

程姚儿, 贺文. 缺血性脑血管病的综合影像诊断分析[J]. CT 理论与应用研究, 2011, 20(4): 523-530.
Cheng YE, He W. The comprehensive analysis of imaging diagnosis on acute ischemic cerebrovascular disease[J]. CT Theory and Applications, 2011, 20(4): 523-530.

缺血性脑血管病的综合影像诊断分析

程姚儿, 贺文✉

(首都医科大学附属北京友谊医院放射科, 北京 100050)

摘要: 目的: 探讨 CT 平扫、CT 血流灌注成像 (CTP)、磁共振弥散加权成像 (DWI) 及螺旋 CT 血管造影 (CTA) 对缺血性脑血管病的比较影像学价值, 找出缺血性脑血管病的合理影像检查路径。方法: 30 例缺血性脑血管病患者经 CT、CTA、CTP、DWI 检查。结果: 30 例患者中, 12 例 CT 平扫显示责任病灶, 27 例 CTA 显示责任血管。DWI 与 CTP 对缺血性脑血管病的敏感性分别为 73.3%, 83.3%, 阳性预测值分别为 95.7%, 92.6%, 两者无显著性差异。结论: CT 平扫是常规筛选检查, CTP 和 DWI 是发现脑组织缺血改变的敏感方法, CTA 适用于确定责任血管。CTP 和 DWI、CTA 检查可根据病人经济条件及临床表现灵活选择。

关键词: 缺血性脑血管病; CTA; CTP; DWI

文章编号: 1004-4140 (2011) 04-0523-08 中图分类号: R 445 文献标识码: A

近年来, 随着影像学技术的发展, 缺血性脑血管病的诊断水平已经有了进一步的提高, 常规 CT 检查、螺旋 CT 血流灌注成像 (Computed Tomography Perfusion, CTP)、螺旋 CT 血管造影 (Computed Tomography Angiography, CTA) 和磁共振弥散加权成像 (Diffusion Weighted Imaging, DWI) 的临床价值已被广泛接受^[1]。但关于缺血性脑血管病的理想影像学策略目前尚未达成共识。比较影像学的临床应用, 避免了不必要的散网式检查和影像学资源的浪费, 有助于尽早诊断、尽快治疗, 能够为患者带来更大的益处^[2]。

我们回顾性分析了 30 例缺血性脑血管病患者的影像学资料, 旨在探讨 CT、CTP、DWI 及 CTA 这四种检查方法的优势与特点, 以便于临床找出缺血性脑血管病的合理影像检查路径, 有助于临床医师对患者进行完整的全面评价, 制定合理的治疗方案。

1 材料与方法

1.1 临床资料

选择 2008 年 11 月至 2009 年 4 月我院收治的经临床诊断为缺血性脑血管病患者 30 例, 男 22 例, 女 8 例, 平均年龄 66 岁 (39~78 岁)。其中脑梗死 23 例, 短暂性脑缺血发作 (Transient Ischemic Attack, TIA) 3 例, 椎基底动脉供血不全 4 例。临床上有不同程度的肢体偏瘫、无力, 面舌瘫, 不完全运动性失语、构音障碍, 反复发作性眩晕等症状体征。全部病例均在发病后 1~3 天行 CT 平扫, 排除出血性脑血管病后, 立即行 CTA 和 CTP 检查。

收稿日期: 2011-05-10。

18 例患者在近期内（不超过 5 天）完成 DWI 检查，12 例患者在 CT 检查前行 MRI 检查。

1.2 检查方法

1) 采用美国 GE 公司的 light speed 64 排螺旋 CT，先行轴位 CT 平扫，层厚、层间隔为 5 mm。平扫后确定病灶区，或选择基底节层面，作为感兴趣层面动态扫描。以高压注射器经肘静脉注射非离子型对比剂优维显 40 mL（流率 4 mL/s），延迟 5 s 后开始扫描。扫描方式：管电压 80 kV，管电流 200 mA，扫描时间 50 s，层厚 5 mm，覆盖范围 $5\text{ mm} \times 8 = 40\text{ mm}$ ，由此进行 8 个层面、上下 4 cm 范围的脑血流灌注评价。获取原始数据后，经灌注 CT 软件包处理得到脑灌注参数伪彩图像：脑血流（Cerebral Blood Flow, CBF）图、脑血容量（Cerebral Blood Volume, CBV）图，平均通过时间（Mean Transit Time, MTT）图。在图上以中线为中轴线，对称性测量双侧基底节、额叶、颞叶、顶叶、枕叶对应相同面积的感兴趣区的参数值。随后静脉团注 100 mL 优维显，经螺旋扫描方式，行血管 CT 成像。扫描范围：主动脉弓至头顶，扫描参数为管电压 120 kV，管电流 150 mA。经工作站（ADW 4.3）血管分析软件获得二维曲面重建、最大密度投影图像，以观察两侧颈总动脉、颈内动脉颅内颅外段、椎基底动脉全程及颅内大脑前动脉、中动脉、后动脉主干及主要分支血管整体形态。全部扫描在 10 min 之内完成。

2) DWI 检查：使用美国 GE 公司 3.0 超导 MR 机及正交头部线圈，采用单次激发平面回波三向同性弥散加权序列：TR/TE = 3 200/94 ms，同时在相位编码、频率编码和层面选择三个方向上施加 3 个弥散梯度场（ $b = 0, 500, 1000$ ），快速因子 128，主机自动进行各向同性重建 ADC 图。

1.3 图像分析

CTP 图像是按照文献[1]上的标准进行视觉分析^[3]，异常区为 CTP 伪彩图像上颜色不同的区域。DWI 上表现高信号的为新鲜缺血灶。CTA 狭窄测量根据三维图像，并结合原始轴位图像，分别测量狭窄远端正常动脉直径 a （单位：mm）、近端正常动脉直径 b （单位：mm）及最狭窄部位直径 c （单位：mm）。狭窄程度的计算按照北美症状性颈动脉内膜切除法的测量标准，狭窄率 $\eta = (a - c) / a \times 100\%$ 。轻度狭窄：0%~29%；中度狭窄：30%~69%；重度狭窄：70%~99%，闭塞：100%。

由两位有经验的影像诊断医师观察颅脑 CT、CTA、CTP 及 DWI 图像，观察并记录脑实质 CT 表现、CTA 上血管狭窄或闭塞改变，CTP 灌注异常表现及部位、DWI 高信号部位，并达成一致意见，再与临床症状体征相对比，可以解释相应的神经系统症状和体征的定为责任病灶及责任血管。

1.4 统计学分析

应用 SPSS 10.0 软件，对 DWI 及 CTP 的敏感性、阳性预测值进行 χ^2 检验， $P < 0.05$ 为差异，有统计学意义。

2 结果

2.1 常规 CT 表现

23 例脑梗死患者中 7 例表现为不能解释临床症状的腔隙性脑梗死，16 例可见颅内多部位多发大小不等的梗死灶，其中 5 例未见对应的神经症状，11 例于神经体征相对应的区域

见低密度区。3 例 TIA 患者, 2 例表现为与临床症状不符的基底节及放射冠区腔隙性脑梗死, 1 例表现为 MCA 供血区域脑梗死, 与临床症状相符。4 例椎基底动脉供血不足病人, 2 例平扫正常, 2 例表现为双侧基底节或放射冠区的腔隙性脑梗死, 详见表 1。

表 1 缺血性脑血管病的常规 CT 检查情况
Table 1 The conventional CT findings of ischemic cerebrovascular disease

病种 (例)	正常/例	腔梗/例	多发梗死 /例	可显示责任 病灶/例	显示率/%
脑梗死 (23)	0	7	16	11	47.8 (11/23)
TTA (3)	0	2	1	1	33.3 (1/3)
椎基底动脉供血不足 (4)	2	2	0	0	0.0 (0/4)

2.2 CTP 及 DWI 表现

30 例患者中 27 例 CTP 有血流灌注减低的改变, 检出率为 90.0%, 与临床体征相符的为 25 例, 敏感性为 83.3% (25/30), 阳性预测值为 92.6% (25/27); 23 例患者 DWI 显示新鲜缺血灶, 检出率为 76.7%, 其中 22 例显示与神经体征相对应区域, 敏感性为 73.3% (22/30), 阳性预测值为 95.7% (22/23)。经 χ^2 检验, $\chi^2=0.3077$ 、0.0205, $P>0.05$, 两者敏感性、阳性预测值无明显差异, 详见表 2。

表 2 CTP 和 DWI 诊断缺血性脑血管病的比较
Table 2 Comparison of CTP and DWI on detection of
ischemic cerebrovascular disease

检查方法	符合临床体征/例	敏感性	阳性预测值
CTP	25	83.3	92.6
DWI	22	73.3	95.7
χ^2 值		0.3077	0.0205
P 值		> 0.05	> 0.05

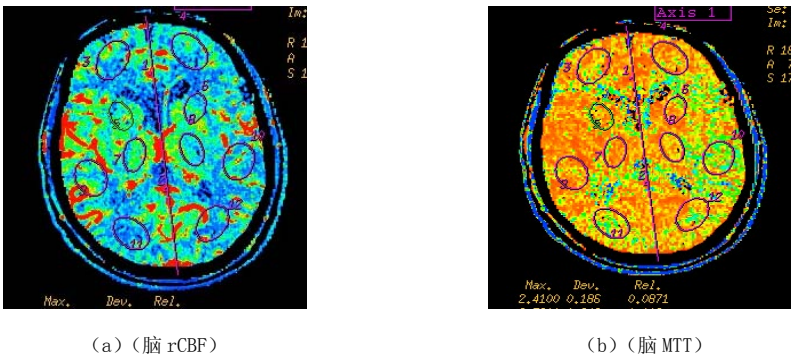


图 1 患者右侧肢体无力, 头 CTP 示左侧大脑中动脉供血区 MTT 延长, CBF 减低
Fig.1 The patient with right-body weakness, CTP showed prolonged MTT and reduced CBF in the left MCA territory

CTP 与 DWI 显示缺血区域的病例中, 17 例缺血灶部位一致。1 例腔隙性脑梗死、2 例 TIA、4 例椎基底动脉供血不足病人 DWI 为阴性改变, CTP 显示与神经体征相对应的灌注减低区 (图 3~图 5)。2 例桥脑梗死、1 例小脑梗死, 1 例右侧基底节区脑梗死患者 CTP 显示正常或非对应区域灌注减低, 而 DWI 上可见高信号改变。1 例 TIA 病人, DWI 显示与临床症状相符的病变, 而 CTP 显示非对应区域灌注减低。1 例表现为左侧肢体无力的脑梗死患者, DWI 上可见左侧基底节区梗死病灶, 而 CTP 显示与临床症状相对应的右侧基底节部位灌注减低区。

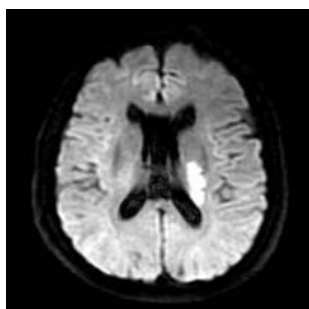


图 2 同一患者, DWI 示左侧侧脑室旁高信号
Fig.2 Continued-DWI image showed bright lesion in the side of left lateral ventricle

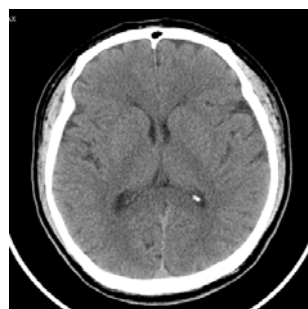
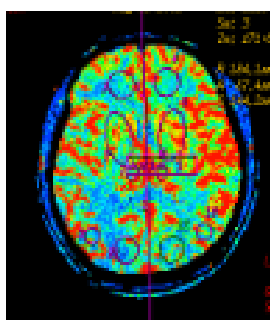
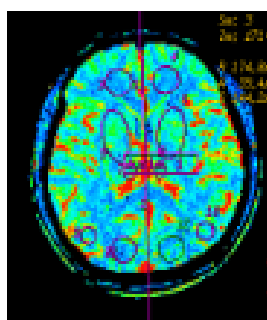


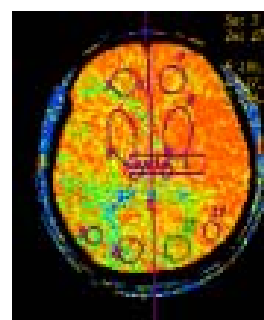
图 3 TIA 患者, CT 平扫未见明确病灶
Fig.3 TIA patient, admission nonenhanced CT after onset was normal



(a) (脑 rCBF)



(b) (脑 rCBV)



(c) (脑 MTT)

图 4 同一患者, CTP 示右侧大脑中动脉供血区血流灌注减低
Fig.4 Continued-CTP showed hypoperfusion regions in the distribution of the right MCA

2.3 CTA 表现

30 例患者, 27 例显示了责任血管。其中 3 例 TIA, CTA 均显示了与神经体征相对应的责任血管 (图 6), 1 例示左侧 MCA 狭窄, 1 例为右侧 MCA 闭塞合并左椎动脉颅内段狭窄及右侧 ICA 动脉硬化改变, 1 例表现为左 ICA 闭塞。4 例椎基底动脉供血不足病人, CTA 示右椎动脉颅内段狭窄合并左侧 MCA 及 ACA 狭窄 1 例, 右椎动脉闭塞合并左侧椎动脉及大脑后动脉狭窄 1 例, 单侧椎动脉狭窄 2 例。23 例脑梗死患者, 2 例 CTA 显示正常, 1 例颅内动脉硬化改变, 20 例患者显示责任血管狭窄或闭塞 (图 7), 其中 15 例存在广泛不同程度的其他脑血管或颈部血管狭窄闭塞, 详见表 3。

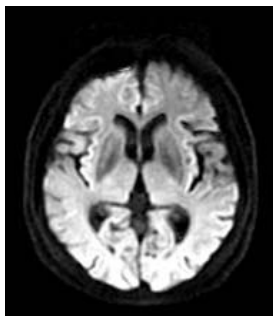


图 5 同一患者，DWI 未见明显高信号

Fig. 5 Continued-DWI image showed normal

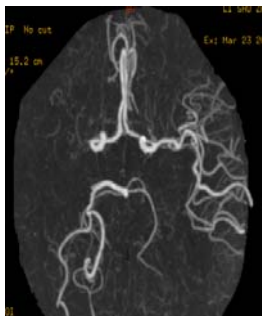


图 6 同一病人，颅内血管重建示右侧 MCA 狭窄闭塞

Fig. 6 Continued-CTA of intracerebral vessels showed an occluded MCA on the right



图 7 脑梗病人，颈部血管重建示右侧颈内动脉血栓形成，管腔狭窄闭塞

Fig. 7 Patient with acute stroke, CTA of the neck vessels showed significant ICA occlusion on the right due to thrombus

表 3 缺血性脑血管病患者 CTA 对责任血管的显示情况
Table 3 CTA findings of ischemic cerebrovascular disease

CTA 可显示责任血管		
病种（例）	例数	显示率/%
脑梗死（23）	20	87
TIA（3）	3	100
椎基底动脉供血不足（4）	4	100
合计	27	90

3 讨论

3.1 CT 平扫对缺血性脑血管病的诊断价值

对于急性缺血性脑血管病，CT 扫描是常规检查，可鉴别缺血性与出血性脑血管病，但是敏感性低。本研究结果显示，大部分患者颅脑 CT 平扫未发现责任病灶。而且 CT 平扫显示的是颅脑解剖与形态学改变，不能提供脑功能与脑血流动力学方面的信息。

3.2 CTP 对缺血性脑血管病的诊断价值

急性脑梗死早期，尤其是超早期（<6 h），病灶内主要是水分及电解质的变化，CTP 可通过反映血液动力学改变来发现病变，及时做出正确诊断^[4]。文献[5]报道，CTP 可在起病 40 min 后显示脑缺血病灶^[5]。Tan 等^[6]认为 CTP 对急性脑缺血病人的检测敏感度为 80%，特异度为 97%。

本研究结果显示，CTP 的敏感性为 83.3%，与文献基本相符。此次入选的病人，虽然发病时间在 1~3 天，非超急性期，但 CT 平扫仍未发现大部分责任病灶，同时 DWI 对部分 TIA 及椎基底动脉供血不足的病人不敏感，因此同时采用 CTP 检查在一定程度上可提高诊断正确性。本研究中，2 例脑干、1 例小脑梗死，CTP 显示阴性或非对应区域灌注减低，这与

文献说的虽然 CTP 在检出急性期梗死灶上有优势,但仅限于较大面积的脑梗死,对脑干、小脑或其他部位小的梗死灶,容易漏掉^[5-7]相符。这是因为 CTP 由于受探测器宽度,只能进行节段性检查,即使多排螺旋获得的检查范围仍然有限,位于扫描层面以外的病灶极易被漏掉。同时后颅窝伪影的影响,也是小脑、脑干病变易漏掉的因素。而信噪比差,白质中的空间分辨率低,造成小梗死灶在 CTP 上常表现为阴性。

据文献[8]报道,急性重症脑梗死患者脑血流灌注状态与其预后有关,血流灌注减低(CBF、CBV 明显减少)预后很差,所以 CTP 除了在急性期能发现缺血病灶,对于 CT 平扫已存在的病灶,可了解缺血区的血流动力学状态,预测病灶的发展趋势,指导治疗以及判断预后。

3.3 DWI 对缺血性脑血管病的诊断价值

DWI 对超急性期脑梗死具有重要价值^[9]。据研究,急性脑梗死发病后数分钟,DWI 即可显示缺血病灶^[10]。DWI 诊断超急性脑梗死的敏感度、特异度分别为 92%~100% 和 69%~100%,是目前最敏感的检查方法^[11],而且利用 DWI 可区分新旧梗死灶。本研究中,DWI 敏感性为 73.3%。

但值得注意的是,本组资料显示,1 例腔隙性梗死、2 例 TIA、4 例椎基底动脉供血不足病人,CT 及 DWI 均未发现与临床症状相对应的病灶,而 CTP 发现与临床症状相对应的灌注减低区。所以单独根据 DWI 可能将部分 TIA 及椎基底动脉供血不足患者漏诊。Oppenheim 等^[12]总结了 139 例急性脑卒中病例,DWI 诊断的假阴性率为 5.8%,其中椎基底动脉供血区是最容易漏诊的梗死部位。

本研究中,CTA 对大多数缺血性脑血管病患者可明确狭窄血管,对责任血管的显示率为 90%,这利于卒中机制的判断、治疗方案的选择。因此对有临床症状、体征的 TIA 及椎基底动脉供血不足患者,当常规 CT 与 DWI 无阳性发现时,因建议患者进一步行 CTP 与 CTA 检查。

3.4 CTA 诊断缺血性脑血管病的价值

文献报道,颈内动脉系统动脉粥样硬化性狭窄或闭塞与卒中发生和发展密切相关,尤以颈内动脉起始部的狭窄与斑块形成是缺血性卒中发生的重要因素^[13]。本研究中,14 例受累的责任血管为颈内动脉,是最易受累的血管。王桂红等^[14]通过 DSA 检查 196 例缺血性脑血管病患者,发现 171 例存在不同程度的脑动脉狭窄。本研究发现 30 例患者,28 例存在不同程度的脑动脉狭窄,占 93.3%,与文献基本一致。这也表明脑动脉狭窄是缺血性脑血管病的病因之一。

本组病例中,27 例显示了责任血管狭窄,显示率达 90%,提示 CTA 可作为诊断缺血性脑血管病的方法之一,通过 CTA 可快速、准确地诊断血管狭窄部位、程度,指导临床治疗。如通过抗栓、调脂减少斑块破裂导致栓塞的危险,或血管内支架植入等使闭塞血管早期获得再通。有人用 CTA 检查,发现 65.7% 的腔隙性脑梗死患者有脑动脉狭窄^[15]。本组 11 例腔隙性脑梗死患者,9 例有血管狭窄病变,发生率为 81.8%,高于文献报道值(可能与所选病例数较少有关),因此对腔隙性梗死患者不要忽视进一步有针对性的脑血管检查评估。

3.5 缺血性脑血管病的影像学检查途径

本组资料中,CT 平扫敏感性低,常出现假阴性;CTP 和 DWI 的敏感性、阳性预测值较高,两种技术间差异无显著性意义;但 DWI 反映的是脑组织损伤的病理状态,不能提供脑

血流动力学方面的信息。DWI 联合应用 CTP 对评估缺血脑组织是否存在半暗带会更加全面。CTA 检查有助于明确责任血管, 筛选病因。

基于以上结果, 考虑到各种检查费用, 提出如下诊断缺血性脑血管病的影像学检查途径。对于有症状的缺血性脑血管病患者, CT 平扫是初筛手段, CT 平扫显示责任病灶的, 可不再进行 DWI 检查。经济条件允许的可再进行 CTP 及 CTA 检查, 进一步了解受累脑组织的血流动力学状态, 评估患者是否处于脑梗死前期, 从而判断病情严重程度。同时可明确是否发生血管狭窄以及狭窄的部位和程度, 以便于治疗方案的选择。若脑梗死患者 CTA 检查未发现明确血管病变, 则提示大脑深部小动脉的硬化与闭塞, 从而进行针对性的治疗。CT 平扫未能显示责任病灶的, 如果临床怀疑小脑、脑干病变的, 可先行 DWI 检查, DWI 显示小脑、脑干责任病灶的, 可再进行 CTA 检查, 不做 CTP 检查; 若临床症状表现为 TIA 及椎基底动脉供血不足或非小脑、脑干区的脑梗死, 可先行 CTP 及 CTA 检查, CTP 无阳性发现, 再进行 DWI, 以避免漏诊。

参考文献

- [1] Latchaw RE, Alberts MJ, Lev MH, et al. Recommendations for imaging of acute ischemic stroke: A scientific statement from the American Heart Association[J]. Stroke; a Journal of Cerebral Circulation, 2009, 40(11): 3646-3678.
- [2] Chan S. The importance of strategy for the evolving field of radiology[J]. Radiology, 2002, 224(3): 639-648.
- [3] Eastwood JD, Lev MH, Azhari T, et al. CT perfusion scanning with deconvolution analysis: Pilot study in patients with acute middle cerebral artery stroke[J]. Radiology, 2002, 222(1): 227-236.
- [4] Khandelwal N. CT perfusion in acute stroke[J]. Indian J Radiol Imaging, 2008, 18(4): 281-286.
- [5] Sá de Camargo EC, Koroshetz WJ. Neuroimaging of ischemia and infarction[J]. Neurorx, 2005, 2(2): 265-276.
- [6] Tan JC, Dillon WP, Liu S, et al. Systematic comparison of perfusion-CT and CT-angiography in acute stroke patients[J]. Annals of Neurology, 2007, 61(6): 533-43.
- [7] Lin K, Do KG, Ong P, et al. Perfusion CT improves diagnostic accuracy for hyperacute ischemic stroke in the 3-hour window: Study of 100 patients with diffusion MRI confirmation[J]. Cerebrovascular Diseases(Basel, Switzerland), 2009, 28(1): 72-79.
- [8] 楼小琳, 马晓海, 钱怡宁, 等. 急性重症脑梗死患者脑血流灌注状态及其与预后的关系[J]. 临床神经病学杂志, 2008, 21(2): 139-141.
Lou XL, Ma XH, Qian YN, et al. Relationship between the cerebral blood flow filling condition and prognosis of patients with acute severe cerebral infarction[J]. Journal of Clinical Neurology, 2008, 21(2): 139-141.
- [9] Moustafa RR, Baron JC. Clinical review: Imaging in ischemic stroke-implications for acute management[J]. Critical Care, 2007, 11(5): 227.
- [10] Hjort N, Christensen S, Sølling C, et al. Ischemic injury detected by diffusion imaging 11 minutes after stroke[J]. Annals of Neurology, 2005, 58(3): 462-465.
- [11] Schaefer PW, Sorensen AG, Mullins ME, et al. CT and conventional and diffusion-weighted MR imaging in acute stroke: Study in 691 patients at presentation to the emergency department[J]. Radiology, 2002, 224(2): 353-60.
- [12] Rathakrishnan R, Sharma VK, Chan BP. Diffusion-negative MRI in acute ischemic stroke: A case

- report[J]. Cases Journal, 2008, 1(1): 65.
- [13] Ishikawa S, Yokoyama K, Makita K. The evolution of cerebral ischemia in a rat model of complete unilateral carotid artery occlusion with severe hypotension as detected by diffusion-, T2-, and postcontrast T1-weighted magnetic resonance images[J]. Journal of Neurosurgical Anesthesiology, 2006, 18(1): 37-46.
- [14] 王桂红, 王拥军, 姜卫剑, 等. 缺血性脑血管病患者脑动脉狭窄的分布及特征[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2003, 5(5): 315-317.
- Wang GH, Wang YJ, Jiang WJ, et al. Distribution of cerebral artery stenosis in patients with ischemic cerebrovascular disease[J]. Chinese Journal of Geriatric Cardiovascular and Cerebrovascular Diseases, 2003, 5(5): 315-317.
- [15] 张春玲, 徐忠宝, 曲媛, 等. 腔隙性脑梗死 102 例患者的脑血流动力学分析[J]. 中华神经科杂志, 2006, 39(9): 587-590.
- Zhang CL, Xu ZB, Qu Y, et al. Lacunar infarction: A hemodynamic analysis of 102 cases[J]. Chinese Journal of Neurology, 2006, 39(9): 587-590.

The Comprehensive Analysis of Imaging Diagnosis on Acute Ischemic Cerebrovascular Disease

CHENG Yao-er, HE Wen[✉]

Department of Radiology, Friendship Hospital Affiliate of
Capital University of Medical Sciences, Beijing 100050, china

Abstract: Objective: To explore the comparative value of CT plain scan, CT cerebral perfusion imaging (CTP), diffusion-weighted imaging (DWI) and MSCT angiography (CTA) in the acute ischemic cerebrovascular disease, and to find a reasonable procedure of imaging examination for acute ischemic cerebrovascular disease. Methods: Examinations of conventional CT, CT cerebral perfusion imaging, diffusion-weighted imaging and MSCT angiography were underwent in 30 cases with acute ischemic cerebrovascular disease. Results: In the 30 cases, plain CT showed the resulting ischemia and infarction in 12 cases. The sensitivity of DWI and CTP for diagnosing acute ischemic cerebrovascular disease were 73.3%, 83.3%; The predictive value of positive cases of DWI and CTP were 95.7%, 92.6%. Differences in sensitivity and the predictive value of positive cases were not statistically significant among DWI and CTP. CTA demonstrated the involved cerebral arteries for patients of acute ischemic cerebrovascular disease in 27 cases. Conclusion: Conventional CT is the first method of case selection in diagnose in clinic. CTP and DWI are both highly sensitive methods for detecting acute brain ischemia. CTA is helpful in finding the involved cerebral arteries. According to patients' clinical manifestation and economy condition, we cleverly choose these methods.

Key words: acute ischemic cerebrovascular disease; CTA; CTP; DWI

作者简介: 程姚儿 (1979—), 女, 硕士, 首都医科大学附属北京友谊医院住院医师, Tel: 13811963729, E-mail: lemontree9993724@sina.com; 贺文[✉] (1960—), 男, 首都医科大学附属北京友谊医院放射科, Tel: 63138470, E-mail: hewen1724@sina.com.