

颅内动脉狭窄评分系统的建立与验证

陈桂虎 孙晓川*

重庆医科大学附属第一医院神经外科, 中国·重庆 400000

摘要: 本研究旨在评估颅内动脉狭窄评分系统 (CASS) 在临床中的应用价值。CASS 是一项基于计算机断层扫描血管造影 (CTA) 的新型评分指标, 用于反映颅内主要动脉狭窄或闭塞的严重程度, 从而评估急性脑梗死患者的病情和预后。本研究将诊断为急性缺血性卒中 (AIS) 的患者分为三组: 前循环脑梗死 (ACI 组)、后循环脑梗死 (PCI 组) 以及前后循环同时梗死 (ACI+PCI 组)。通过与基底动脉 CTA 评分系统 (BATMAN 评分)、血凝块负荷评分 (CBS)、改良 Rankin 量表 (mRS) 及美国国立卫生研究院卒中量表 (NIHSS) 等指标对照, 采用受试者工作特征 (ROC) 曲线进行分析。在分析 600 例急性脑梗死患者的临床资料后, 结果显示: 在 ACI 组中, CASS 在评估病情严重程度方面的灵敏度为 82.2%, 特异性为 88.5%; 在预后评估中, CASS 的灵敏度为 92.5%, 特异性为 89.5%, 均优于 CBS。在 PCI 组中, CASS 在评估病情严重程度方面的灵敏度为 82.1%, 特异性为 93.5%; 在预后评估中, 灵敏度为 95.5%, 特异性为 91%, 明显优于传统 BATMAN 评分。在 ACI+PCI 组中, CASS 评估病情的灵敏度为 78.5%, 特异性为 95.4%, 预测预后的灵敏度为 90%, 特异性为 86%, 均表现出良好的诊断和预测效能。综上所述, CASS 是一种基于 CTA 的评分系统, 能够同时覆盖前循环和后循环, 对双循环梗死患者提供便捷、准确的病情评估与预后预测, 具有良好的临床应用前景, 可为急性脑梗死患者的治疗决策提供重要参考依据。

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

Establishment and Validation of an Intracranial Arterial Stenosis Scoring System

Guihu Chen Xiaochuan Sun*

Department of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing, 400000, China

Abstract: This study aims to evaluate the clinical utility of the Cerebral Arterial Stenosis Scoring system (CASS). CASS is a novel scoring index based on computed tomography angiography (CTA), designed to reflect the severity of stenosis or occlusion in major intracranial arteries, thereby aiding in the assessment of disease severity and prognosis in patients with acute cerebral infarction. Patients diagnosed with acute ischemic stroke (AIS) were categorized into three groups: anterior circulation infarction (ACI group), posterior circulation infarction (PCI group), and combined anterior and posterior circulation infarction (ACI+PCI group). The scoring system was analyzed using receiver operating characteristic (ROC) curves and compared against existing indices such as the Basilar Artery on CT Angiography (BATMAN) score, Clot Burden Score (CBS), modified Rankin Scale (mRS), and the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS). Clinical data from 600 patients with acute cerebral infarction were analyzed. In the ACI group, CASS demonstrated a sensitivity of 82.2% and a specificity of 88.5% for assessing disease severity. For prognosis prediction, the sensitivity was 92.5% and specificity 89.5%, both outperforming the CBS. In the PCI group, the sensitivity and specificity of CASS for assessing severity were 82.1% and 93.5%, respectively; for prognosis, sensitivity was 95.5% and specificity 91%, significantly exceeding the traditional BATMAN score. In the ACI+PCI group, CASS showed a sensitivity of 78.5% and specificity of 95.4% for severity assessment, and a sensitivity of 90% and specificity of 86% for prognosis, indicating robust diagnostic and predictive performance. In conclusion, CASS is a CTA-based scoring system that encompasses both anterior and posterior circulations. It provides a convenient and accurate tool for evaluating disease severity and predicting outcomes in patients with dual circulation infarction. CASS holds strong clinical application potential and can serve as an important reference for treatment decision-making in acute cerebral infarction.

Keywords: anterior circulation acute ischemic stroke; posterior circulation acute ischemic stroke; prognosis

0 前言

AIS 是导致残疾和死亡的重要原因, 其严重程度常与血栓负荷密切相关^[1]。CTA 作为快速、高分辨率的成像方式,

在卒中评估中应用广泛^[2]。尽管已有 CBS、BATMAN 等评分系统, 但多数聚焦于单一循环, 难以全面评估复杂病变。本研究基于上述不足, 开发 CASS 系统, 以补充现有工具在多发性脑梗死评估中的空白。

1 方法

本研究为回顾性研究，已获医院伦理委员会批准。我们回顾性分析了 2019 年 1 月至 2022 年 6 月期间在重庆医科大学附属第一医院住院治疗的 654 例 AIS 患者的临床资料。纳入标准包括：①年龄 18~80 岁；②发病时表现为急性致残性神经功能缺损（如运动障碍、感觉障碍、语言障碍或认知障碍等）；③明确诊断为 AIS；④具备完整的 CTA 数据。排除标准包括：①既往脑梗死史，且在本次发病前已存在局灶性神经功能障碍；②合并其他可能影响健康状况的疾病，如颅内占位性病变、精神疾病、身体残疾、癫痫或周围神经系统疾病。

根据电子病历系统中的临床诊断和影像学资料，患者被分为三组：前循环脑梗死（ACI 组，n=300）、后循环脑梗死（PCI 组，n=100）以及前循环合并后循环脑梗死（ACI+PCI 组，n=200）。

本研究使用 64 排多层螺旋 CT 扫描仪（Somatom Sensation 64，西门子医疗系统）进行头颈部 CTA 检查，并将图像数据传输至专用工作站以进行存储与后处理。

CASS 是一种半定量分级系统，用于评估前循环和后循环中血栓负荷的程度（见表 1）。我们参考了 CBS^[3-4] 和 BATMAN^[5] 评分制定了 CASS 评分细则，具体评分标准如下：

需要特别说明的是，当椎—基底动脉狭窄程度 ≥ 70% 时，后交通动脉被视为颅内主要动脉；若狭窄程度 < 70%，则将其归类为交通支。

表 1 CASS 评分细则

	Normal	Mild	Mitral	Severe	Occlusion
Anterior Circulation					
Infraclinoid ICA	0	0.5	0.75	1.5	3
Supraclinoid ICA	0	0.5	0.75	1.5	3
Proximal M1 segment	0	0.5	0.75	1.5	3
Distal M1 segment	0	0.5	0.75	1.5	3
M2 branch 1	0	0.25	0.375	0.75	1.5
M2 branch 2	0	0.25	0.375	0.75	1.5
A1 segment	0	0.25	0.375	0.75	1.5
Posterior Circulation					
VA	0	0.5	0.75	1.5	3
BA	0	0.5	0.75	1.5	3
PICA	0	0.25	0.375	0.75	1.5
AICA	0	0.25	0.375	0.75	1.5
SCA	0	0.25	0.75	0.75	1.5
PCA	0	0.5	0.75	1.5	3
Pcom	0	0.25	0.375	0.75	1.5

所有 CASS 评分均由两名具有超过 20 年临床经验的放射科医师采用双盲方式独立完成，评估过程中评估者对患者的姓名、年龄、入院信息及预后完全不知情，以确保评分结

果的客观性与公正性。例如，两位评估者之间存在评分差异，则由一名具有 25 年以上经验的首席放射科专家作最终判定。评分一致性通过 kappa 统计进行评估。

本研究采用出院后 1 个月的改良 Rankin 量表（mRS）^[6] 评分评估患者预后状况。当 mRS 评分 ≤ 2 分时，判定为预后良好。采用美国国立卫生研究院卒中量表（NIHSS）评估患者病情严重程度，当 NIHSS 评分 > 15 分时，定义为重度缺血性脑卒中^[7]。

我们通过 Logistic 回归模型探讨 CBS/BATMAN 评分与入院时 NIHSS 评分之间的相关性、CBS/BATMAN 评分与 1 月后 mRS 评分之间的关系，以及 CASS 与上述两项评估指标之间的关系。以 CBS、BATMAN 或 CASS 为自变量，NIHSS 评分和 mRS 评分为结局变量，分别绘制受试者工作特征（ROC）曲线，计算曲线下面积（AUC）、灵敏度和特异性，以此评估 CASS 在疾病严重程度评估及预后预测中的表现。

为进一步探讨 CASS 在评估 ACI 患者临床预后中的预测效能，我们将其与 CBS 进行比较。以预后不良或病情严重作为结局变量，将 CASS 和 CBS 作为检验变量，通过 ROC 曲线分析比较两者的 AUC、灵敏度及特异性，并使用 Youden 指数确定最优临界值（cut-off）。在后循环脑梗死（PCI）患者中，以 BATMAN 评分为参考，评估 CASS 在预测患者预后方面的临床应用价值。通过绘制 ROC 曲线评估 CASS 在病情严重程度判断及预后预测中的性能，并利用 Youden 指数确定 CASS 的最佳截断值。在前后循环均受累（ACI+PCI）的患者中，应用 ROC 曲线分析评估 CASS 在判断病情严重程度和预测临床结局中的敏感性与特异性。

2 结果

ACI 组：当 CASS ≥ 4.375 时，提示患者病情较重；当 CASS ≥ 4.5 时，提示患者可能具有较差的临床预后。CASS 在评估病情严重程度和预测预后方面的 AUC 分别为 0.828 和 0.917，均高于 CBS 评分，提示 CASS 在 ACI 患者中的预测能力可能优于 CBS（P < 0.01）。

PCI 组：当 CASS 评分 ≥ 6.625 时，提示患者病情较重；当评分 ≥ 6.5 时，提示预后较差。CASS 的 AUC 分别为 0.869（评估病情）和 0.928（预测预后），显著高于 BATMAN 评分（P < 0.01），表明 CASS 在 PCI 患者中的临床表现更具优越性。

ACI+PCI 组：CASS 在评估病情严重程度与预后预测方面均表现出良好的诊断效能，其敏感性分别为 0.785 和 0.9，特异性分别为 0.954 和 0.86。最佳截断值分别为 5.75 和 5.375，提示当 CASS 评分高于 5.75 或 5.5 时，ACI+PCI 患者存在病情较重且预后较差的风险，见表 2。

表 2 各评分分析患者病情严重程度及预测预后的最佳截断值

CASS		ACI group		PCI group		ACI+PCI group
		CBS	CASS	BATMAN	CASS	
Severity	AUC	0.828	0.811	0.869	0.769	0.848
	Sensitivity	0.822	0.863	0.821	0.872	0.785
	Specificity	0.885	0.765	0.935	0.715	0.954
	Cutoff Value	4.375	7	6.625	7	5.75
	DeLong Test	Z=3.585, P=.0005		Z=3.466, P=.001		—
Prognosis	AUC	0.917	0.826	0.928	0.857	0.873
	Sensitivity	0.925	0.813	0.955	0.85	0.9
	Specificity	0.895	0.87	0.91	0.896	0.86
	Cutoff Value	4.5	6	6.5	6	5.375
	DeLong Test	Z=3.560, P < 0.001		Z=3.549, P=.0004		—

3 讨论

CASS 在评估前循环和后循环脑梗死方面均具有良好的适用性和有效性，尤其在预测同时累及前、后循环（ACI+PCI）的多发性脑梗死患者的预后方面表现出较高的准确性。CASS 为多发性脑梗死患者的血栓负荷评估提供了一种新的量化方法。

在基于 CTA 成像的评分方法中，CBS 和 BATMAN 已被广泛应用于前循环和后循环脑梗死的研究中。通过与这两种已有评分系统的比较，我们能够更有效地评估 CASS 的临床应用价值，并增强结果的可参考性。

CASS 是一种基于 CTA 影像的评分系统，可适用于意识模糊或无法配合检查的患者，具备更高的客观性和直观性。此外，本研究通过统计学分析验证了 CASS 的预测效能，进一步确认了其临床有效性与可靠性，证明其是评估多发性脑梗死严重程度的有力工具。

在后循环梗死（PCI）患者中，CASS 展现出较高的准确性、敏感性和特异性。以往用于后循环卒中的评分方法（如 PC-CTA、BATMAN 和 PC-CS）通常需分别评估大血管及其侧支，可能在部分闭塞血管评估中存在误判。本研究中的 CASS 评分系统将大血管和椎-基底动脉的主要侧支纳入量化评估，更全面地覆盖了后循环解剖结构，结果显示其在后循环梗死患者中的预后评估能力优于 BATMAN 评分。

同时，由于 CBS 常用于评估前循环血栓负荷，我们也对 CBS 与 CASS 的评估效果进行了对比。结果显示，无论是在病情分级还是预后预测方面，CASS 的 AUC 均显著高于 CBS，尤其在识别前循环部分充盈缺损的能力上表现更优，提示 CASS 在 ACI 患者管理中具有更高的临床价值。

本研究结果具有较高的临床应用价值，但仍存在一定的局限性。首先，CASS 评分系统高度依赖于 CTA 图像的质量，对于图像显示不清晰或存在伪影的血管段，其评分可能存在偏差，影响评估的准确性。其次，该评分系统目前尚无法覆盖脉络膜前动脉、脑桥动脉等较小分支血管，这可能一定程度上限制其在全面评估 AIS 患者预后中的应用效果。最后，本研究为单中心回顾性研究，样本量相对有限，可能存在一

定的统计学偏倚，限制了结果的外部推广性和普适性。

综上所述，本研究所开发的 CASS 评分系统为评估 ACI 及 / 或 PCI 患者的病情严重程度和预后提供了一种便捷、可靠的方法。该评分系统基于 CTA 图像，兼顾前循环与后循环的评估需求，适用于多循环受累 AIS 患者。同时，CASS 具有良好的可扩展性，未来有望集成至人工智能辅助诊疗系统中，进一步提升 AIS 患者的诊断与治疗效率。

参考文献：

- [1] Walter K. What Is Acute Ischemic Stroke?[J]. JAMA,2022, 327(9):885.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 陈阳,徐爱民,田成斌,等.256层CT灌注成像对急性脑梗死侧支循环的评估价值[J].中国CT和MRI杂志,2025,23(4):7-9.
- [7] 李雪娇,聂君洋,谢艺才,等.一站式多模态CT评估急性缺血性脑卒中侧支循环及预后[J].中国医学物理学杂志,2025,42(4): 471-478.

作者简介：陈桂虎（1998-），男，中国安徽淮南人，本科，医师，从事神经外科研究。

通讯作者：孙晓川（1963-），男，中国重庆人，高级，从事脑血管病与颅脑损伤研究。