞或单纯使用 FDS 治疗 BBA 安全有效, 但围术期有潜在动脉瘤再出血和脑梗死的风险。因此, 对于 BBA 的血管内治疗, 需要进一步的研究来降低围术期的相关风险。

#### [参考文献]

- [1] Wen D, Wang X, Chen R, et al. Single-cell RNA sequencing reveals the pathogenic relevance of intracranial atherosclerosis in blood blister-like aneurysms[J]. *Front Immunol*, 2022, 13:927125.
- [2] Zhai X, Hu P, He C, et al. Current knowledge of and perspectives about the pathogenesis of blood blister-like aneurysms of the internal carotid artery: a review of the literature[J]. *Int J Med Sci*, 2021, 18:2017-2022.
- [3] Mohlenbruch MA, Seker F, Ozlök E, et al. Treatment of ruptured blister-like aneurysms with the FRED flow diverter: a multicenter experience[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2020, 41:2280-2284.
- [4] Liu P, Liu L, Zhang C, et al. Treatment of blood blister aneurysms of the internal carotid artery with pipeline-assisted coil embolization: a single-center experience[J]. *Front Neurol*, 2022, 13:882108.
- [5] 张程. 颈内动脉血泡样动脉瘤的诊疗进展[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2021, 38:853-858.
- [6] 阿西木江·阿西尔, 苗统, 迪力木拉提·艾来提, 等. Willis 覆膜支架治疗颈内动脉血泡样动脉瘤疗效的 Meta 分析[J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32:313-319.
- [7] Zhang X, Shen R, Zhao J, et al. Using overlapping low-profile visualized intraluminal support stent-assisted coil embolization for treating blood blister-like aneurysms of the internal carotid artery[J]. *Neurosurg Rev*, 2021, 44:1053-1060.
- [8] Fang W, Yu J, Liu Y, et al. Application of the willis covered stent in the treatment of blood blister-like aneurysms: a single-center experience[J]. *Front Neurol*, 2022, 13:882880.
- [9] Shah SS, Gersey ZC, Nuh M, et al. Microsurgical versus endovascular interventions for blood-blister aneurysms of the internal carotid artery: systematic review of literature and meta-analysis on safety and efficacy[J]. *J Neurosurg*, 2017, 127:1361-1373.
- [10] Rouchaud A, Brinjikji W, Cloft HJ, et al. Endovascular treatment of ruptured blister-like aneurysms: a systematic review and meta-analysis with focus on deconstructive versus reconstructive and flow-diverter treatments[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2015, 36:2331-2339.
- [11] Roh H, Kim J, Suh SI, et al. Is stent-assisted coil embolization for the treatment of ruptured blood blister-like aneurysms of the supraclinoid internal carotid artery effective? : an analysis of single institutional experience with pooled data[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2021, 64:217-228.
- [12] Fang Y, Zhu D, Peng Y, et al. Treatment of blood blister-like aneurysms with stent-assisted coiling: a retrospective multicenter study[J]. *World Neurosurg*, 2019, 126:e486-e491.
- [13] Zhu D, Fang Y, Yang P, et al. Overlapped stenting combined with coiling for blood blister-like aneurysms: comparison of low-profile visualized intraluminal support (LVIS) stent and Non-LVIS stent[J]. *World Neurosurg*, 2017, 104:729-735.
- [14] Song J, Oh S, Kim MJ, et al. Endovascular treatment of ruptured blood blister-like aneurysms with multiple ( $\geq 3$ ) overlapping enterprise stents and coiling[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2016, 158:803-809.
- [15] Liu LX, Zhang CW, Xie XD, et al. Application of the willis covered stent in the treatment of blood blister-like aneurysms: a single-center experience and systematic literature review[J]. *World Neurosurg*, 2019, 123:e652-e660.
- [16] Zhang P, Zhong W, Li T, et al. Flow diverter-assisted coil embolization of blood Blister-Like aneurysm using semi-deploying technique[J]. *Front Neurol*, 2020, 11:625203.
- [17] Zhong W, Kuang H, Zhang P, et al. Pipeline embolization device for the treatment of ruptured intracerebral aneurysms: a multicenter retrospective study [J]. *Front Neurol*, 2021,

- 12;675917.
- [18] Zhu D, Yan Y, Zhao P, et al. Safety and efficacy of flow diverter treatment for blood Blister-Like aneurysm: a systematic review and meta-analysis[J]. World Neurosurg, 2018,118:e79-e86.
- [19] Mokin M, China A, Primiani CT, et al. Treatment of blood blister aneurysms of the internal carotid artery with flow diversion[J]. J Neurointerv Surg, 2018,10:1074-1078.
- [20] Ryan RW, Khan AS, Barco R, et al. Pipeline flow diversion of ruptured blister aneurysms of the supraclinoid carotid artery using a single-device strategy[J]. Neurosurg Focus, 2017, 42:E11.
- [21] Mazur MD, Taussky P, MacDonald JD, et al. Rerupture of a blister aneurysm after treatment with a singleflow-diverting stent[J]. Neurosurgery, 2016, 79:E634-E638.
- [22] Bhogal P, Ganslandt O, Bazner H, et al. The fate of side branches covered by flow diverters-results from 140 patients [J]. World Neurosurg, 2017, 103:789-798.
- [23] Manning NW, Cheung A, Phillips TJ, et al. Pipeline shield with single antiplatelet therapy in aneurysmal subarachnoid haemorrhage: multicentre experience[J]. J Neurointerv Surg, 2019, 11:694-698.
- (收稿日期:2024-03-20)  
(本文编辑:新 宇)

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告  
《Journal of Interventional Radiology》  
网址: [www.cjir.cn](http://www.cjir.cn)  
邮箱: [jrfsexzz@vip.163.com](mailto:jrfsexzz@vip.163.com)