

颅内破裂动脉瘤患者弹簧圈栓塞术后神经系统并发症发生的相关因素及预测效能分析*

康平¹ 苏龙¹ 师强² 马刘佳¹ 李泽新¹

(延安大学附属医院 1. 神经外科; 2. 神经内科, 陕西 延安 716000)

【摘要】 目的 探究颅内破裂动脉瘤患者弹簧圈栓塞术后神经系统并发症发生的相关因素, 并通过构建 Logistic 回归模型, 分析相关因素的预测效能。方法 回顾性研究 2021 年 2 月—2024 年 2 月在我院治疗的 148 例颅内破裂动脉瘤患者, 均采用弹簧圈栓塞术治疗, 随访 3 个月, 统计术后神经系统并发症的发生情况, 采用 Logistic 多因素回归分析影响术后神经系统并发症发生的危险因素, ROC 曲线分析危险因素对术后神经系统并发症发生的预测效能。结果 随访期间, 患者术后发生了神经系统并发症 18 例, 术后未发生神经系统并发症有 130 例。分别纳入神经系统并发症组 ($n=18$) 和未发生神经系统并发症组 ($n=130$)。与未发生神经系统并发症组相比, 神经系统并发症组患者高血压、宽颈动脉瘤、动脉瘤有小阜占比更高 ($P<0.05$); Logistic 多因素回归分析显示, 高血压、动脉瘤有小阜能够独立影响术后神经系统并发症的发生 ($P<0.05$); ROC 曲线结果显示, 曲线下面积、95%CI 分别为 0.678、0.542~0.814, 灵敏度、特异度分别为 61.10%、73.10%。结论 高血压、动脉瘤有小阜是影响颅内破裂动脉瘤患者术后神经系统并发症发生的危险因素, 对术后神经系统并发症发生具有一定的预测效能。

【关键词】 颅内破裂动脉瘤; 弹簧圈栓塞术; 神经系统并发症; 危险因素; 预测效能

【中图分类号】 R743.9 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2026.04.014

Related factors of occurrence of neurological complications after coil embolization for ruptured intracranial aneurysms and analysis of predictive efficiency

KANG Ping¹, SU Long¹, SHI Qiang², MA LiuJia¹, LI Zexin¹

(1. Department of Neurosurgery, The Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an 716000, Shaanxi, China;

2. Department of Neurology, The Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an 716000, Shaanxi, China)

【Abstract】 **Objective** To explore the related factors of occurrence of neurological complications after coil embolization for ruptured intracranial aneurysms (IA), and analyze the predictive efficiency of related factors by constructing Logistic regression model. **Methods** Totally 148 patients with ruptured IA who received treatment in the hospital were retrospectively studied from February 2021 to February 2024, and were treated with coil embolization. After 3 months of follow-up, the occurrence of postoperative neurological complications was counted. Logistic multivariate regression analysis was adopted to analyze the risk factors affecting the occurrence of postoperative neurological complications. ROC curve was applied to analyze the predictive efficiency of risk factors on the occurrence of postoperative neurological complications. **Results** During follow-up, 18 cases had neurological complications after surgery, with an incidence of 12.16% (18/148), and 130 cases did not have neurological complications after surgery, which were included in the neurological complication group ($n=18$) and the non-neurological complication group ($n=130$) respectively. Compared with the non-neurological complication group, the proportions of hypertension, wide-necked aneurysms and aneurysm bleb in the neurological complications group were higher ($P<0.05$). Logistic multivariate regression analysis suggested that hypertension and aneurysm bleb could independently affect the occurrence of postoperative neurological complications ($P<$

基金项目: 2022 年度陕西省卫生健康委科研项目 (2022D022)

通信作者: 马刘佳, E-mail: mlj_0@163.com

引用本文: 康平, 苏龙, 师强, 等. 颅内破裂动脉瘤患者弹簧圈栓塞术后神经系统并发症发生的相关因素及预测效能分析[J]. 西部医学, 2026, 38 (4): 548-551. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2026.04.014

0.05)。ROC curve indicated that the area under the curve, 95%CI, sensitivity and specificity were 0.678, 0.542-0.814, 61.10% and 73.10% respectively. **Conclusion** Hypertension and aneurysm bleb are risk factors for postoperative neurological complications in patients with ruptured IA, and have certain predictive efficacy on postoperative neurological complications.

【Key words】 Ruptured intracranial aneurysms; Coil embolization; Neurological complications; Risk factors; Predictive efficiency

颅内动脉瘤是指大脑内部的动脉血管异常膨出后形成的动脉瘤,是一种脑血管疾病,其发病原因与遗传、动脉硬化、感染等有关^[1]。颅内动脉瘤如若体积较少,且未破裂,通常不会有明显症状,如若体积较大,可能会压迫周围神经、血管,造成神经压迫症状和缺血症状,患者会出现半侧脸麻木、头晕、视物模糊、头疼等^[2]。若颅内动脉瘤发生破裂,通常情况比较严重,会突然出现头痛,进而看不清东西、意识模糊,甚至休克,应立即送入医院急诊科进行治疗^[3]。颅内动脉瘤破裂常采用开颅手术、血管介入等治疗方式,介入治疗最常见的是弹簧圈栓塞术,该手术相对比较简单,是在大腿根部穿刺一根导管放置鞘管,将另一根导丝和导管通过鞘管插入颅内一个指定位置,随后使用更细的导丝配合弹簧圈直接送到瘤体,将其填塞,使动脉瘤的血供减少,从而达到栓塞血管的目的^[4]。但弹簧圈栓塞术后有可能会发生栓塞过度的情况,从而压迫周围的血管造成脑梗死,严重威胁患者的生命安全^[5]。因此,明确影响术后神经系统并发症发生的危险因素并进行预防非常有必要。基于此,本研究探究颅内破裂动脉瘤患者弹簧圈栓塞术后神经系统并发症发生的相关因素及预测效能。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2021 年 2 月—2024 年 2 月在我院就诊的颅内破裂动脉瘤患者。纳入标准:①经脑血管造影确诊为颅内动脉瘤破裂。②均采用弹簧圈栓塞术治疗。③临床资料完整。④既往未进行过支架成形术等其他血管内治疗。排除标准:①合并免疫系统疾病。②合并肝、肺、心等重要脏器损伤。③年龄<18 岁。④合并动静脉瘘、动静脉畸形等其他脑血管疾病。根据纳入排除标准纳入 148 例患者,年龄 60~80 岁,平均(68.23±8.12)岁,男性 81 例,女性 67 例。

1.2 方法 均采用弹簧圈栓塞术治疗,全麻后行股动脉穿刺,用造影明确动脉瘤形态、大小、管径等,对患者进行肝素化,将弹簧圈双微导管输送到动脉瘤腔内,用合适的弹簧圈对动脉瘤进行栓塞,操作期间有造影评估动脉瘤栓塞程度。收集患者高血压史、年龄、性别、吸烟史、是否为宽颈动脉瘤、术前 Fisher 分

级(I~II级、III~IV级)、动脉瘤是否有小阜、冠心病史、糖尿病史、是否长期服用抗血小板药物、动脉瘤位置(前循环、后循环)、动脉瘤最大径(<3 mm、3~10 mm、>10 mm)、动脉瘤数量(单发、多发)、动脉瘤形态(规则、不规则)、破裂至栓塞时间(<72 h、≥72 h)等资料。

1.3 术后情况 术后采用电话、门诊复查等方式对患者进行 3 个月的随访,高度怀疑发生脑血管痉挛的患者行数字减影血管造影检查,明确是否发生,出现神经功能障碍的患者行 MRI 检查明确是否有出血或新发缺血灶情况,统计神经系统并发症发生情况。

1.4 统计学分析 采用 SPSS22.0 进行统计学分析,计量资料如符合正态分布,采用($\bar{x} \pm s$)表示,进行独立样本 *t* 检验,如不符合正态分布,通过数据转换为正态分布后再行独立样本 *t* 检验,组内比较采用配对样本 *t* 检验;计数资料以(%)表示,行 χ^2 检验;危险因素进行 Logistic 多因素回归分析,ROC 曲线分析预测效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术后神经系统并发症发生情况 随访期间,有 18 例患者术后发生了神经系统并发症,其中有 3 例患者出现术后再破裂出血、1 例患者出现术后远隔部位脑实质或硬膜下出血、14 例患者出现血栓栓塞,术后神经系统并发症发生率为 12.16%(18/148),术后未发生神经系统并发症有 130 例,分别纳入神经系统并发症组($n=18$)和未发生神经系统并发症组($n=130$)。

2.2 影响术后神经系统并发症发生的单因素分析与未发生神经系统并发症组相比,神经系统并发症组患者高血压、宽颈动脉瘤、动脉瘤有小阜占比更高($P < 0.05$),见表 1。

2.3 影响术后神经系统并发症发生的多因素分析 自变量为表 1 中有统计学意义的因数,因变量为术后是否发生神经系统并发症,赋值情况见表 2,Logistic 多因素回归分析显示,高血压、动脉瘤有小阜能够独立影响术后神经系统并发症的发生($P < 0.05$),见表 3。

2.4 ROC 曲线评价模型的诊断效能 以术后是否发生神经系统并发症为因变量(Y),以 Logistic 回归分析

表 1 影响术后神经系统并发症发生的单因素分析 [$n(\times 10^{-2}), (\bar{x} \pm s)$]

Table 1 Analysis of single factors affecting the occurrence of postoperative neurological complications

因素	神经系统 并发症组 (n=18)	未发生神经系统 并发症组 (n=130)	t/ χ^2	P
年龄(岁)	70.23±6.34	67.95±6.38	1.422	0.157
性别			0.006	0.940
男	10(55.56)	71(54.62)		
女	8(44.44)	59(45.38)		
高血压史			9.538	0.002
有	14(77.78)	51(39.23)		
无	4(22.22)	79(60.77)		
吸烟史			1.349	0.245
有	7(38.89)	30(23.08)		
无	11(61.11)	100(76.92)		
是否为宽颈动脉瘤			6.433	0.011
是	10(55.56)	31(23.85)		
否	8(44.44)	99(76.15)		
术前 Fisher 分级			0.019	0.892
I~II 级	10(55.56)	70(53.85)		
III~IV 级	8(44.44)	60(46.15)		
动脉瘤是否有小阜			8.627	0.003
有	11(61.11)	35(26.92)		
无	7(38.89)	95(73.08)		
冠心病史			0.157	0.692
有	4(22.22)	20(15.38)		
无	14(77.78)	110(84.62)		
糖尿病史			0.005	0.944
有	5(27.78)	33(25.38)		
无	13(72.22)	97(74.62)		
是否长期服用抗血小板药物			0.002	0.969
是	3(16.67)	18(13.85)		
否	15(83.33)	112(86.15)		
动脉瘤位置			2.387	0.122
前循环	12(66.67)	110(84.62)		
后循环	6(33.33)	20(15.38)		
动脉瘤最大径(mm)			0.182	0.670
<3	2(11.11)	18(13.85)		
3~10	14(77.78)	105(80.77)		
>10	2(11.11)	7(5.38)		
动脉瘤数量			0.751	0.386
单发	4(22.22)	42(32.31)		
多发	14(77.78)	88(67.69)		
动脉瘤形态			0.657	0.418
规则	8(44.44)	71(54.62)		
不规则	10(55.56)	59(45.38)		
破裂至栓塞时间(h)			1.385	0.239
<72	13(72.22)	75(57.69)		
≥72	5(27.78)	55(42.31)		

表 2 赋值情况

Table 2 Assignment situation

变量	赋值情况
高血压史	(有=1, 无=0)
是否为宽颈动脉瘤	(是=1, 否=0)
动脉瘤是否有小阜	(有=1, 无=0)
术后是否发生了神经系统并发症	(是=1, 否=0)

中存在统计学差异的 2 个变量作为自变量, 计算 Logistic 模型拟合指数, 回归方程为 $\text{Logistic}(P) = 0.105 \times \text{高血压史} + 0.107 \times \text{动脉瘤有小阜} + 1.373$ 。作 ROC 曲线分析, 结果显示曲线下面积、95%CI 分别为 0.678、0.542~0.814, 灵敏度、特异度分别为 61.10%、73.10%, 见图 1。

表 3 影响术后神经系统并发症发生的多因素分析

Table 3 Analysis of multiple factors affecting the occurrence of postoperative neurological complications

变量	β	SE	wald χ^2	OR	95%CI	P
高血压史	0.105	0.038	7.635	1.111	1.031~1.197	0.006
宽颈动脉瘤	0.111	0.063	3.104	1.117	0.988~1.264	0.079
动脉瘤有小阜	0.107	0.045	5.654	1.113	1.019~1.216	0.018

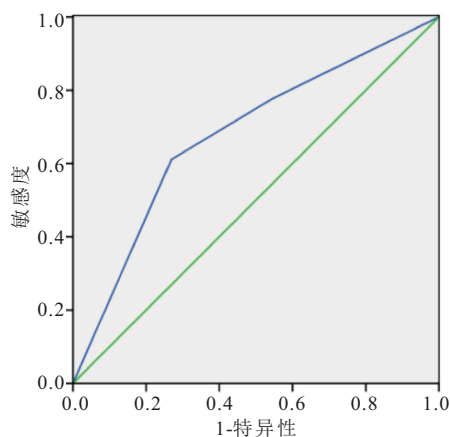


图 1 ROC 曲线评价模型的诊断效能

Figure 1 ROC curve evaluated the diagnostic efficiency of the model

3 讨论

颅内动脉瘤是临床上比较常见的脑血管疾病, 是导致自发性蛛网膜下腔出血常见的原因^[6-10]。早期颅内动脉瘤无任何症状, 当出现破裂出血时, 出血量小的患者表现为恶心呕吐、头疼, 出血量大会导致患者昏迷, 甚至威胁患者的生命安全^[11-13]。目前常用弹簧圈栓塞术治疗颅内动脉瘤, 其治疗疗效确切, 住院时间短, 患者恢复快^[14], 但术后容易引发神经系统并发症, 如术后再破裂出血、术后远隔部位脑实质或硬膜下出血、血栓栓塞等, 严重影响患者的预后^[15]。因此, 应加强颅内破裂动脉瘤患者弹簧圈栓塞术后神经系统并发症发生的危险因素的分析, 并针对性进行预防, 从而减少术后神经系统并发症的发生, 改善颅内破裂动脉瘤患者的预后。

在本研究中, 148 例颅内破裂动脉瘤患者中有 18 例患者术后出现神经系统并发症, 发生率为 12.16%, 与赵喜鹏^[16]研究中颅内破裂动脉瘤血管内栓塞术后神经系统并发症发生率为 11.1% 结果相似, 两者研究均显示颅内破裂动脉瘤患者术后神经系统并发症发

生率高,而神经系统并发症如术后再破裂出血、术后远隔部位脑实质或硬膜下出血、血栓栓塞等会威胁患者的生命安全,影响患者的预后,因此明确其影响发生的危险因素并做出预防措施非常重要。单因素分析显示,与未发生神经系统并发症组相比,神经系统并发症组患者高血压、宽颈动脉瘤、动脉瘤有小阜占比更高,Logistic 多因素回归分析显示,高血压、动脉瘤有小阜是影响颅内破裂动脉瘤患者术后神经系统并发症发生的危险因素。分析原因,高血压患者血管内的压力升高会引起血管内皮出现损伤,大量的血小板聚集会使胆固醇、脂类、甘油三酯等聚集在血管壁上,从而形成血栓,也会促进颅内动脉粥样硬化的发生,另外血压升高会引起脑部小动脉痉挛,造成脑内血流量减少,脑组织很容易出现缺血缺氧^[17-20]。瘤囊小阜是瘤壁比较薄弱的地方,且进行弹簧圈栓塞较困难,对小阜只能部分栓塞,另外还会使囊腔内压力改变,出血破裂出血。赵喜鹏^[16]研究还显示,宽颈动脉瘤也是影响颅内破裂动脉瘤患者术后发生神经系统并发症的危险因素,但本研究结果未显示,可能与本研究纳入的病例数少,后续会增加病例数纳入。ROC 曲线分析发现,以上两项危险因素拟合后的预测价值为 0.678,灵敏度、特异度分别为 61.10%、73.10%,表明高血压、动脉瘤有小阜危险因素对颅内破裂动脉瘤患者术后发生神经系统并发症的预测有一定的准确性,但准确性不是特别高,可能与本研究纳入病例数不够,造成危险因素较少,从而预测价值没有很高,后续会纳入更多的病例数。

4 结论

高血压、动脉瘤有小阜是影响颅内破裂动脉瘤患者术后神经系统并发症发生的危险因素,因此临床上应密切关注合并高血压、动脉瘤有小阜的患者术后情况,及时识别和发现术后出现神经系统并发症,及时就诊,从而改善患者的预后,减少术后神经系统并发症对患者的危害。

【参考文献】

- [1] 汤超. 显微外科手术和血管内介入栓塞术治疗颅内动脉瘤疗效比较[J]. 医学新知, 2018, 28(2): 204-205.
- [2] 杨晨轩, 许百男. 颅内动脉瘤稳定性的影响因素及其评估方法的研究进展[J]. 中华神经外科杂志, 2024, 40(4): 429-432.
- [3] 朱勇, 高歌, 王洪涛. 七氟醚对颅内动脉瘤栓塞患者外周血髓鞘碱性蛋白和脑源性神经营养因子的影响[J]. 中国实验诊断学, 2023, 27(8): 940-942.
- [4] 程吉斌, 方宪清, 胡英明. 血管内弹簧圈栓塞术后不同 MRRC 分级颅内动脉瘤患者近期及远期疗效的比较[J]. 中南医学科学杂志, 2024, 52(2): 265-267, 285.
- [5] 刘光普, 谢成金, 张立, 等. 支架辅助弹簧圈栓塞治疗颅内动脉瘤术后支架内血栓发生的影响因素[J]. 局解手术学杂志, 2021, 30(5): 412-416.
- [6] SPITZ L, KORTE J, GAIDZIK F, *et al.* Assessment of intracranial aneurysm neck deformation after contour deployment [J]. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2024, 19(12): 2321-2327.
- [7] OKCESIZ I, DÖNMEZ H, HERDEM N, *et al.* Endovascular treatment of a giant intracranial aneurysm: long-term imaging follow-up and potential risks[J]. *Neurol India*, 2022, 70(2): 814-815.
- [8] BERVINI D, ZHANG D, GOLDBERG J, *et al.* Intracranial aneurysm "clip anchoring": technical note[J]. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*, 2024, 85(3): 316-318.
- [9] AOKI T, ITANI M. Molecular mechanisms underlying intracranial aneurysm rupture[J]. *No Shinkei Geka*, 2024, 52(5): 915-923.
- [10] TANG H S, LU Z W, XUE G C, *et al.* The development and understanding of intracranial aneurysm based on rabbit model [J]. *Neuroradiology*, 2020, 62(10): 1219-1230.
- [11] NIEMANN A, TULAMO R, NETTI E, *et al.* Multimodal exploration of the intracranial aneurysm wall[J]. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2023, 18(12): 2243-2252.
- [12] BOLTJENKOV A T, WANG J J, MALHOTRA A, *et al.* Optimizing small, low-risk, unruptured intracranial aneurysm treatment using game theory [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2022, 43(2): 176-180.
- [13] LIU Y L, SUN Y C, HE Y C, *et al.* Treatment efficacy of Solitaire stent- and LVIS stent-assisted coil embolization for intracranial wide-neck carotid aneurysms[J]. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*, 2020, 40(3): 423-426.
- [14] MATSUNO H, IZUMI T, NISHIHORI M, *et al.* Difference of coil distribution made by finishing coils in large size aneurysm model with radiolucent coils[J]. *Nagoya J Med Sci*, 2023, 85(4): 725-732.
- [15] DING Y H, GHOZY S, DAI D, *et al.* Rabbit elastase aneurysm model mimics the recurrence rate of human intracranial aneurysms following platinum coil embolization[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2022, 43(5): 741-747.
- [16] 赵喜鹏, 张云峰. 颅内破裂动脉瘤血管内栓塞术后发生神经系统并发症的危险因素[J]. 中国临床神经外科杂志, 2020, 25(1): 19-21.
- [17] 尹艳, 刘达瑾. 阻塞性睡眠呼吸暂停相关性高血压检测指标研究进展[J]. 心肺血管病杂志, 2021, 40(6): 643-645, 648.
- [18] 侯绪英, 杨红, 房修燕, 等. 厄贝沙坦与硝普钠联合治疗高血压合并心衰对患者心率、血管内皮功能、TNF- α 及 HS-CRP 水平的影响[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2023, 15(3): 329-332.
- [19] 马雯, 白力, 邹琳, 等. SPH₃¹²⁷ 调节炎症和 FX_{2D}1 对高血压血管内皮损伤的保护机制[J]. 实用医学杂志, 2023, 39(4): 430-435.
- [20] 王栋, 陈昊, 酒晓盈, 等. 颅内动脉瘤破裂介入治疗后神经系统并发症列线图预测模型的建立[J]. 中国综合临床, 2021, 37(1): 1-6.

(收稿日期:2024-12-27;修回日期:2026-02-27;编辑:黎仕娟)