

• 中枢神经影像学 •

双能 CT 对 AIS 血管内治疗后早期颅内出血的诊断价值

李玲, 陈英敏, 王宇航, 朱凤英, 黄晓颖

【摘要】 目的:评价双能 CT(DECT)对急性缺血性脑卒中(AIS)患者血管内治疗后早期颅内出血(ICH)和对比剂外渗的鉴别诊断价值。**方法:**2017 年 11 月—2019 年 2 月对在本院接受血管内治疗的 AIS 患者在术后 2 h 内行头颅 DECT 扫描(80 kVp 和 Sn150 kVp)得到的混合能量图像,经后处理获得虚拟平扫图(VNC)及碘覆盖图(IOM),以术后 24~48 h 的常规 CT(44 例)或 MR 磁敏感加权血管成像(SWAN)(5 例)的诊断结果作为参照标准(常规 CT 显示梗死区出现高密度影或 SWAN 图像显示低信号影即为出血),评价 DECT 图像(混合图像+VNC+IOM)对 AIS 患者血管内治疗后 ICH 的早期诊断效能。**结果:**符合纳入条件的 49 例 AIS 患者中 15 例 DECT 诊断为颅内出血合并对比剂外渗,全部经随访图像证实;34 例诊断为对比剂外渗,随访证实 30 例,余 4 例随访图像提示出血性转化。DECT 诊断早期 ICH 的敏感度、特异度及符合率分别为 78.95%(15/19)、100%(45/45)和 93.75%(60/64),阳性和阴性预测值分别为 100%(15/15)和 91.84%(45/49)。**结论:**双能 CT 可诊断 AIS 患者经血管内治疗后早期 ICH 并指导临床治疗。

【关键词】 颅内出血;急性缺血性脑卒中;双能 CT;血管内治疗;虚拟平扫图像;碘覆盖图

【中图分类号】 R814.42;R743.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2019)08-0858-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.08.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The differential diagnostic value of dual-energy CT for early intracranial hemorrhage and contrast agent extravasation after intravascular treatment of acute ischemic stroke LI Ling, CHEN Ying-min, WANG Yu-hang, et al. Graduate School of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to evaluate the value of dual energy CT (DECT) in the differential diagnosis of intracranial hemorrhage (ICH) and contrast agent extravasation after intravascular treatment of acute ischemic stroke (AIS). **Methods:** Forty-nine AIS patients who received endovascular treatment in our hospital from November 2017 to February 2019 were selected and analyzed retrospectively. Mixed energy images were obtained by immediate intracranial DECT scan (80kVp and Sn150kVp) within 2h after surgery, and virtual non-contrast (VNC) and iodine overlay map (IOM) were obtained after postprocessing. Taking the conventional CT (n=44) or MR susceptibility weighted angiography (SWAN) images (n=5) within 24~48h after operation as the reference standard (hemorrhage was defined as high-density on conventional CT images or low-signal region on SWAN images in the infarction area), the diagnostic efficacy of DECT images (fusion images+VNC+IOM) was evaluated. **Results:** Among the 49 AIS patients, 15 were diagnosed as intracranial hemorrhage complicated with contrast medium extravasation by DECT, all were confirmed by follow-up scan. 34 were diagnosed as contrast medium extravasation, 30 of them were confirmed by follow-ups, the other 4 cases were identified as hemorrhagic transformation. The sensitivity, specificity, accuracy, positive and negative predictive value of DECT in early diagnosis of intracranial hemorrhage was 78.95% (15/19), 100% (45/45), 93.75% (60/64), 100% (15/15) and 91.84% (45/49), respectively. **Conclusion:** Early intracranial hemorrhage after vascular treatment in AIS patients can be diagnosed by dual-energy CT scan, which can be used as a guidance for clinical treatment.

【Key words】 Intracranial hemorrhage; Acute ischemic stroke; Dual-energy CT; Endovascular in-

作者单位:050051 石家庄,河北医科大学研究生学院(李玲);050051 石家庄,河北省人民医院医学影像科(陈英敏、王宇航、黄晓颖);050051 石家庄,河北北方学院研究生院(朱凤英)

作者简介:李玲(1995—),女,山西运城人,硕士研究生,主要从事医学影像学工作。

通讯作者:陈英敏, E-mail:hbghyixiang@126.com

terventional treatment; Virtual non-contrast images; Iodine overlay map

目前急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)的发病率、病残率和死亡率极高。国内外血管内治疗相关指南均推荐对 AIS 患者采取适宜的血管内治疗^[1-3]。继发性颅内出血(intracranial hemorrhage, ICH)是血管内介入治疗后最常见的并发症,且易发生在术后 72h 内^[4],有文献报道其发生率可达 6.3%~15.4%^[5]。AIS 患者由于血脑屏障的破坏,术后可出现对比剂外渗或 ICH,且二者在常规 CT 上都表现为高密度,鉴别比较困难^[6-7]。而早期诊断 ICH 对于临床上决策是否继续进行抗凝治疗或使用抗血小板聚集药物等具有重要指导意义^[5]。双能 CT(dual energy CT, DECT)可采用不同能量条件进行扫描,从而可进行物质分离,获得碘覆盖图(iodine overlay map, IOM)和不含对比剂的虚拟平扫图(virtual non-contrast, VNC)^[8-10],可以早期鉴别血管内治疗后 ICH 与碘对比剂外渗。本研究对 49 例行血管内介入治疗的 AIS 患者进行 DECT 扫描,旨在探讨 DECT 对 AIS 患者术后 ICH 的诊断价值。

材料与方法

1. 一般资料

本研究经本院伦理委员会批准实施,所有患者签署了知情同意书。将本院 2017 年 11 月—2019 年 2 月 49 例接受了血管内介入治疗并行头颅 DECT 检查的 AIS 患者纳入本研究。其中男 31 例,女 18 例,年龄 35~88 岁,平均(65.5±17.5)岁。纳入标准:①确诊为急性缺血性脑卒中患者;②在发病后 24 h 内行血管内介入治疗;③术后 2 h 内行 DECT 检查;④术后 24~48 h 内行常规 CT 或 MR 磁敏感加权血管成像(susceptibility weighted angiography, SWAN)序列检查。排除标准:①随访资料不全;②继发于脑外伤及脑肿瘤的颅内出血;③患者及家属不同意入组试验。

2. 手术方式及图像扫描方法

由 2 位经验丰富的介入神经放射学医师在 Siemens Artis Zeego III 型全数字化血管造影机上进行血管内介入治疗术。所有患者均按序贯法进行治疗,其中包括使用 5F 或 6F Navien 中间导管进行抽吸。如果抽吸失败,随后使用 Solitaire Flow-Restoration 支架取栓器进行机械血栓切除术。

所有患者在血管内介入治疗后 2 h 内行 DECT 扫描。使用 Siemens 第三代双源双能 CT 机(Somatom Definition Force),扫描范围为下颌骨至颅顶,采用双能量模式,扫描参数:80 kVp 和 Sn150 kVp(Sn 代表锡滤过器),217 和 160 mAs,准直器宽度 64i×0.6 mm,

视野 146 mm×146 mm,矩阵 512×512,螺距 0.7,球管旋转时间 0.5 s/r;重建层厚 0.1 mm、层间距 0.7 mm,并对重建图像进行双能量后处理,生成类似于常规 120 kV 扫描的 CT 图像。使用专用软件(Syn-go Dual Energy Brain Hemorrhage; Siemens Healthcare),选择脑实质、出血和碘三种物质进行分解,对原始的 80~150 kVP 的数据集进行运算,生成虚拟平扫图像(VNC)和碘覆盖图(IOM)(图 1)。患者于术后 24~48 h 行常规 CT 或 MR SWAN 序列以明确诊断,常规 CT 扫描参数:120 kV,340 mA,螺距 1.2,球管旋转时间 0.5 s/r,层厚 8 mm,重建间隔 8 mm。SWAN 序列扫描设备及参数:GE Signa HD 1.5T MR 成像仪,头部专用 8 通道相控阵线圈,TE 24.8 ms,TR 52.9 ms,激励次数 1,翻转角 15°,层厚 2 mm,视野 20 cm×20 cm,矩阵 320×224,扫描时间 5 min。

3. 图像分析及诊断标准

由临床经验丰富的两位高年资放射科医师对图像进行分析并讨论后达成一致意见。将术后 DECT 扫描图像上的高密度区诊断为对比剂外渗、颅内出血(ICH)或两者都有,诊断标准:①仅混合能量图+VNC 图上可见高密度区,而 IOM 图上无,代表仅有 ICH;②仅混合能量图+IOM 图上存在高密度区,而 VNC 图上无,代表仅有对比剂外渗;③混合能量图+VNC 图+IOM 图上均存在高密度区,代表两者都有,无高密度区代表两者都无。

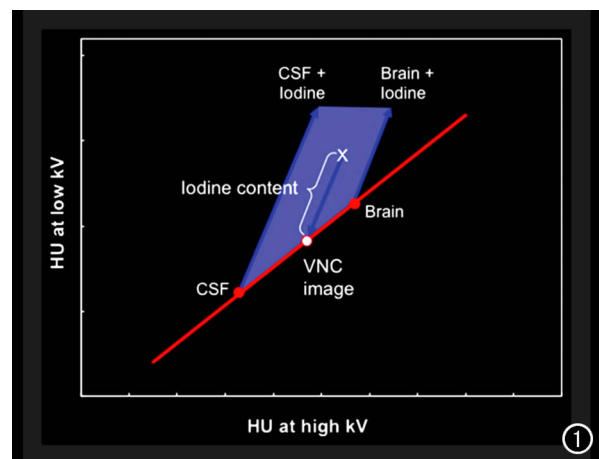


图 1 双能 CT 三物质分解图。在低、高压下,颅内所有物质的 CT 值均在脑脊液(CSF)和脑实质(BP)的 CT 值之间(红线)。蓝线代表具有特征斜率(即双能量比)的碘 CT 值(碘溶度)。任何组织(X)对比增强后均可分解为含碘的碘覆盖图(IOM)和剩余组织的虚拟平扫图(VNC)。

随访常规 CT 或核磁 SWAN 图像上的判断标准:

①术后 DECT 图像上的高密度区,若在术后 24~48 h 随访图像中持续存在或范围增大,且周围出现低密度影(水肿或梗死)围绕,则认为是 ICH;若高密度区完全消失,即认为是对比剂外渗;②核磁 SWAN 序列若梗死区出现低信号区,则诊断为 ICH。

4. 统计学方法

使用 SPSS 18.0 软件包对数据进行统计学分析。以术后常规 CT 和 MRI 随访结果为金标准,计算 DECT 早期诊断血管内介入治疗后颅内出血的敏感度、特异度、符合率、阳性和阴性预测值。

结 果

49 例患者中,DECT 诊断出血合并对比剂外渗(图 2)15 例(15/49,30.61%),未发现仅有出血病灶者,均为常规随访检查所证实;DECT 诊断对比剂外渗(图 3)34 例(34/49,69.39%),其中 30 例为随访检查

所证实(常规 CT 证实 25 例,SWAN 证实 5 例),其余 4 例随访图像显示颅内高密度灶的范围扩大,提示为出血性病灶(图 4)。

DECT 诊断 AIS 血管内介入治疗后颅内出血的敏感度、特异度及符合率分别为 78.95%(15/19)、100%(45/45)、93.75%(60/64),阳性预测值为 100%(15/15),阴性预测值为 91.84%(45/49)。

讨 论

颅内出血为 AIS 再灌注治疗的主要并发症,相关文献证明出血性转化可能会导致患者预后不良甚至死亡^[11-12]。AIS 由于血管缺血性损伤及血脑屏障破坏,对比剂外渗至细胞外间隙,常规 CT 平扫上表现为高密度区,与 ICH 的表现相似,导致术后 24h 内很难通过普通 CT 平扫进行鉴别^[7,13-14]。更重要的是,ICH 常发生在动脉内介入术后早期,而碘对比剂通常在术后 24~48 h 后才能吸收排泄,其后才能诊断是否存在

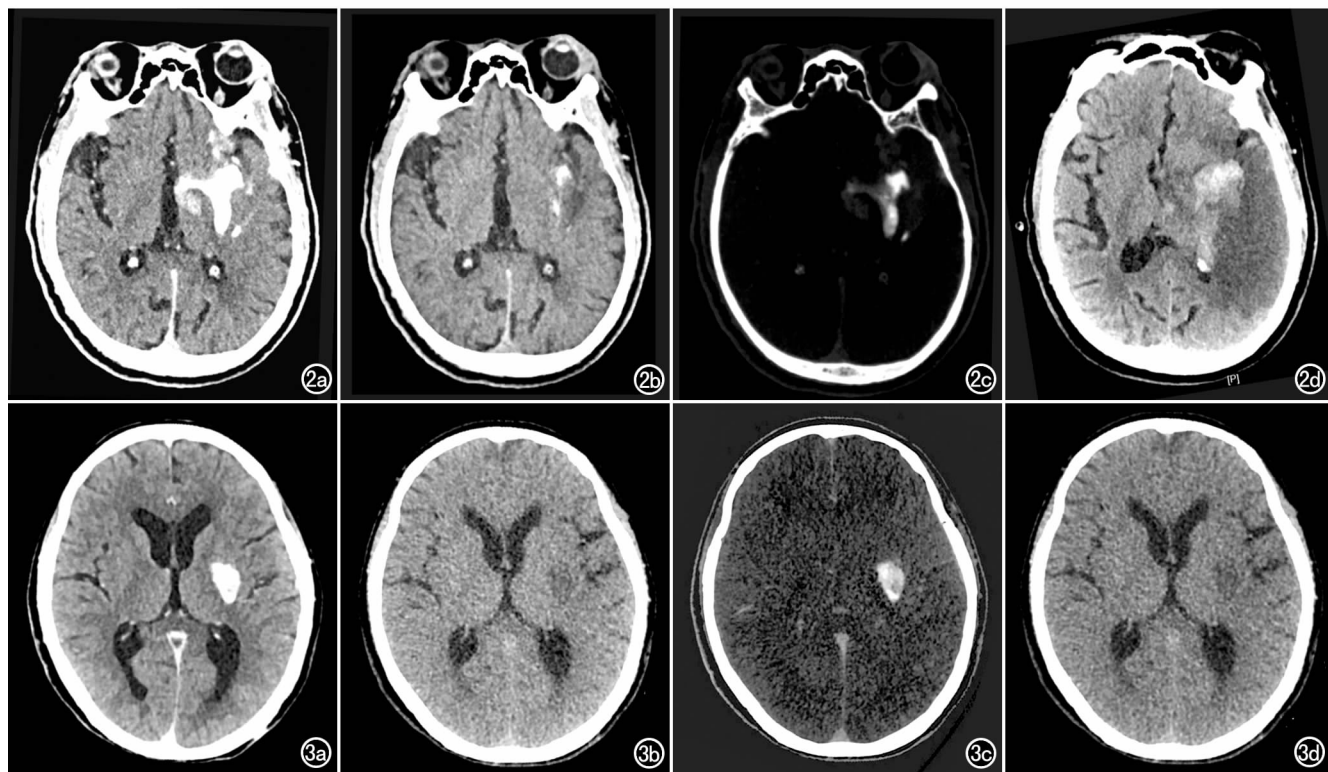


图 2 男,66 岁,因右侧肢体无力 3.5h 急诊行血管内介入治疗,术后 21min 行 DECT 扫描,术后 28h 行常规 CT 检查。a)DECT 混合能量图像示左侧基底节及丘脑可见不规则形高密度区;b)VNC 图示上述高密度区的范围减小,丘脑的高密度区未见显示;c)IOM 图示左侧基底节及丘脑的高密度区范围与混合图像基本一致,双能 CT 诊断为左侧基底节出血合并丘脑对比剂外渗;d)随访 CT 示左侧基底节高密度区较 VNC 图上范围扩大,且左侧丘脑新发斑片状高密度区,提示后续出血范围增大。

图 3 女,75 岁,右侧肢体无力 1h 急诊行血管内介入治疗,术后 10min 行 DECT 扫描,术后 37h 行常规 CT 检查。a)混合图像示左侧基底节区不规则形高密度区;b)VNC 图示上述高密度区未见显示;3c)IOM 图示左侧基底节区高密度区与混合图像上的范围基本相同,双能 CT 诊断为左侧基底节内对比剂外渗;d)随访 CT 示左侧基底节有低密度灶,证实双能 CT 的诊断。

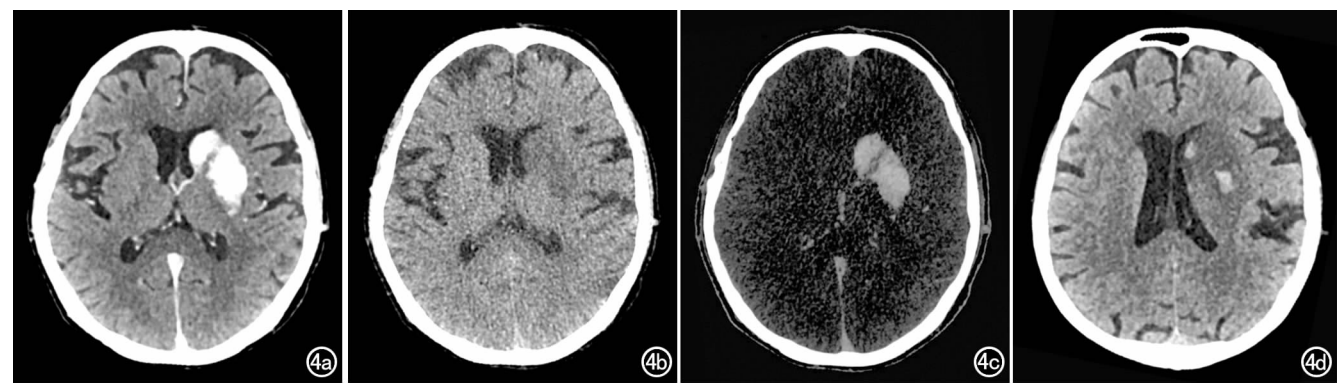


图 4 男, 66 岁, 右侧肢体无力 3.5h 急诊行血管内介入治疗, 术后 17min 行 DECT 扫描, 术后 42.5h 行常规 CT 检查。a) 混合图像示左侧基底节片状高密度区; b) VNC 图示左侧基底节稍低密度, 未见高密度影; c) IOM 图示左侧基底节高密度区的范围与混合图像上基本一致, 双能 CT 诊断混合图上的高密度区为对比剂外渗; d) 随访 CT 示左侧基底节出现高密度区, 提示后续出现出血性转化。

出血性转化。虽然有学者^[7,15]建议通过测量 CT 值来预测出血性转化, 即在血管再通术后的常规 CT 图像上高密度区的 CT 值越高, 后续发生出血性转化的可能性越大, 但仅根据高密度区的 CT 值来预测出血性转化几乎是不可能的^[15]。这给临床诊断和治疗带来巨大的难题, 会造成错过最佳治疗时机或因误诊而错误治疗导致患者的预后不良, 甚至使这类患者的病死率增加。因此, 术后早期确诊 ICH 对于治疗策略的制订及预后至关重要。

近些年, DECT 相关研究已成为热点^[10,16], 其在临床的应用也越来越广泛。国外也有一些学者对 DECT 检出 ICH 的价值进行了研究。如 Gupta 等^[10]对 18 例因头部外伤或 AIS 接受了血管内治疗的患者在术后进行了 DECT 检查, 并与术后 24 h 的随访 CT 检查结果进行了对比, 结果显示双能 CT 诊断颅内出血的敏感度为 100%, 特异度为 91%, 符合率为 93%。Phan 等^[17]报道了一组 40 例患者的 DECT 诊断结果, 经随访 CT 或 MRI 证实, DECT 对 148 个颅内高密度灶中的 142 个出血病灶诊断正确, 鉴别出血的敏感度、特异度和符合率分别为 100%、84.4%~100% 和 87.2%~100%。这些研究结果提示 DECT 在血管内介入治疗术后鉴别颅内出血和对比剂外漏方面具有重要的应用价值。此次我们的研究也进一步证实了 DECT 可早期鉴别 ICH 与对比剂外渗。本组 50 例 AIS 患者在接受血管内介入治疗后 49 例在 CT 图像上发现了高密度区, 可能与本组病例的脑梗死范围大及梗死时间长相关。本研究中 DECT 检出 ICH 的特异度为 100% (45/45), PPV 为 100% (15/15), 说明 DECT 可以敏感且准确诊断对比剂外渗。本研究中 DECT 诊断 ICH 的敏感度为 78.95% (15/19), NPV 为 91.84% (45/49), 其中 4 例 VNC 图诊断为对比剂

外渗的患者, 在随访 CT 上可见局部出现高密度区, 可能代表早期对比剂外渗而后出现出血性转化, 与术后再灌注损伤导致血脑屏障进一步破坏有关, 这一现象曾被 Jang 等^[7]和 Kim 等^[15]学者所报道。因此, 本组中 DECT 的诊断敏感度不够高。此外, 样本量偏小也可能是导致本研究中敏感度下降的原因之一。

由于目前此类研究中均采用 DECT 三物质分解算法来鉴别出血和对比剂, 因此只能区分脑实质、出血灶和含碘对比剂三种成分, 而不能区分出血及钙化成分, 这在一定程度上降低了 DECT 诊断出血的特异性, 这解释了其它的一些研究中特异度降低的原因。近期有研究结果表明, 在 DECT 检查中可利用钙化分布图来区分颅内出血灶及钙化灶, 且具有较高的敏感度、特异度和准确性^[18], 有待进一步验证。

本研究的不足之处是样本量偏少, 统计分析结果可能不一定能准确反映 DECT 在血管内介入治疗术后早期 ICH 和对比剂外渗中的诊断价值, 因此尚需搜集更多病例的资料来进一步证实此项研究结果的准确性及可行性。

综上所述, DECT 得到的 VNC 图和 IOM 图可以为鉴别 ICH 和对比剂外渗提供额外重要的有益信息, DECT 对早期诊断 AIS 患者血管内介入治疗后继发性 ICH 具有较高的敏感性、特异性和准确性, 也提高了放射科医师的诊断信心, 对 AIS 患者血管内介入治疗后的临床管理具有重大指导意义。

参考文献:

- [1] 高峰, 徐安定. 急性缺血性卒中血管内治疗中国指南 2015[J]. 中国卒中杂志, 2015, 10(7): 590-606.
- [2] Powers WJ, Derdeyn CP, Biller J, et al. 2015 American Heart Association/American Stroke Association Focused Update of the 2013 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke Regarding Endovascular Treatment; A Guideline

- for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2015, 46(10):3020-3035.
- [3] 尹海燕,李澄,张新江,等.急性脑梗死动脉溶栓的现状、影像学评价与进展[J]. *国际医学放射学杂志*, 2011, 34(1):55-60.
- [4] Balami JS, White PM, Meekin PJ, et al. Complications of endovascular treatment for acute ischemic stroke: prevention and management[J]. *Internat J Stroke*, 2018, 13(4):348-361.
- [5] Mokini M, Kan, Peter, 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/OL]. *Neurosurg Focus*, 2012, 32(4):e2. DOI: 10.3171/2012.1.FOCUS11352.
- [6] Kim JT, Heo SH, Cho BH, et al. Hyperdensity on non-contrast CT immediately after intra-arterial revascularization[J]. *J Neurol*, 2012, 259(5):936-943.
- [7] Jang YM, Lee DH, Kim HS, et al. The fate of high-density lesions on the non-contrast CT obtained immediately after intra-arterial thrombolysis in ischemic stroke patients[J]. *Korean J Radiol*, 2006, 7(4):221-228.
- [8] 赵常红,刘挨师,郝粉娥.双能 CT 碘图腹部临床应用及进展[J]. *放射学实践*, 2018, 33(1):88-91.
- [9] Potter CA, Sodickson AD, MD. Dual-energy CT in emergency neuroimaging: added value and novel applications[J]. *RadioGraphics*, 2016, 36(7):2186-2198.
- [10] Gupta R, Phan CM, Leidecker C, et al. Evaluation of dual-energy CT for differentiating intracerebral hemorrhage from iodinated contrast material staining[J]. *Radiology*, 2010, 257(1):205-211.
- [11] Berger C, Fiorelli M, Steiner T, et al. Hemorrhagic transformation of ischemic brain tissue: asymptomatic or symptomatic[J]. *Stroke*, 2001, 32(6):1330-1335.
- [12] 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.
- [13] Yoon W, Seo JJ, Kim JK, et al. Contrast enhancement and contrast extravasation on computed tomography after intra-arterial thrombolysis in patients with acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2004, 35(4):876-881.
- [14] Tijssen MPM, Hofman PAM, Stadler AAR, et al. The role of dual energy CT in differentiating between brain hemorrhage and contrast medium after mechanical revascularisation in acute ischemic stroke[J]. *Eur Radiol*, 2014, 24(4):834-840.
- [15] Kim JT, Heo SH, Cho BH, et al. Hyperdensity on non-contrast CT immediately after intra-arterial revascularization[J]. *J Neurol*, 2012, 259(5):936-943.
- [16] 许霄,黄求理,朱雪君,等.双能 CT 不同能量组合、重建算法及 ROI 选择对家兔肝铁定量测量的影响[J]. *放射学实践*, 2018, 33(4):344-348.
- [17] 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*, 2012, 33(6):1088-1094.
- [18] Hu R, Daftari Besheli L, Young J, et al. Dual-energy head CT enables accurate distinction of intraparenchymal hemorrhage from calcification in emergency department patients[J]. *Radiology*, 2016, 280(1):177-183.

(收稿日期:2018-11-23 修回日期:2019-03-19)

“磁共振新技术专题”征文启事

为及时报道磁共振研究及临床应用的最新成果和进展,《放射学实践》杂志 2019 年第 10 期拟刊发“磁共振新技术专题”。现向全国广大影像同道征文。

征文要求:内容具备创新性、科学性和实用性,层次清楚、逻辑性强;语句通顺、文字简练。

征文截稿时间:2019 年 8 月 30 日。

投稿网址:www.fsxsj.net,来稿注明“磁共振新技术专题”。

联系人:晓月 18872271216