

Willis覆膜支架在外伤性颈动脉海绵窦瘘的应用体会

卢瑞斌¹, 杨少春², 邱传珍², 刘 明², 欧阳奕安^{2*}

¹赣南医科大学第一临床医学院, 江西 赣州

²赣南医科大学第一附属医院神经外科, 江西 赣州

收稿日期: 2025年10月27日; 录用日期: 2025年11月19日; 发布日期: 2025年11月28日

摘 要

目的: 探讨Willis覆膜支架在外伤性颈动脉海绵窦瘘(traumatic carotid cavernous sinus fistula, TCCF)介入治疗中的有效性和安全性。方法: 回顾性分析本中心接受Willis覆膜支架介入治疗的7例TCCF患者的临床资料。结果: 7例TCCF患者均无围手术期并发症, 术后即刻造影7例瘘口均完全消失, 术后临床症状均明显缓解。其中2例单用Willis覆膜支架即刻瘘口未消失, 存在较为明显内漏, 后经静脉入路分别予可解脱弹簧圈联合Onyx胶栓塞、单独Onyx胶栓塞后瘘口消失。随访显示7例瘘口完全消失, 颈内动脉通畅, 临床症状明显好转。结论: 本中心的初步经验显示, Willis覆膜支架可作为部分TCCF患者的一种治疗选择, 尤其是在处理内漏方面积累了一定经验, 其长期有效性和在TCCF治疗中的确切地位有待更大规模的前瞻性研究加以明确。

关键词

外伤性颈动脉海绵窦瘘, Willis覆膜支架, 血管内治疗, 内漏

Application of Willis Covered Stent in Traumatic Carotid Cavernous Sinus Fistula

Ruibin Lu¹, Shaochun Yang², Chuanzhen Qiu², Ming Liu², Yi'an OuYang^{2*}

¹The First Clinical Medical College of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

²Department of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

Received: October 27, 2025; accepted: November 19, 2025; published: November 28, 2025

*通讯作者。

文章引用: 卢瑞斌, 杨少春, 邱传珍, 刘明, 欧阳奕安. Willis 覆膜支架在外伤性颈动脉海绵窦瘘的应用体会[J]. 临床医学进展, 2025, 15(12): 41-47. DOI: 10.12677/acm.2025.15123377

Abstract

Objective: To investigate the efficacy and safety of the Willis covered stent in the interventional treatment of traumatic carotid cavernous sinus fistula (TCCF). **Methods:** The clinical data of 7 TCCF patients who were treated with Willis covered stent-graft intervention in our center were analyzed retrospectively. **Results:** None of the 7 patients with TCCF had perioperative complications, the 7 fistulas completely disappeared on postoperative immediate contrast, and all the clinical symptoms were obviously relieved after the operation. Two cases of Willis covered stent alone did not disappear immediately, and there was an obvious leakage. The fistula disappeared after the reloadable coil combined with Onyx embolization and Onyx embolization alone by the posterior transvenous approach respectively. Follow-up showed complete disappearance of fistula and patency of the internal carotid artery in 7 cases, and obvious improvement of clinical symptoms. **Conclusion:** Preliminary experience at our center indicates that Willis covered stents may serve as a treatment option for some TCCF patients, particularly in managing endoleaks where we have gained considerable experience. Their long-term efficacy and precise role in TCCF management require confirmation through larger prospective studies.

Keywords

Traumatic Carotid Cavernous Sinus Fistula, Willis Covered Stent, Endovascular Treatment, Endoleak

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

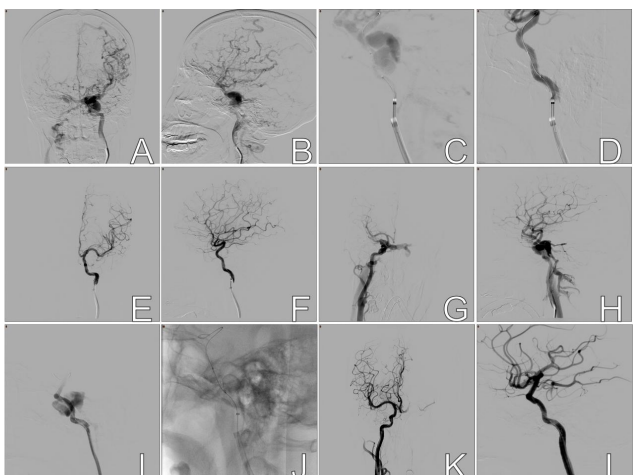
TCCF 是指由外伤引起的颈内动脉本身或其分支与海绵窦之间的异常沟通[1]。TCCF 在颅脑外伤中的发病率约为 1%~2.5%，若颅脑外伤合并颅底骨折，本病的发病率可达 4% [2]。TCCF 多见于 20~40 岁的年轻患者，TCCF 在男性中的发生率要高于女性，男性 78.2%，女性 21.8% [3]。车祸、火器伤、锐器伤等外伤所致的颅脑损伤是 TCCF 的常见病因，颈内动脉最常受累部位是 C4 段。TCCF 治疗的原则是封闭瘘口，挽救视力，改善脑血液循环[4]。血管内治疗 TCCF 目前已作为治疗 TCCF 的首选方法，常用于 TCCF 的栓塞材料包括可解脱球囊、可解脱弹簧圈、Onyx 胶、覆膜支架等。Willis 覆膜支架作为全球首款颅内专用支架系统，能直接修复 TCCF 血管内膜，在闭塞瘘口的同时保持颈内动脉通畅，这是其他栓塞材料所不具备的优势[5]。本文通过回顾性分析本中心 7 例接受 Willis 覆膜支架血管内治疗的 TCCF 患者的临床资料，探讨 Willis 覆膜支架在 TCCF 应用中的有效性、安全性和治疗策略。

2. 材料和方法

2.1. 一般资料

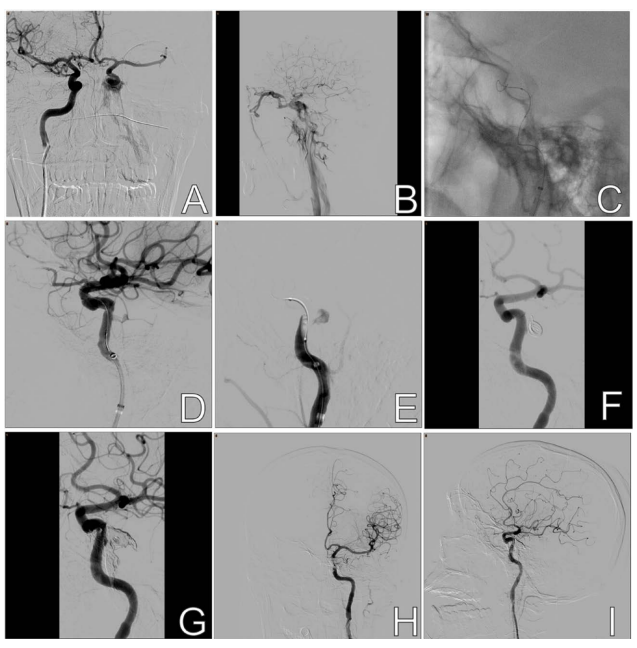
2020 年 1 月至 2022 年 12 月，本中心共收治 7 例接受 Willis 覆膜支架血管内治疗的 TCCF 患者，男性 3 例，女性 4 例，6 例是单侧 TCCF，1 例为双侧 TCCF，临床表现主要是结膜充血、突眼、眼球活动障碍、眼睑下垂、颅内杂音、头痛等，所有患者术前均行全脑血管造影(Digital subtraction angiography, DSA)、颅脑 CT，评估患者瘘口位置、大小、流量、循环代偿、颅底骨折、静脉引流等情况。患者的临床

资料如表 1。经 Willis 覆膜架治疗一例双侧 TCCF 的中年女性(如图 1)及一例左侧 TCCF 的中年男性(如图 2)的手术经过见下文。



注：一位 54 岁女性患者在车祸外伤后 2 周表现为双侧 TCCF。(A)-(B). 左侧颈内动脉正侧位示左侧 TCCF；(C)-(D). 左侧颈内动脉侧位示经过瘘口释放一枚 4.5 mm*16 mm 的 Willis 覆膜支架，瘘口即刻不显影；(E)-(F). 左侧颈内动脉正侧位示左侧 TCCF 不显影；(G)-(H). 右侧颈内动脉正侧位造影示右侧 TCCF；(H)-(J). 右侧颈内动脉侧位造影示经过瘘口释放一枚 4.5 mm*16 mm 的 Willis 覆膜支架，瘘口即刻不显影；(K)-(L). 右侧颈内动脉正侧位示右侧 TCCF 不显影。

Figure 1. Surgical procedure for bilateral TCCF embolization using Willis coated stents
图 1. 双侧 TCCF 经 Willis 覆膜支架栓塞的手术经过



注：一位 52 岁男性患者在车祸外伤后 1 月表现为左侧 TCCF。(A). 左侧颈内动脉压颈试验，右侧颈内动脉造影正位示左侧 TCCF，瘘口位于海绵窦上升段近后膝部；(B). 左侧颈内动脉侧位造影示通过同侧眼静脉、岩上窦、岩下窦引流；(C)-(E). 左侧颈内动脉侧位示经过瘘口释放一枚 4.0 mm*13 mm 的 Willis 覆膜支架，即刻造影存在内漏；(F). 经静脉入路微导管进入海绵窦近瘘口处，填塞弹簧圈 1 枚；(G). 注入 Onyx 胶 2.5 ml；(H)-(I). 左侧颈内动脉正侧位示左侧 TCCF 不显影，瘘口闭塞

Figure 2. Surgical procedure for left TCCF embolization using a Willis coated stent + coil combined with Onyx glue
图 2. 左侧 TCCF 经 Willis 覆膜支架 + 弹簧圈、Onyx 胶联合栓塞的手术经过

Table 1. The patient's general condition, treatment details, and follow-up results
表 1. 患者的一般情况、治疗情况及随访结果

病例号	年龄	性别	临床表现	瘘口侧别	瘘口流量	皮层静脉返流	支架型号 (mm)	内漏	其他栓塞材料	术后即刻 DSA 情况	出院时临床表现	随访时间 (月)	随访结果
1	71	女	头痛 + 颅内杂音 + 右侧突眼 + 右眼活动受限	右	低	无	4.5*16	无	无	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅	头痛好转, 颅内杂音、突眼消失	3	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅
2	54	女	双侧颅内杂音 + 双侧结膜充血 + 左眼活动受限	双侧	低	有	左侧 (4.5*16) 右侧 (4.0*16)	无	无	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅	双侧颅内杂音、双侧结膜充血消失	4	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅
3	55	男	右侧结膜充血 + 右侧突眼 + 右侧颅内杂音	右	低	无	4.0*16	无	无	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅	右侧结膜充血、右侧突眼减轻, 右侧颅内杂音消失	6	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅
4	42	男	左侧结膜充血 + 左侧突眼	左	高	无	4.0*13	有	弹簧圈 1 个, Onyx 胶 2.5 ml	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅	左侧结膜充血、左侧突眼明显缓解	6	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅
5	68	女	右侧结膜充血 + 右侧突眼 + 右眼球活动受限	右	高	无	4.5*16	有	Onyx 胶 1.5 ml	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅	右侧结膜充血、右侧突眼明显缓解	5	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅
6	71	女	右侧结膜充血 + 右侧突眼	右	低	无	4.0*16	无	无	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅	右侧结膜充血、右侧突眼明显缓解	3	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅
7	54	男	右侧结膜充血 + 右侧突眼 + 右侧颅内杂音	右	低	无	4.0*16	无	无	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅	右侧结膜充血、右侧突眼明显缓解	5	瘘口闭塞, 颈内动脉通畅

2.2. 术前准备

术前 7 天患者口服抗血小板药物, 拜阿司匹林肠溶片 100 mg 1 次/日、氯吡格雷 75 mg 1 次/日, 并行血栓弹力图检测, 如 ADP 抑制率低于 30%, 将氯吡格雷改为替格瑞洛 60 mg 2 次/日。

2.3. 手术经过

全麻成功后, 全身肝素化, 患者取仰卧位, 双下肢稍外展, 常规消毒铺巾。Seldinger 技术穿刺植入 8F 导管鞘(Cordis, 美国)。在导丝指引下将 8F 导引导管(Cordis, 美国)置入颈内动脉 C2 段上缘水平, 反复多角度和交叉压迫患侧颈内动脉造影明确瘘口位置及瘘口段颈内动脉血管大小信息, 根据瘘口大小和瘘口段颈内动脉内径大小选用合适的 Willis 覆膜支架(Microport, 中国), 跨瘘口远近端缓慢球囊扩张释放 Willis 覆膜支架, 再次造影明确瘘口是否消失。

2.4. 术后注意事项

术后复查颅脑 CT 后转入神经外科监护室, 术后每 12 小时皮下注射低分子肝素(4000 U), 持续 3 天, 并继续予以双抗(拜阿司匹林肠溶片 100 mg/d 1 年 + 氯吡格雷 75 mg/d 6 月)或(拜阿司匹林肠溶片 100 mg/d 1 年 + 替格瑞洛 120 mg/d 6 月)治疗, 出院后随访记录临床症状恢复情况。术后 3~6 月返院复查 DSA。

2.5. 结果

7 例患者均成功血管内植入 Willis 覆膜支架, 共植入 8 枚支架, 其中 6 例单侧 TCCF 的患者分别植入 1 枚支架, 1 例双侧 TCCT 患者植入 2 枚支架。支架型号 4.0 mm × 16 mm 为 4 例, 4.5 mm × 16 mm 为 2 例(表 1)。围手术期无缺血、出血等不良并发症发生。术后造影 7 例 TCCF 均显示为瘘口消失, 患侧颈内动脉通畅。其中, 支架释放后即刻脑血管造影显示 5 例瘘口完全消失, 2 例支架近端存在内漏, 均进行了支架复扩, 但内漏并未完全消失, 后经静脉入路, 1 例单纯运用 Onyx 胶填充海绵窦, 另 1 例则联用可解脱弹簧圈与 Onyx 胶填充海绵窦, 处理后瘘口均消失。术后临床症状均有不同程度的缓解。

7 例患者均接受了随访, 术后 3~6 月返院行 DSA 复查。随访结果显示: 7 例 TCCF 患者瘘口完全消失, 颈内动脉通畅, 术前临床症状不同程度好转。包括 2 例存在内瘘辅以可解脱弹簧圈与 Onyx 胶填充海绵窦的 TCCF 患者, 瘘口未复发, 患侧颈内动脉通畅。

3. 讨论

TCCF 是指由外伤引起的颈内动脉本身或其分支与海绵窦之间的异常沟通。TCCF 治疗的原则在于封闭瘘口, 并尽可能保持颈内动脉的通畅。1972 年, Serbinenko 创新性地使用可解脱球囊技术, 治疗 TCCF 的同时, 保留了颈内动脉, 这在 TCCF 治疗进展历程中, 具有里程碑式的意义[6]。此后, 以球囊为主导的血管内治疗, 因其创伤小、效果可靠、费用低、并发症少、致死率低等优势, 逐渐成为 TCCF 首选的治疗方法。目前, 在 TCCF 的血管内治疗中, 可解脱球囊仍发挥主导作用, 可解脱弹簧圈和 Onyx 胶逐渐得到更多的应用, 而覆膜支架因其无占位效应, 在闭塞瘘口的同时保持颈内动脉的通畅, 越来越受到广大学者的青睐。

覆膜支架是一种新型的介入材料, 起初主要用于心血管疾病的血管内治疗, 主要涉及 2 种覆膜支架, 球扩式冠脉覆膜支架(JoMed and Jostent)和自膨式外周血管覆膜支架(Symbiot stent)[7]。不少研究表明, 覆膜支架在脑血管病的血管内治疗中的应用是安全、有效的。2004 年, Felber 等人首先报道了 2 例应用球扩式覆膜支架联合裸支架治疗 TCCF, 瘘口完全闭塞, 术后随访无明显并发症。随后, Mandan 等人在 2006 年报道了 2 例应用自膨式外周血管覆膜支架治疗的高流量 TCCF, 在闭塞瘘口的同时保持颈内动脉通畅[8]。2007 年, Gomez 等及 Archondakis 等分别报道了应用 Jostent 覆膜支架治疗 7 例及 8 例 TCCF 并评价其长期疗效, 在复查造影时显示 2 组均有 1 例患者支架置入侧颈内动脉闭塞, 但没有任何临床症状, 其余患者颈内动脉通畅, 未见病变复发[9]。2021 年, Jeong SH 等人报道了 12 例经 Jostent 覆膜支架血管内治疗 TCCF, 11 例术后即时造影显示瘘口完全闭塞, 1 例未完全闭塞, 但在 DSA 复查时, 其瘘口完全闭塞[10]。

然而, 外周血管覆膜支架质地较硬, 顺应性不佳, 更难以用于颅内的病变, 特别是颈内动脉海绵窦段以上的血管性疾病, 国内外学者们不断尝试研制适合颅脑和颈部血管解剖学特点的覆膜支架。Willis 覆膜支架是全球首款颅内专用覆膜支架系统, 由我国自主研发, 其利用表面的 PTFE(聚四氟乙烯)膜, 可以直接封闭瘘口, 是面向中国神经介入医生的一个科学可行的治疗选择。相较于传统的用于 TCCF 的介入材料, Willis 覆膜支架的优点在于: 1. 颅内专用的球囊设计, 高顺应性, 适用于颅内血管; 2. 快速交换

系统,操作简捷方便,明显缩短手术时间;3. 可适用于小瘘口、多瘘口以及大瘘口的 TCCF,同时保持颈内动脉的通畅;4. 与可解脱球囊相比,没有早脱、泄漏的危险;5. 与可解脱弹簧圈、液体胶相比,无移位误栓正常血管的风险;6. 对颈内动脉的血管重建和血管壁新生内皮细胞的生长和覆盖有促进作用。2011 年,王武等人报道了经 Willis 覆膜支架治疗的 12 例难治性 TCCF 病例,所有病例临床症状均缓解,11 例在闭塞瘘口的同时保留了颈内动脉,1 例闭塞了单侧颈内动脉和瘘口,术后 6 月复查脑血管造影,10 例瘘口完全闭塞,颈内动脉通畅,支架内无明显狭窄,1 例颈内动脉闭塞[7]。2018 年,高超等人报道了 8 例经 Willis 覆膜支架治疗的 CCF 病例,术后即刻造影 5 例瘘口完全消失,2 例支架近端存在内漏,1 例瘘口残余,术后临床症状明显缓解,随访中患者临床症状均消失,6 例瘘口完全消失,1 例瘘口残余,1 例未能行脑血管造影复查[5]。2021 年,林超等人报道了 39 例经 Willis 覆膜支架组血管内治疗的 TCCF,5 例术后即刻造影存在少量内漏,通过间断压颈后,临床症状消失,效果确切,余病人瘘口完全闭塞[11]。本中心 7 例 TCCF 均采用 Willis 覆膜支架治疗,1 例为双侧 TCCF,共使用 Willis 覆膜支架 8 枚,2 例单用 Willis 覆膜支架后即刻造影瘘口未消失,存在内漏,经静脉入路分别予可解脱弹簧圈联合 Onyx 胶栓塞、单独 Onyx 胶栓塞后瘘口消失。随访行 DSA 显示 7 例瘘口完全消失,颈内动脉通畅,临床症状明显好转。

在处理 TCCF 时,使用 Willis 覆膜支架可能面临一些挑战,其中内漏是比较常见的问题之一[10]。结合我们单中心的经验:1. 对于小的内漏可以进行观察随访并嘱患者行有效的压颈治疗,一般在 1~2 周的时间内可以自行愈合;2. 对于覆膜支架近端内漏,可轻轻回撤球囊扩张,必要时可以植入第二枚支架;对于支架远端内漏,建议应用新球囊小心进入支架远端进行扩张,不建议应用原有球囊强推至支架远端扩张;3. 为了预防覆膜支架可能出现的弹性回缩,首先在支架尺寸选择上,建议宁大勿小。同时建议术后观察 20~30 分钟,并予以抗痉挛治疗,一旦出现弹性回缩可以使用新球囊在支架远端或近端适度扩张;4. 预置微导管封堵内漏是目前使用覆膜支架时比较有效的术中补救措施,通过即时弹簧圈、Onyx 胶的填塞,可以很好地做到内漏的封堵。同时,预置微导管的方法并不会显著影响支架的贴壁。

综上所述,Willis 覆膜支架在治疗 TCCF 中具备独到的优势,是一种安全、有效的治疗方法。内漏是 Willis 覆膜支架在 TCCF 血管内治疗中的主要挑战,而预置微导管封堵内漏的技术可作为有效的补救措施,不断改善 Willis 覆膜支架的材料性能以更好地适应颅脑血管解剖学特点,Willis 覆膜支架有望成为治疗 TCCF 的第一选择。我们提议开展一项多中心前瞻性研究,以系统收集 Willis 支架治疗 TCCF 的长期随访数据;或设计一项比较性研究,比较 Willis 支架与可解脱球囊在特定类型 TCCF 中的疗效与成本效益。

道德声明

本研究获得赣南医学院伦理委员会批准(审批号:LLSC-2023 第 124 号)。

基金项目

赣州市科技局,指导性科技计划项目:覆膜支架在外伤性颈动脉海绵窦瘘中的治疗策略和预后分析(2021ZDX3581)。

参考文献

- [1] 卢小健,张鸿祺,支兴龙,等. 覆膜支架治疗外伤性颈动脉海绵窦瘘二例报道并文献复习[J]. 中国脑血管病杂志, 2006(10): 454-458.
- [2] Shimizu, N., Nagaishi, M., Fuji, Y., Inoue, Y., Sugiura, Y., Kawamura, Y., et al. (2017) The Endovascular Treatment of Traumatic Cavernous Sinus Arteriovenous Fistulas: A Single-Center Experience. *Journal of Neuroendovascular Therapy*,

- 11, 450-456. <https://doi.org/10.5797/jnet.oa.2016-0139>
- [3] Niu, Y., Chen, T., Tang, J., Jiang, Z., Zhu, G. and Chen, Z. (2020) Detachable Balloon Embolization as the Preferred Treatment Option for Traumatic Carotid-Cavernous Sinus Fistula? *Interventional Neuroradiology*, **26**, 90-98. <https://doi.org/10.1177/1591019919871849>
- [4] 马廉亭. 外伤性颈动脉海绵窦瘘诊断与血管内介入治疗必需遵循的基本原则[J]. 临床外科杂志, 2015, 23(6): 405-406.
- [5] Gao, C. Endovascular Treatment of Carotid-Cavernous Fistulas by Using Willis Covered Stent: Experience and Review. *Advances in Clinical Medicine*, **8**, 868-873. <https://doi.org/10.12677/acm.2018.89145>
- [6] 于加省, 漆剑频, 胡道予, 等. 外伤性颈内动脉海绵窦瘘的血管内治疗[J]. 放射学实践, 2008(5): 547-550.
- [7] 王武, 李明华, 顾斌贤. Willis 覆膜支架治疗难治性外伤性颈动脉海绵窦瘘[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20(3): 177-180.
- [8] Madan, A., Mujic, A., Daniels, K., Hunn, A., Liddell, J. and Rosenfeld, J.V. (2006) Traumatic Carotid Artery-Cavernous Sinus Fistula Treated with a Covered Stent. *Journal of Neurosurgery*, **104**, 969-973. <https://doi.org/10.3171/jns.2006.104.6.969>
- [9] Gomez, F., Escobar, W., Gomez, A.M., Gomez, J.F. and Anaya, C.A. (2007) Treatment of Carotid Cavernous Fistulas Using Covered Stents: Midterm Results in Seven Patients. *American Journal of Neuroradiology*, **28**, 1762-1768. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a0636>
- [10] Jeong, S.H., Lee, J.H., Choi, H.J., Kim, B.C., Yu, S.H. and Lee, J.I. (2021) First Line Treatment of Traumatic Carotid Cavernous Fistulas Using Covered Stents at Level 1 Regional Trauma Center. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, **64**, 818-826. <https://doi.org/10.3340/jkns.2020.0345>
- [11] 林超, 常晗晓, 沈瑜琪, 等. 介入栓塞治疗外伤性颈动脉海绵窦瘘的疗效分析[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2021, 26(8): 355-358.