

机械取栓术治疗急性缺血性脑卒中伴恶性肿瘤患者效果分析

侯凯文, 李沛城, 陈 珑, 李 波, 刘一之, 袁 晨, 陈正文, 杨绪森

【摘要】 目的 评价前循环急性缺血性脑卒中(AIS)伴恶性肿瘤患者接受机械取栓治疗的有效性和安全性,分析影响机械取栓术预后的因素。**方法** 回顾性分析 2016 年 6 月至 2021 年 9 月在苏州大学附属第一医院接受机械取栓治疗的前循环 AIS 患者临床资料。根据患者病史分为肿瘤组与非肿瘤组。评估两组患者基线资料、取栓术后症状性颅内出血发生率和 90 d 改良 Rankin 量表(mRS)评分等指标。再将肿瘤组患者分为预后良好(术后 90 d mRS 评分 ≤ 2 分)和预后不良(mRS 评分 > 2 分)。采用单因素和多因素 logistic 分析影响 AIS 伴恶性肿瘤患者机械取栓治疗预后的因素。**结果** 共入组 219 例患者(肿瘤组 24 例,非肿瘤组 195 例)。肿瘤组、非肿瘤组分别成功复流 23 例(95.8%)、183 例(93.8%),差异无统计学意义($P=1.00$);术后出血转化率(52.2%比 41.5%, $P=0.331$)、症状性颅内出血发生率(17.4%比 12.0%, $P=0.503$)、90 d 预后良好率(39.1%比 42.1%, $P=0.787$)差异均无统计学意义。logistic 回归分析显示,静脉溶栓后桥接机械取栓治疗是肿瘤组患者术后 90 d 临床预后不良的影响因素。与非肿瘤组相比,肿瘤组桥接治疗后有更高的症状性颅内出血发生率(36.4%比 10.9%, $P=0.044$)。**结论** 机械取栓治疗前循环 AIS 伴恶性肿瘤患者安全、有效。直接机械取栓治疗 AIS 伴恶性肿瘤患者比桥接治疗有更低的症状性颅内出血发生率和更好的预后。

【关键词】 机械取栓;恶性肿瘤;急性缺血性脑卒中;桥接治疗

中图分类号:R743.3 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2022)-09-0852-05

Mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke in patients with a current or previous malignancy: analysis of its curative effect HOU Kaiwen, LI Peicheng, CHEN Long, LI Bo, LIU Yizhi, YUAN Chen, CHEN Zhengwen, YANG Xusen. Department of Interventional Radiology, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou, Jiangsu Province 215006, China

Corresponding author: CHEN Long, E-mail: lchen76@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the effectiveness and safety of mechanical thrombectomy(MT) in treating patients with anterior circulation acute ischemic stroke(AIS) who has a current or previous malignancy, and to analyze the factors affecting the patient's prognosis after MT. **Methods** The clinical data of patients with anterior circulation AIS, who received MT at the First Affiliated Hospital of Soochow University of China between June 2016 and September 2021, were retrospectively analyzed. According to their medical history, the patients were divided into the tumor group and the non-tumor group. The clinical baseline data, the incidence of symptomatic intracranial hemorrhage after MT, and the 90-day modified Rankin scale(mRS) score of the two groups were assessed. Based on the 90-day mRS score, the patients of the tumor group were subdivided into good prognosis subgroup(mRS ≤ 2 points) and poor prognosis subgroup(mRS > 2 points). Univariate analysis and multivariate logistic analysis were used to analyze the factors affecting the prognosis of patients with malignancy after receiving MT. **Results** A total of 219 patients, including 24 of tumor group and 195 of non-tumor group, were enrolled in this study. Successful reperfusion was achieved in 23 patients(95.8%) of tumor group and in 183 patients(93.8%) of non-tumor group, the difference between the two groups was not statistically significant($P=1.00$). In the tumor group and non-tumor group, the postoperative blood transformation rates were 52.2% and 41.5% respectively($P=0.331$), the incidences of symptomatic intracranial

hemorrhage were 17.4% and 12.0% respectively ($P=0.503$), and the 90-day good prognosis rates were 39.1% and 42.1% respectively ($P=0.787$). The differences in all the above indexes between the two groups were not statistically significant (all $P>0.05$). Logistic regression analysis showed that venous thrombolysis followed by MT, regarded as bridging-connection therapy, was an influencing factor for 90-day poor clinical prognosis in patients of tumor group. Compared with non-tumor group, in tumor group the incidence of symptomatic intracranial hemorrhage after receiving bridging-connection therapy was much higher (36.4% versus 10.9%, $P=0.044$). **Conclusion** For the treatment of anterior circulation AIS patients who has a current or previous malignancy, MT is clinically safe and effective. Direct MT treatment carries lower incidence of symptomatic intracranial hemorrhage and better prognosis than bridging-connection therapy. (J Intervent Radiol, 2022, 31: 852-856)

【Key words】 mechanical thrombectomy; malignant tumor; acute ischemic stroke; bridging-connection therapy

脑卒中、冠心病、恶性肿瘤是我国病死率居于前三的疾病^[1]。随着近年恶性肿瘤患者总生存期逐渐提高,肿瘤患者并发急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)也在不断上升,据报道有近 15% 肿瘤患者尸检时发现同时有脑血管疾病^[2]。除常规危险因素外,肿瘤患者血液高凝状态、化疗药物作用均可诱发血栓形成,进而引起急性血管闭塞^[3]。血管内机械取栓术已成为前循环大血管闭塞所致 AIS 标准治疗方法^[4-6]。但目前对于有恶性肿瘤史患者行机械取栓治疗的安全性和有效性仍缺乏深入研究。本研究对比分析采用血管内机械取栓术治疗前循环 AIS 伴与不伴恶性肿瘤患者的效果,以及影响肿瘤患者取栓预后的因素,为肿瘤患者 AIS 治疗方法选择提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象

收集 2016 年 6 月至 2021 年 9 月在苏州大学附属第一医院接受血管内机械取栓治疗的前循环 AIS 患者临床资料,根据患者病史分为肿瘤组与非肿瘤组。肿瘤组患者被定义为有任何诊断为当前或既往有恶性肿瘤患者,包括正在接受恶性肿瘤治疗或已结束肿瘤治疗患者^[7]。纳入标准:①年龄 ≥ 18 岁;②美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分 ≥ 6 分;③颅内 CTA 检查提示前循环颈内动脉、大脑前动脉 A1 段、大脑中动脉 M1 及 M2 段闭塞;④取栓治疗时间在 24 h 内,若 >6 h 则行多模影像学检查并参照 DEFUSE 3 标准筛选^[6]。排除标准:①术前头颅 CT 检查显示脑出血;②有活动性出血或明显出血倾向;③术前 Alberta 卒中项目早期 CT 评分(ASPECTS) <6 分;④影像学资料不全或出院后失访。本研究已获医院伦理委员会审批,术前患者家

属均签署知情同意书。

1.2 机械取栓方法

患者入院时符合静脉内溶栓治疗条件,在征得患者知情同意后即予静脉注射重组组织型纤溶酶原激活剂(rt-PA)。所有血管内治疗均由 2 名具有 10 年以上神经介入治疗经验医师完成。以 INFX-8000V (Toshiba 公司,日本)或 Artis Zeego (Siemens 公司,德国)DSA 设备为导引,根据患者配合程度选择局部麻醉或全身麻醉。患者仰卧于 DSA 机手术台,常规股动脉穿刺引入 8 F 导管鞘,行全脑血管造影明确闭塞部位及侧支代偿情况;同轴引入 8 F 导引导管和 6 F Navein 中间导管(Medtronic 公司,美国)或 ACE60 抽吸导管(Penumbra 公司,美国)至闭塞血管近端;微导丝(Transend Platinum 公司/Boston Scientific 公司,美国)配合 Rebra 18 或 27 微导管(Medtronic 公司,美国)探查并通过闭塞段血管至远端后,撤出微导丝,经微导管手推对比剂造影证实微导管位于真腔内;通过微导管引入 4 mm \times 20 mm 或 6 mm \times 30 mm Solitaire 取栓支架(Medtronic 公司,美国)至闭塞段,打开支架证实血流复流后停留约 5 min;利用微导管部分回收支架,再推送中间导管或抽吸导管至支架近端,保持中间导管或抽吸导管持续抽吸负压状态下,与取栓支架和微导管共同撤出导引导管,造影复查,根据血管复流情况决定是否行再次取栓;血管暂时再通后,若靶血管存在重度狭窄、取栓后前向血流无法维持,可行补救性球囊扩张或支架植入术。术后 48 h 内及 1 周行头颅 CT 检查观察是否存在脑出血,如有病情变化,根据病情需要随时行急诊头颅 CT 扫描。围手术期用药均参照《中国急性缺血性脑卒中早期血管内介入诊疗指南 2018》^[8]。

1.3 观察指标

①血管再通评价:术后即刻造影复查,采用改

良溶栓治疗脑梗死(mTICI)血流分级进行评价。血管成功再通定义为术后 mTICI 血流分级 $\geq 2b$ 级^[9]。
②颅内出血:术后 48 h 内,1 周复查头颅 CT 评估是否存在出血转化。症状性颅内出血定义为术后头颅 CT 平扫发现任意一型出血,加上 NIHSS 评分较术前增加 ≥ 4 分^[10]。
③疗效评价:术后 90 d 采用改良 Rankin 量表(mRS)评分评价临床预后,0~2 分定义为预后良好,3~6 分定义为预后不良。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 21.0 软件进行数据分析。符合正态分布计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较用独立样本 t 检验;非正态分布计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数(百分率)表示,组间比较用 Pearson 卡方检验或 Fisher 确切概率法。将单因素分析中 $P<0.1$ 的相关变量纳入多元 logistic 回归模型,采用前向逐步(似然比)方法计算比值比(OR)及其 95%可信区间(CI)。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者临床资料比较

共入组 219 例患者,其中非肿瘤组 195 例(89.0%),肿瘤组 24 例(11.0%),包括消化系统肿瘤 8 例、泌尿系统肿瘤 5 例、子宫肿瘤 3 例、乳腺癌 3 例、肺部肿瘤 3 例、鼻咽癌 1 例、中枢神经系统肿瘤 1 例。肿瘤组有 7 例(29.2%)处于肿瘤外科手术治疗围术期或正在接受放、化疗等抗肿瘤治疗,17 例(71.8%)既往有肿瘤病史,目前处于稳定期。非肿瘤组成功复流 183 例,成功复流率 93.8%,肿瘤组成功复流 23 例,成功复流率 95.8%,两组差异无统计学意义($P=1.00$)。两组成功复流患者间年龄、性别、危险因素占比、ORG10172 急性脑卒中治疗试验研究(TOAST)分型、入院 NIHSS 评分、闭塞血管位置、发病至穿刺时间等基线临床资料差异无统计学意义(均 $P>0.05$);肿瘤组、非肿瘤组静脉溶栓后再行机械取栓桥接治疗分别有 11 例(47.8%)、128 例(69.9%),差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1。1 例肿瘤组患者接受直接机械取栓治疗前后影像见图 1。

2.2 两组成功复流患者预后及安全性比较

肿瘤组、非肿瘤组成功复流患者中分别有 9 例、77 例预后良好,差异无统计学意义($P>0.05$),麻醉方式、穿刺至再通时间、补救性支架植入、复流程度差异无统计学意义($P>0.05$),术后发生出血转化、症状性颅内出血差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

表 1 两组成功复流患者临床资料比较

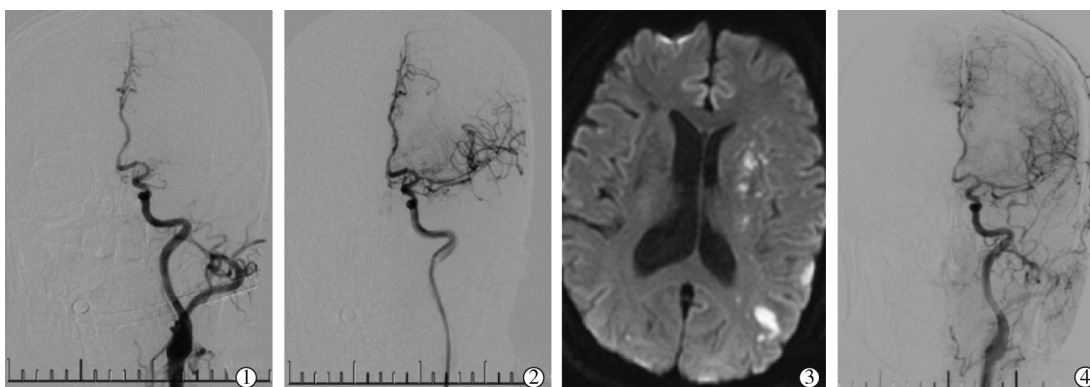
参数	肿瘤组($n=23$)	非肿瘤组($n=183$)	P 值
年龄(岁)	64.4 \pm 12.6	65.3 \pm 11.0	0.754
男 [$n(\%)$]	11(47.8)	106(57.9)	0.375
危险因素 [$n(\%)$]			
高血压	16(69.6)	121(66.1)	0.741
糖尿病	7(30.4)	33(18.0)	0.156
吸烟	2(8.7)	40(21.9)	0.141
心房颤动	11(47.8)	67(36.6)	0.296
实验室检查			
中性粒细胞($\times 10^9/L$)	7.63 \pm 3.98	7.48 \pm 3.41	0.848
血小板($\times 10^9/L$)	184.4 \pm 74.3	183.1 \pm 57.8	0.933
TOAST 病因学分型 [$n(\%)$]			0.766
动脉粥样硬化	13(56.5)	117(63.9)	
心源性	7(30.4)	44(24.0)	
其他原因	3(13.0)	22(12.0)	
入院 NIHSS 评分	14.6(11,18)	14.5(10,18)	0.983
桥接治疗 [$n(\%)$]	11(47.8)	128(69.9)	0.033
闭塞血管位置 [$n(\%)$]			0.773
颈内动脉	9(39.1)	66(36.0)	
大脑中动脉	14(60.9)	117(64.0)	
发病至 CT 时间(min)	270(120,480)	272(125,325)	0.977
发病至穿刺时间(min)	405(240,613)	392(262,450)	0.773
麻醉方式 [$n(\%)$]			0.981
全身麻醉	11(47.8)	88(48.1)	
局部麻醉	12(52.2)	95(51.9)	
穿刺至再通时间(min)	159.4 \pm 101.0	151.9 \pm 65.1	0.627
补救性支架植入 [$n(\%)$]	2(8.7)	46(25.1)	0.114
复流程度 [$n(\%)$]			0.407
mTICI 血流分级 2b 级	9(39.1)	56(30.6)	
mTICI 血流分级 3 级	14(60.9)	127(69.4)	
出血转化 [$n(\%)$]	12(52.2)	76(41.5)	0.331
症状性颅内出血 [$n(\%)$]	4(17.4)	22(12.0)	0.503
90 d mRS 评分 [$n(\%)$]			0.787
预后良好	9(39.1)	77(42.1)	
预后不良	14(60.9)	106(57.9)	

2.3 影响肿瘤组患者预后因素

单因素分析肿瘤组患者机械取栓术预后结果显示,预后良好患者接受桥接治疗比例与预后不良患者相比更低(11.1%比 71.4%, $P=0.009$),而年龄、入院 NIHSS 评分、发病至穿刺时间、闭塞血管位置等差异无统计学意义,见表 2。进一步多因素 logistic 回归分析显示,静脉溶栓后桥接血管内机械取栓治疗,是肿瘤组患者术后 90 d 临床预后不良的影响因素,见表 3。

2.4 肿瘤患者接受桥接治疗安全性

非肿瘤组 55 例直接取栓治疗患者中发生症状性颅内出血 8 例(14.5%),128 例桥接治疗患者中发生症状性颅内出血 14 例(10.9%),差异无统计学意义($P=0.491$);肿瘤组 12 例直接取栓治疗患者未发生症状性颅内出血,11 例桥接治疗患者中发生症状性颅内出血 4 例(36.4%),差异有统计学意义($P=0.037$)。非肿瘤组桥接治疗后发生症状性颅内出血比例与肿瘤组相比,差异有统计学意义(10.9%比



①术前 DSA 造影示左大脑中动脉 M1 段闭塞;②行机械取栓术后血管造影,闭塞血管恢复前向血流至 mTICI 血流分级 3 级;③术后 5 d 复查头颅 MRI, DWI 序列示左大脑半球散在小面积急性脑梗死灶;④术后 3 个月复查造影示左大脑中动脉管腔通畅,患者术后 90 d mRS 评分 1 分,预后良好

图 1 急性脑梗死伴肺癌患者直接机械取栓治疗及随访影像

表 2 肿瘤组预后良好与预后不佳患者临床资料比较

参数	预后良好(n=9)	预后不良(n=14)	P 值
年龄(岁)	68.0±8.0	63.6±12.7	0.362
男(例)	3	8	0.400
危险因素(例)			
高血压	7	9	0.657
糖尿病	2	5	0.657
吸烟	1	1	1.000
心房颤动	6	5	0.214
实验室检查			
中性粒细胞($\times 10^9/L$)	5.49±2.60	9.01±5.70	0.059
血小板($\times 10^9/L$)	148.2±58.9	207.4±75.7	0.060
TOAST 病因学分型(例)			
动脉粥样硬化	5	8	0.346
心源性	4	3	
其他原因	0	3	
入院 NIHSS 评分	12.9(9.5, 18)	15.6(10.5, 20.5)	0.983
桥接治疗(例)	1	10	0.009
闭塞血管位置(例)			
颈内动脉	3	6	0.595
大脑中动脉	6	8	
发病至穿刺时间(min)	362.8(180, 563)	432.7(300, 614)	0.432
出血转化(例)	4	8	0.680
症状性颅内出血(例)	0	4	0.127

表 3 多因素 logistic 回归分析肿瘤组患者预后不良的影响因素

影响因素	OR 值	95%CI	P 值
中性粒细胞	0.844	0.652~1.093	0.199
血小板	0.993	0.973~1.015	0.536
桥接治疗	20.000	1.850~216.18	0.014

36.4%, $P=0.044$)。

3 讨论

本研究 219 例前循环机械取栓患者中,肿瘤组和非肿瘤组成功复流比例差异无统计学意义,表明 AIS 患者伴恶性肿瘤不会降低机械取栓技术成功率,同时两组患者血管再通手术时间差异无统计学

意义,提示对 AIS 伴恶性肿瘤患者行机械取栓治疗技术上可行。

大量研究证实, AIS 患者接受机械取栓后血管能否成功复流对预后有决定性影响^[11-12]。本研究以成功复流患者作为临床研究分析对象,以排除未成功复流对预后的影响。206 例成功复流患者中肿瘤组静脉溶栓后桥接取栓治疗比例比非肿瘤组少,分析原因可能在于肿瘤患者接受过放、化疗或靶向治疗,使血小板及凝血功能存在溶栓禁忌,或是其 AIS 正好发生在肿瘤外科手术围术期,无法接受桥接取栓治疗。取栓术后发生出血转化和症状性颅内出血是影响 AIS 患者血管内介入术后安全性的重要因素^[13]。本研究中肿瘤组与非肿瘤组患者机械取栓术后出血转化和症状性颅内出血发生率差异无统计学意义,提示 AIS 伴恶性肿瘤患者接受机械取栓治疗并不增加出血转化风险;术后 90 d 临床预后良好差异无统计学意义,提示对 AIS 伴恶性肿瘤患者行机械取栓术是安全的。

研究表明, AIS 患者桥接治疗与直接取栓治疗相比术后症状性颅内出血风险相当,临床疗效类似^[14-16]。但对于伴有恶性肿瘤的特殊 AIS 患者是否应行桥接治疗或直接取栓治疗的研究较少。有队列研究表明,对于符合条件的 AIS 伴肿瘤患者单纯行 rt-PA 静脉溶栓治疗是安全的,但并未对静脉溶栓后桥接血管内治疗患者进行单独分析^[17-18]。本研究中非肿瘤组患者桥接治疗后症状性颅内出血发生率与直接取栓治疗相比差异无统计学意义,而肿瘤组桥接治疗患者与非肿瘤组桥接治疗患者相比有更高的症状性颅内出血发生率,且在肿瘤组患者桥接治疗与直接取栓相比亦有更高的症状性脑出血发生率,这些均提示对 AIS 患者伴恶性肿瘤患者行

桥接治疗后发生症状性颅内出血风险较高。一项 Meta 分析显示亚裔人群中 AIS 伴肿瘤患者接受静脉溶栓时可能有更高的症状性颅内出血风险,分析原因可能是种族差异所致^[19]。该研究也间接支持本研究结果,即与直接行血管内取栓治疗相比,肿瘤患者接受先静脉溶栓再机械取栓桥接治疗时可能有更高的症状性颅内出血发生风险,从而最终影响取栓术后患者 90 d 神经功能恢复。本研究结果提示,对于有机械取栓指征且伴有恶性肿瘤的 AIS 患者,直接行取栓治疗既可降低术后症状性颅内出血发生率,也在一定程度上缩短入院至股动脉穿刺时间,从而缩短发病至再通时间,最终使患者预后获益。

本研究存在一定的局限性,作为单中心回顾性研究,患者样本量较少;肿瘤组样本量偏少,使肿瘤组与非肿瘤组患者数相差较大,两组对比时存在一定偏倚,难以再针对肿瘤组不同肿瘤状态及不同组织来源肿瘤进行进一步亚组分析。有待于扩大样本数量,开展前瞻性多中心临床研究加以验证。

[参 考 文 献]

- [1] Zhou M, Wang H, Zeng X, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in China and its provinces, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *Lancet*, 2019, 394: 1145-1158.
- [2] Graus F, Rogers LR, Posner JB. Cerebrovascular complications in patients with cancer[J]. *Medicine(Baltimore)*, 1985, 64: 16-35.
- [3] Haddad TC, Greeno EW. Chemotherapy-induced thrombosis[J]. *Thromb Res*, 2006, 118: 555-568.
- [4] Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372: 2296-2306.
- [5] Campbell BV, Donnan GA, Lees KR, et al. Endovascular stent thrombectomy: the new standard of care for large vessel ischaemic stroke[J]. *Lancet Neurol*, 2015, 14: 846-854.
- [6] Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, et al. Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378: 11-21.
- [7] Yoo J, Kim YD, Park H, et al. Immediate and long-term outcomes of reperfusion therapy in patients with cancer[J]. *Stroke*, 2021, 52: 2026-2034.
- [8] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组, 中华医学会神经病学分会神经血管介入协作组. 中国急性缺血性脑卒中早期血管内介入诊疗指南 2018[J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51: 683-691.
- [9] Zaidat OO, Yoo AJ, Khatri P, et al. Recommendations on angiographic revascularization grading standards for acute ischemic stroke: a consensus statement[J]. *Stroke*, 2013, 44: 2650-2663.
- [10] Hacke W, Kaste M, Fieschi C, et al. Randomised double-blind placebo-controlled trial of thrombolytic therapy with intravenous alteplase in acute ischaemic stroke (ECASS II) [J]. *Lancet*, 1998, 352: 1245-1251.
- [11] Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials[J]. *Lancet*, 2016, 387: 1723-1731.
- [12] Yoo AJ, Simonsen CZ, Prabhakaran S, et al. Refining angiographic biomarkers of revascularization[J]. *Stroke*, 2013, 44: 2509-2512.
- [13] Balami JS, White PM, McMeekin PJ, et al. Complications of endovascular treatment for acute ischemic stroke: prevention and management[J]. *Int J Stroke*, 2018, 13: 348-361.
- [14] Lecouffe NE, Kappelle M, Treurniet KM, et al. A randomized trial of intravenous alteplase before endovascular treatment for stroke[J]. *N Engl J Med*, 2021, 385: 1833-1844.
- [15] Yang P, Zhang YW, Zhang L, et al. Endovascular thrombectomy with or without intravenous alteplase in acute stroke[J]. *N Engl J Med*, 2020, 382: 1981-1993.
- [16] 杨建道, 周永明, 孟令磊, 等. 静脉溶栓桥接机械取栓治疗急性脑梗死临床效果[J]. *介入放射学杂志*, 2019, 28: 786-789.
- [17] Masrur S, Abdullah AR, Smith EE, et al. Risk of thrombolytic therapy for acute ischemic stroke in patients with current malignancy[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2011, 20: 124-130.
- [18] Murthy SB, Karanth S, Shah S, et al. Thrombolysis for acute ischemic stroke in patients with cancer[J]. *Stroke*, 2013, 44: 3573-3576.
- [19] Huang S, Lu X, Tang LV, et al. Efficacy and safety of intravenous thrombolysis for acute ischemic stroke in cancer patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *Am J Transl Res*, 2020, 12: 4795-4806.

(收稿日期:2022-03-19)

(本文编辑:边 佑)