

Willis 覆膜支架治疗颈内动脉血泡样动脉瘤疗效的 Meta 分析

阿西木江·阿西尔, 苗 统, 迪力木拉提·艾来提, 成晓江, 苏日青, 买买提力·艾沙

【摘要】 目的 系统性分析 Willis 覆膜支架治疗颈内动脉血泡样动脉瘤的安全性和有效性。**方法** 使用计算机检索中国知网、维普中文期刊全文数据库、万方数据库、中国生物医学文献数据库 (CBM)、PubMed 以及 Embases 数据库, 筛选出 Willis 覆膜支架治疗颈内动脉血泡样动脉瘤相关文献, 由两名评价员独立筛选、评价文献并提取资料, 使用 STATA 14 软件对相关数据进行分析。**结果** 共 16 篇非随机自身前后对照研究文献被纳入, 包括 208 例颈内动脉血泡样动脉瘤。Meta 分析显示, Willis 覆膜支架治疗颈内动脉血泡样动脉瘤的最终完全闭塞率为 99% [95%CI (0.96, 1.00)], 存在内漏率 3% (手术结束时) [95%CI (0.00, 0.07)], 载瘤动脉通畅率 100% (手术结束时) [95%CI (0.99, 1)], 术中或术后出血率 1% [95%CI (0.00, 0.04)], 术后大面积脑梗死率 0% [95%CI (0.00, 0.00)], 随访期间出现载瘤动脉重度狭窄或闭塞率 0% [95%CI (0.00, 0.02)], 最后随访良好率 99% [95%CI (0.97, 1.00)]。**结论** Willis 覆膜支架治疗颈内动脉血泡样动脉瘤完全闭塞率、载瘤动脉通畅率、术后随访恢复良好率很高, 术中内漏率、围手术期出血、大面积脑梗死、随访期间载瘤动脉重度狭窄或闭塞率很低, 安全性和有效性很高, 具有很好的使用性。

【关键词】 颈内动脉; 血泡样动脉瘤; Willis 覆膜支架; Meta 分析

中图分类号: R651.12 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X (2023)-04-0313-07

Willis covered stent for the treatment of blood blister-like aneurysms of internal carotid artery: a meta-analysis AXIMUJIANG ·Axier, MIAO Tong, DILIMULATI ·Ailaiti, CHENG Xiaojiang, SU Riqing, MAIMAITILI ·Aisha. Department of Neurosurgery, First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang Uygur Autonomous Region 830054, China

Corresponding author: MAIMAITILI ·Aisha, E-mail: mmtaili@aliyun.com

【Abstract】 Objective To systematically analyze the safety and efficacy of Willis covered stent (WCS) in the treatment of blood blister-like aneurysms (BBA) of internal carotid artery. **Methods** Computer retrieval of CNKI, VIP and Wanfang database, CBM, PubMed and Embases database was conducted to screen out all the clinical research documents concerning WCS implantation for the treatment of BBA of internal carotid artery. The documents were independently screened, evaluated and extracted by two evaluators. STATA 14 software was used to analyze the relevant data. **Results** A total of 16 non-randomized self-control studies, including 208 cases with internal carotid artery BBA, were enrolled for this analysis. Meta-analysis results showed that the final complete occlusion rate of BBA treated with WCS implantation was 99% (95%CI: 0.96, 1.00), the internal leakage rate at the end of WCS implantation procedure was 3% (95%CI: 0.00, 0.07), the patency rate of the parent artery at the end of WCS implantation procedure was 100% (95%CI: 0.99, 1.00), the incidence of intraoperative or postoperative bleeding was 1% (95%CI: 0.00, 0.04), the incidence of postoperative massive cerebral infarction was 0% (95%CI: 0.00, 0.02), the incidence of severe stenosis or occlusion of the parent artery occurring during follow-up period was 0% (95%CI: 0.00, 0.00), and the good efficacy rate at the last follow-up visit was 99% (95%CI: 0.97, 1.00). **Conclusion** For the treatment of internal carotid artery BBA, WCS implantation carries high complete occlusion rate, high patency rate of parent artery, and high good recovery rate. It has a very low incidence of complications, such as intraoperative leakage, perioperative bleeding, large

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2023.04.002

作者单位: 830054 新疆乌鲁木齐 新疆医科大学第一附属医院神经外科 (阿西木江·阿西尔、成晓江、苏日青、买买提力·艾沙); 新疆医科大学 (苗 统、迪力木拉提·艾来提)

通信作者: 买买提力·艾沙 E-mail: mmtaili@aliyun.com

area cerebral infarction, severe stenosis or occlusion of the parent artery, etc. Therefore, WCS implantation is of high clinical safety and effectiveness, and it deserves promotion in clinical practice. (J Intervent Radiol, 2023, 32: 313-319)

[Key words] internal carotid artery; blood blister-like aneurysm; Willis covered-stent; meta-analysis

血泡样动脉瘤(blood blister-like aneurysms, BBA)是在 DSA 及开颅术野中具有“血泡样”外观^[1-2],属于假性动脉瘤,其内膜缺陷和中间胶原组织层有退化或中断^[3-4],只有凝血块、血管外膜、纤维组织^[3-4],较正常血管明显薄弱。其形态特征包括无瘤颈、瘤体宽、半球形瘤壁薄、非分叉部、形态短期改变等,常位于颈内动脉床突段,其他部位也存在,但不多见,BBA 可分为 4 个亚型^[5]。这些形态学和解剖特征决定其治疗难度大,极易破裂出血,病死率高,复发率高^[6],最佳治疗方法仍需进一步商榷。目前治疗方式主要分为两类:开颅手术(动脉瘤夹闭术、手术缝合、动脉瘤包裹再夹闭、缝合后夹闭、颈内动脉闭塞搭桥术)和介入手术(支架辅助和/或单纯弹簧圈栓塞、多支架重叠、支架辅助生物胶栓塞、血流导向支架栓塞和/或辅助栓塞和/或支架重叠)等,均存在各自的优缺点,不能成为首选治疗方案。颅内覆膜支架的产生和应用给 BBA 提供了另一种治疗方案,本文对 Willis 覆膜支架(Willis covered stent WCS)治疗 BBA 的相关文献进行 Meta 分析,以了解其安全性和有效性。

1 材料与方法

1.1 检索策略

以颅内动脉瘤、cerebral aneurysms 等,颈内动脉、intracranial aneurysm、internal carotid artery 等,血泡样动脉瘤、blister-like aneurysm、BBA 等,Willis、覆膜支架、covered stent 等为检索词对中国知网、维普中文期刊全文数据库、万方数据库、CBM、PubMed 以及 Embases 数据库进行文献检索,检索时间为建库以来,并人工检索所纳入文献的参考文献。

1.2 纳入标准和排除标准

纳入标准:①与 Willis 覆膜支架治疗颈内动脉 BBA 相关的文献;②文中 BBA 样本量 ≥ 3 例;③有动脉瘤闭塞率、预后等主要指标的确切描述。

排除标准:①尸体研究、动物研究及体外实验研究等;②会议、评论、综述、指南、重复、病例报道等;③研究内容不吻合、研究方法不一致、结局指标不一致。

1.3 质量评价和数据提取

由两名评价员独立阅读、筛选、评价并纳入符

合标准的文献,提取资料,意见存在分歧由第三人进行讨论后进行评定。使用 MINORS 评估文献的方法学进行资料提取,交叉核对。文献提取内容:研究的第一作者、文章相关信息、动脉瘤基本信息、发表年份、干预措施、闭塞率、手术过程及相关并发症、死亡率、治疗成效、随访疗效评价等。

1.4 评价指标

包括技术成功率、手术结束时和末次随访动脉瘤闭塞率、载瘤动脉手术结束时的通畅率、术中出血及术后出血、术后大面积脑梗死、随访期间出现载瘤动脉重度狭窄或闭塞率、最后随访时间良好率等指标。良好预后定义为改良 Rankin 量表评分 0~2 分。BBA 完全闭塞定义为最后随访时(手术结束后出现内漏除外)经影像学检查(DSA、CTA 或 MRA)证实为完全闭塞。

1.5 统计学分析

采用 STATA 14 软件对纳入研究数据进行二分类单臂研究分析,对于研究数据综合处理的效果使用效应量(effect size ES)及 95%置信区间(confidence interval, CI)进行描述。采用 Q 检验及 I^2 对所有评价指标进行异质性进行定量分析; P 以 0.05 为参考水平,若 $P \geq 0.05$ 且 $I^2 \leq 50\%$,研究指标统计学异质性低,给予忽略,选择固定效应模型进行 Meta 分析;反之, $P < 0.05$ 或 $I^2 > 50\%$,研究指标间有较高统计学异质性,需行进一步阐释;再之,临床以及方法学的异质性都无法消除和解释,进一步行随机效应模型进行 Meta 分析。

2 结果

2.1 检索情况及纳入相关数据

共检索到相关文献 311 篇,排除重复 137 篇,排除综述、会议、评论、动物实验 42 篇,阅读文题和摘要与研究内容、方法、指标不一致的共 79 篇,最终纳入 16 篇^[7-22]文献,均为非随机自身前后对照试验,共计 211 例患者,再排除其中 3 例仅电话随访,未进行 DSA/CTA 检查评估的患者,最终纳入 208 例患者(图 1)。

患者年龄 19~79 岁,动脉瘤均位于颈内动脉,具体部位部分文章描述不详细,均单纯使用 WCS 治

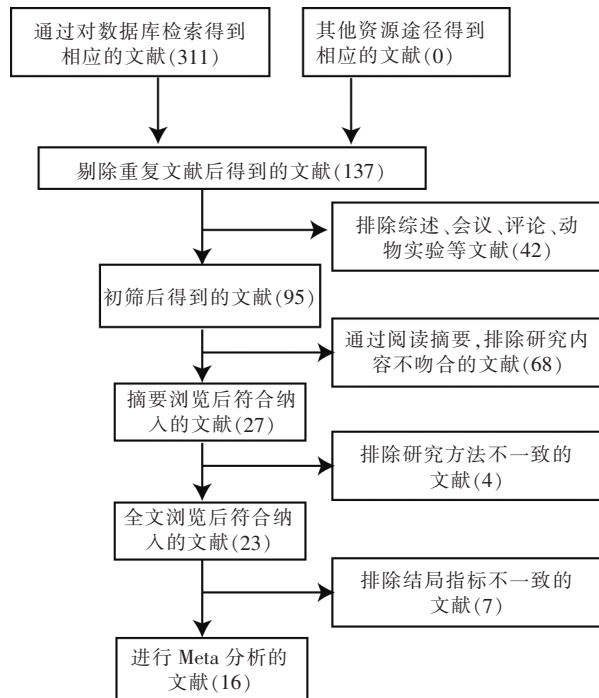


图 1 文献筛选流程及结果

疗,若存在内漏,使用球囊再次扩张或者再置入支架,随访时间 3~30 个月,大部分 ≥ 6 月。根据 MINORS 质量评价纳入文献中 6 篇 15~16 分为中等质量,其余 10 篇 17~18 分为高质量(表 1)。

表 1 MINORS 质量评价

作者与发表时间	患者年龄(岁)	Willis 覆膜支架数(个)	MINORS 质量评分
Yan P, et al.2020	28~70	3	18
Liu LX, et al.2019	56~67	3	18
Liu Y, et al.2019	44~62	7	17
Fang C, et al.2017	28~68	13	18
Ma L, et al.2020	19~75	13	17
冯冠军,等.2018	32~75	15	17
秦杰,等.2018	21~58	11	15
吴愚,等.2020	29~65	14	16
李振辉,等.2017	21~78	8	16
Gu Y, et al.2019	28~80	20	16
Fang W, et al.2022	29~72	16	17
Qi Y, et al.2022	47~54	8	18
Liu CY, et al.2022	37~55	23	15
Chang XX, et al.2021	29~75	18	16
Zhang YX, et al.2017	29~46	25	18
Wang G, et al.2016	42~61	8	17

2.2 Meta 分析结果

对 17 篇文献进行异质性检验,末次随访完全闭塞率(以下简称“闭塞率”) $I^2=0\%<50\%$,且 Q 检验的 $P=0.55>0.1$ 、末次随访随访良好率(以下简称“良好率”) $I^2=12\%<50\%$,且 Q 检验的 $P=0.32>0.1$,表

明本次研究的文献之间不存在异质性,随选择固定效应进行 Meta 分析。

为证明研究的准确性及稳定性,进而行敏感性分析(图 2,图 3),结果显示无一篇文章对本次 Meta 分析结果造成很大的干扰,本次研究具有较好的稳定性。

进一步固定效应 Meta 分析,得出 16 个研究汇总:闭塞率 99% $[95\%CI(0.96,1.00)]$ 、良好率 99% $[95\%CI(0.97,1.00)]$,均差异有统计学意义,闭塞率 $Z=35.14, P<0.01$ 、良好率 $Z=32.54, P<0.01$,提示 Willis 覆膜支架治疗 BBA 完全栓塞率非常高、术后随访具有非常高的良好率(图 4,图 5)。

通过绘制漏斗图(图 6,图 7),进一步验证本次研究是否存在发表偏移。漏斗图对称,表明不存在发表偏移,进一步对上图进行 Begg's Test 对称性检验,得出闭塞率 $P=0.944$ 、良好率 $P=0.644$,因此可以判断本次研究不存在发表偏移。

继续得出:内漏率 3%(手术结束时) $[95\%CI(0.00,0.07)]$,载瘤动脉通畅率 100%(手术结束时) $[95\%CI(0.99,1)]$,术中或术后出血率 1% $[95\%CI(0.00,0.04)]$,术后大面积脑梗死率 0% $[95\%CI(0.00,0.00)]$,随访期间出现载瘤动脉重度狭窄或闭塞率 0% $[95\%CI(0.00,0.02)]$ 。

3 讨论

BBA 发病率低,基于其解剖位置多位于颈内动脉床突段^[23],病理特点为单一外膜支撑血管壁,其形态短期演变、演变过程形态可变化^[2],极易破裂出血,目前无论手术或介入均没有一个具有明显优势的治疗方法^[24-25],随着覆膜支架在 BBA 中的使用在颅内动脉瘤由“瘤内填塞”转为“腔内修复”的观念已被认可^[26-27],实现重塑瘤口段血管,动脉瘤与血流隔绝,完全闭塞动脉瘤,恢复正常血流状态。

WCS 在治疗过程中优势:①可通过直接贴附而实现动脉瘤的完全栓塞,降低患者费用,缩短手术时间。谢兵等^[28]表示单一 LVIS 辅助弹簧圈治疗 BBA 复发率高;Zhu 等^[29]及吕超等^[30]表示双 LVIS 辅助栓塞 BBA 有一定优势,因双 LVIS 套叠后网孔进一步致密,金属覆盖率提高,形成类似密网支架效果;江志贤等^[31]也认为多支架重叠辅助弹簧圈治疗 BBA 是安全有效的;Lin 等^[32]使用单枚 Pipeline 血流导向装置单纯(未使用弹簧圈)治疗 8 例 BBA 患者具有较好的闭塞率;Lozupone 等^[33]使用单枚和两枚血流导向装置单纯(未使用弹簧圈)治疗 8 例患者,其中

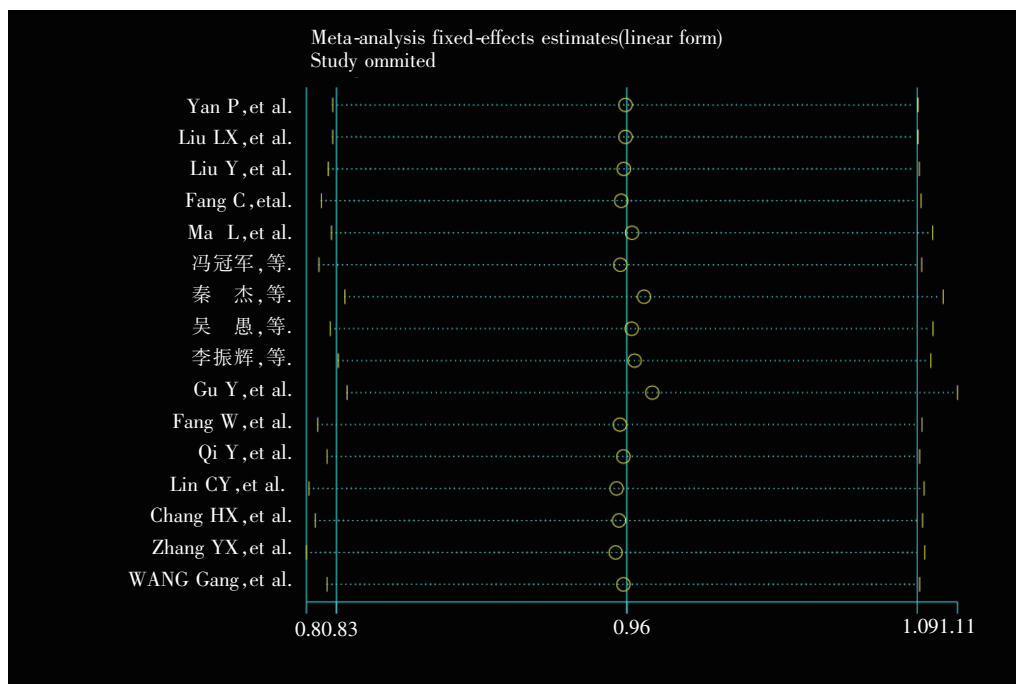


图2 Willis覆膜支架治疗颈内动脉血泡样动脉瘤完全闭塞率

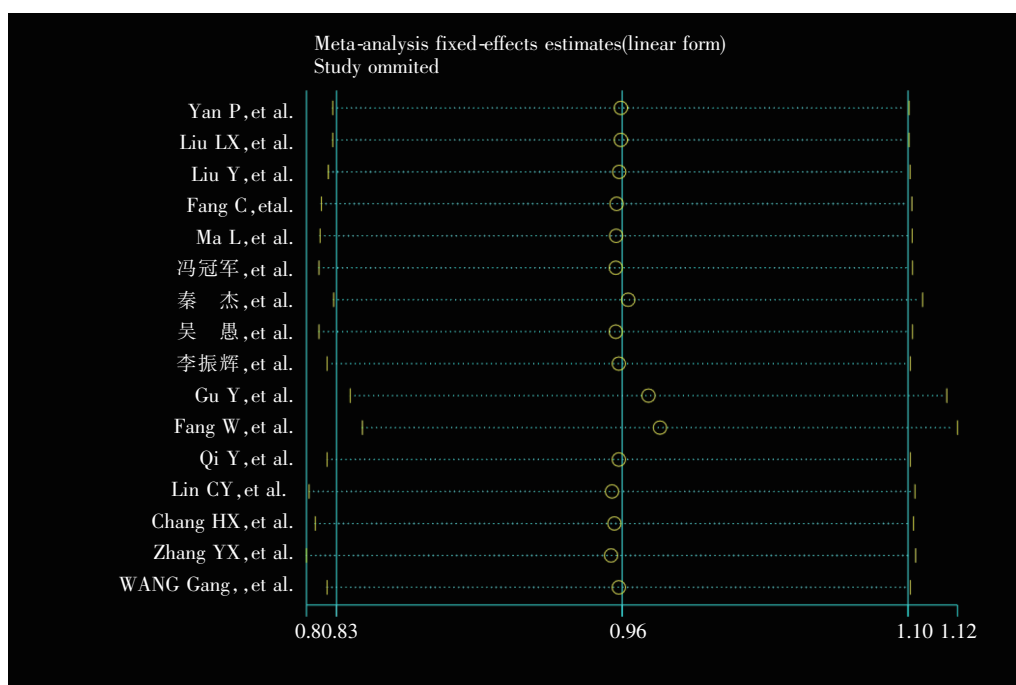


图3 Willis覆膜支架治疗颈内动脉血泡样动脉瘤随访良好率

3例两枚支架置入患者中1例死亡与术前蛛网膜下腔出血有关,2例在随访中闭塞完全,单枚置入患者闭塞完全,表明血流导向装置单纯治疗BBA具有较好的闭塞率,但报道数量较少且在急性期治疗有较高的血管闭塞性^[34],其安全性及有效性需进一步探讨。Willis覆膜支架单纯支架贴附相对于复杂和多重步骤的多重支架辅助弹簧圈栓塞,具有步骤少、费用低、手术时间短、可一次性闭塞等优点。②由于

BBA血管壁薄,无论在支架辅助弹簧圈栓塞或单纯弹簧圈栓塞过程均可出现弹簧圈刺破动脉瘤引起大出血,单独使用覆膜支架实现“腔内修复”就可以完全闭塞BBA,规避因瘤内填塞引起的风险。徐可等^[35]使用WCS治疗3例海绵窦瘘、3例岩骨段夹层动脉瘤及10动脉瘤,3~6个月随访中除1例颈内动脉闭塞,其余均安全有效;徐田明等^[36]对3例医源性颈动脉损伤患者应用WCS,能及时、安全重建修复,表明

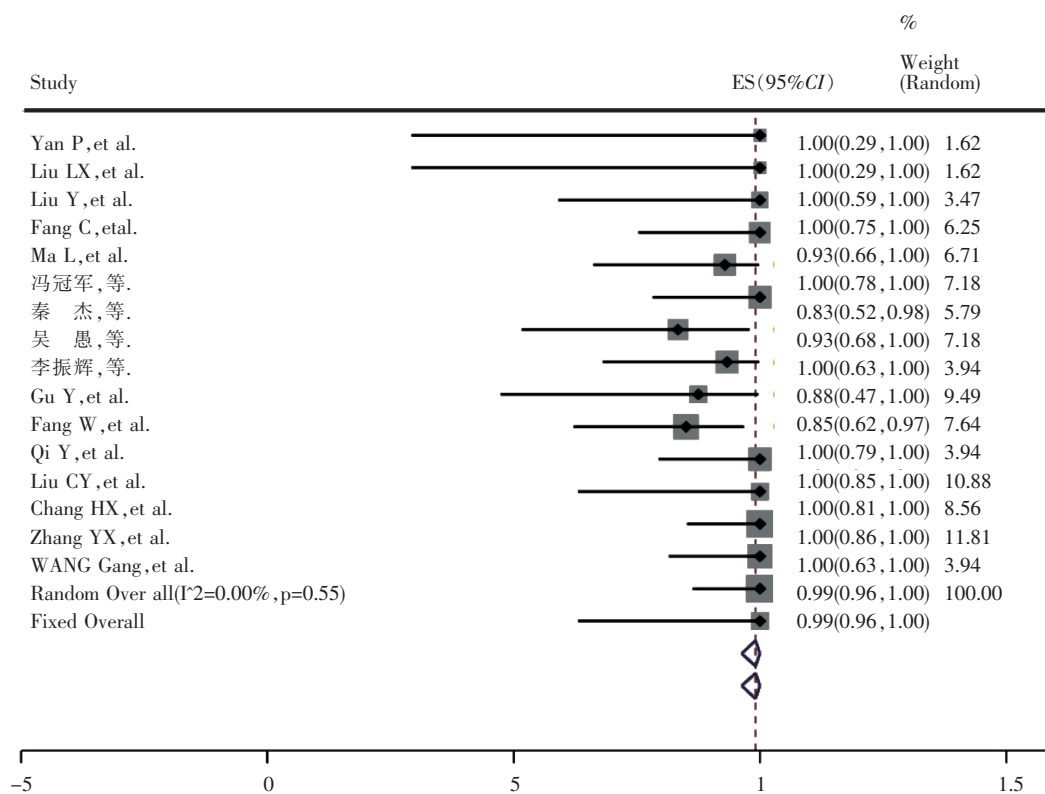


图 4 Willis 覆膜支架治疗颈内动脉血泡样动脉瘤完全闭塞率森林图

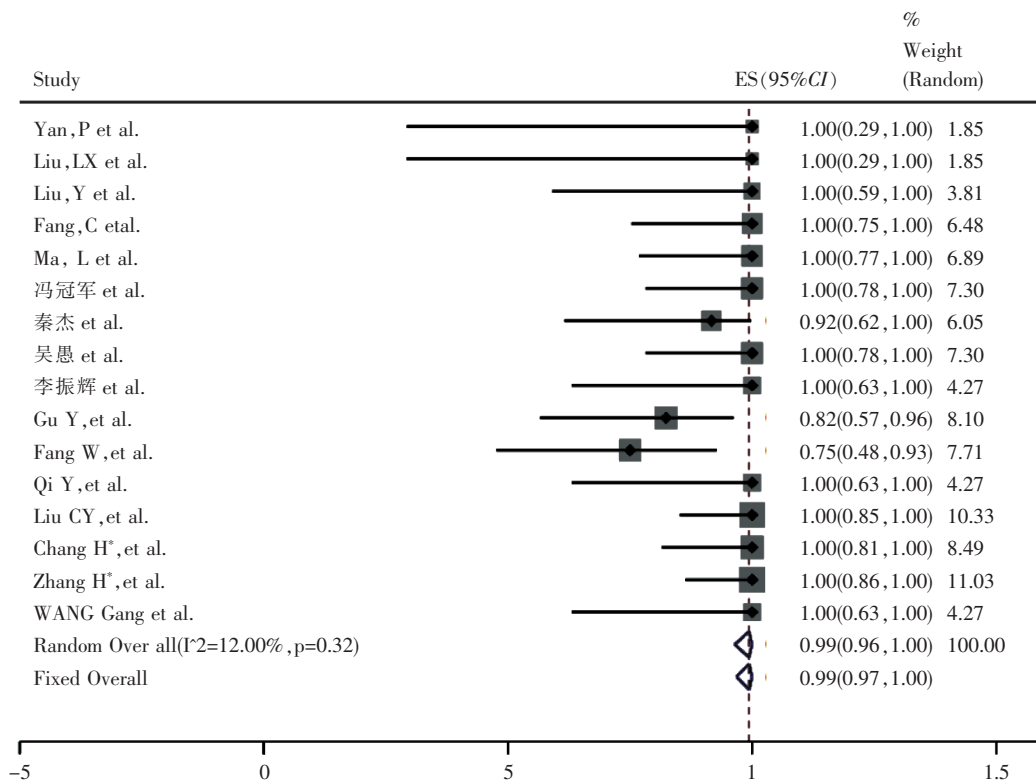


图 5 Willis 覆膜支架治疗颈内动脉血泡样动脉瘤术后随访恢复良好率森林图

WCS 可直接堵塞破口,若术中突发破裂出血,不失为紧急治疗的手段,为挽救患者生命提供了一种新治疗

措施。③本次分析显示,WCS 对于 BBA 具有很高的闭塞率,94 例病例中 2 例出现破裂、1 例复发。④覆

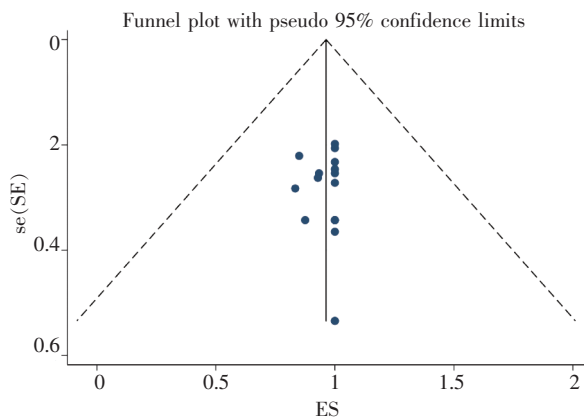


图 6 Willis 覆膜支架治疗颅内动脉血泡样动脉瘤完全闭塞率漏斗图

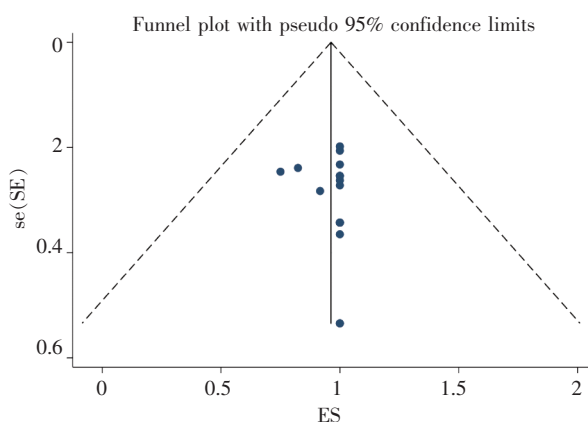


图 7 Willis 覆膜支架治疗颅内动脉血泡样动脉瘤术后随访恢复良好率漏斗图

膜支架应用需要术前精准评估、精确释放、安全闭塞，置入过程中不要移位，支架两端存在无效区，WCS 支架选择需要与对应管腔相当或者稍大，覆盖瘤口两端 2~4 mm，给手术医师提出更高的要求。

WCS 存在自身的不足：①支架弯曲顺应性差，对于迂曲的颈内动脉，支架通过及顺应性较其他支架差。本次研究中 2 例患者发生医源性颈动脉海绵窦瘘(CCF)，均因血管迂曲，通过顺应性不良引起；1 例行第二枚支架贴附，另 1 例行载瘤动脉闭塞搭桥手术，术后均恢复良好。②内漏及侧支血管闭塞性是其常见并发症，眼动脉存在颈内外动脉循环，通过术前球囊闭塞试验和颈外侧支循环评估，闭塞可能性小，但脉络膜动脉相对于眼动脉，形成的闭塞因其的三偏更高的并发症，本次研究中 1 例患者因支架出现脉络膜前动脉闭塞，术后 CT 发现小的梗死灶。③颈内动脉狭窄，无论是支架内狭窄或支架外狭窄，都是覆膜支架常见并发症，共有 4 例有轻-中度狭窄，并未引起神经系统症状。④术中出血及脑梗死是动脉瘤的常见致命性并发症，1 例动

脉瘤术中出血急诊开颅手术后好转；1 例术后出血，1 个月后死亡；1 例动脉瘤术后 2 d 载瘤动脉急性闭塞，出院数天后动脉瘤破裂死亡。

[参考文献]

- [1] 向春晖,田仁富,潘 轲,等. 颈内动脉血泡样动脉瘤的外科治疗[J]. 中国临床医学, 2021, 28:253-257.
- [2] 陈善文,邢安凤,王 硕. 颈内动脉血泡样动脉瘤的显微夹闭术效果评价[J]. 中国临床神经外科杂志, 2018, 23:228-231.
- [3] Lee SU,Kwak Y,Oh CW,et al. Pathogenesis of dorsal internal carotid artery wall aneurysms based on histopathologic examination and microscopic configuration[J]. J Clin Neurosci, 2018, 58: 181-186.
- [4] Ishikawa T,Nakamura N,Houkin K,et al. Pathological consideration of a "blister-like"aneurysm at the superior wall of the internal carotid artery: case report[J]. Neurosurgery, 1997, 40: 403-405.
- [5] Bojanowski MW,Weil AG, McLaughlin N,et al. Morphological aspects of blister aneurysms and nuances for surgical treatment [J]. J Neurosurg, 2015, 123: 1156-1165.
- [6] Zhao YH,Zhang Q,Wang S,et al. Comparison of radiological and clinical characteristics between blood blister-like aneurysms(BBAs) and non-blister aneurysms at the supraclinoid segment of internal carotid artery[J]. Neurosurg Rev, 2019, 42: 549-557.
- [7] Yan P,Zhang Y,Ma C,et al. Application of the willis covered stent in the treatment of intracranial unruptured aneurysms in internal carotid artery: a retrospective single-center experience[J]. J Clin Neurosci, 2020, 78: 222-227.
- [8] Liu LX,Zhang CW,Lin S,et al. Application of the Willis covered stent in the treatment of ophthalmic artery segment aneurysms: a single-center experience[J]. World Neurosurg, 2019, 122: e546-e552.
- [9] Liu Y,Yang HF,Xiong ZY,et al. Efficacy and safety of Willis covered stent for treatment of complex vascular diseases of the internal carotid artery[J]. Ann Vasc Surg, 2019, 61: 203-211.
- [10] Fang C, Tan HQ, Han HJ, et al. Endovascular isolation of intracranial blood blister-like aneurysms with Willis covered stent[J]. J Neurointerv Surg, 2017, 9: 963-968.
- [11] Ma L,Feng H,Yan S,et al. Endovascular treatment of complex vascular diseases of the internal carotid artery using the Willis covered stent: preliminary experience and technical considerations [J]. Front Neurol, 2020, 11: 554988.
- [12] 冯冠军,胥小波,马俊华,等. Willis 覆膜支架治疗颅内动脉血泡样动脉瘤 15 例临床分析[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2018, 32:755-757.
- [13] 秦 杰,潘 力,杨 铭,等. Willis 覆膜支架治疗颅内动脉血泡样动脉瘤的疗效[J]. 中国临床神经外科杂志, 2018, 23:225-227.
- [14] 吴 愚,邓剑平,于 嘉,等. Willis 覆膜支架治疗颅内动脉血泡样动脉瘤的疗效分析[J]. 中国临床神经外科杂志, 2020, 25: 355-358.
- [15] 李振辉,杜德坤,卢升隼,等. Willis 覆膜支架治疗颅内段颈内动脉复杂性病变的临床应用[J]. 影像诊断与介入放射学, 2017, 26:367-373.

- [16] Gu Y,Gu BX,Li YD,et al. Endovascular treatment of blood blister-like aneurysms in the internal carotid artery using a Willis covered stent[J]. J Interv Med, 2018, 1: 157-163.
- [17] Fang W,Yu J,Liu YF,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.
- [18] Qi Y,Xu T,Jiang CH,et al. Application of the Willis covered stent in the treatment of internal carotid artery blood blister-like aneurysms[J]. Neurosurg Rev, 2022, 45: 1513-1519.
- [19] Liu CY,Shen Y,Qian K,et al. Application of covered stent graft in the treatment of complex carotid artery lesions: a single center experience[J]. Vascular,2022,30:1034-1043.
- [20] Chang HX,Shen YQ,Li Z,et al. Safety and efficacy of endovascular therapy for blood blister-like aneurysms: Willis covered stents and double stents assistant coils: a single center cohort study[J]. Front Neurol, 2021, 12: 606219.
- [21] Zhang YX,Zhang YP,Liang F,et al. Procedure-related complication of Willis covered stent in the treatment of blood blister-like aneurysm: stent detachment from dilating balloon[J]. Front Neurol, 2017, 8: 639.
- [22] Wang G,Zhang GZ,Li MZ,He XY,Liu D,Song Y,Qi ST,Feng WF. Efficacy and safety of Willis covered stent for treatment of blood blister-like aneurys. Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao. 2016 Aug 20;36(8):1165-8. Chinese.
- [23] Abe M,Tabuchi K,Yokoyama H,et al. Blood blisterlike aneurysms of the internal carotid artery[J]. J Neurosurg, 1998, 89: 419-424.
- [24] Szmuda T,Sloniewski P,Wasak PM,et al. Towards a new treatment paradigm for ruptured blood blister-like aneurysms of the internal carotid artery? A rapid systematic review[J]. J Neurointerv Surg, 2016, 8: 488-494.
- [25] 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.
- [26] 李振辉,杜德坤,卢升隕,等. Willis 覆膜支架治疗颅内段颈内动脉复杂性病变的临床应用[J]. 影像诊断与介入放射学, 2017, 26: 367-373.
- [27] Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms[J]. Ann Vasc Surg, 1991, 5: 491-499.
- [28] 谢兵,丁明祥,赵东海,等. LVIS 支架辅助弹簧圈治疗颈内动脉血泡样动脉瘤[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2021, 26: 171-172.
- [29] Zhu DY, Fang YB, Yang PF, 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.
- [30] 吕超,黄小军,李侠,等. 双 LVIS 支架套叠辅助弹簧圈栓塞治疗颅内血泡样动脉瘤[J]. 中国介入影像与治疗学, 2020, 17: 533-537.
- [31] 江志贤,黄佳欣,张晋宁,等. 多支架重叠辅助弹簧圈栓塞治疗颈内动脉破裂血泡样动脉瘤:38 例回顾性病例系列研究[J]. 国际脑血管病杂志, 2020, 28: 516-521.
- [32] Lin N, Brouillard AM, Keigher KM, et al. Utilization of pipeline embolization device for treatment of ruptured intracranial aneurysms: US multicenter experience[J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7: 808-815.
- [33] Lozupone E, Piano M, Valvassori L, et al. Flow diverter devices in ruptured intracranial aneurysms: a single-center experience[J]. J Neurosurg, 2018, 128: 1037-1043.
- [34] 耿介文,翟晓东,吉喆,等. 中国颅内未破裂动脉瘤诊疗指南 2021[J]. 中国脑血管病杂志, 2021, 18: 634-664.
- [35] 徐可,李辉,黄楚明,等. Willis 覆膜支架治疗颈内动脉病变的疗效分析[J]. 中国临床神经外科杂志, 2019, 24: 413-415, 418.
- [36] 徐田明,蔡栋阳,许岗勤,等. Willis 覆膜支架急诊重建修复医源性颈内动脉破裂 3 例[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30: 608-611.

(收稿日期:2022-05-30)

(本文编辑:茹实)