

Imaging quality and influence factors of 64-slice spiral CT renal artery angiography

LI Wei*, LI Jin-rong, LAN Yong, HU Mao-qing, LUO Xue-mao, LONG Wan-sheng

(Department of Radiology, Jiangmen Central Hospital, Jiangmen 529030, China)

[Abstract] **Objective** To assess influence factors of imaging quality with 64-slice spiral CT angiography (CTA) of renal artery. **Methods** A total of 305 hypertension patients underwent CTA of renal artery, and 108 of them were examined with DSA. The imaging quality was classified as I, II, III, IV, V, and the degree of stenosis was classified as <50%, 50%–74%, 75%–99% and occlusion. The sensitivity and specificity of CTA of renal artery was analyzed taking DSA as the standard. **Results** The influence factors of CTA of renal artery included the delayed time set, rotation time, the units dose of contrast medium and the speed of injection, breath-holding, the patients' age and vascular calcification. The sensitivity and specificity of CTA of arterial stenosis < 50%, 50%–74%, 75%–99%, occlusion was 76.30% and 76.80%, 89.70% and 90.40%, 96.30% and 97.10%, 100% and 100%, respectively. **Conclusion** The influence factors of CTA of renal artery are the delayed time set, rotation time, the units dose of contrast medium and the speed of injection, breath-holding, the patient's age and vascular calcification. CTA of renal artery can meet the clinical requirements in assessing the renal arterial stenosis.

[Key words] Tomography, X-ray computed; Renal artery; Artery stenosis

64 排螺旋 CT 肾动脉成像效果及其影响因素

李伟*, 李锦蓉, 兰勇, 胡茂清, 罗学毛, 龙晚生

(广东省江门市中心医院放射科, 广东 江门 529030)

[摘要] **目的** 探讨 64 排螺旋 CT 肾动脉成像的影响因素和在评估肾动脉狭窄中的价值。**方法** 对 305 例高血压患者行肾动脉 CT 血管造影 (CTA) 检查, 对其中 108 例行数字减影血管造影 (DSA) 检查。图像质量分为 I、II、III、IV、V 共 5 个等级, 狭窄程度分为 <50%、50%~74%、75%~99% 和闭塞 4 个级别。以 DSA 为标准, 分析肾动脉 CTA 在评估动脉狭窄的灵敏度和特异性。**结果** 影响肾动脉 CTA 的因素有延迟时间、旋转时间、对比剂单位剂量与注射速度、屏气合作与否、患者年龄、血管钙化等; 评估动脉狭窄 <50%、50%~74%、75%~99%、闭塞的灵敏度和特异性分别为 76.30% 和 76.80%、89.70% 和 90.40%、96.30% 和 97.10%、100% 和 100%。**结论** 延迟时间、旋转时间、对比剂单位剂量与注射速度、患者屏气合作与否、患者年龄、血管钙化等可影响肾动脉 CTA 的图像质量。在评估动脉狭窄方面, 肾动脉 CTA 能满足临床诊断需求。

[关键词] 体层摄影术, X 线计算机; 肾动脉; 动脉狭窄

[中图分类号] R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2010)01-0153-04

肾动脉狭窄是引起继发性高血压和肾动脉衰竭的常见原因。数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 是肾动脉狭窄诊断和分级的“金标准”, 但属有创检查。64 排螺旋 CT 血管造影 (CT angiography, CTA) 具有微创、灵敏度高等优点^[1-4]。本文研究肾动脉 CTA 的成像效果及其影响因素。

1 资料与方法

1.1 临床资料 2007 年 5 月—2009 年 5 月 305 例高血压患者接受肾动脉 CTA 检查, 男 183 例, 女 122 例, 年龄 35~88 岁, 平均 (67.3±11.2) 岁, 临床排除原发性高血压; 其中 108 例于 1 周内接受 DSA 检查。

1.2 仪器与方法 使用 Toshiba Aquilion 64 排螺旋 CT 机, 扫描范围从双肾上缘上 2 cm 至双肾下缘下 3 cm, 扫描参数为 120 kV、300 mA。肾动脉扫描使用对比剂追踪 Surestart 程序, 触发点选择腹主动脉双肾节段位置, 触发 CT 值为 100 HU, 扫描范围和参数与平扫一致。先经 A 筒注射器注射 300 mg/ml 碘佛醇, 速度 3.5 ml/s, 再用 B 筒注射器注射生理盐水 20 ml

[作者简介] 李伟 (1975—), 男, 湖南永州人, 本科, 高级工程师。研究方向: 影像技术与设备维护。

[通讯作者] 李伟, 广东省江门市中心医院放射科, 529030。

E-mail: qfxlcom@126.com

[收稿日期] 2009-05-06 **[修回日期]** 2009-08-02

冲管。

把扫描所得的容积数据发送至 Vitrea 工作站,并行最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)、曲面重建(curved planar reformation, CPR)、多平面重建(multi-planar reformation, MPR)、容积再现(volume rendering, VR)处理,获得肾动脉的全貌图进行分析。

肾动脉 DSA 采用 Philips V3000 数字减影血管造影机, Seldinger 穿刺技术对双肾动脉进行造影。

1.3 图像评价 采用双盲法将图像质量分为 5 个等级: I 级:图像清晰,主干、一、二、三级血管充盈良好、连续,无伪影(5 分); II 级:图像满意,主干、一、二级血管充盈良好、连续,1~2 段血管边缘模糊,无错层及阶梯状伪影(4 分); III 级:图像满意,主干、一级血管充盈良好、连续,3~4 段血管边缘模糊,无错层及阶梯状伪影(3 分); IV 级:图像差,主干血管充盈一般、连续,5 段以上血管边缘模糊,有错层及阶梯状伪影(2 分); V 级:图像非常差,伪影严重,无法进行分析(1 分)。

肾动脉狭窄分为轻度(<50%)、中度(50%~74%)、重度(75%~99%)、闭塞 4 个等级,数据由 CT 扫描仪和 DSA 机后处理测量软件分析。

1.4 统计学处理 应用 SPSS 13.0 统计软件进行统计分析,影响肾动脉 CTA 的因素(延迟时间、旋转时间、对比剂单位剂量与注射速度、屏气合作与否、患者年龄、血管钙化)的比较采用 *t* 检验, *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 影响肾动脉 CTA 的因素 不同图像质量等级情况下影响肾动脉 CTA 的各因素见表 1~6。

2.2 肾动脉 CTA 的效果 CTA 和 DSA 显示肾动脉狭窄节段数在轻度、中度、重度、闭塞分别为 58 和 76、68 和 61、53 和 55、18 和 18。CTA 诊断肾动脉轻度、中度、重度狭窄和闭塞的敏感性、特异性分别为 76.30% 和 76.80%、89.70% 和 90.40%、96.30% 和 97.10%、100% 和 100% (图 1、2)。

表 1 延迟时间对 CTA 图像质量的影响(例)

图像质量	<20 s	21 s ~	24 s ~	27 s ~	>30 s
I	1	13	79	44	2
II	1	12	35	26	5
III	7	6	18	12	8
IV	2	4	7	7	3
V	2	2	2	4	3
总计	13	37	141	93	21
$\bar{x} \pm s$ (分)	2.77 ± 0.86	3.81 ± 1.20	4.29 ± 0.91	4.06 ± 1.14	3.00 ± 1.18
<i>t</i> 值	5.18	2.71	—	1.77	5.8
<i>P</i> 值	0.00	0.01	—	0.08	0.00

注:以 24 s 为基准,与其余延迟时间的图像质量评分比较

表 2 旋转时间(s)对 CTA 图像质量的影响(例)

图像质量	0.25 s	0.40 s	0.50 s	0.75 s	1.00 s
I	89	40	8	2	0
II	31	25	13	8	2
III	13	18	11	6	3
IV	3	6	8	4	2
V	2	3	3	3	2
总计	138	92	43	23	9
$\bar{x} \pm s$ (分)	4.46 ± 0.86	4.01 ± 1.09	3.35 ± 1.19	3.09 ± 1.20	2.56 ± 1.13
<i>t</i> 值	—	3.49	6.71	6.66	6.30
<i>P</i> 值	—	0.00	0.00	0.00	0.00

注:以 0.25 s 为基准,与其余旋转时间的图像质量评分比较

表 3 对比剂单位剂量(ml/kg)与速度(ml/s)对 CTA 图像质量的影响(例)

图像质量	1.6/2.0	1.6/2.5	1.8/2.5	1.8/3.0	2.0/3.0	2.0/3.5
I	0	2	3	15	35	84
II	2	6	14	12	16	29
III	4	5	6	15	8	13
IV	5	7	8	1	1	1
V	1	1	3	3	3	2
总计	12	21	34	46	63	129
$\bar{x} \pm s$ (分)	2.58 ± 0.90	3.05 ± 1.12	3.18 ± 1.17	3.76 ± 1.14	4.25 ± 1.06	4.41 ± 0.83
<i>t</i> 值	7.55	7.00	7.48	4.60	1.67	—
<i>P</i> 值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	—

注:以 2.0/3.5 为基准,与其余单位剂量/速度图像质量评分比较

表 4 患者屏气合作与否对 CTA 图像质量的影响(例)

图像质量	好	一般	差
I	114	19	6
II	40	27	12
III	24	15	12
IV	8	8	7
V	6	4	3
总计	192	73	40
$\bar{x} \pm s$ (分)	4.29 ± 1.04	3.67 ± 1.14	3.28 ± 1.15
<i>t</i> 值	—	4.21	5.51
<i>P</i> 值	—	0.00	0.00

注:以屏气好为基准,与其余情况图像质量评分比较

表 5 患者年龄对 CTA 图像质量的影响(例)

图像质量	<49 岁	50 岁 ~	60 岁 ~	70 岁 ~	80 ~89 岁
I	9	39	45	39	7
II	5	20	32	16	6
III	1	5	11	30	4
IV	0	4	9	7	3
V	0	1	4	5	3
总计	15	69	101	97	23
$\bar{x} \pm s$ (分)	4.53 ± 0.64	4.33 ± 0.95	4.04 ± 1.13	3.79 ± 1.20	3.48 ± 1.41
<i>t</i> 值	—	0.78	1.65	2.33	2.71
<i>P</i> 值	—	0.44	0.10	0.02	0.01

注:以 49 岁以下为基准,与其余年龄段图像质量评分比较

表 6 血管钙化对 CTA 图像质量的影响(例)

图像质量	无钙化	较少钙化	严重钙化
I	118	21	0
II	57	21	1
III	43	4	4
IV	8	6	9
V	3	4	6
总计	229	56	20
$\bar{x} \pm s$ (分)	4.22 ± 0.96	3.88 ± 1.24	2.00 ± 0.86
t 值	—	2.26	10.01
P 值	—	0.02	0.00

注:以无钙化为基准,与其余钙化程度的图像质量评分比较

3 讨论

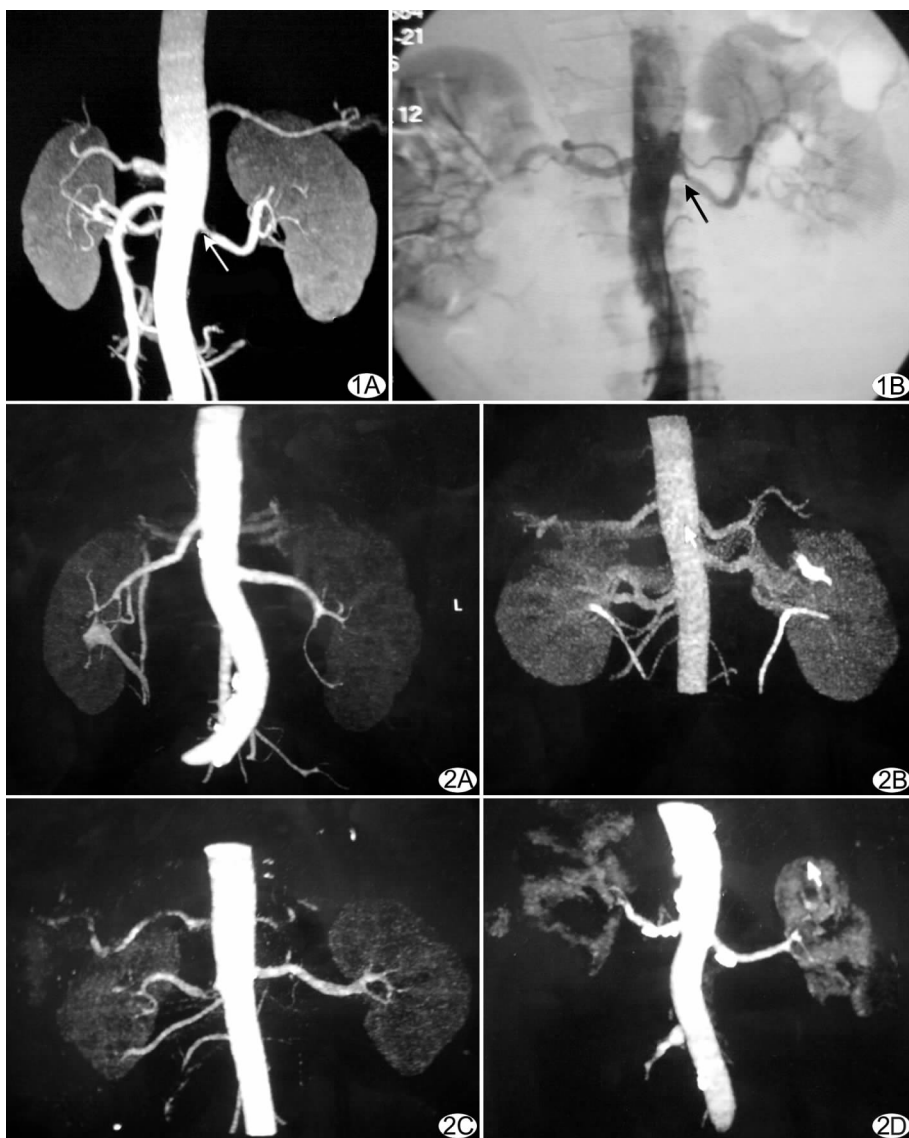


图 1 患者男, 血压为 260/120 mmHg, 肾动脉 CTA 和 DSA 图像, I 级 A. CTA 检出左肾动脉主干近腹主动脉狭窄 82.50% (箭); B. DSA 检出左肾动脉主干近腹主动脉处狭窄 83.30% (箭)

图 2 受到呼吸运动、延迟时间、对比剂单位剂量与注射速度、血管钙化影响的肾动脉 CTA 图像 A. 受呼吸运动影响的肾动脉 CTA 图像, II 级; B. 延迟时间太长的肾动脉 CTA 图像, V 级; C. 对比剂单位剂量少且注射速度慢的肾动脉 CTA 图像, III 级; D. 比较多血管钙化的肾动脉 CTA 图像, IV 级

3.1 肾动脉 CTA 的特点 64 排螺旋 CT 扫描仪采用特殊的探测器, 图像采集达到各向同性, 时间分辨力达电子束 CT 水平, 其特点是: ①扫描速度快, 有效地克服了呼吸运动和血管搏动造成的伪影, 对腹部疾病的诊断准确性高^[5,6]; 在降低患者接受射线剂量和对比剂剂量的前提下, 空间分辨力大大提高, 消除了后处理图像中的部分容积效应伪影和阶梯状伪影, 图像质量明显改善^[2]; ②同时显示双侧肾动脉及动脉狭窄的部位、范围和程度; ③MIP 是以预设的角度对体积数据投射数学光束, 每束遇到的最大强度被编成二维投影显示; 能多角度成像, 清晰显示肾动脉(干)及 3 级肾段动脉^[7]; ④VR 可立体、直观地显示肾动脉与周围组织器官的空间关系, 通过旋转

不同角度观察肾动脉狭窄及支架的情况, 显示血管壁钙化及寻找狭窄的原因, 三维效果好^[6]; ⑤MPR 可任意平面重建图像, 在冠、矢状位的一定层面上显示血管的走行关系及狭窄。薄层 MPR 减少了皮质干扰, 显示细小分支更清晰, 与原始图像比较保持了血管的连续性, 便于观察血管走行及其邻近关系, 辅助 MIP 提高了诊断的特异性^[3]。CPR 可将迂曲的肾动脉伸展, 狭窄位置、范围和程度显示直观, 可用于评估肾动脉狭窄。

3.2 影响肾动脉 CTA 的因素 延迟时间对肾动脉图像质量有较大影响。本组延迟 24 ~ 27 s 时获得的图像质量最好(表 1), 因该时间段对比剂在肾动脉的浓度最高, 血管充盈好。若延迟时间太短, 对比剂不能达到最高浓度或对比剂充盈不充分; 若延迟时间太长, 对比剂完全充盈时刻已过, 易受周围静脉的影响。

旋转时间越短, 获得的肾动脉图像质量越好; 反之则越差(表 2), 因旋转时间短, CT 机能在肾动脉对比剂浓度最高、血管充盈最好的时间内完成扫描。肾动脉对比剂保持高浓度的时间为 3 ~ 7 s, 采用旋转时间为 0.25 s 时, 完成扫描的时间在 5 s 左右, 因此获得的图像光滑、清晰。

对比剂单位剂量越大、注射速度越快, 获得的肾动脉图像质量越好(表 3), 因对比剂能快速在肾动脉达到高浓度, 使扫描能在血管充盈的高峰期完成; 对比剂单位剂量越小、注射速度越慢获得的图像质量越差。由于患者短时间内接受对比剂总量和血管短时间内耐受对比剂的压力有限, 因此对比剂单位剂量和注射速度有一定

限制。

屏气好的患者获得的肾动脉图像质量好,反之则质量差(表 4)。检查前需训练患者屏气,交代检查注意事项,使患者在数次扫描中保持一致的呼吸状态,这样获得的图像质量较好,有利于诊断。

本组患者年龄较轻者获得肾动脉的图像质量较好;反之则质量较差(表 5)。因年轻患者肾功能好、血管各分支供血充足并能配合检查,而高龄患者除肾脏、血管供血功能差外,大多有其他并发症,在配合检查方面欠佳。

动脉无钙化者肾动脉图像质量最高。随着动脉钙化程度的增加,图像质量降低(表 6)。动脉钙化影响对肾动脉狭窄程度的分析,轻中度钙化经后处理后能对肾动脉狭窄做出较准确的评估,而严重钙化产生的伪影增加了血管的评估难度。

此外,CT 扫描仪的性能、扫描参数设置、注射器性能、对比剂浓度、血管后处理手段、患者性别、血压、外界对患者的干扰、患者体位等都有可能影响肾动脉 CTA 的质量。

3.3 肾动脉 CTA 的价值 Fraioli 等^[1]对肾动脉狭窄 CTA 与 DSA 研究得出多层螺旋 CTA 的敏感度、特异度分别达 100%、98.6%;李艳艳等^[8]对肾动脉 CTA 与 DSA 比较分析得出 16 层 CTA 的敏感度、特异度分别为 95.0%、97.5%;余元新等^[9]对 51 例高血压患者行肾动脉 CTA 与 DSA 检查,发现 CTA 的敏感度与特异度均为 100%。本组 108 例、216 段肾动脉中,DSA 检出狭窄 210 段,其中轻度 76 段、中度 61 段、重度 55 段、闭塞 18 段;CTA 检出狭窄 197 段,其中轻度 58 段、中度 68 段、重度 53 段、闭塞 18 段。以 DSA 为标准,CTA 的准确度为 93.80%。在评估动脉闭塞上,CTA 与 DSA 完全一致。CTA 将 2 段重度狭窄评估为中度狭窄;而在 DSA 发现的 61 段中度狭窄,CTA 发现 58 段,其余 3 段评估为轻度狭窄,而将 8 段 DSA 轻度狭窄评估为中度狭窄。另外,CTA 将 13 段 DSA 轻度狭窄评估为正常。CTA 对轻度、中度、重度狭窄和闭塞的敏感度依次为 76.30%、89.70%、96.30%、100%,表明肾功能狭窄越严重,CTA 的敏感性越高。

3.4 肾动脉 CTA 与 DSA 对比分析 因肾动脉狭窄有可治愈性,早期诊断与治疗可延缓肾衰竭。DSA 可准确发现血管狭窄并对其程度做出判断,是诊断肾动脉狭窄的“金标准”,但属有创检查。CTA 对发现钙化斑块和测量斑块造成管腔的

狭窄程度具有明显的优势。CTA 不仅可显示管腔,还可显示血管壁及相邻血管组织的病理改变和管腔的斑块性质,提供肾脏灌注和功能方面的信息,诊断肾动脉狭窄及分析肾脏损害程度,显示副肾动脉及其有无狭窄的信息;重建技术可任意角度观察肾动脉及其分支^[2-3]。肾动脉 CTA 不仅能显示血管各个断面及钙化和软斑块,还可从整体上观察软斑块的形态和位置,清晰地显示其长度、形态、范围及与邻近管壁的关系^[6,10],对临床干预有重要意义。

作为一种无创、安全、经济、简便易行的检查方法,肾动脉 CTA 将越来越广泛地应用于临床。

[参考文献]

- [1] Fraioli F, Catalano C, Bertolotti L, et al. Multidetector-row CT angiography of renal artery stenosis in 50 consecutive patients: Prospective interobserver comparison with DSA. *Radiol Med (Torino)*, 2006, 111(3): 459-468.
- [2] Bae KT, Tao C, Gurel S, et al. Effect of patient weight and scanning duration on contrast enhancement during pulmonary multidetector CT angiography. *Radiology*, 2007, 242(2): 582-589.
- [3] Bae KT. Test-bolus versus bolus-tracking techniques for CT angiographic timing. *Radiology*, 2005, 236(1): 369-370.
- [4] 谭理连,李扬彬.螺旋 CT 血管造影及血管仿真内镜技术对肾动脉狭窄的诊断与评价. *放射学实践*, 2002, 17(2): 130-132.
- [5] 吴国庚,周诚.多层螺旋 CT 肾动脉 CTA 的临床应用(附 300 例分析). *医学影像学杂志*, 2003, 13(10): 714-716.
- [6] Pannu HK, Fishman EK. Multidetector computed tomographic evaluation of the renal artery. *Abdom Imaging*, 2002, 27(6): 611-619.
- [7] Mallouhi A, Rieger M, Czermak B, et al. Volume-rendered multidetector CT angiography: Noninvasive follow-up of patients treated with renal artery stents. *AJR Am J Roentgenol*, 2003, 180(1): 233-239.
- [8] 李艳艳,沈彦坡,李会芝.16 层螺旋 CTA 在肾动脉狭窄中的应用. *中国误诊学杂志*, 2008, 8(19): 4569.
- [9] 余元新,梁长虹.多层螺旋 CT 肾动脉成像的图像后处理技术及临床应用. *影像诊断与介入放射学*, 2005, 14(2): 96-98.
- [10] Behar JV, Nelson RC, Zidar JP, et al. Thin-section multidetector CT angiography of renal artery stents. *AJR Am J Roentgenol*, 2002, 178(5): 1155-1159.