

· 论 著 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2019.13.003

网络首发 <http://kns.cnki.net/KCMS/detail/50.1097.r.20190329.1637.013.html>(2019-04-02)

右侧肾上腺静脉的 CT 成像在原发性醛固酮增多症诊断中的临床应用*

吴虹仪,曹琳,张燕燕,富彦,张雪宁,赵博[△]

(天津医科大学第二医院影像科,天津 300211)

[摘要] **目的** 探讨右侧肾上腺静脉(RAV)的 CT 成像在辅助原发性醛固酮增多症(PA)诊断中的临床价值。**方法** 选取该院 2017 年 1 月至 2018 年 6 月临床筛查后怀疑为 PA 需行腹部增强 CT 检查的 120 例受检者为研究对象,分为 3 组,每组 40 例。A 组按常规动脉期、门脉期、实质期三期扫描,B、C 组按动脉期、动脉晚期(动脉期后 15 s)、门脉期三期扫描。A、B 组一、二、三期,C 组一、三期采用常规剂量(管电压 120 kV,自动管电流),C 组二期采用低剂量(管电压 100 kV,管电流 150 mA)。对 3 组薄层重建的图像质量进行评估和分析。**结果** A 组左侧肾上腺静脉(LAV)的显示率及主观评分高于右侧肾上腺静脉(RAV)。B 组 RAV 在动脉晚期评分高于门脉期,差异有统计学意义($P < 0.01$)。C 组与 B 组在 RAV 动脉晚期的显示率及主观评分相差无明显,差异无统计学意义($P > 0.05$),而有效辐射剂量(ED)减少了 46.88%,差异有统计学意义($t = 12.22, P < 0.01$)。**结论** RAV 在动脉晚期扫描的显示率最佳,对于 PA 的确诊和分型有重要的辅助应用价值,且适当降低管电压和管电流可以在保证图像质量的同时降低辐射剂量。

[关键词] 体层摄影术,X 线计算机;肾上腺;静脉;醛固酮增多症;诊断,鉴别**[中图分类号]** R445.3**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2019)13-2171-04**Application of CT imaging of right adrenal vein in diagnosis of primary aldosteronism***WU Hongyi, CAO Lin, ZHANG Yanyan, FU Yan, ZHANG Xuening, ZHAO Bo[△]

(Department of Imaging, the Second Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin 300211, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the clinical value of CT imaging of right adrenal vein (RAV) in the diagnosis of primary aldosteronism. **Methods** One hundred and twenty patients with suspected primary aldosteronism by clinical screening and needing to conduct abdominal enhanced CT examination in this hospital from January 2017 to June 2018 were selected as the study subjects and divided into 3 groups with 40 cases in each groups. Group A conducted 3-phase scanning of conventional arterial phase, portal vein phase and parenchymal phase, while group B and C conducted the 3-phase scanning of arterial phase, arterial late phase (15 s after arterial phase) and portal venous phase. The phase 1, 2, 3 in group A and phase 1, 3 in group B and C adopted the conventional dose (tube voltage 120 kV, automatic tube current); group C adopted the low dose (tube voltage 100 kV, tube current 150 mA). Then the image quality of thin reconstruction in 3 groups was evaluated and analyzed. **Results** The display rate and subjective score of the left adrenal vein(LAV) were higher than those of the right adrenal vein(RAV). The score of late arterial phase in RAV was higher than that of the portal venous phase, and the difference was statistically significant ($P < 0.01$). The display rate and subjective score in the RAV late arterial phase in the group C had little difference compared with group B, and the difference was not statistically significant ($P > 0.05$), while the effective radiation dose decreased by 46.88%, and the difference was statistically significant ($t = 12.22, P < 0.01$). **Conclusion** The RAV scanning has the best display rate in the late arterial phase, which has an important auxiliary application value for the diagnosis and classification of primary aldosteronism, moreover properly reducing the tube voltage and tube current can ensure the image quality and reduce the radiation dose.

[Key words] tomography, X-Ray computed; adrenal glands; veins; hyperaldosteronism; diagnosis, differential

* 基金项目:天津市卫生健康委员会科技基金重点攻关项目(16KG115);天津市科技计划项目(16KPMXSF00140)。

作者简介:吴虹仪

(1992-),在读硕士,主要从事腹部及血管影像诊断研究。△ 通信作者,E-mail:doctor_zb@163.com。

原发性醛固酮增多症(PA)是指肾上腺皮质分泌过多醛固酮,导致潴钠排钾、血容量增多、肾素-血管紧张素系统活性受抑制,临床表现为高血压和(或)低血钾的临床综合征^[1]。临床资料显示^[2],PA 发病率在高血压人群中超过 10%,是继发性高血压常见的病因,因此早期确诊和治疗尤为重要。肾上腺静脉采血(adrenal venous sampling, AVS)通过测定受检者肾上腺静脉内醛固酮水平确定肾上腺病变的位置,是 PA 确诊和分型的金标准^[3]。单侧肾上腺病变建议行单侧肾上腺切除术,而双侧肾上腺病变则多采用药物治疗。但由于右侧肾上腺静脉(RAV)形态较左侧短、细,且从右侧肾上腺发出后以锐角直接汇入下腔静脉,降低了该侧静脉插管的成功率。对比增强多排螺旋 CT(multidetector computed tomography, MDCT)通过对比剂使血管清晰显影,可在 AVS 术前确定 RAV 的形态和位置。本研究探讨 RAV 的 CT 成像在 PA 诊断中的临床价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取本院 2017 年 1 月至 2018 年 6 月临床筛查后怀疑为 PA 需行腹部三期增强 CT 检查的 125 例受检者为研究对象。入组标准:(1)年龄不超过 80 岁;(2)已知或疑似 PA 者。排除标准:(1)已知碘对比剂过敏;(2)处于怀孕、哺乳期女性;(3)估计肾小球滤过率(eGFR) $<60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^{-2}$;(4)BMI $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ 的重度肥胖者;(5)有幽闭恐惧症等无法配合检查。排除 5 例 BMI $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ 共计 120 例,其中男 64 例,女 56 例,年龄 23~79 岁,平均(59.6 \pm 12.2)岁,BMI 19.25~24.86 kg/m²,平均(23.3 \pm 1.3)kg/m²。按照随机数表法将受检者分为 A 组、B 组、C 组,每组 40 例。本研究经天津医科大学第二医院伦理委员会批准,受检者均签署知情同意书。各组受试者男性、年龄、身高、体质量及 BMI 比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

1.2 方法

1.2.1 检查设备 采用 64 排螺旋 CT,受试者采用仰卧位,足先进,吸气后屏气扫描,扫描方向从头侧向

足侧,扫描范围从膈肌上缘至髂前上棘。扫描层间隔及层厚均为 2.5 mm,薄层重建层间隔及层厚均为 0.625 mm。

1.2.2 检查方式 A 组按常规动脉期、门脉期、实质期三期扫描;B、C 组按动脉期、动脉晚期(动脉期后 15 s)、门脉期三期扫描。A、B 组一、二、三期,C 组一、三期采用常规剂量(管电压 120 kV,自动管电流),C 组二期采用低剂量(管电压 100 kV,管电流 150 mA)。

1.2.3 评价方法 将 3 组扫描和薄层重建图像上传至 GE ADW4.6 工作站,分别由从事影像诊断工作 2 年和 10 年的影像诊断医师应用双盲法对图像质量进行主观评分。评分标准:4 分,肾上腺静脉显示清晰,且与周围组织对比明显;3 分,肾上腺静脉显示良好,与周围组织对比欠清晰;2 分,肾上腺静脉显示欠清晰,与周围组织对比差;1 分,肾上腺静脉未见显示。评分大于或等于 3 分可认为 RAV 成功检出。记录 B、C 组患者扫描的辐射剂量,包括容积 CT 剂量指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)并计算有效辐射剂量(ED), $ED = k \times DLP$ ($k = 0.015 \text{ mSv} \cdot \text{mGy}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)^[4-5]。

1.3 统计学处理 采用 SPSS19.0 统计软件进行分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 One-way ANOVA 方差分析和配对样本 t 检验;计数资料以率表示,采用 Fisher 确切概率法;图像质量的主观评价采用 Kruskal-Wallis H 检验,若结果具有统计学差异再进一步用 Bonferroni 法进行两两比较;应用 Kappa 检验对主观评价进行一致性分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 图像质量主观评价及显示率的比较 A 组 LAV 的评分及显示率均高于同期 RAV。A 组 RAV 及 LAV 的主观评分差异有统计学意义($H = 54.36, 68.85, P < 0.01$)。RAV、LAV 的动脉期与实质期之间的主观评分差异无统计学意义($P = 0.334, 0.059$),其余组内两两之间的主观评分差异有统计学意义($P < 0.01$),见表 2。

表 1 3 组受试者一般资料比较

项目	合计	A 组($n=40$)	B 组($n=40$)	C 组($n=40$)	P
男性[$n(\%)$]	63(52.5)	20(50.0)	22(55.0)	21(52.5)	0.812
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	59.6 \pm 12.2	56.3 \pm 10.6	60.1 \pm 12.8	58.8 \pm 11.5	0.652
身高($\bar{x} \pm s$, cm)	172.1 \pm 7.6	171.6 \pm 7.2	173.1 \pm 6.9	171.9 \pm 8.3	0.748
体质量($\bar{x} \pm s$, kg)	69.7 \pm 7.8	69.2 \pm 7.2	70.1 \pm 7.6	68.7 \pm 8.1	0.572
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	23.3 \pm 1.3	23.1 \pm 1.2	23.5 \pm 1.3	23.2 \pm 1.2	0.241

表 2 A 组双侧肾上腺静脉图像质量比较

项目	4分 (n)	3分 (n)	2分 (n)	1分 (n)	显示率 (%)	评分 ($\bar{x}\pm s$,分)	H	P
RAV								
动脉期	0	6	26	8	15.0	1.96±0.57	54.36	<0.01
门脉期	12	23	5	0	87.5	3.24±0.68		
实质期	3	11	25	1	35.0	2.62±0.56		
LAV								
动脉期	1	25	13	1	65.0	3.07±0.52	68.85	<0.01
门脉期	37	3	0	0	100.0	3.92±0.32		
实质期	13	21	6	0	85.0	3.38±0.57		

LAV:左侧肾上腺静脉

B 组 RAV 动脉晚期的显示率及主观评分最高, RAV 各期间得分差异有统计学意义($P<0.01$), 组内两两比较差异有统计学意义($P<0.01$), 见表 3。

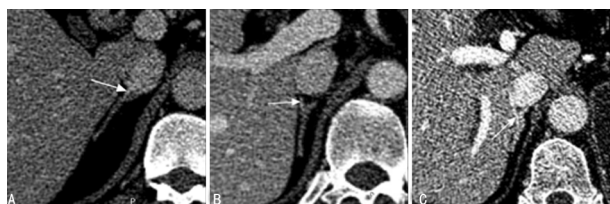
表 3 B 组 RAV 各期图像质量比较

项目	4分 (n)	3分 (n)	2分 (n)	1分 (n)	显示率 (%)	评分 ($\bar{x}\pm s$,分)	H	P
动脉期	0	6	21	13	15.0	1.83±0.67	59.59	<0.01
动脉晚期	25	12	3	0	92.5	3.57±0.63		
门脉期	7	21	9	3	65.0	3.05±0.84		

B、C 组 RAV 第二期显示率均达到 90% 以上, 3 组主观评分差异有统计学意义($H=7.08, P<0.05$), A、B 组比较差异有统计学意义($P<0.05$)。A、C 组及 B、C 组间比较差异无统计学意义($P>0.05$), 见表 4、图 1。

表 4 各组 RAV 第二期图像质量比较

项目	4分 (n)	3分 (n)	2分 (n)	1分 (n)	显示率 (%)	评分 ($\bar{x}\pm s$,分)	H	P
A 组门脉期	12	23	5	0	87.5	3.24±0.68	7.08	0.03
B 组动脉晚期	25	12	3	0	92.5	3.57±0.63		
C 组动脉晚期	22	16	2	0	95.0	3.49±0.61		



A: A 组门脉期; B: B 组动脉晚期; C: C 组动脉晚期

图 1 各组 RAV 第二期薄层 CT 图像

2.2 低剂量与常规剂量辐射参数比较 C 组动脉晚期扫描时降低了管电压和管电流, 与 B 组相比 CTDI-vol、DLP 及 ED 分别减少了 48.20%、47.85%、

46.88%, 差异有统计学意义($P<0.01$), 见表 5。

表 5 低剂量与常规剂量辐射参数的比较($\bar{x}\pm s, n=40$)

组别	管电压	管电流	CTDIvol	DLP	ED
C 组	100 kV	150 mA	3.91	76.84±2.75	1.23±0.32
B 组	120 kV	自动管电流	7.85±1.86	146.39±36.82	2.31±0.56
t			12.43	12.28	12.22
P			<0.01	<0.01	<0.01

3 讨论

PA 作为继发性高血压的常见因素之一, 其诱发心梗、房颤和脑梗死的概率高于原发性高血压, 因此对 PA 的早期诊断具有重要意义。临床最常见的 PA 类型为特发性醛固酮增多症(idiopathic aldosteronism, IA)和醛固酮腺瘤(aldosterone-producing adenoma, APA)。IA 为双侧肾上腺增生, 多采用醛固酮受体拮抗剂治疗, 而 APA 为一侧肾上腺病变, 一般经手术切除。虽然可以根据患者临床症状及筛查试验、确诊试验诊断 PA, 但仍无法确定病变肾上腺的位置及治疗方案。目前, 双侧 AVS 是鉴别单侧/双侧肾上腺病变的金标准^[6], 但由于 RAV 形态细、短, 且常常存在解剖变异^[7-8], 使得右侧插管成功率不甚理想, 仅为 70%^[9]。因此, 在 AVS 术前利用对比增强 MDCT 对肾上腺静脉进行定位, 将有助于提高 AVS 术中插管的成功率。

OTA 等^[10]对 120 例 PA 患者在 AVS 前进行了增强 MDCT 检查, 发现 AVS 成功率达到 99.2%, 增强 MDCT 与无对比剂的 MR 检查对 RAV 的显示率分别为 93.2% 和 84.8%, 说明增强 MDCT 检查是显示 RAV 的最佳检查手段, 而对于有对比剂过敏或者 CT 检查禁忌证的患者可以选择 MR 检查。MORITA 等^[11]考虑到肾上腺静脉期介于动脉期与门脉期之间, 因此设计在注射对比剂后分别延时 45、55 s, 发现 RAV 显示率分别为 91% 和 92%, 差异无统计学意义($P>0.05$)。结合本院 MDCT 设备等实际情况, 本研究在常规扫描动脉期与门脉期之间追加了动脉晚期(动脉期结束后 15 s)。由于肾上腺是富血供器官, 其小静脉的强化期会早于门脉期, 因此实质期扫描意义不大, 还额外增加了对患者的辐射剂量。从 A 组显示率及主观评分结果亦可看出, LAV、RAV 均在门脉期显示最佳, 而在实质期的显影效果明显降低。因此两个试验组均省略了实质期扫描。A 组 LAV 检出率明显高于 RAV, 而且 LAV 形态较 RAV 长, 插管成功率更高, 因此 B、C 组未对 LAV 做更多深入研究。除此之外, 为了进一步减少对患者的辐射剂量, 本研究在 C 组的动脉晚期扫描时采用低剂量, 降低了管电压和管电流, 并与 A、B 组二期 RAV 的显示率和主观评

分进行比较。B 组 RAV 动脉晚期主观评分高于门脉期,差异有统计学意义($P < 0.01$)。同为动脉晚期扫描的 B、C 组,虽然 C 组降低了管电压和管电流,主观评分为 4 分的例数较 B 组减少,但是总体显示率仍处于较高水平,两组间主观评分差异无统计学意义($P > 0.05$)。常规剂量与低剂量扫描相比,低剂量扫描的有效辐射剂量减少了 46.88%,但是对 RAV 的检出率无明显影响。

综上所述,RAV 在动脉晚期扫描的显示率最佳,且适当降低管电压和管电流可以在保证图像质量的同时降低辐射剂量。RAV 的 CT 成像技术对于 PA 的分型有重要的辅助应用价值。

参考文献

- [1] 蒋怡然,王卫庆. 中国原发性醛固酮增多症诊治专家共识解读[J]. 诊断学理论与实践,2016,15(4):350-353.
- [2] FUNDER J W, CAREY R M, FARDELLA C, et al. Case detection, diagnosis, and treatment of patients with primary aldosteronism: an endocrine society clinical practice guideline[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2008, 93(9): 3266-3281.
- [3] 中华医学会内分泌学分会肾上腺学组. 原发性醛固酮增多症诊断治疗的专家共识[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2016, 32(3): 188-195.
- [4] LEIPSIC J, LABOUNTY T M, HEILBRON B, et al. Adaptive statistical iterative Reconstruction: assessment of

image noise and image quality in coronary CT angiography[J]. Am J Roentgenol, 2010, 195(3): 649-654.

- [5] 白玫,郑钧正. 多排(层)螺旋 CT 的辐射剂量表达及其影响因素探讨[J]. 辐射防护, 2008(1): 1-12.
- [6] 杨淑敏,李启富. 2016 年美国原发性醛固酮增多症指南解读[J]. 重庆医科大学学报, 2016, 41(11): 1177-1179.
- [7] OMURA K, OTA H, TAKAHASHI Y, et al. Anatomical variations of the right adrenal vein concordance between multidetector computed tomography and catheter venography[J]. Hypertension, 2017, 69(3): 428.
- [8] CESMEBASI A, DU PLESSIS M, IANNATUONO M, et al. A review of the anatomy and clinical significance of adrenal veins[J]. Clin Anat, 2014, 27(8): 1253-1263.
- [9] VONEND O, OCKENFELS N, GAO X, et al. Adrenal venous sampling evaluation of the German Conn's Registry [J]. Hypertension, 2011, 57(5): 990-995.
- [10] OTA H, SEIJI K, KAWABATA M, et al. Dynamic multidetector CT and non-contrast-enhanced Mr for right adrenal vein imaging: comparison with catheter venography in adrenal venous sampling[J]. Eur Radiol, 2016, 26(3): 622-630.
- [11] MORITA S, NISHINA Y, YAMAZAKI H, et al. Dual adrenal venous phase contrast-enhanced MDCT for visualization of right adrenal veins in patients with primary aldosteronism[J]. Eur Radiol, 2016, 26(7): 2073-2077.

(收稿日期:2018-12-18 修回日期:2019-03-23)

(上接第 2170 页)

- [6] KANDASAMY K, PRAWAZ S, CHOUDHURY S, et al. Atorvastatin prevents vascular hyporeactivity to norepinephrine in sepsis: role of nitric oxide and $\alpha 1$ -adrenoceptor mRNA expression[J]. Shock, 2011, 36(1): 76-82.
- [7] LIANG J L, YANG G M, LI T, et al. Interleukin 1 β attenuates vascular $\alpha 1$ adrenergic receptors expression following lipopolysaccharide-induced endotoxemia in rabbits: involvement of JAK2-STAT3 pathway[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2014, 76(3): 762-770.
- [8] SCHMIDT C, KURT B, HÖCHERL K, et al. Inhibition of NF-kappaB activity prevents downregulation of alpha1-adrenergic receptors and circulatory failure during CLP-induced sepsis[J]. Shock, 2009, 32(3): 239-246.
- [9] AWE S O, ADEAGBO A S. Vascular alpha1-adrenoceptors in isolated perfused rat kidney: influence of ageing [J]. Auton Autacoid Pharmacol, 2007, 27(1): 19-26.
- [10] MICHELOTTI G A, BAUMAN M J, SMITH M P, et al. Cloning and characterization of the rat alpha 1a-adrenergic receptor gene promoter. Demonstration of cell specificity and regulation by hypoxia[J]. J Biol Chem, 2003,

278(10): 8693-8705.

- [11] GAO B, KUNOS G. Transcription of the rat alpha 1B adrenergic receptor gene in liver is controlled by three promoters[J]. J Biol Chem, 1994, 269(22): 15762-15767.
- [12] XIN X, YANG N, FABER J E. Platelet-derived growth factor-BB inhibits rat alpha1D-adrenergic receptor gene expression in vascular smooth muscle cells by inducing AP-2-like protein binding to alpha1D proximal promoter region[J]. Mol Pharmacol, 1999, 56(6): 1152-1161.
- [13] 梁家林,刘良明,李涛. IL-1 β 下调 Rho 激酶活性介导脓毒症大鼠血管钙失敏的机制研究[J]. 重庆医学, 2017, 46(28): 3889-3892.
- [14] PEREZ D M, PAPAY R S, SHI T. Alpha1-Adrenergic receptor stimulates interleukin-6 expression and secretion through both mRNA stability and transcriptional regulation: involvement of p38 mitogen-activated protein kinase and nuclear factor-kappaB[J]. Mol Pharmacol, 2009, 76(1): 144-152.

(收稿日期:2018-12-25 修回日期:2019-03-16)