

# 影像学特征预测自发性脑出血血肿扩大的研究进展

刘东媛<sup>1,2</sup>, 罗起胜<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>右江民族医学院附属医院神经外科重症病房, 广西 百色

<sup>2</sup>右江民族医学院研究生学院, 广西 百色

收稿日期: 2024年4月23日; 录用日期: 2024年5月17日; 发布日期: 2024年5月24日

## 摘要

自发性脑出血是一种严重威胁人类健康的脑血管疾病, 具有发病凶险、死亡率高等特征, 其中血肿扩大是预测早期神经功能恶化和预后的一个重要因素, 在临床工作中, 有效识别有血肿扩大高风险的患者并采取相关治疗策略非常有必要。CT平扫是目前大部分医院首选的影像学检查手段, 近年来, 国内外开展了诸多围绕ICH血肿体积增大的影像学特征及其发生机制, 本文对其相关研究进展进行综述。

## 关键词

血肿扩大, 自发性脑出血, CT平扫影像学征象

# Research Progress of Imaging Features in Predicting the Hematoma Enlargement from Intracranial Hemorrhage

Dongyuan Liu<sup>1,2</sup>, Qisheng Luo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Neurosurgical Intensive Care Unit, Affiliated Hospital of Youjiang Medical University for Nationalities, Baise Guangxi

<sup>2</sup>Graduate School, Youjiang Medical University for Nationalities, Baise Guangxi

Received: Apr. 23<sup>rd</sup>, 2024; accepted: May 17<sup>th</sup>, 2024; published: May 24<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

**Intracranial Hemorrhage is a cerebrovascular disease that is a serious threat to human health and**

\*通讯作者。

文章引用: 刘东媛, 罗起胜. 影像学特征预测自发性脑出血血肿扩大的研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(5): 1545-1549. DOI: 10.12677/acm.2024.1451585

has the characteristics of severe morbidity and high mortality, among which the expansion of hematoma is an important factor in predicting early neurological deterioration and prognosis. In clinical work, it is necessary to effectively identify patients with high risk of hematoma expansion and adopt relevant treatment strategies. Non-Contrast Computed Tomography is currently the preferred imaging examination method in most hospitals. In recent years, many imaging features and mechanisms of ICH hematoma enlargement have been developed at home and abroad. This article reviews the relevant research progress.

## Keywords

Hematoma Enlargement, Intracranial Hemorrhage, Non-Contrast Computed Tomography Signs

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

血肿扩大(Hematoma Enlargement, HE)作为预测 ICH (Intracranial Hemorrhage, ICH)患者预后不良的重要因素, 受到了颇多关注[1]。目前已发现多项指标与早期血肿增多相关, 近年来, 诸多研究提出有关影像学征象, 可以用于临床工作中筛选出高风险 HE 患者[2]。影像学征象预测血肿扩大是目前的研究热点[3]。因此, 本综述将影像特征预测血肿扩大相关应用研究、血肿扩大发生机制及相互联系展开论述。

## 2. 血肿扩大机制

有研究者在动物实验的连续影像记录中表明: ICH 的初始血肿经历一个短时间的急速线性增长, 后续可以有 3 种模式的演变: 缓慢持续、二次扩大、持续平台稳定[4]。目前血肿扩大的机制尚不明确, HE 多发生于发病 24 h 以内, 是一个动态的过程[5]。有研究提出血肿扩大的过程可能主要由 2 个阶段组成, 血管破裂形成初始血肿; 血肿周围血管继发破裂从而血肿扩大[6]。也有研究表明, 晚期血肿扩大可能是由于血肿压迫周围小血管, 产生的剪切力造成周围小血管破裂导致血肿扩大[7]。

## 3. CT 血管造影

### 3.1. CTA 点征

CTA 点征是目前脑出血治疗指南提出的独立预测 HE 的独立危险因素[8]。“点征”的机制尚未明确, 可能与责任出血血管尚未完全修复或止血失败持续出血有关, 进而出现造影剂外漏。“点征”往往提示存在活动性出血, 可以作为神经内镜止血的手术指征[9]。

### 3.2. 渗漏征

“渗漏征”判断标准: CT 增强扫描最初图像与 3 min 后的 CT 图像对比, 异常强化斑点 CT 值增大 > 10% 则可被定期为渗漏征[10]。“渗漏征”阳性患者预后较差, 考虑可能与患者血管损伤严重, 存在活动性出血相关[11]。研究证明渗漏征可用于 HE 的预测, 其特异度、灵敏度均高于点征[12]。

### 3.3. 碘征

由于血管受损, 进行 CTA 时造影剂会溢出, 但可能会被血肿的高密度所掩盖[13]。有学者首次提出

了“碘征”。碘图去除了水肿的影响能够直接显示对比剂分布情况, 反映血肿内及周围是否含有漏出的对比剂碘, 并量化其浓度, 从而了解血管破裂时的出血情况[14]。

## 4. NCCT 征象

随着平扫 CT (Non-Contrast Computed Tomography, NCCT) 广泛应用, 学者们根据血肿的形态或密度特征, 总结出诸多影像学征象在预估 ICH 患者血肿扩大有一定应用价值, 包括密度异质性的混合征、黑洞征、漩涡征, 以及形态异质性的岛征、卫星征。

### 4.1. 岛征

2015 年有学者最早提出岛征这一概念。目前岛征相关血肿扩大机制尚不明确, 推测为大血肿周围细小的血管网破裂出血所致, 其出血后对周围血管的压迫止血作用较弱, 所以容易出现血肿扩大[15]。而岛征已被证实能够反映血肿形态, 实现对形态欠规则程度具象化评估[16]。

### 4.2. 黑洞征

黑洞征定义: 圆形、卵圆形或棒状的低密度区被高密度区包含, 边界清楚, 且 CT 差值  $> 28 \text{ Hu}$ 。有学者提出黑洞征提示存在可能仍存在活动性出血, 因此黑洞征阳性脑出血患者发生血肿周围水肿及中线移位的几率更高[17]。

### 4.3. 漩涡征

漩涡征定义为高密度血肿内的不规则的等或低密度区域, 而这些区域往往提示存在不同时期的活动性出血[18]。且有研究证明漩涡征阳性的脑出血患者, 血肿体积绝对增长量和相对增长率高于阴性者[19]。

### 4.4. 混杂征

混杂征定义: 血肿由高密度区及低密度区组成, 但低密度血肿区不会被高密度部分全部包围。新鲜血液在 CT 成像多呈现低密度[20], 血肿密度不均匀可能存在活动性出血或不凝血, 因此密度的不均匀对血肿扩大有良好的预测能力[21]。存在混杂征的脑出血患者血肿扩大的几率也会更高。

### 4.5. 低密度征

也有学者提出, 忽略低密度区的具体表现形式, 在高密度的血肿内部出现接近于正常脑组织或脑脊液的低密度区域即低密度征[22]。但低密度征的特异性较低, 低至 50%, 但能够有效预测 HE 及患者预后。

## 5. 联合预测血肿扩大

有报道证实, 将影像学征象与其他指标联合预测比单一指标具有更佳预测效能, 有助于提高 ICH 血肿扩大风险的预测效能[23]。

### 5.1. CTA 点征联合 CT 平扫低密度征预测血肿扩大

有研究报道, 同时存在 CTA 点征及低密度征的 ICH 患者 HE 的风险最高; 研究证明“斑点征联合低密度征”预测血肿扩大的敏感性高于“斑点征”、“低密度征”单一指标, 提示联合评估预测血肿扩大的能力优于单一征象[24]。

### 5.2. BRAIN 评分联合 CT Barras 分级

BRAIN 评分是 2014 年提出的一种 ICH 血肿扩大风险评分方法, BRAIN 评分分数越高, HE 发生的

风险系数随之增加[25], 但其未能充分结合血肿的影像学特征[26]。有研究数据表明, 将 BRAIN 评分与 CT Barras 血肿形态分级联合评估, 根据 ROC 曲线数据分析, 联合评估的 AUC、敏感度和特异性均优于单一指标, 且预测效能有一定的提升[27]。但由于 BRAIN 分数来自临床试验数据库, 而且严格的入组标准导致选择偏倚并降低其在临床工作中的推广性[28]。

### 5.3. BAT 评分联合 CTA 点征

Morrotti 于 2018 年提出 BAT 评分系统, 其中 BAT 评分  $\geq 3$  分 ICH 患者血肿扩大的风险随之增加[29]。有研究表明 BAT 评分  $\geq 3$  分以及 CTA 点征阳性预测血肿扩大的效果均较好(AUC 分别为 0.724 和 0.746), 且特异性均达 90% 以上, 二者联合预测效能更佳[30]。且由于我国无法全部普及 CT 增强检查, BAT 评分可作为 CTA 点征的替代评估方法, 指导临床治疗。

### 5.4. 生化指标联合 CT 征象预测血肿扩大

有研究发现, 低钙血症亦可预测 HE。其机制为血钙参与人体凝血过程, 持续低钙水平可导致凝血障碍, 因此血钙水平越低, 初始血肿体积越大, 患者预后越差[31]。有研究表明, 血钙水平联合 CT 征象的敏感度、特异度及 AUC 均高于单一项诊断, 提示在血钙水平基础上联合 CT 影像征象进行诊断, 大大提高预测效能[32]。同时, 血清低密度脂蛋白(LDL)水平也预测早期血肿扩大。当 LDL 水平过低, 血管破裂的风险增加, 而 CT 混合征往往提示存在活动性出血, 有研究表明, 二者联合可进一步提高预测价值, 建议临床筛查血肿扩大的高危患者时可考虑将上述指标联合纳入检测选项[33]。

## 6. 小结和展望

利用影像学特征在预测脑血管疾病血肿扩大风险方面价值已获得广泛认可, 但是 CT 血管成像检查在基层医院使用受限, 而平扫 CT 在我国很多基层医院都可以开展, 这使得平扫 CT 征象在预测 HE 上应用更广泛些。但由于发病至首次 CT 检查的时间、发病到 CT 复查的具体时间不同, 同时 CT 影像学检查操作技巧差异亦可能影响结果, 致使研究结果有所差异。希望随着科学技术的发展, 可以提高预测 HE 的精准性, 从而个体化快速、精准识别预后不良病人并及时采取相关干预治疗, 改善患者预后、提高生存质量。

## 参考文献

- [1] 徐敏, 项静燕, 张力壬, 等. 高血压脑出血患者血肿扩大及治疗研究进展[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2022, 25(11): 1434-1440.
- [2] 雷彪, 于蓬勃, 屈香, 等. 脑出血早期血肿扩大的相关因素研究新进展[J]. 中国临床神经外科杂志, 2023, 28(6): 411-413.
- [3] 伍发, 王鹏, 蒋锐, 等. 影像组学特征对自发性脑出血患者发生血肿扩大的预测价值[J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30(7): 117-121.
- [4] Liu, R., Huynh, T.-J., Huang, Y., et al. (2015) Modeling the Pattern of Contrast Extravasation in Acute Intracerebral Hemorrhage Using Dynamic Contrast-Enhanced MR. *Neurocritical Care*, **22**, 320-324. <https://doi.org/10.1007/s12028-014-0071-z>
- [5] 李佳洋, 盛金平, 李媛媛, 等. 原发性脑出血患者早期血肿扩大的头颅 CT 征象及联合检查的预测价值分析[J]. 实用医院临床杂志, 2022, 19(4): 124-127.
- [6] 彭佳华. 自发性脑出血超早期血肿扩大: 从影像识别到临床干预的现状与展望[J]. 右江民族医学院学报, 2020, 42(5): 650-654.
- [7] 蔡宾, 彭斌. 脑出血血肿扩大的研究进展[J]. 中华脑血管病杂志(电子版), 2021, 15(2): 77-82.
- [8] Dowlatsahi, D., Brouwers, H.-B., Demchuk, A.-M., et al. (2016) Predicting Intracerebral Hemorrhage Growth with the Spot Sign: The Effect of Onset-to-Scan Time. *Stroke*, **47**, 695-700. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.012012>

- [9] 车炜, 吴倩, 王丽琨, 等. 点征联合混合征对行立体定向颅内血肿穿刺引流术的脑出血患者血肿扩大的预测价值[J]. 神经损伤与功能重建, 2023, 18(4): 208-212.
- [10] 松涛, 陈俊波, 祁光蕊, 等. “渗漏征”预测脑出血早期血肿扩大的临床应用[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(7): 1098-1101.
- [11] 封慧, 任静. CT 增强扫描结合凝血功能检测对急性脑出血患者预后的预测价值[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2023, 26(7): 804-809.
- [12] 韦海华, 夏军. CT 征象预测自发性脑出血血肿扩大的研究进展[J]. 深圳中西医结合杂志, 2021, 31(1): 197-198.
- [13] 黄晨光, 计璐耀, 徐玉华. CT、CTA 影像征象对自发性脑出血早期血肿扩大的预测价值[J]. 中国临床神经外科杂志, 2023, 28(7): 451-455.
- [14] 赵雪宁, 王晓晨, 王思慧, 等. 宝石能谱 CT 预测急性脑出血血肿扩大的应用研究[J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(2): 176-180.
- [15] 孙帆, 周赤忠, 罗宽. 岛征与凝血功能对高血压脑出血血肿扩大预测价值研究[J]. 中风与神经疾病杂志, 2021, 38(10): 1075-1078.
- [16] 王修德, 谢红锋. CT 平扫岛征和混合征对自发性脑出血患者早期血肿扩大的预测作用分析[J]. 世界复合医学, 2021, 7(9): 67-70.
- [17] 王业青, 金宇轩, 杨俊杰, 等. 不同平扫 CT 征象在预测脑出血血肿扩大中价值的比较研究[J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(2): 190-197.
- [18] Das, B., Khurana, D. and Ahuja, C.-K. (2016) Bilateral “Swirl Sign”: A Predictor of Rebleed. *Annals of Indian Academy of Neurology*, **19**, 514-515. <https://doi.org/10.4103/0972-2327.194460>
- [19] Ng, D., Churilov, L., Mitchell, P., et al. (2018) The CT Swirl Sign Is Associated with Hematoma Expansion in Intracerebral Hemorrhage. *AJNR American Journal of Neuroradiology*, **39**, 232-237. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A5465>
- [20] 倪萌, 高山, 桂世涛. CT 影像特征预测创伤性颅内血肿早期扩大的价值[J]. 中国临床神经外科杂志, 2023, 28(7): 460-462.
- [21] 李晓威, 许传斌, 李晶, 等. 自发性脑出血 CT 平扫混合征和旋涡征及血肿周围水肿对血肿扩大的预测价值[J]. 黑龙江医药科学, 2022, 45(6): 121-123.
- [22] 张超文, 江志永, 鲁敏. 平扫CT不同征象对脑出血血肿扩大的预测价值[J]. 实用医技杂志, 2023, 30(8): 555-559.
- [23] 董国丽, 叶亮, 冯君, 等. 自发性脑出血患者发病后血肿扩大危险因素研究[J]. 浙江创伤外科, 2023, 28(7): 1221-1224.
- [24] 牛姗姗, 钟利平, 宋腾飞, 等. 低密度征和斑点征预测自发性脑出血早期血肿扩大[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2022, 43(3): 496-503.
- [25] Wang, X., Arima, H., Al-Shahi Salman, R., et al. (2015) Clinical Prediction Algorithm (BRAIN) to Determine Risk of Hematoma Growth in Acute Intracerebral Hemorrhage. *Stroke*, **46**, 376-381. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.114.006910>
- [26] Barras, C.-D., Tress, B.-M., Christensen, S., et al. (2009) Density and Shape as CT Predictors of Intracerebral Hemorrhage Growth. *Stroke*, **40**, 1325-1331. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.536888>
- [27] 侯文仲, 陈向林. BRAIN 评分联合 CTBarras 分级在脑出血血肿扩大中的预测价值[J]. 中国现代医生, 2022, 60(35): 26-30.
- [28] Li, Q., Morotti, A., Warren, A., et al. (2023) Intensive Blood Pressure Reduction Is Associated with Reduced Hematoma Growth in Fast Bleeding Intracerebral Hemorrhage. *Annals of Neurology*, **95**, 129-136. <https://doi.org/10.1002/ana.26795>
- [29] Morotti, A., Dowlathshahi, D., Boulouis, G., et al. (2018) Predicting Intracerebral Hemorrhage Expansion with Non-contrast Computed Tomography: The BAT Score. *Stroke*, **49**, 1163-1169. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.117.020138>
- [30] 李娜, 姬泽强, 文心瑜, 等. BAT 评分联合 CTA 点征对幕上自发性脑出血患者早期血肿扩大的预测价值研究[J]. 中国卒中杂志, 2023, 18(7): 780-786.
- [31] Ruben, E.-A., Summers, B., Rau, M.-J., et al. (2022) Cryo-EM Structure of the Prothrombin-Prothrombinase Complex. *Blood*, **139**, 3463-3473. <https://doi.org/10.1182/blood.2022015807>
- [32] 黄鹏. 生化指标联合 CT 征象对自发性脑出血早期血肿增大预测作用的研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 南方医科大学, 2023.
- [33] 杨勇, 徐伟, 张茂川. CT 混合征联合血清低密度脂蛋白水平对自发性脑出血血肿扩大的预测作用[J]. 中风与神经疾病杂志, 2022, 39(10): 898-901.