

临床研究

DOI:10.13406/j.cnki.cyxb.003427

前后循环梗死评分系统:1种评估急性缺血性卒中患者预后的新方法

彭世鑫,仇玉龙,朱 继,张晓冬,蒋 理,徐 睿

(重庆医科大学附属第一医院神经外科,重庆 400016)

【摘要】目的:开发并验证一种新型急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke,AIS)评分系统-前后循环梗死评分系统(anterior and posterior circulation infarction image score,APCIIS)。**方法:**回顾性分析2020年6月至2021年6月在重庆医科大学附属第一医院收治的163例急性缺血性卒中患者的临床资料。将患者分为前循环AIS组($n=109$)及后循环AIS组($n=54$)。利用单因素和多因素分析影响前循环AIS及后循环AIS患者预后情况的危险因素。以血栓负荷评分(the clot burden score,CBS)及基底动脉闭塞评分(the basilar artery on computed tomography angiography score,BATMAN)为参考,绘制受试者工作特征曲线,分析该新型评分(APCIIS)预后评估的价值。**结果:**在前循环AIS组,APCIIS的预后评估价值虽然未能优于CBS,但显示出相对更高的敏感度86.8%、特异度90.1%及曲线下面积0.939。在后循环AIS组,APCIIS的预后价值优于BATMAN评分。**结论:**APCIIS是预测急性缺血性脑卒中患者预后的1种方便可靠的办法。

【关键词】急性前循环缺血性卒中;急性后循环缺血性卒中;预后

【中图分类号】R743.33

【文献标志码】A

【收稿日期】2023-08-24

Anterior and posterior circulation infarction image score(APCIIS),a novel approach to evaluate the prognosis of patients with acute ischemic stroke

Peng Shixin,Qiu Yulong,Zhu Ji,Zhang Xiaodong,Jiang Li,Xu Rui

(Department of Neurosurgery,The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University,Chongqing)

【Abstract】**Objective:** Development and validation of a novel acute ischemic stroke(AIS) scoring system: Anterior and posterior circulation infarction image score(APCIIS). **Methods:** Retrospective analysis of clinical data from 163 patients with acute ischemic stroke admitted to the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University from 2020/6 to 2021/6. The patients were divided into anterior circulation AIS group($n=109$) and posterior circulation AIS group($n=54$). Univariate and multivariate analyses were performed to identify risk factors affecting the prognosis of patients with AIS. Using the Clot Burden Score(CBS) and the Basilar Artery on Computed Tomography Angiography score(BATMAN) as references, receiver operating characteristic(ROC) curves were plotted to analyze the predictive value of the novel scoring system(APCIIS) for prognosis assessment. **Results:** In the anterior circulation AIS group, although the prognostic value of APCIIS was not superior to CBS, it demonstrated relatively higher sensitivity of 86.8%, specificity of 90.1%, and an area under the curve of 0.939. In the posterior circulation AIS group, APCIIS showed better prognostic value than the BATMAN score. **Conclusion:** APCIIS is a convenient and reliable method for predicting the prognosis of patients with AIS.

【Key words】anterior circulation acute ischemic stroke;posterior circulation acute ischemic stroke;prognosis

急性缺血性卒中(acute ischemic stroke,AIS)是一种常见的脑血管疾病,对生活质量有严重的不良影响,并与残疾和死亡率有关^[1-3]。急性缺血性卒中给患者及其家人带来巨大的经济负担,并给社会资

作者介绍:彭世鑫,Email:psx100239@163.com,

研究方向:脑血管疾病。

通信作者:徐 睿,Email:xurui203389@hospital.cqmu.edu.cn。

优先出版:<https://link.cnki.net/urlid/50.1046.R.20240206.1104.018>

(2024-02-09)

源带来巨大的压力。相关文献表明,尽早评估急性缺血性卒中患者并采取干预措施可改善预后^[4]。而CT血管造影(CT angiography,CTA)可以无创评估急性缺血性卒中,在改善患者预后方面发挥重要作用^[5-7]。

此前,临幊上有各种评估急性缺血性卒中严重程度的评分工具,比如,波士顿急性卒中影像评分(boston acute stroke imaging scale,BASIS)^[8]、阿尔伯塔卒中计划早期CT评分(alberta stroke program early CT score,ASPECTS)^[9-10]、美国国立卫生研究院

卒中量表(National Institute of Health Stroke Scale, NIHSS)^[11-12]、血栓负荷评分(the clot burden score, CBS)及基底动脉闭塞评分(the basilar artery on computed tomography angiography score, BATMAN)，然而以上评分方法都存在一定的局限性^[13]。例如，用于评估前循环 AIS 的 CBS 评分在评估血管充盈缺损方面适用性有限^[14]；而用于后循环 AIS 的 BATMAN 评分同样存在以上问题，而且忽视了后循环的一些重要侧支循环^[15]，例如：小脑后下动脉(posterior inferior cerebellar artery, PICA)、后交通动脉(posterior communicating artery, Pcom)、小脑前下动脉(anterior inferior cerebellar artery, AICA)等。因此，本研究旨在开发并验证一种基于 CTA 的 AIS 评分系统—前后循环梗死评分系统(anterior and posterior circulation infarction image score, APCIS)，为评估急性缺血性卒中患者预后和指导治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性收集 2020 年 6 月至 2021 年 6 月于重庆医科大学附属第一医院神经外科就诊的急性缺血性卒中患者 163 例，根据牛津郡社区脑卒中项目的分类标准及放射学检查结果^[16-18]，将 AIS 患者分为前循环 AIS 组($n=109$)及后循环 AIS 组($n=54$)。通过医院电子病历系统收集患者一般资料：性别、年龄、危险因素[高血压、糖尿病、冠心病、吸烟、高血脂、房颤、短暂性脑缺血发作(transient ischemic attack, TIA)等]。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准：①年龄在 18 至 80 岁；②急性致残性神经功能缺损的表现；③通过 CT 或 MRI 确诊 AIS；④CTA 数据的可用性(使用同一批高质量的德国西门子 64 层螺旋 CT 机和参数设置)。排除标准：①入院前 2 周以上出现 AIS 症状^[19]；②被诊断为 TIA；③患有其他可能影响 AIS 评估的疾病，如精神障碍、身体残疾、癫痫和周围神经疾病。

1.3 影像及评分方法

患者的 CTA 影像使用德国西门子 64 层螺旋 CT 机采集，并将并将图像数据传输到专用工作站进行存储和后处理。

本课题组开发基于 CTA 的 APCIS 系统，将前循环 AIS 和后循环 AIS 患者的血栓负荷进行量化。在前循环 AIS 组，将大脑前动脉、大脑中动脉及颈内动脉分为七段，并量化其血栓负荷；在后循环 AIS 组，量化椎-基底动脉、后交通动脉、大脑后动脉及后循环的重要侧支血管(小脑后下动脉、小脑前下动脉和小脑上动脉)的血栓负荷。由 2 名研究者通过双盲法根据颅内血管闭塞严重程度进行评分，如果 2 名研究者评分出现分歧，由第 3 位经验更丰富的研究者做出最后决定。闭塞 2 分、部分闭塞分配 1 分，通畅分配 0 分(表 1, 图 1)。并按评分高低将 APCIS 分为 3 级。前循环 AIS 组(I 级： <5 分；II 级： $6\sim10$ 分；III 级： >10 分)；后循环 AIS 组(I 级： <5

分；II 级： $6\sim10$ 分；III 级： >10 分)，等级越高说明血栓负荷越重(图 2)。

表 1 APCIS 评分总结表

项目	通畅	部分闭塞	闭塞
前循环			
床突上段	0	1	2
床突下段	0	1	2
大脑中动脉 M1 段近端	0	1	2
大脑中动脉 M1 段远端	0	1	2
大脑中动脉 M2 段上干	0	1	2
大脑中动脉 M2 段下干	0	1	2
大脑前动脉	0	1	2
后循环			
椎动脉	0	1	2
基底动脉	0	1	2
小脑后下动脉	0	1	2
小脑前下动脉	0	1	2
小脑上动脉	0	1	2
大脑后动脉	0	1	2
后交通动脉	0	1	2

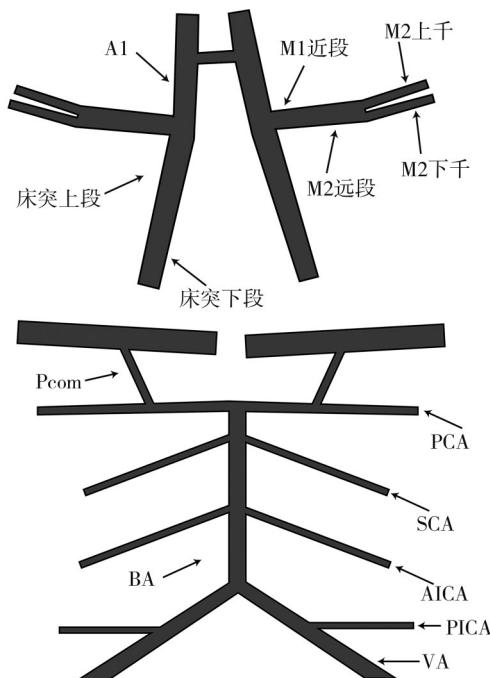


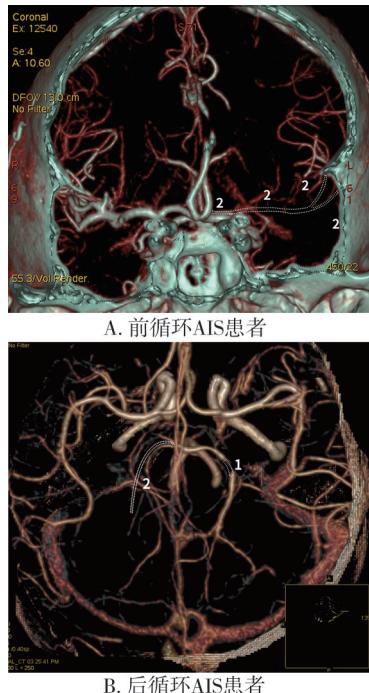
图 1 APCIS 评分示意图

1.4 临床结局

90 d 改良 Rankin 量表(modified Rankin scale, mRS)由一名神经科医师进行评分^[20]，预后良好定义为 mRS ≤ 2 ，预后不良定义为 mRS >2 。

1.5 统计学方法

采用 SPSS.25 和 MedCalc.20 软件进行数据分析。计数资料以百分比(%)表示，组间比较采用 χ^2 检验；符合正态分



注:前循环 AIS 患者,大脑中动脉 M1 段近端、远端及大脑中动脉 M2 段上、下干闭塞,APCIIS 评分为 8 分,Ⅱ 级;后循环 AIS 患者,左侧大脑后动脉部分闭塞,右侧大脑后动脉闭塞,APCIIS 评分为 3 分,Ⅰ 级

图 2 APCIIS 分级示意图

布的计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;符合偏态分布的计量资料以中位数(四分位数) [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示,组间比较采用 Wilcoxon -Mann-Whitney U 检验。采用单因素和多因素回归分析影响患者预后情况的危险因素。绘制受试者工作特征曲线,分析该新型评分的预后评估能力,使用 DeLong 检验对 ROC 曲线下面积(area under the curve, AUC) 进行比较。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

2.1 前循环 AIS 组

在前循环 AIS 组中,预后良好的患者有 71 例,其中男性占 70.4%,年龄为 (63.63 ± 12.24) 岁;预后不良的患者有 38 例,其中男性占 52.6%,年龄为 (63.55 ± 9.67) 岁。2 组患者临床资料对比,在性别、年龄、危险因素(高血压、糖尿病、高血脂、冠心病、房颤、TIA)等方面差异无统计学意义;而危险因素(吸烟)、CBS、APCIIS 等方面差异有统计学意义($P<0.05$)。将上述组间差异有统计学意义的指标代入多因素 logistic 回归模型进行分析。见表 2。结果显示:CBS 及 APCIIS 与前循环 AIS 患者预后独立相关($P<0.05$),其中 APCIIS 的 $OR>1$,这表明前循环 AIS 患者的临床结局与评分等级呈正相关,即评分等级越高,预后越差。为了评估 APCIIS 在预测前循环 AIS 患者预后方面是否优于 CBS,利用 ROC 曲线将 2 种评分方法进行比较。虽然结果显示 2 者对前循环 AIS 患者预后的评估差异没有统计学意义($Z=1.150, P>0.05$),但 APCIIS 有着相对更高的敏感度(86.8%)和特异度(90.1%)。见图 3。

表 2 前循环 AIS 预后良好组和预后不良组间临床资料比较
($n, \%, \bar{x} \pm s$)

项目	预后良好组 (n=71)	预后不良组 (n=38)	χ^2/U 值	P 值
男性	50(70.4)	20(52.6)	3.410	0.065
年龄(岁)	63.63 ± 12.24	63.55 ± 9.67	0.035	0.972
高血压	55(77.5)	25(65.8)	1.728	0.189
糖尿病	27(38.0)	8(21.1)	3.272	0.070
高血脂	13(18.3)	6(15.8)	0.109	0.741
吸烟	37(52.1)	12(31.6)	4.218	0.040
冠心病	17(23.9)	6(15.8)	0.989	0.320
房颤	19(26.8)	12(31.6)	0.282	0.595
TIA	14(19.7)	3(7.9)	2.629	0.105
APCIIS(IQR)	2(2,4)	8(6,11)	138.500	<0.001
CBS(IQR)	10(9,10)	6(5,8)	227.000	<0.001

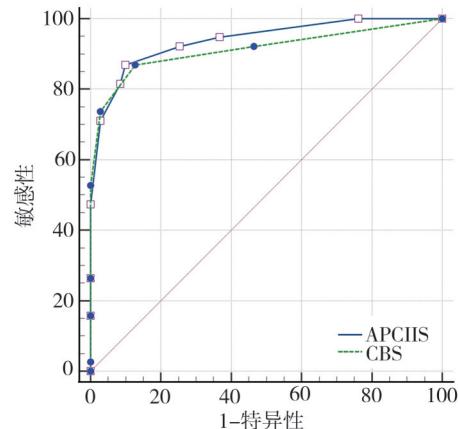


图 3 APCIIS 和 CBS 对前循环 AIS 预后价值的 ROC 曲线

2.2 后循环 AIS 组

表 3 总结 54 例后循环 AIS 患者的临床特征。总体而言,57.4%(31/54) 的患者取得良好结局。预后良好组:男性 21 例,女性 10 例;年龄 (60.16 ± 10.51) 岁。预后不良组:男性 17 例,女性 6 例;年龄 (66.17 ± 8.02) 岁。单因素 logistic 回归显示在性别、危险因素(高血压、高血脂、吸烟、冠心病、房颤、TIA)方面,差异无统计学意义($P>0.05$);而年龄、危险因素(糖尿病)、BATMAN、APCIIS 方面差异有统计学意义($P<0.05$)。多因素 logistic 回归显示:BATMAN 评分和 APCIIS 与后循环梗死患者预后独立相关(表 3)。其中,APCIIS 的 $OR>1$,这表明本研究中后循环梗死患者的临床结局随着 APCIIS 分级的增加会变得更差。为了检验 APCIIS 在后循环 AIS 预后中的准确性,使用 ROC 曲线分析来检验其敏感度和特异度。APCIIS 的特异度为 87.1%,敏感度为 87.0%。为了进一步检验 APCIIS 在预测后循环 AIS 患者预后方面的有效性和可靠性,本文使用 BATMAN 评分作为参考。APCIIS 的 AUC 为 0.940,大于 BATMAN 的 AUC(0.773)(图 4)。DeLong 检验还显示 APCIIS 和 BATMAN 评分之间差异有统计学意义($Z=3.578, P<0.001$),表明该新型评分方法在预测后循环 AIS 患者预后方面优于 BATMAN。

表3 后循环 AIS 预后良好组和预后不良组间临床资料比较
(n, %; $\bar{x} \pm s$)

项目	预后良好组 (n=31)	预后不良组 (n=23)	χ^2/U 值	P 值
男性	21(68)	17(74)	0.241	0.623
年龄(岁)	60.16 ± 10.51	66.17 ± 8.02	2.290	0.026
高血压	22(70.1)	12(52.2)	2.000	0.157
糖尿病	14(45.2)	4(17.4)	4.582	0.032
高血脂	9(29.0)	5(21.7)	0.366	0.545
吸烟	13(41.9)	7(30.4)	0.749	0.387
冠心病	5(16.1)	3(13.0)	0.100	0.752
房颤	6(19.4)	6(26.1)	0.346	0.556
TIA	7(22.6)	3(13.0)	0.796	0.372
APCIIS(IQR)	5(4, 7)	14(9, 15)	42.500	<0.001
BATMAN(IQR)	8(7, 8)	4(4, 8)	162.000	<0.001

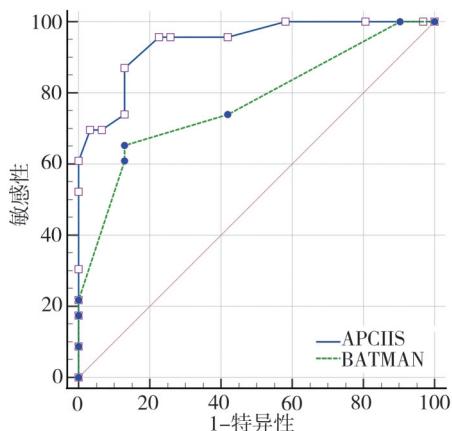


图4 APCIIS 和 BATMAN 对后循环 AIS 预后价值的 ROC 曲线

3 讨 论

在本研究中,开发了1种新型的基于神经影像学的卒中评分系统,称为APCIIS,用于量化急性缺血性卒中患者的血栓负荷。在AIS患者中进行测试并与CBS及BTAMAN评分进行比较后,结果表明APCIIS是1种评估急性缺血性卒中预后的有效方法,在前循环和后循环系统中是可以兼容的,为评估急性缺血性卒中血栓负荷提供了1种新方法。

目前存在多种急性缺血性卒中评分系统用于评估患者的预后。常用的评价工具包括NIHSS、ASPECTS以及CBS、BATMAN、PC-CTA、PC-CS等。这些评分系统通常基于临床观察指标和影像学表现,在临床实践中被广泛应用,对于评估急性缺血性卒中患者的疾病严重程度、预测预后以及选择治疗方案起到重要作用。然而,这些评分系统也存在一些问题和限制。例如,有些评分系统主要关注卒中的严重程度和神经功能缺损情况,而其他评分系统可能更注重卒中的大小和影像学表现。此外,

些评分系统可能过于复杂,不适合在急诊环境中快速评估患者。因此,本研究开发了APCIIS这一评分方法。在众多急性缺血性卒中评分方法中,CBS及BATMAN评分都基于CTA影像,且在相关研究中得到广泛应用并经过验证。选择这2种评分方法进行比较可以借鉴现有研究成果,使得比较结果更具参考价值。因此,本研究以此为参照进行对比,来验证APCIIS这一新型评分方法。

3.1 前循环 AIS 预后评估

CBS是基于血管造影的前循环评分系统。在前循环AIS中,不仅闭塞部位,而且不同血管段产生的血栓负荷也是决定急性缺血性卒中严重程度和预后的重要因素^[21-22]。然而,CBS设计有一个小缺陷,即前循环的部分充盈评分时被认定为通畅,可能导致部分闭塞的评估出现偏差^[14]。在APCIIS中,部分闭塞分配为1分,而完全闭塞和无闭塞分别分配为2分及0分,这是APCIIS与CBS的主要区别。此外,多因素逻辑回归分析显示,APCIIS是3个月时不利结果(mRS > 2)的危险因素之一,并且较高的APCIIS与不良预后强烈相关。虽然APCIIS和CBS的AUC大小没有明显差异,但APCIIS对于预测预后具有相对更高的敏感度和特异度。这些结果提示APCIIS在前循环梗死患者的预后随访中具有潜在的临床应用价值。基于这一分析,可以推测,APCIIS分级越低的患者更容易获得更好的预后。

3.2 后循环 AIS 预后评估

对于后循环AIS组,APCIIS显示出较高的敏感度及特异度,表明它在预测后循环AIS不良结局方面是可靠有效的。与前循环AIS相比,后循环AIS预后不良的风险相对更大,尤其是脑干梗死^[23]。早期研究已经确定了一些预测后循环AIS预后的指标,如年龄、治疗时间和再通等^[23-25]。此外,近年来也提出一些潜在的预测因素^[26]。然而,血栓负荷和侧支循环在预测后循环AIS患者预后方面的作用是不可替代的,使用PC-CTA、BATMAN和PC-CS等后循环评分方法可以提供有价值的意见。然而,这些评分方法有一些局限性^[27-29],①需要分别评估后循环大血管和侧支循环;②忽视血管充盈缺损的情况,这可能会导致部分闭塞血管未被考虑在内。为了解决这些局限性,APCIIS量化了椎动脉、基底动脉和主要的椎基底动脉侧支(PICA、AICA、SCA和Pcom)的血栓负荷,提供比BATMAN评分血管覆盖更加全面、评分规则更加详细的评分方法。而APCIIS和BATMAN的AUC值存在明显差异,这也

表明 APCIS 对 PCI 患者的预后提供了比 BATMAN 更可靠、更详细的评估。

3.3 局限性

本研究的局限性在于：①APCIIS 高度依赖于图像质量，CTA 图像质量较差可能导致评分不准确；②该评分系统不能用于评估脉络膜前动脉、脑桥动脉等；③这是一项样本量较小的单中心研究，这可能会导致一些统计偏差。

总之，本研究开发的 APCIS 是 1 种方便可靠的方法，可用于急性缺血性卒中患者的治疗指导和预后预测。

参 考 文 献

- [1] Donnan GA, Fisher M, MacLeod M, et al. Stroke[J]. Lancet, 2008, 371(9624):1612–1623.
- [2] Pu LY, Wang L, Zhang RJ, et al. Projected global trends in ischemic stroke incidence, deaths and disability-adjusted life years from 2020 to 2030[J]. Stroke, 2023, 54(5):1330–1339.
- [3] GBD Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. Lancet Neurol, 2021, 20(10):795–820.
- [4] Kloska SP. Automated detection of large vessel occlusion in acute stroke: faster imaging assessment for faster treatment[J]. Radiology, 2021, 298(3):671–672.
- [5] Albers GW, Marks MP, Kemp S, et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging[J]. N Engl J Med, 2018, 378(8):708–718.
- [6] Campbell BCV, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection[J]. N Engl J Med, 2015, 372(11):1009–1018.
- [7] Beauchamp NJ Jr, Barker PB, Wang PY, et al. Imaging of acute cerebral ischemia[J]. Radiology, 1999, 212(2):307–324.
- [8] Torres-Mozqueda F, He J, Yeh IB, et al. An acute ischemic stroke classification instrument that includes CT or MR angiography: the Boston Acute Stroke Imaging Scale[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2008, 29(6):1111–1117.
- [9] Barber PA, Demchuk AM, Zhang J, et al. Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy. ASPECTS Study Group. Alberta Stroke Program Early CT Score[J]. Lancet, 2000, 355(9216):1670–1674.
- [10] Yoo AJ, Berkhemer OA, Fransen PSS, et al. Effect of baseline Alberta Stroke Program Early CT Score on safety and efficacy of intra-arterial treatment: a subgroup analysis of a randomised phase 3 trial (MR CLEAN)[J]. Lancet Neurol, 2016, 15(7):685–694.
- [11] Kwah LK, Diona J. National institutes of health stroke scale (NIHSS)[J]. J Physiother, 2014, 60(1):61.
- [12] Meyer BC, Hemmen TM, Jackson CM, et al. Modified National Institutes of Health Stroke Scale for use in stroke clinical trials: prospective reliability and validity[J]. Stroke, 2002, 33(5):1261–1266.
- [13] Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke[J]. N Engl J Med, 2015, 372(11):1019–1030.
- [14] Puetz V, Dzialowski I, Hill MD, et al. Intracranial thrombus extent predicts clinical outcome, final infarct size and hemorrhagic transformation in ischemic stroke: the clot burden score[J]. Int J Stroke, 2008, 3(4):230–236.
- [15] Alemsegid F, Shah DG, Diomedi M, et al. The basilar artery on computed tomography angiography prognostic score for basilar artery occlusion[J]. Stroke, 2017, 48(3):631–637.
- [16] Aerden L, Luijckx GJ, Ricci S, et al. Validation of the Oxfordshire Community Stroke Project syndrome diagnosis derived from a standard symptom list in acute stroke[J]. J Neurol Sci, 2004, 220(1/2):55–58.
- [17] Mead GE, Lewis SC, Wardlaw JM, et al. How well does the Oxfordshire community stroke project classification predict the site and size of the infarct on brain imaging[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2000, 68(5):558–562.
- [18] Wardlaw JM, Dennis MS, Lindley RI, et al. The validity of a simple clinical classification of acute ischaemic stroke[J]. J Neurol, 1996, 243(3):274–279.
- [19] Phipps MS, Cronin CA. Management of acute ischemic stroke[J]. BMJ, 2020, 368:l6983.
- [20] Banks JL, Marotta CA. Outcomes validity and reliability of the modified Rankin scale: implications for stroke clinical trials: a literature review and synthesis[J]. Stroke, 2007, 38(3):1091–1096.
- [21] Lee KY, Han SW, Kim SH, et al. Early recanalization after intravenous administration of recombinant tissue plasminogen activator as assessed by pre- and post-thrombolytic angiography in acute ischemic stroke patients[J]. Stroke, 2007, 38(1):192–193.
- [22] Sims JR, Rordorf G, Smith EE, et al. Arterial occlusion revealed by CT angiography predicts NIH stroke score and acute outcomes after IV tPA treatment[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2005, 26(2):246–251.
- [23] Schonewille WJ, Wijman CA, Michel P, et al. Treatment and outcomes of acute basilar artery occlusion in the Basilar Artery International Cooperation Study(BASICS): a prospective registry study[J]. Lancet Neurol, 2009, 8(8):724–730.
- [24] Sairanen T, Strbian D, Soinne L, et al. Intravenous thrombolysis of basilar artery occlusion: predictors of recanalization and outcome[J]. Stroke, 2011, 42(8):2175–2179.
- [25] Zeng QT, Tao WD, Lei CY, et al. Etiology and risk factors of posterior circulation infarction compared with anterior circulation infarction [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2015, 24(7):1614–1620.
- [26] Lu WT, Du WT, Lu DS, et al. Predictive value of serum initial brain natriuretic peptide and troponin on functional prognosis in noncardiogenic patients with anterior and posterior circulation cerebral infarction[J]. Arq Neuropsiquiatr, 2022, 80(10):985–993.
- [27] Kwak HS, Park JS. Mechanical thrombectomy in basilar artery occlusion: clinical outcomes related to posterior circulation collateral score [J]. Stroke, 2020, 51(7):2045–2050.
- [28] Da Ros V, Meschini A, Gandini R, et al. Proposal for a vascular computed tomography-based grading system in posterior circulation stroke: a single-center experience[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2016, 25(2):368–377.
- [29] van der Hoeven EJ, McEvry F, Vos JA, et al. Collateral flow predicts outcome after basilar artery occlusion: the posterior circulation collateral score[J]. Int J Stroke, 2016, 11(7):768–775.

(责任编辑:周一青)