

◇生殖泌尿影像学

Spectral CT-based quantitative analysis of iodine content for differentiating angiomyolipoma with minimal fat and clear cell renal cell carcinoma

LIU Jing-hong, LIU Ai-lian*, TIAN Shi-feng, WANG He-qing, MA Chun-mei, JU Ye, SUN Bo

(Department of Radiology, First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116011, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the differential diagnostic value of iodine content based spectral CT for renal angiomyolipoma (AML) with minimal fat and clear cell renal cell carcinoma (CCRCC). **Methods** Twenty-seven patients with small solid renal masses, including 20 cases of CCRCC and 7 cases of renal AML with minimal fat confirmed with pathology were scanned with spectral CT. The diameter of each tumor was not more than 3 cm. All patients underwent three-phase enhance spectral CT imaging using GE Discovery CT750 HD, the iodine-based material decomposition images were reconstructed with gemstone imaging Viewer, and absolute and normalized iodine concentrations for renal lesions were obtained. All results were analyzed statistically with independent-samples *t* test. The diagnostic performances were evaluated using ROC analysis. **Results** Normalized iodine concentrations of CCRCC were higher than that of renal AML with minimal fat in all three phases ($P < 0.05$). According to ROC, area under curve of normalized iodine concentration was 0.779, 0.943 and 0.900 in the cortex phase, corticomedullary phase and equilibrium phase, respectively. Taking normalized iodine concentration 42.98 ($100 \mu\text{g}/\text{cm}^3$), 68.01 ($100 \mu\text{g}/\text{cm}^3$) and 72.09 ($100 \mu\text{g}/\text{cm}^3$) as threshold values of the cortex phase, corticomedullary phase and equilibrium phase, the sensitivity and specificity was 55.0% and 100%, 85.0% and 100%, 75.0% and 85.7%, respectively. **Conclusion** Taking normalized iodine concentration 68.01 ($100 \mu\text{g}/\text{cm}^3$) as threshold value in the corticomedullary phase can help to differential diagnosis of CCRCC and renal AML with minimal fat.

[Key words] Carcinoma, renal cell; Angiomyolipoma; Tomography, X-ray computed; Gemstone imaging

能谱 CT 碘含量定量分析乏脂性肾血管 平滑肌脂肪瘤与透明细胞癌

刘静红, 刘爱连*, 田士峰, 汪禾青, 马春梅, 鞠 焱, 孙 博

(大连医科大学附属第一医院放射科, 辽宁 大连 116011)

[摘要] **目的** 评价能谱 CT 碘含量对乏脂性肾血管平滑肌脂肪瘤 (AML) 与肾透明细胞癌 (CCRCC) 的鉴别诊断价值。 **方法** 选取在我院接受能谱 CT 扫描且经手术病理证实的肾脏实性肿块患者 27 例, 其中 CCRCC 20 例, 乏脂性 AML 7 例, 直径均 ≤ 3.0 cm。使用 GE Discovery HD 750 能谱 CT 机, 采用能谱扫描模式进行三期动态增强扫描。利用 GSI Viewer 分析软件生成碘水密度图, 记录肿瘤最大层面的绝对碘水密度值和相对碘水密度值。采用独立样本 *t* 检验分析两种病变各期相的绝对碘水密度值、相对碘水密度值的差异; 绘制 ROC 曲线, 分析各期碘水密度值的诊断效能。 **结果** 三期扫描中, CCRCC 的相对碘水密度值均高于乏脂性 AML (P 均 < 0.05)。皮质期、髓质期及延迟期相对碘水密度值的曲线下面积分别为 0.779、0.943 及 0.900。皮质期、髓质期及延迟期相对碘水密度值阈值分别为 42.98 ($100 \mu\text{g}/\text{cm}^3$)、68.01 ($100 \mu\text{g}/\text{cm}^3$)、72.09 ($100 \mu\text{g}/\text{cm}^3$), 诊断 AML 与 CCRCC 的敏感度和特异度分别为 55.0%、100%, 85.0%、100%。

[作者简介] 刘静红 (1979—), 女, 辽宁锦州人, 硕士, 主治医师。研究方向: 泌尿系影像诊断学。E-mail: liujinghong54@163.com

[通讯作者] 刘爱连, 大连医科大学附属第一医院放射科, 116011。E-mail: cjr.liuailian@vip.163.com

[收稿日期] 2013-06-01 **[修回日期]** 2013-08-23

75.0%、85.7%。**结论** 应用能谱 CT 增强扫描,以髓质期相对碘水密度值 $68.01(100\text{ }\mu\text{g}/\text{cm}^3)$ 作为诊断阈值,可以很好地区分乏脂性 AML 与 CCRCC。

[**关键词**] 癌;肾细胞;血管平滑肌脂肪瘤;体层摄影术,X 线计算机;能谱成像

[**中图分类号**] R737.11; R814.42 [**文献标识码**] A [**文章编号**] 1003-3289(2013)11-1878-04

肾血管平滑肌脂肪瘤(angiomylipoma, AML)是肾脏最常见的良性肿瘤,由脂肪、平滑肌和畸形血管组成。临床上对于小而无症状的肾 AML 可观察随访,无需手术治疗,而对肾细胞癌(renal cell carcinoma, RCC)则需手术切除,因此鉴别肾 AML 与 RCC 尤为重要。乏脂性 AML 在 CT 上很难观察到脂肪的存在,约占有 AML 的 4%~5%^[1],因其影像学表现与 RCC 相仿,易被误诊为 RCC 而进行不必要的手术切除。有学者^[2-3]描述了肾乏脂性 AML 的影像学特征,包括平扫 CT 密度高于肾实质,增强扫描呈均匀性强化以及延迟强化等特征,但均缺乏准确客观的量化指标。本研究选取 RCC 中最常见、恶性程度最高的肾透明细胞癌(clear cell renal cell carcinoma, CCRCC)为研究对象,探讨根据能谱 CT 增强扫描碘含量鉴别其与肾脏乏脂性 AML 的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2011 年 8 月—2013 年 2 月在我院接受能谱 CT 扫描且经手术病理证实的肾脏实性肿块患者 27 例,男 16 例,女 11 例,年龄 32~74 岁,中位年龄 56 岁;其中直径≤3 cm 的 CCRCC 20 例,乏脂性 AML 7 例;排除其他肾脏肿块和直径>3 cm 的肿块。本研究经医院伦理委员会批准。

1.2 仪器与方法 采用 GE Discovery HD 750 能谱 CT 机,能谱扫描模式(gemstone imaging, GSI),螺旋扫描速度 0.6 秒/周,探测器宽度 4 cm;电压为高低能量(140 kVp 和 80 kVp)瞬时(0.5 ms)切换,管电流约 550 mA。平扫后采用高压注射器于肘静脉注射碘对比剂(优维显 300 mgI/ml)80~100 ml,流率 3.5 ml/s。皮质期为注药后 26 s 开始扫描,髓质期为皮质期后再延迟 28 s,延迟期为髓质期后 100 s;层厚 5 mm,层间隔 5 mm,重建层厚 1.25 mm,重建层间隔 1.25 mm。

重建图像时均采用标准算法。
1.3 图像后处理 将重建薄层单能量图像导入 GE AW4.5 工作站,利用能谱成像分析软件(GSI Viewer)进行图像观察和处理,由 1 名具有中级职称的影像学诊断医师在不知晓病理结果的情况下进行测量。

在碘水密度图上于肿瘤最大层面选取 ROI,避开出血及坏死区域,保证 ROI 在肿瘤实性成分内,将病灶内 ROI 记录为 ROI_T;在同层面主动脉选取 ROI,记录为 ROI_A;将 ROI_A 的碘水密度值设定为 100 ($100\text{ }\mu\text{g}/\text{cm}^3$),自动生成 ROI_T 的相对碘水密度值;将所有绝对和相对碘水密度值导出并存储。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 20.0 统计分析软件。采用独立样本 *t* 检验分析增强后各期相 CCRCC 与乏脂性 AML 绝对碘水密度值、相对碘水密度值的差异,*P*<0.05 为差异有统计学意义。绘制 ROC 曲线,计算曲线下面积(area under curve, AUC),分析各期相碘水密度值的诊断效能,并选择最佳诊断阈值。

2 结果

2.1 常规 CT 增强表现 常规 CT 增强三期扫描中,乏脂性 AML 表现为明显不均匀强化,有延迟强化;CCRCC 表现为动脉期明显强化,髓质期和延迟期强化幅度有所下降。

2.2 增强三期乏脂性 AML、CCRCC 的绝对及相对碘水密度值见表 1。CCRCC 各期相对碘水密度值均高于乏脂性 AML(*t*=-2.375、-2.497、-3.740, *P*=0.026、0.001、0.001);CCRCC 的绝对碘水密度值在髓质期及延迟期高于乏脂性 AML(*t*=-2.251、-3.848, *P*=0.033、0.019),而在皮质期无明显差异(*t*=-1.196, *P*=0.243)。CCRCC 及 AML 的绝对碘水密度值均为下降趋势;CCRCC 的相对碘水密度值呈先升高后下降趋势,而 AML 呈持续升高趋势。

表 1 乏脂性 AML 与 CCRCC 增强三期碘水密度值比较($100\text{ }\mu\text{g}/\text{cm}^3, \bar{x} \pm s$)

病种	皮质期		髓质期		延迟期	
	绝对碘水密度值	相对碘水密度值	绝对碘水密度值	相对碘水密度值	绝对碘水密度值	相对碘水密度值
乏脂性 AML(<i>n</i> =7)	33.33±15.67	27.57±10.49	28.50±7.39	52.85±10.91	18.27±6.67	53.60±16.65
CCRCC(<i>n</i> =20)	42.62±18.29	42.49±15.32	41.13±14.05	91.91±25.80	27.23±8.59	89.76±23.46
<i>t</i> 值	-1.196	-2.375	-2.251	-2.497	-3.848	-3.740
<i>P</i> 值	0.243	0.026	0.033	0.001	0.019	0.001

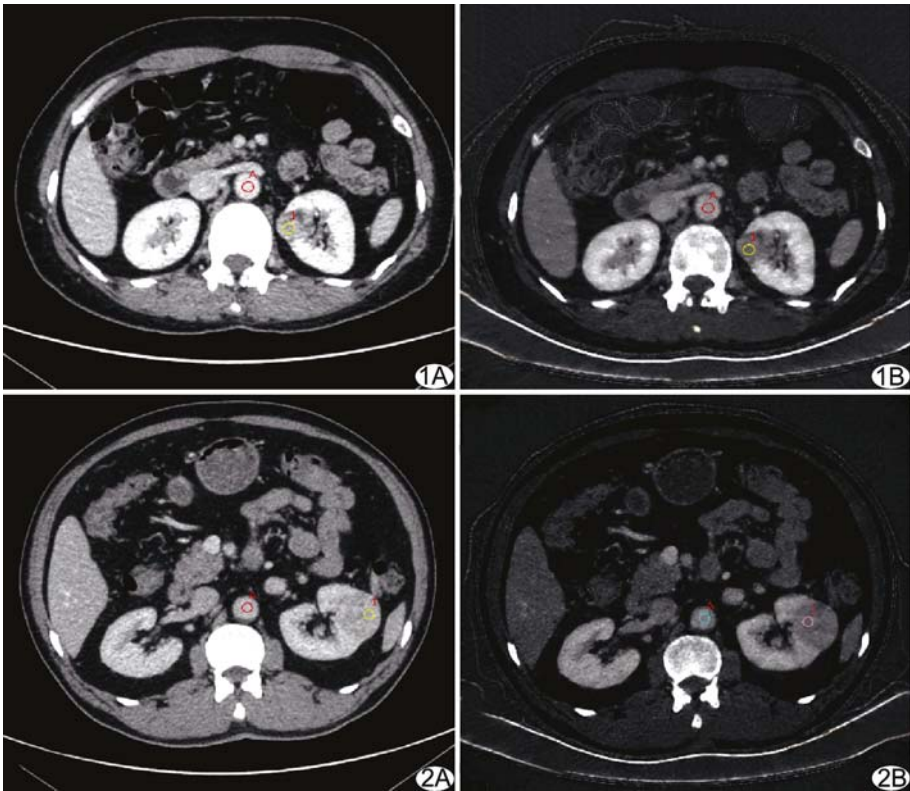


图 1 AML 静脉期 70 keV 图像 A. 单能量图像显示左肾内结节密度低于主动脉密度; B. 碘水密度图显示左肾内结节密度低于主动脉 图 2 CCRCC 静脉期 70 keV 图像 A. 单能量图像显示左肾内结节密度与主动脉密度相仿; B. 碘水密度图显示左肾内结节密度与主动脉相仿

AML、CCRCC 影像学表现及测量值见图 1、2。

2.3 ROC 分析 碘水密度值的诊断效能 ROC 分析结果见表 2、图 3。

表 2 碘水密度值的诊断效能

碘水密度值	AUC	阈值 (100 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	敏感度 (%)	特异度 (%)
绝对碘水密度值				
皮质期	0.800	32.53	80.0	71.4
髓质期	0.643	31.21	75.0	57.1
延迟期	0.786	15.07	95.0	51.7
相对碘水密度值				
皮质期	0.779	42.98	55.0	100
髓质期	0.943	68.01	85.0	100
延迟期	0.900	72.09	75.0	85.7

3 讨论

CCRCC 血供丰富,对比剂在肿瘤内停留时间较短、排出快,不会出现延迟强化;AML 因肿瘤内血管迂曲呈血管瘤样改变,且血管壁较厚,对比剂渗入间质以及排出均需较长时间,所以呈延迟强化^[4-5]。Kim

等^[3]应用双期螺旋 CT 增强扫描对乏脂性 AML 和 RCC 进行研究,发现肿瘤均匀强化和延迟强化是诊断乏脂性 AML 最有价值的 CT 征象,联合应用肿瘤均匀强化和延迟强化诊断 AML 的阳性预测值和阴性预测值分别为 91% 和 87%。

能谱 CT 成像为最新发展起来的 CT 成像技术,在能谱成像中,任何结构或组织能通过两种基物质的组合产生相同的衰减效应,即经过高、低两组电压扫描的 X 线衰减图像可表达为两种基物质的密度图,即进行物质分离。以水、碘配对为例,在水基图上所有含水成分得到特异性显示,并可测得体素内水的密度,水基图上不显示含碘成分;同理,在碘基图上含碘成分得到特异性显示,也可测得体素内的碘含量,不显示含水成分。因此,应用碘基图可以敏感地识别病灶中的含碘对比剂,从而提供强化的确切信

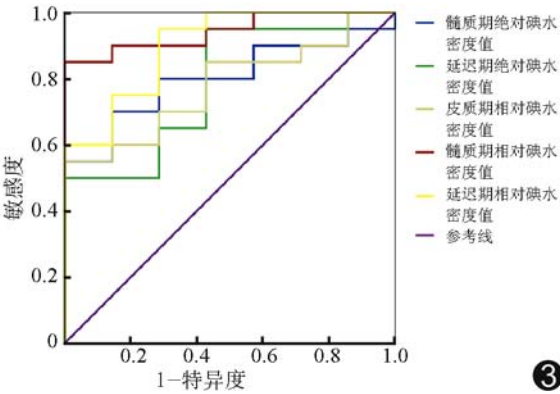


图 3 ROC 曲线

息^[6-10]。本研究应用能谱 CT 特有的碘基物质成像对乏脂性 AML 与 CCRCC 进行鉴别,采用主动脉相应期相和同层面的定量参数值(碘水密度值)作为标准值,对肾脏肿块的定量参数值进行标准化,以消除因循环周期不同所造成的个体差异,结果发现 AML 和 CCRCC 在髓质期的相对碘水密度值均高于皮质期和

延迟期,这是因为髓质期主动脉的强化幅度明显下降,所以病灶的相对碘水密度值增高;另一方面,虽然 CCRCC 在延迟期的相对碘水密度值仍高于 AML,但与髓质期相比,CCRCC 的相对碘水密度值降低,而 AML 的相对碘水密度值升高,这种变化与两种病变不同的病理结构有关^[4-5]。

以往有研究^[11-15]通过确定肿块内有无少量脂肪成分鉴别乏脂性 AML 与 CCRCC,但由于容积效应的作用,少量脂肪成分在 CT 图像上常难以被发现。也有学者^[3]通过观察强化特点进行鉴别,主观性较强,无客观指标。本研究采用能谱成像,通过测量绝对和相对碘水密度值对两种肿块进行鉴别,提出了客观的定量指标,且获得了较高的诊断效能。皮质期相对碘水密度值的阈值为 $42.98(100 \mu\text{g}/\text{cm}^3)$,虽然其特异度达 100%,但其敏感度(55.0%)较低;而延迟期的阈值为 $72.09(100 \mu\text{g}/\text{cm}^3)$,敏感度和特异度均低于髓质期。因此,将髓质期相对碘水密度值 $68.01(100 \mu\text{g}/\text{cm}^3)$ 作为鉴别 AML 与 CCRCC 的阈值,敏感度和特异度分别为 85%和 100%。

本研究的不足之处是样本量较小,还需进一步增大样本量加以验证。

总之,应用能谱 CT 增强扫描髓质期的相对碘水密度值可为鉴别直径 $\leq 3 \text{ cm}$ 的乏脂性 AML 与 CCRCC 提供有效的定量手段。

[参考文献]

- [1] Sant GR, Heaney JA, Ucci AA Jr, et al. Computed tomographic findings in renal angiomyolipoma: An histologic correlation. *Urology*, 1984, 24(3):293-296.
- [2] Jinzaki M, Tanimoto A, Narimatsu Y, et al. Angiomyolipoma: Imaging findings in lesions with minimal fat. *Radiology*, 1997, 205(2):497-502.
- [3] Kim JK, Park SY, Shon JH, et al. Angiomyolipoma with minimal fat: Differentiation from renal cell carcinoma at biphasic helical CT. *Radiology*, 2004, 230(3):677-684.
- [4] Coll DM, Smith RC. Update on radiological imaging of renal cell carcinoma. *BJU Int*, 2007, 99(5 Pt B):1217-1222.
- [5] Yamakado K, Tanaka N, Nakagawa T, et al. Renal angiomyolipoma: Relationships between tumor size, aneurysm formation, and rupture. *Radiology*, 2002, 225(1):78-82.
- [6] 刘爱连,沈云,董越,等.能谱 CT 临床应用图谱.北京:人民军医出版社,2012:1-336.
- [7] Matsumoto K, Jinzaki M, Tanami Y, et al. Virtual monochromatic spectral imaging with fast kilovoltage switching: Improved image quality as compared with that obtained with conventional 120-kVp CT. *Radiology*, 2011, 259(1):257-262.
- [8] Zhao LQ, He W, Li JY, et al. Improving image quality in portal venography with spectral CT imaging. *Eur J Radiol*, 2012, 81(8):1677-1681.
- [9] 郝丽,刘爱连,汪禾青,等.CT 能谱成像鉴别膀胱后壁癌与前列腺增生突入膀胱.中国医学影像技术,2013,29(2):269-272.
- [10] 鞠烨,刘爱连,汪禾青,等.能谱曲线鉴别诊断良恶性浆膜腔积液.中国医学影像技术,2012,28(12):2239-2242.
- [11] Silverman SG, Israel GM, Herts BR, et al. Management of the incidental renal mass. *Radiology*, 2008, 249(1):16-31.
- [12] Kim JY, Kim JK, Kim N, et al. CT histogram analysis: Differentiation of angiomyolipoma without visible fat from renal cell carcinoma at CT imaging. *Radiology*, 2008, 246(2):472-479.
- [13] Catalano OA, Samir AE, Sahani DV, et al. Pixel distribution analysis: Can it be used to distinguish clear cell carcinomas from angiomyolipomas with minimal fat? *Radiology*, 2008, 247(3):738-746.
- [14] Davenport MS, Neville AM, Ellis JH, et al. Diagnosis of renal angiomyolipoma with hounsfield unit thresholds: Effect of size of region of interest and nephrographic phase imaging. *Radiology*, 2011, 260(1):158-165.
- [15] Zhao XJ, Pu JX, Ping JG, et al. Angiomyolipoma with minimal fat: Differentiation from renal cell carcinoma at helical CT. *Chin Med J (Engl)*, 2013, 126(5):991-992.