

· 低 kV 低浓度对比剂专题 ·

双低剂量联合迭代重建技术在急性脑梗死容积 CT 全脑灌注成像中的可行性应用

王涛, 师毅冰, 华荣, 张青山, 徐凯

【摘要】 目的:探讨低浓度对比剂、低管电压联合迭代重建技术在急性脑梗死患者全脑灌注成像(CTP)中的可行性应用。**方法:**选取 2014 年 9 月—2015 年 3 月在徐州医学院徐州临床学院行全脑 CTP 检查、临床拟诊为急性脑梗死患者 59 例,随机分为 A、B 两组,A 组 28 例[管电压 100 kV,对比剂为碘海醇(350 mg I/mL),滤波反投影重建法(FBP)重建];B 组 31 例[管电压 80 kV,对比剂为碘克沙醇(270 mg I/mL),迭代重建算法(ART)重建]。测量并计算 A、B 两组的大脑中动脉 CT 值、信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR)、剂量长度乘积(DLP)、有效辐射剂量(ED)及碘摄入量,并对两组间上述指标进行统计学分析;2 名医师对两组图像质量评价的一致性采用 kappa 分析;两组间图像质量主观评价差异采用 χ^2 检验。**结果:**A、B 两组间的 CT 值、SNR、CNR、CTP 及 CTA 的图像主观质量评价差异均无统计学意义(P 均 >0.05);两组间脑梗死灶的检出率无统计学差异;而 B 组(双低剂量组)的 ED、碘摄入量较 A 组低。**结论:**联合低管电压和迭代重建技术时,使用低浓度对比剂(270 mg I/mL)进行全脑 CTP 检查,在不降低图像质量的同时,还能减少 ED 及碘摄入量,从而降低对比剂肾病(CIN)的风险。

【关键词】 脑梗死; 体层摄影技术,X 线计算机; 辐射剂量; 对比剂; 迭代重建

【中图分类号】 R814.42; R743.33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2015)10-0980-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.10.002

Application feasibility of double-low dose combined with iterative reconstruction technique in the whole brain perfusion imaging

WANG Tao, SHI Yi-bing, HUA Rong, et al. Department of Medical Imaging, Xuzhou Institute of Clinical, Xuzhou Medical College, Jiangsu 221009, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the influence of low tube voltage and low iodine-concentration contrast material on the image quality, the degree of blood vessels enhancement and radiation dose in the whole brain perfusion imaging (CTP). **Methods:** From September 2014 to March 2015, 59 patients with clinical suspicion of acute cerebral infarction were enrolled in our center. They were randomly divided into two groups, and they all underwent CTP. Twenty-eight patients (group A) underwent examination with 100kV, 350mg I/mL contrast medium and filter back-projection (FBP) reconstruction. Thirty-one patients (group B) underwent examination with 80 kV, 270mg I/mL contrast medium and algebraic reconstruction technique (ART). The middle cerebral artery CT value was measured. The CT value, signal-to-noise ratio (SNR), contrast-to-noise ratio (CNR), dose length product (DLP), effective radiation dose (ED), and iodine intake of the two groups were compared and analyzed. **Results:** There was no significant difference in the CT value, subjective image quality score, SNR and CNR between the 2 groups. The ED and total iodine intake in group B were lower than that in group A. **Conclusion:** Low tube voltage, low concentration of contrast agent (270mg I/mL) combined with ART in the CTP do not reduce the quality of image. They can reduce the ED and the the risk of contrast induced nephropathy (CIN).

【Key words】 Cerebral infarction; Tomography, X-ray computed; Radiation dose; Contrast medium; Iterative reconstruction

脑血管病是危害人类健康的三大疾病之一,其中缺血性脑血管病占 80% 以上^[1]。利用 320 排容积 CT 进行全脑 CT 灌注成像(CT perfusion imaging, CTP)可在急性脑梗死的超急性期(<6 h)及时做出明确诊断,评价缺血脑组织的血流灌注异常,并得到全脑 CT

动脉成像(CT angiography, CTA)及 CT 静脉成像(CT venography, CTV)图^[2],是临床应用较广的血流动力学评估方法^[3],对于指导临床尽早治疗,尤其是溶栓治疗具有重要的意义。降低 CT 扫描辐射剂量一直是国际关注的热点^[4-5]。通过降低管电压可以降低患者所受辐射剂量,同时可减少对比剂用量,使之更适于颅脑灌注成像检查^[6]。本研究旨在通过比较不同管电压及对比剂浓度扫描方案下的急性脑梗死患者的全脑 CTP 图像质量及辐射剂量,探讨双低剂量扫描方案应用于脑梗死全脑 CTP 中的可行性。

作者单位: 221009 江苏,徐州医学院徐州临床学院影像科(王涛、师毅冰、华荣),神经内科(张青山); 221000 江苏,徐州医学院附属医院影像科(徐凯)

作者简介: 王涛(1981—),男,江苏徐州人,主治医师,主要从事脑血管疾病的影像诊断工作。

通讯作者: 徐凯, E-mail: xukaixz@163.com

基金项目: 徐州市科技局科技项目(XM13B076)

材料与方法

1. 一般资料

搜集2014年9月—2015年3月在我院行320排全脑CTP,临床拟诊为急性脑梗死的59例患者(剔除有碘对比剂过敏史、肾功能不全及患甲状腺疾病服用二甲双胍者),其中男35例、女24例,年龄39~86岁,平均年龄(60.0±14.6)岁。所有患者检查前均测身高、体重,并计算身高体质指数(body mass index, BMI)。将59例患者随机分成A、B两组,两组的一般情况见表1。本研究获本院伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

表1 A和B组患者的一般情况及比较

| 参数 | A组 | B组 | P值 |
|-------------------------|-----------|-----------|-------|
| 例数(男/女) | 28(18/10) | 31(17/14) | 0.648 |
| 年龄(岁) | 61.8±11.7 | 58.3±16.8 | 0.942 |
| BMI(kg/m ²) | 24.2±3.6 | 24.2±3.3 | 0.984 |

2. 检查方法

采用日本东芝公司 Toshiba Aquilion 320 容积CT进行全脑CTP扫描。A组:管电压100 kV,对比剂为碘海醇(350 mg I/mL)。B组:管电压80 kV,对比剂为碘克沙醇(270 mg I/mL)。两组其他扫描参数相同:容积扫描方式,层厚0.5 mm,管电流150~310 mA。两组对比剂注射总量(50 mL)和流率(4 mL/s)相同。采用全脑灌注扫描方案,注射对比剂后7s开始第1次曝光,随后曝光时间间隔为动脉期2s,静脉期4~6s,扫描总时间62s。共进行19次曝光,分别于注射对比剂后7、11、13、15、19、21、23、25、27、29、32、34、36、38、42、47、52、57和62s曝光(表2)。

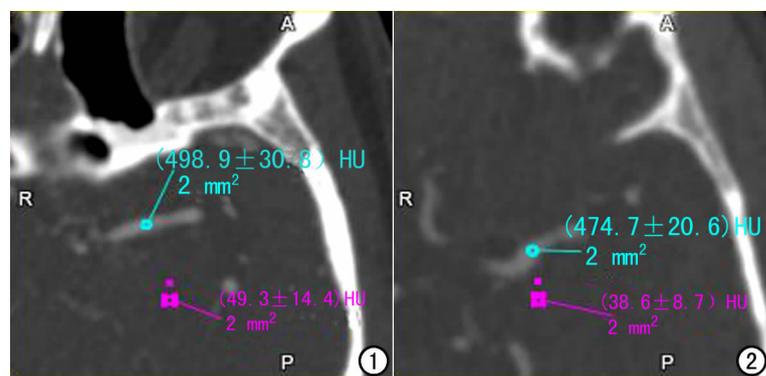


图1 男,71岁,2h前无明显诱因突发头晕,伴有流涎。患者大脑中动脉M1段横轴面图(管电压100 kV,碘海醇350 mg I/mL,FBP重建)。ROI选取2 mm²,左侧大脑中动脉M1段CT值为(498.9±30.8) HU,同层面脑实质的CT值为(49.3±14.4) HU。图2 男,59岁,突发视物双影,伴有头晕、头痛。患者大脑中动脉M1段横轴面图(管电压80 kV,碘克沙醇270 mg I/mL,ART重建)。ROI选取2 mm²,左侧大脑中动脉M1段CT值为(474.7±20.6) HU,同层面脑实质的CT值为(38.6±8.7) HU。

表2 A和B组扫描方案

| 扫描序列 (曝光 次数) | 管电压 (kV) | | 管电流 (mA) | | 曝光时间(s) (注射对比剂后时间) | | 曝光间隔 时间(s) |
|--------------------|-------------|----|-------------|-----|-----------------------|-------|---------------|
| | A组 | B组 | A组 | B组 | A组 | B组 | A组 B组 |
| 1(1) | 100 | 80 | 310 | 310 | 7 | 7 | — — |
| 2(3) | 100 | 80 | 150 | 150 | 11~15 | 11~15 | 2 2 |
| 3(6) | 100 | 80 | 310 | 310 | 19~29 | 19~29 | 2 2 |
| 4(4) | 100 | 80 | 150 | 150 | 32~38 | 32~38 | 2 2 |
| 5(5) | 100 | 80 | 310 | 310 | 47~62 | 47~62 | 5 5 |

3. 重建方法

A组采用常规滤波反投影重建法(filtered back projection,FBP)重建,B组采用迭代重建算法(algebraic reconstruction technique,ART)重建。

4. 图像后处理

将扫描后得到的19组共6080幅图像导入Toshiba工作站进入4D perfusion软件进行分析。在大脑中动脉M1段选择兴趣区(region of interest,ROI)测量CT值,并由软件自动生成局部脑血流量(regional cerebral flow,rCBF)、局部脑血容积(regional cerebral volum,rCBV)、平均通过时间(mean transit time,MTT)和峰值时间(transit time to the peak,TTP)等灌注参数,并生成相应的灌注参数伪彩图,继而获得全脑横轴面、冠状面及矢状面CTP图。将所有容积数据导入Toshiba Vital Version 6.5.3工作站,通过工作站数字剪影技术,可获得全脑CTA及CTV图像。

5. 图像质量评价

客观评价:测量A、B组图像峰值大脑中动脉M1段CT值,利用公式(1)、(2)分别计算信噪比(signal-to-noise ratio,SNR)和对比噪声比(contrast-to-noise ratio,CNR)。

$$SNR = \frac{ROI \text{ 平均 CT 值}}{\text{图像噪声}} \quad (1)$$

$$CNR = \frac{ROI \text{ 平均 CT 值} - \text{同层面脑实质的平均 CT 值}}{\text{图像噪声}} \quad (2)$$

图像噪声为ROI范围CT测量值的标准差(standard deviation,SD),ROI的选取应尽量避免钙化,其面积>1/2管腔面积(图1~2)。

主观评价:由2名有经验的放射医师在不知分组的情况下,独立完成图像质量评级,采用3级评分法:3分为图像质量好,假彩色差明显,容易辨认异常灌注区域,诊断明确;2分为图像质量较好,假彩色差较明显,在调节对比度情况下可辨别出异常灌注区域;1分为图像质量差,假彩色差模糊,对比度调整后仍不能辨认出异常灌注区域或图像出现错层,甚至无法生成CTP图,不能达到诊断需求。

根据全脑CTP及CTA图,结合患者临床症状,评价图像显示异常区域与患者症状吻合程度,吻合程度采用0~2级评分法:2分为责

任病灶出现 CTP 低灌注区域(CBV、CBF 降低,MTT、TTP 延长),且对应动脉出现狭窄,甚至闭塞;1 分为责任病灶出现 CTP 低灌注区域(CBV、CBF 降低,MTT、TTP 延长),但对对应动脉未出现明显狭窄、闭塞;或出现责任动脉狭窄,但未显示出 CTP 低灌注区域;0 分为患者病状明显,但是 CTP 及 CTA 均为阴性。

6. 有效辐射剂量(effective dose,ED)及碘摄入量

记录所有患者剂量长度乘积(dose length product,DLP),根据公式(3)计算两组患者的 ED 值。

$$ED = DLP \times k \quad (3)$$

k 为转换系数,本研究取 $k = 0.0021 \text{ mSv}/(\text{mGy} \cdot \text{cm})$ 。利用公式(4)计算两组患者碘摄入量。

$$\text{碘摄入量} = \text{碘浓度} \times \text{对比剂剂量} \quad (4)$$

7. 梗死病灶显示率

记录 2 组患者发现急性脑梗死灶的数量,比较 2 组梗死灶显示率。

8. 对比剂不良反应

于扫描后 15~20 min 内,询问患者舒适度,同时记录扫描后 20 min 内及随访 3 d 内各种不良反应。

8. 统计学处理

应用 SPSS 16.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。A、B 两组患者计量资料间比较采用两组间 t 检验,主观图像评分及定性资料采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。2 名医师评价图像质量的一致性采用 kappa 分析,Kappa 值为 0.8~1.0 提示一致性好;0.61~0.8 提示一致性较好;0.41~0.6 提示一致性一般; < 0.4 提示一致性差。

结 果

59 例患者一般资料 and 比较见表 1。A、B 两组患者年龄、性别、BMI 差异均无明显统计学意义(P 均 > 0.05)。

A 组和 B 组的大脑中动脉 M1 段的峰值 CT 值、SNR 和 CNR 的比较见表 3。A、B 两组间 CT 值、SNR 和 CNR 差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。

2 名医师对 A、B 两组图像质量一致性均较好(A 组 kappa 值为 0.651, $P < 0.001$; B 组 kappa 值为 0.760, $P < 0.001$); A、B 两组图像质量差异均无统计学意义(医师 1, $\chi^2 = 3.345, P > 0.05$; 医师 2, $\chi^2 =$

1.272, $P > 0.05$, 表 4)。图像显示与症状吻合程度评价在 A、B 两组间差异无统计学意义($P > 0.05$, 表 5, 图 3、4)。

表 4 2 名医师对 A 和 B 组 CTP 图像质量评分及比较

| 组别 | A 组 | | | B 组 | | | χ^2 | P 值 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|-------|
| | 1 分 | 2 分 | 3 分 | 1 分 | 2 分 | 3 分 | | |
| 医师 1 | 1 | 11 | 16 | 0 | 7 | 24 | 3.345 | 0.188 |
| 医师 2 | 1 | 10 | 17 | 0 | 10 | 21 | 1.272 | 0.529 |

注:A 组,kappa 值=0.651, $P < 0.001$; B 组:kappa 值=0.760, $P < 0.001$ 。

表 5 A 和 B 两组图像显示与症状吻合程度评分及比较

| 组别 | 2 分 | 1 分 | 0 分 |
|-----|-----|-----|-----|
| A 组 | 11 | 6 | 11 |
| B 组 | 13 | 9 | 9 |

注: χ^2 值=0.816, $P = 0.665$ 。

A、B 两组的 DLP、ED、对比剂剂量及碘摄入量见表 6。B 组较 A 组 ED 降低 5.48 mSv, 下降 45%。碘摄入量减少 4000 mg, 下降 23%。

表 6 A 和 B 两组各指标的比较

| 指标 | A 组 | B 组 |
|-------------|---------|---------|
| 管电压(kV) | 100 | 80 |
| DLP(mGy·cm) | 5743.50 | 3131.10 |
| ED(mSv) | 12.06 | 6.58 |
| 对比剂剂量(mL) | 50 | 50 |
| 碘摄入量(mg) | 17500 | 13500 |

A 组 28 例患者中,8 例未检出急性梗死灶,15 例检出 1 处梗死灶,5 例检出 2 处梗死灶; B 组 31 例患者中,9 例未检出急性梗死灶,18 例检出 1 处梗死灶,其中 3 例检出 2 处梗死灶,1 例检出 3 处梗死灶。结果显示 A、B 两组间梗死灶检出率无统计学意义($\chi^2 = 1.683, P > 0.05$)。

表 7 A、B 两组急性梗死灶检出率的比较

| 组别 | A 组 | | | | B 组 | | | |
|-----|-----|----|---|---|-----|----|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 病灶数 | 8 | 15 | 5 | 0 | 9 | 18 | 3 | 1 |

注: $\chi^2 = 1.683, P$ 值=0.641。

59 例患者在扫描过程中均未发生对比剂外渗。扫描结束后 15~20 min 均内无明显过敏反应。随访 3 d 中,共 4 例出现中度过敏反应[A 组 2 例(2/28, 7.1%), B 组 2 例(2/31, 6.5%)], 其中 2 例表现为面部皮疹和肿胀(A、B 组各 1 例), 1 例表现腹部荨麻疹(A 组), 1 例出现呕吐(B 组)。

表 3 A 和 B 两组大脑中动脉 M1 段 CT 值、SNR 和 CNR 的比较

| 指标 | 总值 | | | BMI < 23kg/m ² 亚组 | | | BMI ≥ 23kg/m ² 亚组 | | |
|-----|-----------|-------------|-------------|------------------------------|-------------|-------------|------------------------------|-------------|-------------|
| | A 组 | B 组 | P 值 | A 组 | B 组 | P 值 | A 组 | B 组 | P 值 |
| | CT 值(HU) | 495.7±125.4 | 496.0±126.2 | 0.993 | 548.5±125.6 | 512.9±145.2 | 0.550 | 466.4±118.6 | 485.3±113.6 |
| SNR | 20.9±11.5 | 17.9±7.8 | 0.234 | 21.3±10.2 | 16.3±6.8 | 0.178 | 20.7±12.4 | 18.9±8.3 | 0.609 |
| CNR | 18.7±10.3 | 15.8±7.0 | 0.209 | 19.4±4.5 | 14.4±6.2 | 0.156 | 18.4±10.9 | 16.7±7.6 | 0.600 |

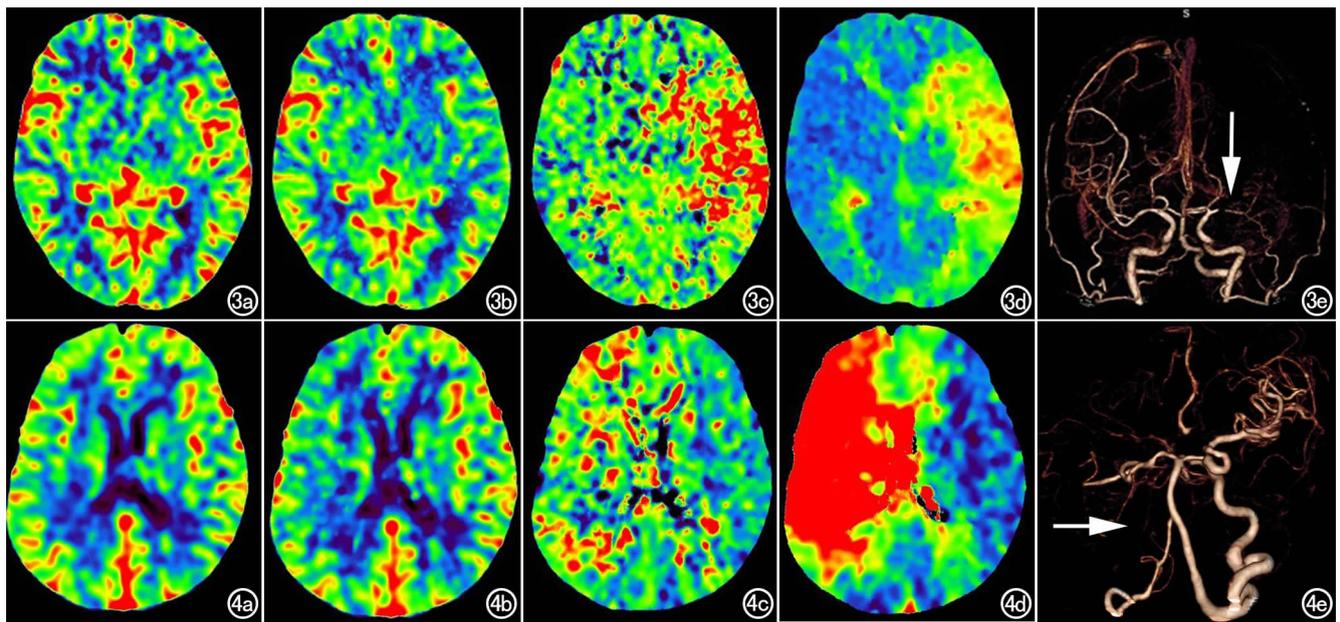


图3 男,55岁,言语不清伴右侧肢体无力3h。A组扫描方案(100 kV,碘海醇 350 mg I/mL,FBP重建)。2名医师主观图像质量评分均为3分;患者临床症状阳性,CTP及CTA均与临床症状吻合,临床症状与影像诊断吻合率评分2分。a) CBV图示两侧额颞顶叶CBV基本对称;b) CBF图示两侧额颞顶叶CBF基本对称;c) MTT图示左侧额颞顶叶MTT延长(左侧额颞顶叶与对侧相比出现大片红色时间延长区域,时间短至长伪彩颜色变化:蓝→绿→黄→红);d) TTP图示左侧额颞顶叶TTP延长(左侧额颞顶叶出现大片红黄相间时间延长区域);e) CTA图示左侧大脑中动脉M1段以远闭塞(箭)。图4 女,70岁。2.5h前突发左侧肢体无力。B组扫描方案(80 kV,碘克沙醇 270 mg I/mL,ART重建)。2名医师主观图像质量评分均为3分;患者临床症状阳性,CTP阳性,CTA阳性,临床症状与影像诊断吻合率评分2分。a) CBV图示两侧额颞顶叶CBV基本对称;b) CBF图示右侧额颞顶叶及基底节区CBF较左侧稍延长;c) MTT图图像示右侧额颞顶叶及基底节区较左侧MTT明显延长(右侧额颞顶叶及基底节区出现大片红黄相间时间延长区域);d) TTP图示右侧额颞顶叶及基底节区TTP较左侧明显延长(右侧额颞顶叶及基底节区出现大片红色及黄色时间延长区域);e) CTA图示右侧颈内动脉及大脑中动脉、前动脉闭塞(箭)。

讨论

320排全脑CTP是对超急性期脑梗死的“一站式”CT检查:包括常规CTP、CTA、CTV的联合应用,有些学者将其称为多模式CT检查^[7]。然而,由于灌注成像需要多遍连续曝光,因此受检者所受辐射剂量较高。近年来,降低辐射剂量一直是国际上研究的热点^[8-10]。最新研究^[11-13]显示低kV扫描,可使X线光子平均能量更接近碘的k缘,康普顿散射降低,从而使CT值增加,而辐射剂量降低。

随着对比剂的应用日益广泛,对比剂肾病(contrast induced nephropathy,CIN)发病率明显升高。目前研究认为,除了渗透压因素外,对比剂的粘滞度亦是决定CIN发病率的关键因素^[14]。故等渗对比剂碘克沙醇如何在保证等渗特征的同时,降低黏度,更接近生理特点,从而具备优越的显影特性值得探讨。根据等碘效应,270 mg I/mL碘克沙醇要达到350 mg I/mL碘海醇的显影效果,必须增加对比剂剂量,而后的增加会导致CIN风险的增高^[15]。本研究通过2组不同kV扫描方案的比较,得出低kV方案(B组)X线的输出能量更接近33 keV的碘k缘,导致颅内动脉CT值

没有降低。

随着计算机的进展,ART越来越多地应用到CT重建方案中,最新的ART重建,可有效降低图像噪声,提高图像的SNR和CNR,从而保持甚至提高图像质量;可弥补由于低kV造成的噪声增加和图像质量下降,从而降低ED^[16]。

本研究结果显示碘克沙醇(270 mg I/mL)及80 kV的扫描方案联合ART重建组(B组)和碘海醇(350 mg I/mL)及100 kV的扫描方案联合FBP重建组(A组)间的CT值、SNR、CNR、CTP及CTA的图像主观质量评价差异均无统计学意义($P>0.05$),均能满足临床诊断需求;2组在发现急性梗死灶能力方面无统计学差异;而B组(双低剂量组)的ED、碘摄入量较A组低。因此采用双低剂量联合迭代重建技术在满足临床诊断需要的同时,可减少患者所受ED及碘的摄入量,把可能发生的副作用降至最少。

本研究局限性:①部分大脑中动脉管腔偏细,ROI选择易由于部分容积效应产生伪影;②样本量较小,需积累病例进一步证实;③评价患者颅内动脉狭窄,未与金标准(DSA)对照,无法评价其诊断狭窄的准确性。

参考文献:

- [1] 张青山,孙卫红,黄颖,等. 320 排容积 CT 指导下脑梗死早期静脉溶栓的疗效观察[J]. 临床神经病学杂志, 2011, 24(4): 251-254.
- [2] 向永华,王波,金科,等. 320 排动态容积 CT 全脑灌注成像技术在脑梗死中的临床应用[J]. 放射学实践, 2012, 27(1): 31-35.
- [3] 程晓青,陈谦,周长圣,等. 全脑 CT 灌注成像联合 CT 血管成像评估动脉瘤夹闭和血管内介入术后缺血并发症[J]. 放射学实践, 2015, 30(7): 710-715.
- [4] National Lung Screening Trial Research Team, Aberle DR, Adams AM, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening[J]. N Engl J Med, 2011, 365(5): 395-409.
- [5] Kulkarni NM, Uppot RN, Eisner BH, et al. Radiation dose reduction at multidetector CT with adaptive statistical iterative reconstruction for evaluation of urolithiasis: how low can we go? [J]. Radiology, 2012, 265(1): 158-166.
- [6] 张国伟. 低剂量 CT 扫描在神经领域应用的发展前景[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(29): 2244.
- [7] 王显龙,温志波. 多层螺旋 CT 灌注成像在缺血性脑卒中的临床应用[J]. 中华神经医学杂志, 2011, 10(2): 211-214.
- [8] Nakayama Y, Awai K, Funama Y, et al. Low tube voltage reduces contrast material and radiation dose on 16-MDCT aortography [J]. AJR, 2006, 187(5): 490-497.
- [9] Marin D, Nelson RC, Schindera ST, et al. Low-tube-voltage, high-tube-current multidetector abdominal CT: improved image quality and decreased radiation dose with adaptive statistical iterative reconstruction algorithm-initial clinical experience [J]. Radiology, 2010, 254(1): 145-153.
- [10] Heyer CM, Mohr PS, lemburg SP, et al. Image quality and radiation exposure at pulmonary CT angiography with 100-or 120kVp protocol: prospective randomized study [J]. Radiology, 2007, 245(2): 577-583.
- [11] 杨明,莫绪明,靳激扬,等. 多层 CT 在新生儿及婴儿先天性主动脉异常分类中的诊断价值[J]. 中华医学杂志, 2010, 90(31): 2167-2171.
- [12] Tomizawa N, Nojo T, Akahane M, et al. Adaptive Iterative dose reduction in coro CT angiography using 320-row CT: assessment of radiation and image quality [J]. J Cardiovasc Comp Tomogr, 2012, 6(5): 318-324.
- [13] Wang R, Schoepf UJ, Wu R, et al. Image quality and radiation dose of low dose coronary angiography in obese patients: sinogram affirmed iterative reconstruction versus filtered back projection [J]. Eur J Radiol, 2012, 81(11): 3141-3145.
- [14] 唐露,魏日胞,耿文佳,等. 对比剂肾病发病机制及干预措施的研究进展[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2013, 7(7): 3062-3064.
- [15] 姚立正,戴真煜,丁福万,等. 低浓度碘克沙醇在下肢动脉硬化闭塞症 CT 血管成像中的应用[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(29): 2256-2259.
- [16] 武永杰,郑敏文,赵宏亮,等. 低浓度对比剂联合应用低 kV 和迭代重建技术的冠状动脉双源 CT 成像可行性[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(29): 2260-2263.

(收稿日期:2015-08-05 修回日期:2015-08-31)

欢迎订阅 2016 年《放射学实践》

《放射学实践》是由国家教育部主管,华中科技大学同济医学院主办,与德国合办的全国性影像学学术期刊,创刊至今已 31 周年。2015 年 6 月,《放射学实践》杂志入选北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。这是继 1999, 2008 年之后的第 3 次入选临床医学/特种医学类核心期刊。

本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向,关注国内外影像医学的新进展、新动态,全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果,受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊,在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中,被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

主要栏目:论著、继续教育园地、专家荐稿、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、传染病影像学、影像技术学、外刊摘要、学术动态、请您诊断、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊,每册 15 元,全年定价 180 元。

国内统一刊号: ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号: 38-122

电话:(027)83662875 传真:(027)83662887

E-mail: fsxsjzz@163.com 网址: http://www. fsxsj. net

编辑部地址: 430030 武汉市解放大道 1095 号 同济医院《放射学实践》编辑部