

颅内破裂动脉瘤治疗策略与预后影响因素： 单中心 1 572 例倾向性评分匹配分析

孙 奇 王 翼 边世春 安学锋 秦 杰 韦 可 蔡彦超 雷 颢 杨 铭 黄 河 马廉亭

【摘要】目的 探讨显微手术夹闭与血管内栓塞治疗颅内破裂动脉瘤的预后及其影响因素,为颅内破裂动脉瘤的治疗提供更多参考。方法 回顾性分析 2013 年 6 月至 2023 年 6 月收治的 1 572 例颅内破裂动脉瘤的临床资料,其中显微手术夹闭 407 例(夹闭组),血管内栓塞 1 165 例(栓塞组)。出院时按 GOS 评分评估预后,其中 1~3 分为预后不良,4~5 分为预后良好。结果 栓塞组出院时预后良好率(88.3%)明显高于夹闭组(75.4%; $P<0.05$),而且栓塞组住院时间(14 d;IQR 11~18 d)明显少于夹闭组(16 d;IQR 13~25 d; $P<0.05$);但是两组病人术前 Hunt-Hess 分级、颅内血肿、动脉瘤部位存在显著差异($P<0.05$)。通过倾向性评分匹配(PSM)后两组各纳入 336 例,分析结果显示栓塞组出院时预后良好率(81.0%)与夹闭组(81.8%)无统计学差异($P>0.05$),但栓塞组住院时间(10 d;IQR 8~11 d)仍明显少于夹闭组(16 d;IQR 13~22 d; $P<0.05$)。多因素 logistic 回归分析结果显示,年龄 ≥ 60 岁、发病时间 >72 h、合并颅内血肿、术前 Hunt-Hess 分级Ⅳ~Ⅴ是颅内破裂动脉瘤预后不良的独立危险因素($P<0.05$)。夹闭组共随访 307 例,动脉瘤复发率为 1.9%;栓塞组共随访 1 029 例,动脉瘤复发率为 7.3%;夹闭组动脉瘤复发率明显低于栓塞组($P<0.05$);PSM 分析后两组各纳入 275 例,夹闭组动脉瘤复发率(2.2%)仍明显低于栓塞组(6.6%; $P<0.05$)。结论 显微手术夹闭与血管内栓塞治疗颅内破裂动脉瘤的预后均较好,栓塞治疗住院时间较短、复发率较高,临床应根据病人病情个体化选择。病人年龄、发病时间、颅内血肿、Hunt-Hess 分级为病人预后的独立影响因素,临床上应加以重视。

【关键词】 颅内破裂动脉瘤;显微夹闭术;血管内栓塞;预后;危险因素

【文章编号】 1009-153X(2023)12-0673-05 【文献标志码】 A 【中国图书资料分类号】 R 743.9; R 651.1²

Therapeutic strategies and prognostic factors of patients with ruptured intracranial aneurysms based on propensity score matching analysis: a single-center retrospective cohort study of 1 572 cases

SUN Qi^{1,2}, WANG Yi¹, BIAN Shi-chun², AN Xue-feng¹, QIN Jie¹, WEI Ke¹, CAI Yan-chao¹, LEI Jie¹, YANG Ming¹, HUANG He¹, MA Lian-ting¹. 1. Department of Neurosurgery, General Hospital of Central Theater Command, Wuhan 430070, China; 2. Department of Neurosurgery, The 985th Hospital of Joint Logistic Support Force, Taiyuan 030001, China

【Abstract】 Objective To explore the efficacy of microsurgical clipping and endovascular embolization for patients with ruptured intracranial aneurysms (RIA) and the RIA patients' prognostic factors, in order to provide more reference for the treatment of RIA. Methods The clinical data of 1 572 patients with RIA, of whom 407 patients underwent microsurgical clipping (clipping group) and 1 165 patients underwent endovascular embolization (embolization group), from June 2013 to June 2023 were retrospectively analyzed. The prognoses of these patients were evaluated by the GOS score at discharge, with a GOS score of 1~3 as poor prognosis and a GOS score of 4~5 as good prognosis. Results The rate of good prognosis in the embolization group (88.3%) was significantly higher than that (75.4%) in the clipping group ($P<0.05$), and the length of hospital stay in the embolization group (14 d; IQR 11~18 d) was significantly shorter than that (16 d; IQR 13~25 d) in the clipping group ($P<0.05$). However, there were significant differences in preoperative Hunt-Hess grade, intracranial hematoma and aneurysm site between the two groups ($P<0.05$). After propensity score matching (PSM) analysis, 336 patients were included in each of the two groups. The PSM analysis results showed that there was no significant difference in the rate of good prognosis at discharge between the embolization group (81.0%) and the clipping group (81.8%; $P>0.05$), but the length of hospital stay in the embolization group (10 d; IQR 8~11 d) was significantly shorter than that (16 d; IQR 13~22 d) in the clipping group ($P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that age ≥ 60 years, onset time >72 h, intracranial hematoma and preoperative

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2023.12.001
作者单位:430070 武汉,中部战区总医院神经外科(孙 奇、王 翼、安学锋、秦 杰、韦 可、蔡彦超、雷 颢、杨 铭、黄 河、马廉亭);030001 太原,联勤保障部队第九八五医院神经外科(孙 奇、边世春)
通讯作者:黄 河,E-mail:hh403@qq.com
马廉亭,E-mail:mlt1937@163.com

Hunt-Hess grade IV ~ V were independent risk factors for poor prognoses of patients with RIA ($P<0.05$). In the clipping group, 307 patients were followed up, and the recurrence rate was 1.9%. In the embolization group, 1 029 patients were followed up, and the recurrence rate was 7.3%. The recurrence rate in the clipping group was significantly lower than that in the embolization group ($P<0.05$). After PSM analysis, 275 patients were included in each group, and the recurrence rate of clipping group (2.2%) was significantly lower than that (6.6%) of the embolization group ($P<0.05$). **Conclusions** Both microsurgical clipping and endovascular embolization have good efficacy for patients with RIA, and embolization has a short hospital stay and a high recurrence rate. In clinic, the selection should be individualized according to the patient's condition. Patients' age, onset time, intracranial hematoma and Hunt-Hess grade are independent prognostic factors of patients with RIA.

【Key words】 Intracranial ruptured aneurysms; Microsurgical clipping; Endovascular embolization; Prognosis; Risk factor

颅内动脉瘤破裂是导致自发性蛛网膜下腔出血的主要原因,致残率、病死率高^[1-3]。目前,颅内破裂动脉瘤的治疗方式主要包括显微手术夹闭、血管内栓塞及复合手术三种^[4-6]。随着介入材料的发展与介入技术的提高,血管内栓塞越来越被临床医师所推崇。对于一些特定的病例,显微手术夹闭仍是可选择的治疗方式。目前,国内外比较显微手术夹闭与血管内栓塞治疗颅内破裂动脉瘤效果的研究不少,但缺乏大样本量的数据支持^[7-9]。本研究纳入 2013 年 6 月至 2023 年 6 月收治的 1 572 例颅内破裂动脉瘤,分析显微手术与血管内栓塞治疗的预后及其影响因素,为颅内破裂动脉瘤的治疗提供更多参考。

1 资料与方法

1.1 病例选择标准 纳入标准:自发性蛛网膜下腔出血经 DSA 或开颅手术证实的责任颅内破裂动脉瘤;具备显微手术夹闭或血管内栓塞治疗指征;资料完整。排除标准:合并严重心、肝、脾、肺、肾等脏器功能障碍不宜手术;明确颅内动脉瘤非蛛网膜下腔出血的责任动脉瘤;病人或家属明确拒绝手术。

1.2 研究对象 2013 年 6 月至 2023 年 6 月收治符合标准的颅内破裂动脉瘤 1 572 例,其中显微手术夹闭 407 例(夹闭组),血管内栓塞 1 165 例(栓塞组)。两组基线资料无统计学差异($P>0.05$;表 1)。

1.3 治疗方法 入院后控制血压,以收缩压 <140 mmHg 为宜,尽可能避免血压波动;呼吸障碍者给予机械通气;维持水电解质平衡,及时纠正低钠血症或高钠血症;尼莫地平缓解脑血管痉挛。伴颅内血肿,若采取夹闭术,则术中同时行血肿清除术,酌情行去骨瓣减压术;若采取栓塞术,则术后行血肿钻孔引流术。蛛网膜下腔出血量较多者,给予脑室外引流术或腰大池外引流术;较少者,腰椎穿刺术释放血性脑脊液。术后并发脑积水者,可行脑室-腹腔分流术或腰大池分流术。

1.3.1 显微手术夹闭 根据责任动脉瘤的位置选择最

佳手术入路(纵裂入路、翼点入路、乙状窦后入路等),术中荧光造影判断动脉瘤夹闭情况、穿支动脉和载瘤动脉是否受影响。

1.3.2 血管内栓塞 根据责任动脉瘤的相关特征制订合适的介入方案,选择适宜弹簧圈,酌情选择普通支架、球囊、双微导管、血流导向支架、覆膜支架或 WEB 等材料。

1.4 预后评估 出院时按 GOS 评分评估预后,其中 1~3 分为预后不良,4~5 分为预后良好。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 26.0 软件分析;正态分布计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 t 检验;非正态分布计量资料采用中位数表示,采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料采用 χ^2 检验;倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM)分析后的计量资料采用 Wilcoxon 秩和检验,计数资料采用 McNemar 检验;采用多因素 logistic 回归模型分析预后影响因素;以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组疗效比较 栓塞组预后良好率和住院时间明显优于夹闭组($P<0.05$,表 1),但是两组基线资料不匹配,栓塞组后循环动脉瘤占比较高、并发颅内血肿比例较低、术前 Hunt-Hess 分级 I ~ III 级占比较高($P<0.05$;表 1)。PSM 分析后,两组基线资料无统计学差异($P>0.05$;表 1),结果显示,两组预后良好率无统计学差异($P>0.05$;表 1),但栓塞组住院时间明显少于夹闭组($P<0.05$;表 1)。

2.2 两组复发率的比较 夹闭组共随访 307 例,其中动脉瘤安全夹闭 301 例,瘤颈部分残留 6 例;动脉瘤复发率为 1.9%;栓塞组共随访 1 029 例,其中动脉瘤完全栓塞 954 例,复发 75 例;动脉瘤复发率为 7.3%。夹闭组动脉瘤复发率明显低于栓塞组($P<0.05$)。PSM 分析后,夹闭组纳入 275 例,其中动脉瘤安全夹闭 269 例,瘤颈部分残留 6 例;动脉瘤复发率为 2.2%;栓塞组纳入 272 例,其中动脉瘤完全栓塞

254 例,复发 18 例;动脉瘤复发率为 6.6%。夹闭组动脉瘤复发率明显低于栓塞组($P<0.05$)。

2.3 预后的影响因素 夹闭组预后良好 307 例(75.4%),预后不良 110 例(死亡 37 例);栓塞组预后良好 1 029 例(88.3%),预后不良 136 例(死亡 68 例)。单因素分析显示,年龄、合并高血压病、发病时间、颅内血肿和术前 Hunt-Hess 分级与颅内破裂动脉瘤预后有关($P<0.05$;表 2)。多因素 logistic 回归分析显示,年龄 ≥ 60 岁、发病时间 >72 h、合并颅内血肿、术前 Hunt-Hess 分级 IV~V 是颅内破裂动脉瘤预后不良的独立危险因素($P<0.05$;表 2)。

3 讨论

3.1 颅内破裂动脉瘤手术方式的选择 本文结果显示显微手术夹闭术与血管内介入栓塞治疗颅内破裂动脉瘤的预后均较好,但显微夹闭术治疗的病人住院时间较长。《中国颅内破裂动脉瘤诊疗指南 2021》指出,对于 Hunt-Hess 分级较低的颅内破裂动脉瘤,进行显微夹闭术或血管内介入治疗均可,但应首先考虑介入治疗(I 级推荐,A 级证据)^[10]。一般来说,选择何种手术方式,除受病人经济状况及家属主观

意愿的影响,医师的经验至关重要。对于血管迂曲或纤细以致微导管不能到位、栓塞术中动脉瘤破裂、动脉瘤巨大、伴颅内血肿且占位效应明显者,我们优选显微手术治疗,其余无特殊禁忌症者首选血管内栓塞。有研究表明血管内治疗 Hunt-Hess 低分级前交通动脉破裂动脉瘤合并颅内血肿是安全有效的^[11],但血肿较大者,显微夹闭术不仅能夹闭破裂动脉瘤,而且能够清除颅内血肿、减少颅内占位效应,降低血肿分解产物引起并加重继发性脑血管痉挛和脑结构及功能损害的风险,避免脑疝形成,改善病人的预后^[12,13]。因此,我们对于合并颅内血肿的颅内破裂动脉瘤,通常采用显微夹闭术。这也是本文夹闭组合并颅内血肿的比例(28.7%)明显高于栓塞组(4.1%)的原因。

随着神经介入技术的进步及材料的发展,目前血管内栓塞的手段也不在局限于单纯弹簧圈栓塞治疗窄颈动脉瘤。对宽颈动脉瘤,支架辅助弹簧圈栓塞、球囊辅助弹簧圈栓塞或双微导管栓塞技术都能达到完美栓塞的目的^[14-16]。多项研究显示支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉瘤的复发率明显低于单纯弹簧圈栓塞^[17-19]。本文血管内栓塞共 1 165 例,其中

表 1 显微夹闭术和血管内栓塞治疗的颅内破裂动脉瘤病人的基线资料和预后比较				
临床资料	PSM 分析前		PSM 分析后	
	夹闭组(n=407)	栓塞组(n=1165)	夹闭组(n=336)	栓塞组(n=336)
年龄(岁)	56(50~61)	56(49~63)	56.5(50~61)	55(49~62)
性别(例,男/女)	163/244	415/750	136/200	140/196
高血压病(例)	208(51.1%)	649(55.7%)	175(52.1%)	162(48.2%)
发病时间(h)	14(7~48)	12(6.5~48)	15(7~48)	16.5(7~72)
动脉瘤位置(例)				
前循环	405(99.5%)	1073(92.1%)	334(99.4%)	334(99.4%)
后循环	2(0.5%)	92(7.9%)*	2(0.6%)	2(0.6%)
动脉瘤大小(mm)	4.8(3.3~6.2)	4.9(3.5~6.4)	4.7(3.3~6.2)	4.8(3.5~6.4)
动脉瘤数量(例)				
单发	323(79.4%)	883(75.8)	264(78.6%)	260(77.4%)
多发	84(20.6%)	282(24.2%)	72(21.4%)	76(22.6%)
并发颅内血肿	117(28.7%)	48(4.1%)*	47(14.0%)	44(13.1%)
术前 Hunt-Hess 分级(例)				
I~Ⅲ级	301(74.0%)	996(85.5%)*	271(80.7%)	288(85.7%)
IV~V 级	106(26.0%)	169(14.5%)	65(19.3%)	48(14.3%)
预后(例)				
良好	307(75.4%)	1029(88.3%)*	275(81.8%)	272(81.0%)
不良	100(24.6%)	136(11.7%)	61(18.2%)	64(19.0%)
住院时间(d)	16(13~25)	14(11~18)*	16(13~22)	10(8~11)#

注: .PSM 前,与夹闭组相应值比,* $P<0.05$;PSM 后,与夹闭组相应值比,# $P<0.05$;PSM. 倾向性评分匹配

表 2 颅内破裂动脉瘤病人预后不良影响因素的多因素 logistic 回归分析

危险因素	单因素分析			多因素分析		
	比值比	95%置信区间	P 值	比值比	95%置信区间	P 值
女性	1.039	0.779~1.386	0.795			
年龄>60 岁	2.195	1.654~2.912	<0.001	2.059	1.448~2.926	<0.001
合并高血压病	1.426	1.074~1.894	0.014	1.113	0.783~1.582	0.552
发病时间>72 h	4.924	2.574~9.419	<0.001	3.080	1.534~6.186	0.002
后循环动脉瘤	1.369	0.803~2.334	0.249			
动脉瘤直径>5 mm	1.301	0.986~1.717	0.063			
多发动脉瘤	1.058	0.765~1.463	0.732			
颅内血肿	7.548	5.331~10.686	<0.001	3.348	2.153~5.205	<0.001
Hunt-Hess 分级Ⅳ~Ⅴ级	20.513	14.750~28.529	<0.001	13.696	9.636~19.465	<0.001

单纯弹簧圈栓塞 312 例,复发率为 10.7%(30/312);支架辅助弹簧圈栓塞 778 例,复发率为 5.5%(38/778);双微导管栓塞 74 例,复发率为 10.1%(7/74);均取得比较满意的栓塞效果,但支架辅助弹簧圈栓塞的复发率较低。临床上,选择何种介入方式,除受动脉瘤瘤颈大小及动脉瘤的瘤/体比影响,还必须个体化分析。

3.2 颅内破裂动脉瘤预后的影响因素 有研究报道指出颅内破裂动脉瘤病人应尽量早期进行手术治疗(3 d 内),因为蛛网膜下腔出血会引起脑肿胀及脑血管痉挛,因为脑肿胀不利于显微手术夹闭中暴露责任动脉瘤;而血管内介入栓塞会因脑血管痉挛而使得微导管到位困难^[20]。也有研究提出超过 36 h 对颅内破裂动脉瘤进行血管内治疗会增加手术并发症的发生率,影响病人预后^[21]。本文 1 572 例中,早期手术有 1 323 例(84.2%),其余 15.8%的病例因自身延误或其他医院转诊导致发病时间超过 3 d。本文结果发现发病时间超过 3 d 是颅内破裂动脉瘤预后不良的独立危险因素。这也说明一旦确诊,尽快安排手术。

本文还发现高龄、并发颅内血肿及 Hunt-Hess 高分级是颅内破裂动脉瘤预后不良的独立危险因素。首先,老年病人,脑血管基础差,尤其是合并多种基础疾病的高龄病人,无论接受哪种手术方式,首先麻醉风险要大于年轻病人;其次,术中及术后出现肺部感染、脑血管痉挛、脑积水、脑梗死及动脉瘤二次破裂等并发症的概率更高;再次,术后神经功能的恢复也远远不及年轻病人^[22, 23]。4%~34%的颅内破裂动脉瘤会合并颅内血肿,血肿不仅有占位效应,而且还对正常脑组织具有毒性作用,加重脑肿胀^[24, 25]。若血肿较大,具有明显占位效应,意识障碍较重,

Hunt-Hess 分级一般为Ⅳ~Ⅴ级,此类病人临床预后极差。Hunt-Hess 分级是对原发性蛛网膜下腔出血的临床状态进行分级的方法,是目前评估颅内破裂动脉瘤手术方式及预后的常用指标。有研究表明 Hunt-Hess 分级与动脉瘤栓塞术后预后呈负相关,分级越高,预后越差^[26]。本文也发现 Hunt-Hess 分级Ⅳ~Ⅴ级是颅内破裂动脉瘤病人预后不良的独立危险因素。

综上所述,显微夹闭术与血管内介入栓塞作为目前常用的两种治疗颅内破裂动脉瘤的外科治疗方式,预后均较好,临床应根据病人病情个体化选择治疗方式。病人年龄、发病时间、颅内血肿、Hunt-Hess 分级为影响病人预后独立影响因素,临床上应加以重视。

【参考文献】

[1] ZHANG J, LO YL, LI MC, *et al.* Risk of re-rupture, vasospasm, or re-stroke after clipping or coiling of ruptured intracranial aneurysms: long-term follow-up with a propensity score-matched, population-based cohort study [J]. *J Pers Med*, 2021, 11(11): 1209.

[2] DAGA K, TANEJA M, VENKETASUBRAMANIAN N. Small intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage: is the size criterion for risk of rupture relevant [J]? *Case Rep Neurol*, 2020, 12(Suppl 1): 161-168.

[3] 刘健伟,程 矫,甄 勇,等. 术后早期脑电双频指数对高分级动脉瘤性蛛网膜下腔出血病人意识恢复的预测价值[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2023, 28(8): 493-496.

[4] 张 莹,罗 斌,康慧斌,等. Pipeline 栓塞装置治疗大脑中动脉动脉瘤的疗效:一项回顾性多中心研究[J]. *中国*

临床神经外科杂志,2023,28(4):225-229.

[5] 彭俊强,赵文元,陈劲草. 球囊辅助夹闭术治疗颅内大型和巨大型动脉瘤[J]. 中国临床神经外科杂志,2022,27(9):726-729.

[6] 秦显尧,韩守孟,魏 恒,等. 脉络膜前动脉动脉瘤的外科治疗分析[J]. 中国临床神经外科杂志,2022,27(4):241-244.

[7] IRIE K, MURAYAMA Y, URASHIMA M, *et al.* Japanese subarachnoid aneurysm trial of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 1863 patients with ruptured intracranial aneurysms [J]. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2022, 62(5): 231-237.

[8] FOTAKOPOULOS G, ANDRADE- BARAZARTE H, TJAHHADI M, *et al.* Clipping versus coiling in ruptured basilar apex aneurysms: a meta-analysis [J]. *Turk Neurosurg*, 2021, 31(3): 301-309.

[9] SHAO B, WANG J, CHEN Y, *et al.* Clipping versus coiling for ruptured intracranial aneurysms: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *World Neurosurg*, 2019, 127: e353-e365.

[10] 中国医师协会神经介入专业委员会,中国颅内动脉瘤计划研究组. 中国颅内破裂动脉瘤诊疗指南 2021[J]. 中国脑血管病杂志,2021,18(8):546-574.

[11] 倪 恒,赵林波,刘 圣,等. 血管内治疗低级别破裂前交通动脉动脉瘤合并颅内血肿的临床分析[J]. 中华神经外科杂志,2022,38(1):65-69.

[12] 吴 珂,杨晓滨,李德康,等. 早期不同时机显微夹闭手术治疗破裂颅内动脉瘤疗效及预后因素分析[J]. 生物医学工程与临床,2021,25(6):702-708.

[13] 费文静,陈 阳,石 丹,等. 76 例 Hunt-Hess 分级Ⅳ-V 级颅内动脉瘤破裂急性期的管理经验[J]. 临床神经外科杂志,2022,19(2):202-205.

[14] 谭育志,韦可聪,韦 晗,等. 不同支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内宽颈动脉瘤的疗效及其并发症比较[J]. 川北医学院学报,2023,38(8):1041-1044.

[15] 王 峻,刘仁忠,徐亚青,等. 球囊辅助弹簧圈栓塞治疗颅内宽颈动脉瘤 28 例临床分析[J]. 中国临床神经外科杂志,2017,22(7):499-501.

[16] 孟 雷,栾立明,许尚臣,等. 蛛网膜下腔出血急性期采用双微导管技术治疗破裂性宽颈动脉瘤(附 21 例报道)[J]. 中国急救医学,2011,31(6):566-568.

[17] 马 可,廖 晓,吕华东,等. 支架辅助弹簧圈栓塞与单纯弹簧圈栓塞治疗颅内破裂动脉瘤的疗效对比[J]. 临床和实验医学杂志,2021,20(11):1216-1219.

[18] 王黎明,袁 璞,孙 威,等. 栓塞联合支架置入治疗急性期破裂颅内动脉瘤的效果研究[J]. 实用心脑血管病杂志,2023,31(1):47-51.

[19] GOERTZ L, LIEBIG T, PENNIG L, *et al.* Propensity score-adjusted analysis on stent-assisted coiling versus coiling alone for ruptured intracranial aneurysms [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 21742.

[20] 吕 斌,王 君,杜志华,等. 80 岁以上高龄颅内动脉瘤破裂病人神经介入治疗体会[J]. 中华老年心脑血管病杂志,2021,23(6):625-628.

[21] GAUDINO C, NAVONE SE, DA ROS V, *et al.* Incidence of intra-procedural complications according to the timing of endovascular treatment in ruptured intracranial aneurysms [J]. *Front Neurol*, 2023, 13: 1096651.

[22] 赖年升,张兵兵,吴德刚,等. 血管内治疗高龄颅内破裂动脉瘤患者预后影响因素分析[J]. 皖南医学院学报,2023,42(1):43-45,49.

[23] 林博丽,杨运俊,陈丽芳,等. 不同年龄人群前交通动脉瘤发生的临床特征及破裂风险分析[J]. 中国医师进修杂志,2019,42(6):546-551.

[24] 段永红,梁日初,廖勇仕,等. 表现为单纯颅内血肿的颅内破裂动脉瘤临床分析并文献复习[J]. 中国脑血管病杂志,2020,17(5):252-258.

[25] 黄海林,王晓毅,成 刚,等. 颅内破裂动脉瘤伴脑内血肿夹闭术后预后影响因素[J]. 中国临床神经外科杂志,2020,25(12):859-860.

[26] QIN F, LIU J, ZHAO X, *et al.* Endovascular treatment of ruptured very small intracranial aneurysms: complications, recurrence rate, and clinical outcomes [J]. *Front Neurol*, 2022, 12: 767649.

(2023-08-15 收稿,2023-10-23 修回)