

• 腹部影像学 •

多层螺旋 CT 低剂量高浓度对比剂腹部血管成像应用研究

孙丛, 柳澄, 王道平, 黄杰, 王立君

【摘要】 目的:探讨多层螺旋 CT 应用低剂量、高浓度对比剂腹部血管成像的可行性。**方法:**40 例腹部 CT 血管成像(CTA)分为 2 组,A 组:采用 300 mg I/ml 对比剂剂量为 100 ml、生理盐水 30 ml;B 组:采用 400 mg I/ml 对比剂剂量为 60 ml、生理盐水 30 ml。注射流率均为 4 ml/s。根据原始图像和最大强度投影(MIP)像,评价两组病例腹主动脉及其分支、肾动脉及其分支的显示程度;并测量动脉内对比剂的浓度。**结果:**两组病例均清晰显示腹主动脉、腹腔干、肝总动脉、脾动脉、肠系膜上动脉、肾动脉及其分支;两组动脉内的对比剂浓度虽然均维持在较高的水平,但 B 组明显高于 A 组,差异有显著性意义。肾动脉及其分支显示程度评分,B 组明显优于 A 组,两组间存在显著性差异。**结论:**多层螺旋 CT 腹部血管成像使用低剂量、高浓度对比剂可以满足临床需要。

【关键词】 体层摄影术,X 线计算机;CT 血管成像;腹部动脉;对比剂

【中图分类号】R814.42 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1000-0313(2007)03-0259-03

An Application Study on the Feasibility of Multi-slice CT Abdominal Angiography with Low Dose and High Concentration of Contrast Media SUN Cong, LIU Cheng, WANG Dao-ping, et al. Department of CT, Imaging Research Institute of Shandong Medical University, Jinan 250021, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the feasibility of multi-sliced CT (MSCT) abdominal angiography with low dose and high concentration of contrast media. **Methods:** MSCT abdominal angiography was performed in 40 patients. The patients were divided into 2 groups of 20 patients each (designated as group A and Group B respectively). In group A, an option of lower concentration (300mg I/ml) and greater volume (100ml) of contrast media and 30ml of saline was applied, while in group B, another option of higher concentration (400mg I/ml) and smaller volume (60ml) of contrast media was administered in MSCT abdominal angiography respectively. The injection rate in the 2 groups were the same, i. e., 4ml/s. The demonstration and the measured intra-arterial concentration of contrast media (attenuation values) of the abdominal aorta and its branches, the renal arteries as well as their branches were correlatively compared and evaluated on the bases of the source images and MIP images generated respectively from group A and group B. **Results:** The abdominal aorta, the celiac axis, the common hepatic artery, the splenic artery, the superior mesenteric artery, the renal arteries and their branches were all well shown in both groups. Although the intra-arterial attenuation values in both groups were all high enough, yet the ones in group B were significantly higher than those in group A, and their difference revealed marked significance. The demonstration scores of the renal arteries and their branches of group B were all more superior than those of group A, and the difference between the results of the two groups was markedly significant. **Conclusion:** The application of low dose and high concentration of contrast media in MSCT abdominal angiography was practically feasible and the clinical requirements were capable of being satisfied as well.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; CT angiography; Abdominal arteries; Contrast media

近年来,多层螺旋 CT 扫描速度加快,要求在数秒内注入一定量的碘剂,以达到对比剂在动脉内呈峰值的时间内完成扫描。虽然采用大剂量对比剂及提高注射流率,可使局部动脉内维持较高浓度且峰值较高,满足 CT 血管成像(CT angiography, CTA)的需要,但注射流率的提高,将导致对比剂的外渗等不良反应,且使用较大剂量的对比剂又会对患者肾脏功能存在潜在的危害。因此,选用高浓度碘对比剂不仅可降低注射流

率,并使减少对比剂剂量进行血管成像成为可能。本研究旨在探讨多层螺旋 CT 利用低剂量、高浓度的碘对比剂进行腹部 CTA 的可行性。

材料与方法

对 40 例患者行腹部 CTA 检查。其中,男 22 例,女 18 例,平均年龄 56 岁。根据对比剂用量及种类分为两组,A 组采用常规浓度对比剂(300 mg I/ml),剂量为 100 ml,生理盐水 30 ml;B 组采用高浓度对比剂(400 mg I/ml),剂量为 60 ml,生理盐水 30 ml。高浓度对比剂碘迈伦(iomeron 400mgI/ml, Bracco)为博

莱科公司产品。随机抽取 40 例作量化分析,每组 20 例。两组间在患者的性别和年龄方面无显著性差异。

检查采用 Siemens Sensation 64 层 CT 机,扫描范围从膈顶至髂动脉分叉。扫描参数:120 kV,115 mA,层厚 0.75 mm,球管旋转每圈 0.33 s。全部成像时间 10 s 左右。对比剂经肘前静脉注射,注射速率 4 ml/s。扫描开始时间的选择采用 Trigger 技术(自动跟踪技术)检测肝门水平腹主动脉内的对比剂浓度变化,注射对比剂后 12 s 开始低剂量扫描,当主动脉内浓度达到 100 HU 时触发扫描(启动与扫描之间有 4 s 的延迟)。原始数据重建成 0.75 mm 层厚的原始图像,层间重叠 50%。然后在工作站上进行血管重组及图像分析。由 2 位有经验的影像诊断医师根据原始图像和 MIP 重组像独立进行评价。

图像质量评价标准。肾动脉分支显示的评分:显示肾动脉 4 级分支为 4 分;显示肾动脉 3 级分支为 3 分;显示肾动脉 2 级分支为 2 分;显示肾动脉 1 级分支为 1 分。

肾动脉分支清晰程度的评分:好(动脉显示清晰,血管边缘光滑),3 分;一般(动脉显示较清晰,血管边缘模糊,能满足诊断要求),2 分;差(动脉血管显示较差,血管边缘锯齿,不能满足诊断要求),1 分。

由 1 位医师在工作站上测量并记录每一例腹主动脉、腹腔干、肝总动脉、脾动脉、肠系膜上动脉及双侧肾动脉起始部的 CT 值。

统计学方法:所有数据均表示为均数±标准差,由 SPSS 软件完成(*t* 检验)。检验水准 $P=0.05$ 。

结 果

两组 CTA 腹主动脉分支(包括腹腔干、肝总动脉、脾动脉、肠系膜上动脉及双侧肾动脉)显示清晰,血管的边缘锐利、清楚(图 1~4)。动脉内对比剂浓度测量结果见表 1,两组间各血管内测量值存在显著性差异,B 组明显高于 A 组;显示肾动脉 1~4 级分支的评分结果见表 2,两组间有显著性差异,B 组明显优于 A 组。

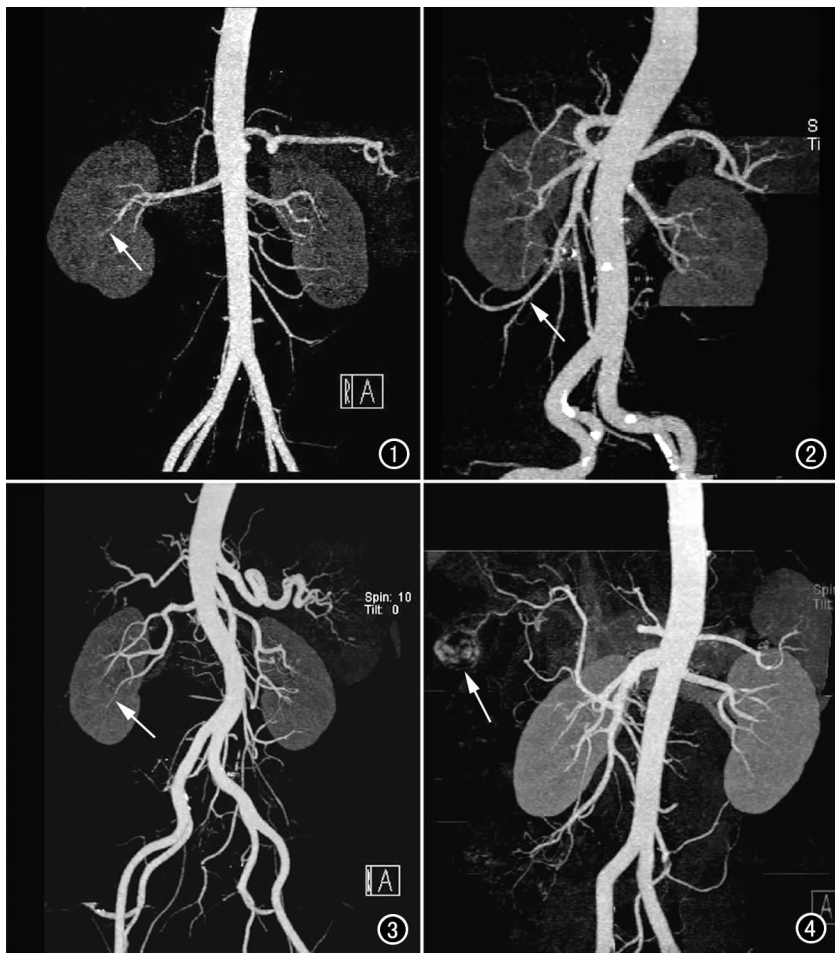


图 1 应用常规剂量和浓度对比剂(300 mg I/ml)的腹部血管成像,示肾动脉 3 级分支(箭)。图 2 应用常规剂量和浓度对比剂(300 mg I/ml)的腹部血管成像,腹主动脉、腹腔干、肝总动脉、脾动脉、肠系膜上动脉及双侧肾动脉均清晰显示,箭示肠系膜上动脉及其分支。图 3 应用低剂量高浓度对比剂(400 mg I/ml)的腹部血管成像,腹主动脉及其分支均清晰显示,箭示肾动脉 4 级分支。图 4 应用低剂量高浓度对比剂(400 mg I/ml)的腹部血管成像,清晰显示肠系膜上动脉的分支为肝血管瘤的供血动脉,可见肝血管瘤(箭)。

表 1 动脉内对比剂的浓度($\bar{x} \pm s$) (HU)

部位	A 组	B 组
腹主动脉(AO)	258.1±10.7	346.7±30.9
腹腔干(CA)	266.7±16.5	356.9±31.9
肝总动脉(HA)	262.5±14.1	351.1±36.7
脾动脉(SA)	263.5±12.8	360.2±30.0
肠系膜上动脉(SMA)	264.1±14.2	360.0±30.9
双侧肾动脉(RA)	266.3±13.9	349.8±36.9

注: $P<0.05$

表 2 CTA 图像质量平均评分结果 (分)

分组(例)	肾动脉级别	血管显示程度	合计
A 组(20)	3.15±0.37	9.3±0.73	11.91±1.10
B 组(20)	3.95±0.22	11.85±0.67	15.09±0.89

注: $P<0.05$ 。

讨 论

1. 研究背景

作为无创性血管成像技术,CTA 的应用范围日益广泛。多层螺旋 CT 由于可以采用更薄的层厚扫描,其诊断能力有了进一步的提高。由于对比剂在血管内的通过持续时间应该与 CTA 的扫描时间相吻合,因此,MSCT 扫描速度的加快和扫描时间的缩短,使得血管造影时对比剂注射的时间窗被缩短。而另一方面,动脉强化的效果又取决于其内碘的含量,因此必须提高扫描时血管内碘的浓度,可取的方法是提高注射流率或者采用高浓度对比剂。注射流率的提高有一定的限度,过快会导致对比剂外渗等不良反应的发生。高浓度对比剂的应用不仅可提高血管内碘的浓度、降低注射流率,还可以减少对比剂的注射剂量,使应用低剂量的对比剂进行成像成为可能^[1-3]。

2. 对比剂应用方式对 CTA 的影响

影响 CTA 质量的因素有很多,在层厚一致的情况下,主要和对比剂的应用方式有关。其中注射流率、对比剂的含碘量以及注射剂量的选择是关键^[4]。众所周知,提高注射流率可以提高血管内碘的浓度,因此,多层螺旋 CTA 应保持一定的注射流率。本研究注射流率选择 4 ml/s,保持了较高的注射流率,也易于患者接受。

在保持相同的注射流率的前提下,由于对比剂的浓度不同,相应靶血管强化峰值和到达时间也会改变。研究表明,随着对比剂浓度的增加(由 300 mg I/ml 至 400 mg I/ml),腹主动脉及其分支增强的幅度明显升高,腹主动脉的增强由 (258.1 ± 10.7) HU 升至 (346.7 ± 30.9) HU,两组间存在显著性差异,并且低剂量自动跟踪扫描到达 100 HU 的时间缩短(3 s 左右)。MSCT 腹部动脉造影是以周围组织为背景的,两者密度差增大必将使 3D 图像信噪比提高,靶血管清晰显影,尤其细小血管以及与扫描平面相平行的血管。外周静脉注射对比剂后,经上腔静脉回流至右心,再经肺循环进入主动脉。当注射流率较快、碘对比剂浓度较高,局部血管内的对比剂呈团块样,不易被更多的无对比剂的血液稀释,故到达峰值的时间较早,并且峰值较高。

MSCT 扫描速度的加快,保证在较短的时间内即可完成扫描,为减少对比剂的用量提供了可能性,特别是高浓度的对比剂在临床上的应用。对比剂总量选择一般遵循如下原则^[5,6]:当选择适宜的对比剂注射流率使血管内密度达到峰值后,需要有足够的对比剂的量保持压力,使峰值持续下去,因此,注射对比剂的总

量是维持推进压力的重要因素并决定血管内密度峰值的长度;MSCT 特别是 64 层 CT 扫描速度很快,可等于或快于对比剂密度峰值在血液内的推进和循环速度,所以只需保证扫描点追随对比剂峰值区域,而无须注射大量的对比剂以保持长范围的峰值长度,因此,理论上可以减少对比剂的用量,但减少对比剂总量会使推进压力减少,如果把最后 30~50 ml 对比剂用相同剂量的生理盐水以相同的流率替代注射,既保持了注射压力、又进一步节约了对比剂用量、减少发生不良反应的可能性,同时也不影响成像质量。

对于对比剂的用量,目前国内外普遍采用 100~120 ml (2 ml/kg)^[7,8]。本研究显示,与常规剂量相比,MSCT 利用较低剂量 60 ml (1 ml/kg) 的高浓度对比剂,同时给予 30 ml 的生理盐水以相同的流率替代注射,腹主动脉及其主要分支内浓度均维持在较高的水平,这对血管细节的显示有重要意义。基于这一点,在肾动脉及其分支的显示程度上,B 组明显优于 A 组,较细的肾动脉的 4 级分支也能够较好显示,可以满足临床诊断的需要。

总之,对 MSCT 而言,应用低剂量、高浓度的对比剂进行腹部 CTA 是可行的、图像令人满意,足以满足诊断的要求。

参考文献:

- [1] Fleischmann D. Present and Future Trends in Multiple Detector-row CT Applications: CT Angiography[J]. Eur Radiol, 2002, 12 (7): S11-S15.
- [2] Foley WD, Karcaaltincaba M. Computed Tomography Angiography: Principles and Clinical Applications[J]. JCAT, 2003, 27 (5-6): S23-S30.
- [3] Brink JA. Contrast Optimization and Scan Timing for Single and Multi-detector Row Computed Tomography[J]. JCTA, 2003, 27 (5-6): S3-S8.
- [4] Spielemann AL. Liver Imaging with MDCT and High Concentration[J]. Eur Radiol, 2003, 45 (3): S50-S52.
- [5] Haage P, Schmitz-Rode T, Hubner D, et al. Reduction of Contrast Material dose and Artifacts by a Saline Flush Using a Double-power Injector in Helical CT of the Thorax[J]. AJR, 2000, 174 (4): 1049-1053.
- [6] Hopper KD, Mosher TJ, Kasales CJ, et al. Thoracic Spiral CT: Delivery of Contrast Material Pushed with Injectable Saline Solution in a Power Injector[J]. Radiology, 1997, 205 (1): 269-271.
- [7] Teksam M, Casey S, McKinney A, et al. Anatomy and Frequency of Large Pontomesencephalic Veins on 3D CT Angiograms of the Circles of Willis[J]. AJNR, 2003, 24 (8): 1598-1601.
- [8] Rydberg J, Buckwalter M, Caldemeyer KS, et al. Multisection CT: Scanning Techniques and Clinical Applications[J]. Radiographics, 2000, 20 (6): 1787-1806.