

## . 论 著 .

双能 CT 早期鉴别急性缺血性脑卒中血管内治疗后  
脑出血的临床应用

吴长松 陈海新 李 斌 钟剑烽 蒋 悦 王玛莉

**【摘要】目的** 探讨双能 CT 在急性缺血性脑卒中(AIS)病人血管内治疗后继发脑出血的诊断中价值以及指导临床治疗的意义。**方法** 回顾性分析 2019 年 11 月至 2022 年 5 月接受血管内治疗的 148 例急性缺血性卒中的临床资料。术后即刻行头颅双能去碘 CT 扫描检查诊断脑出血;术后 48~72 h 内行 CT 平扫或 MRI 检查随访,以此结果为标准评价双能 CT 诊断 AIS 病人术后早期脑出血及造影剂外渗的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和准确率。**结果** 148 例中,29 例双能 CT 平扫未见颅内高密度影,术后 48~72 h 复查无出血;119 例 CT 平扫有高密度影,双能 CT 诊断为单纯碘造影剂外渗 69 例,其中 4 例复查有脑出血,阴性预测率为 94.2%;双能 CT 诊断造影剂渗漏合并颅内出血 50 例中,43 例有脑出血,阳性预测率为 100.0%;7 例复查未见出血,假阳性率为 14.0%;预测总准确率为 92.6%。**结论** AIS 血管内介入术后双能 CT 检查对于早期鉴别脑出血与碘对比剂外渗有重要的诊断价值,有助于临床及时调整治疗方案,降低病死率及致残率。

**【关键词】** 急性缺血性卒中;血管内介入治疗;双能 CT;脑出血;造影剂外渗

**【文章编号】** 1009-153X(2024)01-0025-03 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743; R 815.2

**Clinical application of dual-energy CT for early identification of intracranial hemorrhage after stent thrombectomy for acute ischemic stroke**

WU Chang-song<sup>1</sup>, CHENG Hai-xin<sup>1</sup>, LI Bin<sup>1</sup>, ZHONG Jian-feng<sup>1</sup>, JIANG Yue<sup>2</sup>, WANG Ma-li<sup>1</sup>. 1. Department of Neurosurgery, Kunming Yanan Hospital, Kunming 650051, China; 2. Department of Medical Iconography, Kunming Yanan Hospital, Kunming 650051, China

**【Abstract】 Objective** To investigate the value of dual-energy CT in the diagnosis of secondary cerebral hemorrhage after intravascular therapy in patients with acute ischemic stroke (AIS) and its significance of guiding clinical treatment. **Methods** The clinical data of 148 patients with AIS who received endovascular therapy from November 2019 to May 2022 were retrospectively analyzed. Intracerebral hemorrhage was examined by double-energy iodinated CT scan immediately after operation. The results of CT or MRI within 48~72 h after operation were used as the standard to evaluate the sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and accuracy of dual-energy CT in diagnosing early postoperative cerebral hemorrhage and contrast agent extravasation in AIS patients. **Results** Of these 148 patients, 29 patients' dual-energy CT scan did not find intracerebral high-density imaging, without bleeding 48~72 hours after the reexamination. There were 119 patients with high density images on CT scan, 69 patients with pure iodine-contrast agent extravasation were diagnosed by dual-energy CT, of which 4 patients had cerebral hemorrhage after reexamination, the negative prediction rate was 94.2%. Of 50 patients with contrast leakage complicated with intracerebral hemorrhage diagnosed by dual-energy CT, 43 patients had intracerebral hemorrhage, the positive prediction rate was 100%. No bleeding was found in 7 patients, the false positive rate was 14%. The total prediction accuracy was 92.6%. **Conclusions** Dual-energy CT examination after AIS intravascular intervention has important diagnostic value for early differentiation of cerebral hemorrhage and iodide contrast extravasation, which is helpful to timely adjustment of clinical treatment and reduce the mortality and disability rates.

**【Key words】** Acute ischemic stroke; Intravascular interventional therapy; Dual-energy CT; Intracranial hemorrhage; Extravasation of contrast agent

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)具有高病死率、高致残率的特点<sup>[1]</sup>,在时间窗内静脉

溶栓以及桥接血管内介入治疗是目前主要治疗手段<sup>[2]</sup>。但是,血管内介入治疗可出现多种并发症,其中继发脑内出血(intracerebral hemorrhage, ICH)是主要并发症之一,会导致病情加重、预后不良甚至病人死亡<sup>[3,4]</sup>。AIS 由于血管缺血性损伤及血脑屏障破坏,造影剂容易外渗至细胞外间隙,常规 CT 平扫表现为高密度影,与 ICH 的表现相似,导致术后 24 h 内很难通过普通 CT 平扫进行鉴别,若仅根据高密度影的

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2024.01.008

基金项目:昆明市医学技术中心卫生科研课题(2020-04-04-12)

作者单位:650051 昆明,昆明市延安医院神经外科(吴长松、陈海新、李 斌、钟剑烽、王玛莉),医学影像科(蒋 悦)

通讯作者:钟剑烽, E-mail: zjfl968@163.com

CT 值来预测出血性转化很困难<sup>[5]</sup>。所以,早期判断有无继发性 ICH 至关重要。本研究探讨双能 CT 对 AIS 血管内治疗后早期继发 ICH 的诊断价值,以指导后续合理使用抗凝药或抗血小板聚集药物。

## 1 资料与方法

1.1 病例选择标准 纳入标准:颈内动脉、大脑中动脉 M1 和 M2 段、大脑前动脉 A1 和 A2 段、椎动脉、基底动脉闭塞所致的 AIS;适合急性脑血管介入开通治疗;术前美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health stroke scale, NIHSS)评分>6 分;发病时间<6 h,手术开始时间处于介入取栓时间窗内,或影像学评估超时间窗但仍有取栓指征;术后能即刻安排双源 CT 检查,术后能按时随访 CT 平扫或 MRI 检查;术后能按时随访。

1.2 研究对象 回顾性分析 2019 年 11 月至 2022 年 5 月收治的 148 例 AIS 的临床资料,其中男 85 例,女 63 例;年龄 22~93 岁,平均(62.8±8.6)岁;术前 NIHSS 评分平均 17.2 分。本研究方案经昆明市延安医院伦理委员会审查批准(编号为 2020-143-01),所有病人均签署知情同意书。

1.3 检查方法 术后即刻安排双能 CT 扫描。双能 CT 检查应用第 2 代德国西门子双源 CT 双能量平扫技术,扫描范围为下颌骨至颅顶,选择管电压为 80 kV 和 140 kV 双能量模式进行扫描处理,层厚及层间距均为 1 mm。

1.4 图像处理 扫描完成即可获得常规融合图像(mixed energy images, MIX);若 MIX 无高密度灶,则为阴性;若有高密度灶存在,再选择脑实质、出血和碘三种物质进行分解,将扫描所得的 Sn 80kV 和 Sn 140 kV 数据调入 Dual Energy/Brain Hemorrhage 工作软件中进行运算,分别生成虚拟平扫图像(virtual un-enhanced non-contrast, VNC)和碘融合图像(iodine overlay map, IOM)。结果由具有经验丰富的一名影像科医师和一名神经外科医生共同判读,若有意见不一致,则协商后确定。

诊断标准:CT 平扫无高密度影,证明无造影剂外渗及出血;单纯碘造影剂外渗, MIX 呈高密度, VNC 无高密度, IOM 相应区域高密度;碘造影剂外渗合并 ICH, MIX 呈高密度, VNC 高密度,但范围可较 MIX 图像小,缩小区域的 IOM 图像为高密度。术后 48~72 h 复查 CT 或 MRI,判断有无出血及出血部位,若脑内高密度灶完全或基本消失为碘对比剂外渗;若持续存在甚至范围扩大,则认为存在出血。

判断双能 CT 阴性预测率为双能 CT 无出血、复查 CT/MRI 也无出血;阳性预测率为双能 CT 有出血、复查 CT/MRI 也证实出血;假阴性率为双能 CT 无出血、复查 CT/MRI 有出血;假阳性率为双能 CT 有出血、复查 CT/MRI 证实无出血;诊断准确率为双能 CT 诊断和复查 CT/MRI 的符合。

1.5 统计学方法 应用 SPSS 19.0 软件分析;计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示,采用 *t* 检验;计数资料采用  $\chi^2$  检验;以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

术后即刻行双能去碘 CT 检查,29 例平扫未见高密度影,术后 48~72 h 复查无出血;119 例平扫有高密度影,诊断为单纯碘造影剂外渗 69 例,其中 4 例复查 CT/MRI 有 ICH,阴性预测率为 94.2%;双能 CT 诊断造影剂渗漏合并 ICH 有 50 例,其中 43 例复查 CT/MRI 有 ICH,敏感度为 100.0%,阳性预测率为 100.0%;7 例复查 CT/MRI 未见出血,特异度为 86.0%,假阳性率为 14.0%;双能 CT 预测总准确率为 92.6%。

## 3 讨论

为了保证治疗效果,避免再次发生血管栓塞或闭塞,降低栓子负荷,AIS 术后常规使用抗凝药物或抗血小板聚集药物或联合使用<sup>[1,7]</sup>。而术后常规抗凝治疗会进一步增加出血风险,使病情进一步恶化<sup>[3]</sup>。有研究显示,入院时 NIHSS 评分越高,术后继发 ICH 的风险越大<sup>[3,8]</sup>。本文病例入院时 NIHSS 评分平均 17.2 分,病情重,术后一旦发生 ICH,容易导致预后不良,而停用抗凝、抗血小板治疗会增加再次血管栓塞或闭塞的风险,因此,治疗存在矛盾的地方。及早发现 ICH 对指导、调整术后用药至关重要<sup>[9]</sup>。

目前,常规 CT 平扫很难有效地鉴别 ICH 和对对比剂外渗。双能量 CT 成像技术是利用碘对比剂及其他物质对 X 线能量的衰减差异,对两种不同能量衰减信息进行分离,获得 IOM 和 VNC<sup>[10,11]</sup>。研究发现,双能量 CT 扫描可鉴别 ICH 与渗出的对比剂,且具有较高的敏感度和特异度。双能量 CT 技术可以重建得到不同物质的图像,其中虚拟平扫可以通过后处理软件将碘含量调整为 0,从而获得去碘后的虚拟平扫图像,使血管内介入术后通过双能去碘 CT 扫描早期识别 ICH 成为可能<sup>[12]</sup>。目前,临床多于术后即刻行双能量 CT 检查。部分继发性 ICH 出现于术后 24 h 甚至以后,因此,早期双能量 CT 检查未发现脑

出血的病例仍有可能出现继发出血<sup>[13]</sup>。

本研究表明,双能CT可以将脑实质、出血和碘三种物质进行分解,所获得的VNC及IOM,可对AIS术后颅内高密度影进行早期鉴别,区别出是碘渗漏还是ICH,其阳性预测率为100.0%、敏感度为00.0%、阴性预测率为94.2%、预测准确率为92.6%,与文献报道相近<sup>[14]</sup>;其中,预测术后无ICH的假阴性率仅为5.8%,说明双能CT预测无ICH的漏诊率低,对于双能CT阴性病人术后可早期使用抗凝药及抗血小板药物,其预测术后脑出血的假阳性率为14%,说明双能CT虽对脑出血的敏感度和阳性预测率高,但对于少部分真正无出血病人会发生误判,可能与造影剂渗漏量较多、造影剂在不同脑部位分布不均匀有关。其综合预测准确率高,说明对早期诊断ICH具有明显的价值,有极高的实用性。

总之,双能量CT可早期判断AIS术后是否继发ICH,可指导合理使用抗凝及抗血小板类药物,降低出血率、再梗死率,从而改善病人的预后,在临床上有着极高的应用价值,可作为AIS术后常规检查。

【参考文献】

[1] DONNELL MJ, CHIN SL, RANGARAJAN S, *et al.* Global and regional effects of potentially modifiable risk factors associated with acute stroke in 32 countries (INTERSTROKE): a case-control study [J]. *Lancet*, 2016, 388(10046): 761-775.

[2] Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Consensus on diagnosis and treatment of hemorrhagic transformation after acute ischemic stroke in China 2019 [J]. *Chin J Neurol*, 2019, 52(4): 252-265.

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.中国急性脑梗死后出血转化诊治共识2019[J].*中华神经科杂志*,2019,52(4):252-265.

[3] BERGER C, FIORELLI M, STEINER T, *et al.* Hemorrhagic transformation of ischemic brain tissue: asymptomatic or symptomatic [J]. *Stroke*, 2001, 32(6): 1330-1335.

[4] PACIARONI M, AGNELLI G, COREA F, *et al.* Early hemorrhagic transformation of brain infarction: rate, predictive factors, and influence on clinical outcome: results of a prospective multicenter study [J]. *Stroke*, 2008, 39(8): 2249-2256.

[5] KIM JT, HEO SH, CHO BH, *et al.* Hyperdensity on non-contrast CT immediately after intraarterial revascularization [J]. *J Neurol*, 2012, 259(5): 936-943.

[7] QIAN J, CHEN JF, WANG LJ, *et al.* Investigation on antithrombotic

therapy of hospitalized patients with coronary heart disease complicated with persistent atrial fibrillation [J]. *Chin J Cardiac Arrhyth*, 2018, 22(3): 215-221.

钱 军,陈建峰,王丽洁,等.冠心病合并持续性心房颤动病人抗栓方案的研究[J].*中华心律失常学杂志*,2018,22(3):215-221.

[8] NAKANO S, ISEDA T, KAWANO H, *et al.* Parenchymal hyperdensity on computed tomography after intra-arterial reperfusion therapy for acute middle cerebral artery occlusion: incidence and clinical significance [J]. *Stroke*, 2001, 32(9): 2042-2048.

[9] MOKIN M, KAN P, KASS-HOUT T, *et al.* Intracerebral hemorrhage secondary to intravenous and endovascular intraarterial revascularization therapies in acute ischemic stroke: an update on risk factors, predictors, and management [J]. *Neurosurg Focus*, 2012, 32(4): E2.

[10] TIAN SF, LIU AL. The progress and clinical application of virtual non-contrast with dual-energy CT [J]. *Int J Med Radiol*, 2014, 37(1): 54-57.

田士峰,刘爱连.双能CT虚拟平扫进展及临床应用[J].*国际医学放射学杂志*,2014,37(1):54-57.

[11] HUANG W, XU YM, SHAO J, *et al.* Dual-source virtual non-contrast CT of the head: a preliminary study [J]. *Chin J Radiol*, 2011, 45(3): 229-234.

黄 伟,徐益明,邵 瑾,等.双源CT虚拟平扫在头部检查的初步应用[J].*中华放射学杂志*,2011,45(3):229-234.

[12] PHAN CM, YOO AJ, HIRSCH JA, *et al.* Differentiation of hemorrhage from iodinated contrast in different intracranial compartments using dual-energy head CT [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2012, 33(6): 1088-1094.

[13] WU F, DU XY, ZHANG M, *et al.* Third generation dual-source CT in early differential diagnosis of intracranial hemorrhage and iodinated contrast medium after endovascular treatment of acute ischemic stroke patients [J]. *Chin J Med Imaging Technol*, 2018, 34(5): 770-774.

吴 芳,杜祥颖,张 苗,等.第三代双源CT早期鉴别诊断急性缺血性脑卒中病人血管内治疗后颅内出血灶与碘对比剂[J].*中国医学影像技术*,2018,34(5):770-774.

[14] WANG ZS, CHEN WQ, LIN HT, *et al.* Dual-energy CT diagnosis and prediction of intracranial hemorrhage after stent thrombectomy for acute ischemic stroke [J]. *Diagn Imaging Intervent Radiol*, 2020, 29(2): 89-94.

王震汕,陈婉琪,林海韬,等.双能量CT对急性缺血性脑卒中支架取栓术后颅内出血的早期诊断及预测[J].*影像诊断与介入放射学*,2020,29(2):89-94.