

DOI: 10.53104/yxyjkkx.2026.02.03.005

动脉瘤性蛛网膜下腔出血患者 CT 影像特征与预后的相关性研究

刘鑫浩¹

1. 济宁医学院, 山东 济宁 272067

摘要: 动脉瘤性蛛网膜下腔出血 (aneurysmal subarachnoid hemorrhage, aSAH) 起病急、病情变化快, 患者即使经过动脉瘤夹闭或介入栓塞治疗, 仍可能出现迟发性脑缺血、脑积水、脑梗死、再出血及神经功能障碍等问题。早期判断疾病严重程度和预后风险, 是制定治疗方案和加强监测的重要基础。CT 检查具有速度快、可重复、急诊应用方便等特点, 不仅能够显示蛛网膜下腔出血, 还可观察脑内血肿、脑室内积血、脑积水、脑梗死及脑疝等改变。改良 Fisher 分级能够根据蛛网膜下腔积血和脑室内出血情况反映初始出血负荷, 较高分级通常与较差预后及迟发性脑缺血风险增加有关。CT 灌注成像进一步提供脑血流量、脑血容量、平均通过时间和达峰时间等参数, 使影像评估由形态观察扩展到脑组织灌注状态判断。现有研究还开始利用血肿体积定量、脑干周围积血分析和深度学习自动分割提高预后判断的客观性。本文从初始出血范围、脑内及脑室内血肿、脑积水、脑梗死、CT 灌注参数及定量影像等方面分析 aSAH 患者 CT 影像特征与预后的关系, 并讨论影像指标在临床风险分层中的应用价值。认为单一 CT 征象难以完整反映 aSAH 复杂的病理过程, 将基础 CT、动态 CT 灌注和临床分级结合, 更有利于早期识别高风险患者。

关键字: 动脉瘤性蛛网膜下腔出血; CT; 改良 Fisher 分级; CT 灌注; 迟发性脑缺血; 预后

CT Imaging Features and Prognosis in Patients with Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage

LIU Xin-hao¹

1. Jining Medical University, Jining 272067, P. R. China

Correspondence to: LIU Xin-hao

Abstract: Aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSAH) is characterized by sudden onset and rapid changes in clinical condition. Even after aneurysm clipping or endovascular embolization, patients may still develop delayed cerebral ischemia, hydrocephalus, cerebral infarction, rebleeding, and neurological dysfunction. Early assessment of disease severity and prognosis is important for treatment planning and clinical monitoring. Computed tomography (CT) is widely used because of its rapid acquisition, repeatability, and convenience in emergency settings. It can not only identify subarachnoid hemorrhage but also demonstrate intracerebral hematoma, intraventricular hemorrhage, hydrocephalus, cerebral infarction, and brain herniation. The modified Fisher scale reflects the initial hemorrhage burden according to the extent of subarachnoid blood and the presence of intraventricular hemorrhage, and higher grades are generally associated with poorer outcomes and an increased risk of delayed cerebral ischemia. CT perfusion imaging further provides parameters such as cerebral blood flow, cerebral blood volume, mean transit time, and time to peak, extending imaging assessment from

引用格式: 刘鑫浩. 动脉瘤性蛛网膜下腔出血患者 CT 影像特征与预后的相关性研究[J]. 医学与健康科学, 2026, 2(3):37-44.

structural changes to cerebral perfusion status. Recent studies have also applied quantitative hematoma volume analysis, assessment of peritumoral hemorrhage, and deep learning-based automatic segmentation to improve the objectivity of prognostic evaluation. This paper analyzes the relationship between CT imaging features and prognosis in patients with aSAH from the perspectives of initial hemorrhage extent, intracerebral and intraventricular hemorrhage, hydrocephalus, cerebral infarction, CT perfusion parameters, and quantitative imaging, and discusses the clinical value of imaging indicators in risk stratification. A single CT sign is insufficient to fully reflect the complex pathological process of aSAH. The combined use of conventional CT, dynamic CT perfusion imaging, and clinical grading may improve the early identification of high-risk patients.

Key words: aneurysmal subarachnoid hemorrhage; computed tomography; modified Fisher scale; CT perfusion; delayed cerebral ischemia; prognosis

引言

动脉瘤性蛛网膜下腔出血主要由颅内动脉瘤破裂引起。血液突然进入蛛网膜下腔后,不仅能够直接造成颅内压升高和脑组织损伤,还会引起脑血流变化、炎症反应、脑血管痉挛和脑脊液循环障碍。部分患者经过早期手术处理后意识和生命体征能够逐渐稳定,但之后仍可能发生迟发性脑缺血、脑积水及脑梗死。患者最终能否恢复独立生活能力,并不完全取决于动脉瘤是否成功处理,还与发病时脑损伤程度及后续并发症密切相关。

临床评价 aSAH 病情常使用 Hunt-Hess 分级、世界神经外科医师联盟分级以及格拉斯哥昏迷量表等指标。这些指标能够反映意识状态和神经功能,却无法直接显示颅内血液分布、脑室受累及脑组织灌注。CT 则能够在较短时间内提供这些信息。顾生才对 75 例 Hunt-Hess IV—V 级 aSAH 患者分析发现,35 例出现预后不良,占 46.67%,术前脑内或脑室内血肿是预后不良的独立危险因素,OR 达到 7.621^[1]。这一结果提示,在临床状态已经较重的患者中,CT 能够显示的出血部位和范围仍具有独立的预后信息。

aSAH 影像评估的意义也不只是判断“有没有出血”。初始 CT 能够反映出血负荷,复查 CT 能够发现脑积水、再出血和脑梗死,CT 灌注则能够进一步判断脑组织是否处于低灌注状态。从疾病演变过程看,CT 实际上记录了患者从动脉瘤破裂、急性脑损伤到继发缺血性损害的不

同阶段。因此,分析 CT 影像特征与预后的关系,可以帮助建立更加连续的风险判断思路。

1 aSAH 的主要 CT 影像表现及预后评价基础

1.1 蛛网膜下腔积血的分布和程度

aSAH 最典型的平扫 CT 表现是蛛网膜下腔内出现高密度影。血液可聚集于鞍上池、侧裂池、环池、纵裂池等部位,也可能沿脑沟向大脑凸面分布。动脉瘤位置不同,出血分布可有一定差异。例如前交通动脉瘤破裂后积血可在纵裂池较明显,中动脉瘤破裂则可能在侧裂池出现较多积血。

从预后角度看,积血的位置具有一定价值,但更值得关注的是整体出血负荷。大量血液进入蛛网膜下腔意味着破裂时出血程度较重,同时会增加血液降解产物对血管和脑膜的刺激。红细胞破坏后释放的血红蛋白及其代谢产物可能参与氧化应激、血管收缩和炎症反应,为后期脑血管痉挛和迟发性脑缺血创造条件。

临床常利用 Fisher 分级或改良 Fisher 分级描述 CT 上的出血程度。姬培培等对 452 例接受介入治疗的 aSAH 患者进行分析,发现高改良 Fisher 分级 III~IV 级是不良预后的独立预测因素,OR 为 5.71,同时迟发性脑梗死和颅内再出血也与不良结局有关^[2]。该结果说明,发病早期 CT 上显示的较高出血负荷并不是单纯的影像现象,而可能代表后续病情恶化的基础风险。不过,改良 Fisher 分级不能被简单理解为预后的

直接等号。同样为高分级患者，实际结局仍可能存在明显差异。年龄、意识状态、治疗时机、是否存在脑积水及迟发性脑缺血都会改变最终结果。因此，CT 分级更适合承担风险分层作用，而不是独立决定患者预后。

1.2 脑内血肿和脑室内积血

动脉瘤破裂后，血液可能不只进入蛛网膜下腔，还会进入脑实质或脑室系统。脑内血肿能够直接压迫脑组织，较大血肿还可能造成中线结构移位和颅内压明显升高。脑室内积血则容易阻塞脑脊液循环通路，增加急性脑积水发生风险。

这类影像特征通常比单纯少量蛛网膜下腔积血提示更严重的初始损伤。顾生才的研究显示，在 Hunt-Hess IV—V 级患者中，术前脑内或脑室内血肿仍是独立的不良预后因素^[1]。也就是说，即使患者临床分级已经能够说明病情较重，CT 上的血肿特征仍能提供额外信息。

脑内血肿对预后的影响具有较直接的病理基础。血肿可造成局部脑组织机械压迫，并引起周围水肿和局部脑血流下降。如果血肿位于重要功能区，即使体积不是特别大，也可能产生较明显的神经功能障碍。血肿体积较大时还会进一步升高颅内压，使脑灌注压下降，形成继发性损伤。

脑室内出血的作用则更多与脑脊液循环有关。大量积血可堵塞室间孔、导水管或第四脑室出口，使脑室快速扩大。此时 CT 上不仅可以看到脑室内高密度血液，还可出现脑室扩张。对意识水平下降的 aSAH 患者而言，区分神经功能恶化是由原发脑损伤、脑积水还是迟发性缺血引起，对后续治疗具有实际意义。

2 关键 CT 影像特征与预后的关系

2.1 改良 Fisher 分级与不良预后

改良 Fisher 分级是目前 aSAH 影像风险评价中使用较多的指标。其临床价值在于同时考虑蛛网膜下腔积血程度与脑室内出血。高分级说明颅内血液负荷较大，患者后续发生脑血管痉挛、迟发性脑缺血及其他并发症的可能性通常更高。

石膏涵等对 118 例 aSAH 患者进行分析时发现，预后不良患者中 mFisher 评分 3~4 分、脑血管痉挛和脑出血的比例明显较高，多因素分析也显示较高 mFisher 评分属于不良预后危险因素^[3]。这一结果与改良 Fisher 分级本身的设计逻辑是一致的。CT 上看到的血液越多，不仅提示动脉瘤破裂时出血更严重，也意味着脑组织和脑血管暴露于血液降解产物的程度更大。

但分级方法存在信息压缩。两个患者可能都被划入同一个分级，但实际积血体积和分布并不完全相同。例如，大量血液集中于基底池与较广泛但较薄的蛛网膜下腔积血，可能产生不同的病理影响。如果只保留一个分级数字，就会丢失部分影像细节。这也是近年来定量 CT 影像研究逐渐增多的重要原因。

2.2 急性脑积水与预后

脑积水是 aSAH 较常见的早期并发症。蛛网膜下腔和脑室内血液会影响脑脊液正常循环及吸收。当脑室持续扩大后，颅内压升高，脑组织受到压迫，患者可能出现意识障碍进一步加重。

脑积水在影像上较容易识别，因此具有较强的临床可操作性。CT 发现脑室扩大时，不能只将其作为一个伴随征象记录，而应结合患者意识变化判断其实际影响。部分患者在处理脑积水后神经状态可以较快改善，这说明某些早期功能恶化存在可逆成分。

aSAH 发病后常伴颅内压升高和脑积水，而这两种改变均与不良转归风险增加有关。颅内压持续升高还会降低脑灌注压，使原本已经受到影响的脑组织进一步缺血。也就是说，脑积水与预后的联系并非局限于脑室变大本身，而是通过颅内压和脑灌注发生作用。

对于存在大量脑室内积血的患者，影像随访尤其重要。初次 CT 脑室大小正常，并不能完全排除之后发生脑积水。血液凝块的位置变化、脑脊液吸收障碍和炎症反应都可能使脑室在后续阶段逐渐扩大。因此，CT 影像的预后价值还来自动态变化，而不只是入院时的一次检查。

2.3 再出血和脑梗死

再出血是 aSAH 早期最危险的变化之一。CT

上表现为原有出血范围或密度明显增加,也可出现新发脑内血肿、脑室积血增加或占位效应加重。再出血意味着患者再次经历急剧的颅内压变化和脑组织损伤,严重时可直接导致死亡。姬培培等的研究中,颅内再出血与不良预后独立相关,OR 为 3.25^[2]。从临床角度看,这一影像变化具有很强的预警意义。入院后病情突然恶化的患者,如果 CT 显示积血明显增加,治疗重点就不再只是观察,而需要重新评估动脉瘤是否得到有效处理及颅内压情况。

脑梗死则多见于疾病后续阶段。迟发性脑缺血发展到一定程度后,CT 可出现局灶性低密度改变。已经形成明确脑梗死时,说明脑组织损伤从功能性低灌注发展为结构性损害。姬培培等发现,迟发性脑梗死是不良预后的独立预测因素,OR 达到 4.36^[2]。CT 上新出现的脑梗死通常比单纯血管狭窄更接近最终功能结局。脑血管痉挛提示风险,而脑梗死提示脑组织已经发生不可逆损害。影像评价中需要把这两个阶段区分开,才能更准确地判断患者所处的病理过程。

3 CT 灌注成像与脑缺血风险

3.1 CT 灌注参数的基本意义

常规 CT 主要观察结构变化,但部分 aSAH 患者已经出现明显脑灌注异常时,平扫 CT 仍可能没有形成清楚的低密度梗死灶。CT 灌注成像(CT perfusion, CTP)能够提供脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)、平均通过时间(MTT)和达峰时间(TTP)等信息,从而在结构损伤出现前判断脑组织血流状态。

CBF 代表单位时间内通过一定脑组织的血流量。CBF 下降通常说明脑组织供血减少。CBV 反映局部脑组织中的血容量,其变化与脑血管代偿有关。MTT 表示血液通过毛细血管床所需的平均时间,TTP 则反映造影剂到达峰值的时间。出现脑灌注不足时,常可表现为 CBF 下降、MTT 和 TTP 延长。aSAH 患者发生迟发性脑缺血前,脑灌注异常可能已经存在。如果能够在这一阶段发现异常,就有机会在形成明确脑梗死之前加强监测和干预。因此,CTP 相较于单纯平扫 CT,更接近对“正在发生的脑缺血过程”的

观察。

3.2 CTP 参数与迟发性脑缺血

迟发性脑缺血是影响 aSAH 预后的重要并发症。其形成并不完全等同于大血管痉挛,还涉及微循环障碍、脑血流自动调节异常、微血栓及炎症等机制。因此,仅观察脑动脉管径有时不能完全判断脑组织是否真正缺血。刘斌等将 CTP 与压力反应性指数用于 150 例 aSAH 患者的 DCI 风险评价,结果显示 72 h 后的 CBF、CBV、TTP、MTT 以及 PRx 等指标均具有较重要的预测作用,构建模型的 C-index 达到 0.925^[4]。这一结果提示,脑灌注并不是一个固定状态,发病后一定时间内的动态 CTP 可能比单次测量更能反映后续缺血风险。

这种动态特征具有重要意义。aSAH 患者入院早期脑血流可能尚能通过代偿维持,当脑血管痉挛、微循环障碍和颅内压改变逐渐加重后,灌注指标才明显恶化。如果只依据入院时的一次影像作预后判断,可能遗漏部分后期进入高风险状态的患者。一项纳入 950 例 aSAH 患者的研究比较了平扫 CT、CTP 与 CTA 预测 DCI 的能力,其中 246 例发生 DCI,占 25.9%,单纯 NCCT 模型的 AUC 已达到 0.837^[5]。这说明常规 CT 所包含的初始出血信息本身就具有较强风险提示价值,而 CTP 和 CTA 可以在这一基础上补充血流动力学及血管形态信息。

3.3 CTP 参数与远期神经功能

CTP 的意义并不只限于预测 DCI。脑组织长时间处于低灌注状态,即使没有形成大面积脑梗死,也可能影响患者认知和神经功能恢复。周月华等对 130 例 aSAH 患者进行研究,其中 48 例在 3 个月时出现认知功能障碍。认知障碍组 mCBV、mCBF 较低,而 mMTT 和 mTTP 较长;多因素分析中 mMTT 和 mCBV 与认知障碍独立相关^[6]。这一结果提示,影像中的灌注改变可能与患者更加细致的神经功能结局有关,而不仅是生存或严重残疾。

这类发现也扩展了“预后”的含义。临床评价 aSAH 结局时,常把死亡、严重残疾或 mRS 评分较高作为不良预后。但一些患者能够独立生活,却存在记忆、注意力和执行功能下降。如果只观察是否死亡或能否行走,可能低估疾病

对脑功能的长期影响。CTP 在这方面具有一定补充价值。

3.4 CTP 与传统 CT 分级的结合

黄跃供等对 82 例接受介入栓塞的 aSAH 患者进行 6 个月随访, 其中 34 例疗效不佳, 占 41.46%。疗效不佳患者 CBF 和 CBV 较低, MTT 和 TTP 较高, 同时 Hunt-Hess III~V 级和 CT-Fisher III~IV 级比例更高。多因素分析显示, MTT、TTP 升高和较高 CT-Fisher 分级均属于疗效不佳的独立危险因素, 而较高 CBF、CBV 表现为保护因素^[7]。这组结果说明, 形态影像与功能影像具有互补关系。CT-Fisher 分级回答的是“出血有多重”, CTP 回答的是“脑组织目前供血如何”。前者更接近初始损伤负荷, 后者更接近继发脑缺血状态。将二者结合, 比依赖单一指标更符合 aSAH 病情演变特点。

4 出血部位和血肿体积的定量价值

传统 CT 评价较依赖医生肉眼判断和等级评分, 虽然操作方便, 但不同患者之间的细微差异容易被分级掩盖。例如, 两个改良 Fisher 4 级患者的总出血体积可能差异较大, 积血集中区域也可能不同。Neyazi 等关注传统分级较少强调的脑干周围积血, 研究对脚间池、桥前池、延髓前池等区域以及第三、第四脑室的积血进行了体积测量, 并分析其与脑积水分流依赖、脑血管痉挛、DCI 及功能结局之间的联系^[8]。这一研究思路具有较强启发性。脑干周围区域结构密集, 少量出血在某些位置产生的影响可能与同样体积的其他部位积血不同。

从预后评价角度看, 未来 CT 分析可能需要从“有没有”和“属于几级”逐渐转向“有多少、在哪里、怎样变化”。积血总量、各脑池积血比例、脑室内血液体积以及脑内血肿体积, 都有可能成为更加连续的指标。

定量指标的优点是减少等级分界产生的信息损失。例如某患者血肿体积略低于某一级别界值, 与另一名略高于界值的患者实际差异可能很小, 但分级结果却不同。连续数值能够保留更多信息。不过, 人工逐层勾画血肿耗时较长, 在急诊环境中不容易常规完成, 这也是自动化影像处理具有发展价值的原因。

5 人工智能和自动影像分析的应用

前景

CT 影像中包含大量肉眼可以看到但难以快速量化的信息。人工智能技术的发展使自动识别蛛网膜下腔出血、脑内血肿和脑室内出血成为可能。Urbanos 等利用深度学习方法对 aSAH、脑实质出血及脑室内出血进行自动分割, 并进一步评价分割结果与 6 个月 GOS 之间的关系^[9]。这种研究模式与传统影像评分不同。计算机可以直接计算出不同类型出血的体积, 而不需要仅用几个等级概括复杂影像。

如果自动分割能够达到较稳定的准确性, 未来急诊 CT 完成后可以同时得到多个指标, 例如蛛网膜下腔积血总体积、脑室内积血体积、脑内血肿体积及各区域分布, 再结合患者年龄、意识状态和 CTP 参数生成风险提示。这样能够降低人工测量负担, 也可能减少不同医生之间的判断差异。但人工智能并不能替代临床判断。训练数据来源、设备差异、扫描参数以及不同类型出血都会影响模型表现。一个在某医院建立的模型, 放到其他医院未必能够保持同样准确率。影像预测的真正价值也不只是 AUC 较高, 而在于能否帮助医生更早识别高风险患者, 并改变实际治疗和监测策略。

6 CT 影像特征与预后相关性的形成

机制

CT 影像与预后的关系并不是简单的统计联系, 其背后存在连续的病理过程。动脉瘤破裂后, 初始出血量较大时, 短时间内颅内压迅速升高, 脑灌注下降。大量血液进入蛛网膜下腔后, 又可以通过血液降解产物和炎症反应影响脑血管。脑室内积血阻塞脑脊液循环后形成脑积水, 进一步加重颅内压。随后部分患者出现脑血管痉挛、微循环障碍和脑血流自动调节异常, 最终发展为 DCI 和脑梗死。

由此可以把 CT 影像指标理解为不同病理阶段的标志。改良 Fisher 分级和出血体积更多反映初始损伤; 脑室扩大反映脑脊液循环障碍;

CBF 下降及 MTT、TTP 延长反映脑组织灌注不足；新发低密度脑梗死则说明缺血性损伤已经形成。这种理解也解释了为什么单一影像特征难以准确预测所有患者。高改良 Fisher 分级意味着风险较高，却不代表一定出现 DCI；CTP 异常提示灌注受损，但经过及时治疗后部分脑组织可能恢复；已经出现脑梗死时，对长期神经功能的影响则通常更加明确。预后评价需要把影像放在时间轴上，而不是把某一次检查结果孤立解释。

7 CT 影像在临床预后判断中的应用

7.1 入院早期风险分层

患者到院后完成平扫 CT，应重点观察蛛网膜下腔积血程度、脑室内出血、脑内血肿、脑室扩大、占位效应和脑疝征象。对改良 Fisher 高分级、大量脑室积血或合并脑内血肿的患者，即使暂时生命体征稳定，也应视为较高风险。这一步的价值并不是提前给患者贴上“预后不良”的标签，而是决定监测强度。风险较高者需要更加关注意识变化、颅内压、脑积水及迟发性脑缺血。影像风险分层真正有意义的地方，在于把预测转化为管理。

7.2 动态复查观察病情演变

aSAH 病情具有明显动态性。初次 CT 主要反映动脉瘤破裂后的早期状态，之后可能出现脑积水、再出血和脑梗死。只保留一张入院 CT 进行预后分析，很难覆盖整个疾病过程。患者神经功能突然下降时，复查 CT 能够快速判断是否发生再出血、脑积水或明显脑梗死。对于临床状态较重、无法准确进行神经功能检查的患者，影像监测价值更为突出。动态影像还能够观察治疗后的变化。脑室引流后脑室是否缩小，血肿是否继续扩大，低密度病灶是否出现，这些信息都比单次影像更接近患者当前状态。

7.3 对高风险患者合理使用 CTP

并不是所有患者都需要频繁进行 CTP 检查。CTP 涉及造影剂及辐射，检查安排也受到患者状态影响。较合理的方式是根据基础 CT 和临床表现筛选重点人群。

改良 Fisher 分级较高、临床状态恶化但平

扫 CT 不能解释、怀疑 DCI 或脑血管痉挛时，CTP 提供的灌注信息更有价值。此时若发现局部 CBF 明显下降、MTT 和 TTP 延长，可以与临床状态、CTA 及其他监测结果共同判断是否存在脑缺血风险。

8 当前研究存在的问题

现有研究已经较一致地提示，较高 CT 出血负荷、脑内或脑室内出血、脑积水、迟发性脑梗死及 CTP 异常与较差预后有关，但不同研究之间仍存在明显差异。样本构成并不一致。有的研究主要纳入 Hunt-Hess 高分级患者，有的只分析接受介入栓塞者，也有研究将所有 aSAH 患者纳入。不同人群本身的基础风险不同，同一个影像指标产生的预测作用也可能不同。预后评价时间也不统一。有的观察出院结局，有的评价 3 个月或 6 个月，还有研究关注认知功能。患者出院时功能较差，并不意味着 6 个月后一定无法恢复。反过来，mRS 评分较好的患者仍可能存在认知障碍。因此，不同研究报告的“不良预后”实际上并不完全相同。

CT 参数和影像分析方式同样需要进一步统一。CTP 受到设备、扫描范围、后处理软件和参数阈值影响，不同医院测得的绝对数值可能存在差异。人工血肿分割虽然精细，却耗时且存在观察者差异。人工智能能够提高效率，但还需要更多外部验证。现阶段更值得关注的方向，不是寻找一个能够单独预测全部患者的“最佳 CT 指标”，而是明确不同影像征象分别代表哪一个病理环节，再把这些信息与年龄、意识状态和治疗过程结合。aSAH 是一种持续变化的疾病，预后模型也应当具有动态性。

9 结论

CT 影像能够从多个层面反映动脉瘤性蛛网膜下腔出血的严重程度。初始蛛网膜下腔积血范围、改良 Fisher 分级、脑内血肿和脑室内出血主要体现早期出血负荷，其中较高改良 Fisher 分级及脑内、脑室内血肿通常与较差预后相关。脑室扩大提示脑脊液循环受阻和颅内压升高，新发脑梗死则说明缺血性脑组织损伤已经形成，这些变化均具有较强的预后意义。

CT 灌注使影像评价由结构观察进一步延伸到脑组织血流状态。CBF 和 CBV 降低、MTT 和 TTP 延长与 DCI、治疗后不良结局及认知功能障碍存在联系。常规 CT 反映初始损伤, CTP 反映灌注状态, 动态复查反映病情演变, 三者并不是相互替代, 而是处于不同评价层面。血肿体积定量和深度学习自动分割进一步说明, 未来 CT 评价可能从传统分级逐渐转向更加精细的定量分

析。但任何影像指标都不能脱离患者临床状态独立解释。将改良 Fisher 分级、脑室及脑内出血、脑积水、CTP 参数、脑梗死等影像信息与 Hunt-Hess 分级、意识状态和治疗过程结合, 更有利于识别真正的高风险患者, 也更符合 aSAH 预后受多因素共同影响的特点。

参考文献:

- [1] 顾生才. Hunt-Hess IV—V 级动脉瘤性蛛网膜下腔出血患者预后不良的影响因素[J]. 实用临床医学, 2026, 27(3): 27-31+46.
- [2] 姬培培, 张庆英, 谭殿辉, 伍艳春, 陈慕媛. 动脉瘤性蛛网膜下腔出血介入术后不良预后风险模型的构建及评价[J]. 汕头大学医学院学报, 2026, 39(1): 24-30+37.
- [3] 石膏涵, 李敏, 王瑞, 郭为, 刘杰, 张盈, 王卓欣. 动脉瘤性蛛网膜下腔出血患者血清长链非编码 RNA 肺腺癌相关转录本 1 水平与病情严重程度及预后的相关性研究[J]. 临床神经病学杂志, 2026, 39(2): 138-142.
- [4] 刘斌, 沈健, 万立野, 方跃, 张冠男, 刘莉, 杜智颖. 基于 CT 灌注成像和 PRx 建立 aSAH 后迟发性脑缺血发生风险 Nomogram 图预测模型及临床效用[J]. 影像科学与光化学, 2026, 44(3): 115-122.
- [5] Yao X, Cheng H, Yang C, Hao X, Zhao X, Fang X, et al. Comparison of non-contrast CT, CT perfusion, and CT angiography for predicting delayed cerebral ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage[J]. *Insights into Imaging*, 2026, 17(1).
- [6] 周月华, 张然然, 吴冬云, 李京, 王海硕, 肖朝华, 路其勇, 田广益, 闫萍. 基于全脑 CT 灌注定量参数联合临床指标的 aSAH 后认知功能障碍预测列线图模型构建研究[J]. 中国医学装备, 2026, 23(4): 43-48.
- [7] 黄跃供, 白金伟, 陈建文, 朱清伟. 脑 CT 灌注成像参数、外周血 CRP、MHR 在 aSAH 患者介入栓塞治疗疗效评估中的价值[J]. 现代生物医学进展, 2025, 25(23): 3789-3797.
- [8] Neyazi M, Fischer I, Weiss D, Vach M, Beseoglu K, Muhammad S, et al. Peritumoral hematoma volume is a neglected prognostic marker in aneurysmal subarachnoid hemorrhage?[J]. *Journal of Neurosurgery*, 2026.
- [9] Urbanos G, Castaño León AM, Maldonado Luna M, Baciú A, García Posadas G, Tosi L, et al. Deep learning-based segmentation of aneurysmal subarachnoid hemorrhage accurate and scalable prognostic imaging[J]. *Journal of Clinical Neuroscience*, 2026, 149.

版权声明

© 2026 作者版权所有。本文依据“知识共用署名 4.0 国际授权合约”(CC BY 4.0) 以开放获取方式发布。该许可允许使用者在任何媒介中自由使用、复制、传播与改编文章(含商业用途), 惟须明确署名原作者及出处, 并注明所作修改(如有)。完整协议详见: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.zh-hans>

出版声明

所有出版物中的陈述、观点及资料仅代表作者及供稿者个人立场，与 **Brilliance Publishing Limited** 及/或编辑人员无关。**Brilliance Publishing Limited** 及/或编辑人员对因内容所提及的任何理念、方法、说明或产品所导致的人身或财产损害概不负责。