

· 能谱 CT 影像学专题 ·

双能 CT 成像鉴别肾上腺良恶性病变的初步研究

刘婧, 王鹤, 王霄英, 邱建星, 容蓉, 郭小超, 张玉东, 胡娟, 董健, 李玮, 蒋学祥

【摘要】 目的:通过对肾上腺病变的 CT 能谱特征分析,初步探讨双能 CT 成像在鉴别肾上腺良恶性病变中的价值。方法:在本院行肾上腺 CT 扫描的患者 23 例(共 24 个肾上腺结节),对全部结节的平扫双能 CT 成像的能谱曲线、单能量的密度测量、水-钙和水-碘基物质定量测量和有效原子序数进行分析。结果:经病理及临床诊断,24 例结节中共有良性病变 17 例、交界性肿瘤 4 例、恶性病变 3 例。良性病变的能谱曲线有上升型(3 例)、勺子型(4 例)和下降型三种;而交界性肿瘤和恶性病变均只有下降型一种(7 例)。在不同单能量(40~140 keV)图像上,良性结节的密度值最小 $[(35.5 \pm 37.3) \sim (11.9 \pm 13.3) \text{ HU}]$,交界性肿瘤最高 $[(111.4 \pm 118.9) \sim (29.1 \pm 11.4) \text{ HU}]$,且差异具有统计学意义($P < 0.05$)。水-钙和水碘基物质测量显示恶性病变的含水量最高分别为 (1024.7 ± 8.9) 和 $(1029.9 \pm 7.3) \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$,良性病变低[分别为 (1008.8 ± 10.7) 和 $(1010.3 \pm 12.0) \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$]。而有效原子序数三者之间差异无显著性意义($P > 0.05$)。结论:肾上腺良恶性病变在双能 CT 成像上具有不同的特征。应用双能 CT 成像的多种参数对鉴别良性结节与交界性肿瘤和恶性病变具有很大的潜能。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 能谱成像; 肾上腺病变; 诊断

【中图分类号】 R814.42; R736.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)03-0242-04

Preliminary study of dual energy CT in differentiation of adrenal lesions LIU Jing, WANG He, WANG Xiao-ying, et al. Department of Radiology, the First Hospital of Peking University, Beijing 100034, P. R. China

【Abstract】 **Objective:** To explore the value of dual-energy CT in differentiating benign nodules from malignancies in adrenal glands. **Methods:** Twenty-three patients with 24 adrenal nodules were recruited in this study. Un-enhanced dual energy CT images were analyzed, including depicting energy spectral curves, measuring CT values under each mono keV, water-calcium concentration, water-iodine concentration and Effective-Z. **Results:** Among these 24 nodules, 17 were diagnosed as benign nodules, 4 were pheochromocytomas and 3 were malignancies. The energy spectral curves of benign nodules included ascending type ($n=3$), spoon type ($n=4$) and descending type ($n=10$), while descending type curves were shown in all pheochromocytomas ($n=4$) and malignancies ($n=3$). The CT values of benign nodules were much smaller than those of pheochromocytomas and malignancies under each mono keV ($P < 0.05$). Water concentration was the highest in malignancies. There was no significant difference of Effective-Z in different types of adrenal nodules ($P > 0.05$). **Conclusion:** It is promising to apply dual energy CT with multiple parameters in differentiation of adrenal lesions.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Spectral imaging; Adrenal gland diseases; Diagnosis

肾上腺疾病可表现为单侧或双侧肾上腺结节或增生,如腺瘤、转移瘤、嗜铬细胞瘤、淋巴瘤及出血、囊肿等。很多肾上腺疾病没有特异性的临床表现,特别是无功能的少脂肪型腺瘤和转移瘤,常规影像学检查鉴别诊断有一定难度^[1-3]。

双能 CT 的临床应用是近年来 CT 技术的重要进步^[4-6]。与传统 CT 相比,它采用两种不同能量的射线穿透人体,产生的 X 线衰减信息与人体内物质成分有一定关系。在后处理过程中,可根据穿透人体的不同能量射线的衰减情况,计算出体内的物质成分,并提供不同对比的图像。这种双能 CT 的应用,可对某些疾病的诊断提供较常规 CT 更多的信息,目前主要应用于肾结石的定性分析等。

双能 CT 图像经过后处理,可将人体组织用两种不同成分的基物质来表达(例如水和碘)^[6-8]。也可通过后处理将混合能量的 CT 图像转换为 40~140 keV 范围内任意单能量的 X 线衰减灰度值,形成衰减曲线。常规 CT 图像上,如两种物质 CT 值相似,则这两种组织不能通过 CT 值区分;但在能谱分析时,这两种物质可能具备不同的衰减曲线,就可将其区分开来。因此,双能 CT 提高了 CT 对组织的鉴别能力,可尝试用于全身疾病的诊断。

在临床研究和应用中,双能 CT 成像是具有多参数、能定量分析的新型成像模式。本研究通过对肾上腺病变成分的 CT 能谱特征进行分析,旨在初步探讨双能 CT 成像在鉴别肾上腺良恶性病变中的价值。

材料与方法

1. 研究对象

作者单位: 100034 北京,北京大学第一医院医学影像科

作者简介:刘婧(1983-),女,重庆人,博士研究生,主要从事影像新技术临床应用工作。

通讯作者:王霄英, E-mail: cjr.wangxiaoying@vip.163.com

本研究方案由医院伦理委员会审批同意,所有患者均知情同意。研究对象为2011年3月—2011年6月来我院就诊、于CT扫描中发现有单侧或双侧肾上腺结节的患者。本研究中共33例患者行CT能谱扫描,其中有10例患者失访或临床确诊困难而排除,最终共23例纳入研究中,男9例,女14例,年龄20~83岁,平均(51.2±16.6)岁。23例中共有24个肾上腺结节,其中良性病变17例(包括16例腺瘤、1例髓质瘤)、交界性肿瘤4例(均为嗜铬细胞瘤)、恶性病变2例(包括1例皮质癌、1例肾癌伴肾上腺转移瘤)。

所有病变中12例共13个病变(包括腺瘤5个、髓质瘤1个、嗜铬细胞瘤4个、皮质癌2个和肾癌伴肾上腺转移瘤1个)经手术病理确诊;5例腺瘤经CT平扫随访5~6个月,病变大小变化不超过15%而确立诊断;6例腺瘤由临床医师结合病史和临床资料而确诊。

2. CT检查方法

所有检查在GE Discovery CT750 HD 64排双能CT机上进行。所有检查均采用能谱扫描模式,其中平扫和延迟期(注射对比剂后5 min)扫描范围只包括肾上腺,门脉期(注射对比剂后70 s)扫描范围自膈顶至腹主动脉分叉水平。扫描参数:层厚及层间距均为2.5 mm。球管转速0.6 s/r,探测器宽度为0.625 mm×64i,螺距1.0~1.5,500 mA,电压为高低能量(140和80 kVp)瞬时(0.5 ms)切换,增强扫描采用高压注射器经外周静脉注射碘对比剂80~100 ml,注射流率3~4 ml/s。

3. 图像分析及测量

图像分析及测量均在GE AW4.4工作站上由一位放射科医师完成。本研究仅对各病变的平扫混合能量图像进行分析。首先将混合能量图像载入GSI观察与分析系统(GSI viewer 软件),病变能谱分析选择

病灶最大层面,于病灶中央放置圆形或椭圆形ROI,ROI面积为病灶的1/2~2/3;如密度不均匀,应尽量避开囊性成分;接着保存由系统自动分析获得的所绘制ROI的能谱曲线图及数据文件,此数据文件中包含40~140 keV(以10 keV为间隔)各能量水平的CT值(HU)、各配对基物质(根据本次研究目的选择水-钙和水-碘两种)浓度值(mg/ml)及有效原子序数。

4. 统计分析

所有数据统计学分析均采用SPSS 16.0软件,定量指标的组间比较采用独立样本 t 检验, $P<0.05$ 为差异有显著性意义。

结果

1. 不同单能量水平CT值

良性结节、嗜铬细胞瘤和恶性病变在平扫不同keV(40~140 keV)时的CT均值及组间两两比较结果见表1。其中,良性结节在不同单能量时的密度均值均低于嗜铬细胞瘤和恶性病变,且差异有统计学意义($P<0.05$)。三者之间的密度差异在各单能量水平时趋势一致(表1)。

2. CT平扫能谱曲线特征

17例良性结节的能谱曲线共有3种类型(图1~3):上升型(3例)、勺子型(4例)和下降型(10例);4例嗜铬细胞瘤及3例恶性病变的能谱曲线类型只有下降型一种(图4)。

3. 配对基物质浓度值

三种病变的配对基物质浓度值及统计分析结果见表1。基物质水的浓度在恶性病变中最高,嗜铬细胞瘤其次,良性结节最低;其中,良性结节和恶性病变间的差异有统计学意义(水-钙基物质时: $t=-2.423$, $P=0.026$;水-碘基物质时: $t=-2.703$, $P=0.015$)。

表1 肾上腺良性结节、嗜铬细胞瘤和恶性结节的CT能谱特征参数值及比较

指标	病变性质			良性结节 vs 嗜铬细胞瘤		良性结节 vs 恶性结节		嗜铬细胞瘤 vs 恶性结节	
	良性结节	嗜铬细胞瘤	恶性结节	t 值	P 值	t 值	P 值	t 值	P 值
CT值(HU)									
40keV	35.5±37.3	111.4±118.9	82.9±9.7	-2.340	0.030	-2.140	0.046	0.404	0.703
50keV	25.1±28.0	81.5±78.4	64.2±7.0	-2.515	0.021	-2.360	0.030	0.372	0.725
60keV	18.4±22.4	62.9±53.9	52.6±5.7	-2.700	0.014	-2.576	0.019	0.322	0.760
70keV	16.2±18.8	51.0±39.1	46.1±5.5	-2.639	0.014	-2.678	0.015	0.212	0.841
80keV	15.1±16.7	43.4±29.8	42.0±6.2	-2.625	0.017	-2.701	0.015	0.078	0.941
90keV	14.7±15.8	38.9±23.2	39.3±6.1	-2.530	0.020	-2.612	0.018	-0.028	0.978
100keV	13.8±14.9	35.4±19.0	37.2±6.4	-2.500	0.022	-2.636	0.017	-0.151	0.886
110keV	13.1±14.3	33.1±16.0	35.8±6.6	-2.472	0.023	-2.659	0.016	-0.269	0.799
120keV	12.6±13.9	31.4±14.0	34.8±6.7	-2.435	0.025	-2.666	0.016	-0.376	0.722
130keV	12.2±13.6	30.1±12.6	33.9±6.8	-2.397	0.027	-2.672	0.016	-0.476	0.654
140keV	11.9±13.3	29.1±11.4	33.4±6.8	-2.368	0.029	-2.684	0.015	-0.570	0.594
有效原子序数	7.76±0.3	8.2±0.8	8.0±0.1	-2.038	0.056	-1.578	0.132	0.431	0.684
水-钙(mg/ml)	1008.8±10.7	1013.7±12.2	1024.7±8.9	-0.808	0.429	-2.423	0.026	-1.313	0.246
水-碘(mg/ml)	1010.3±12.0	1023.3±6.8	1029.9±7.3	-2.060	0.053	-2.703	0.015	-1.236	0.272

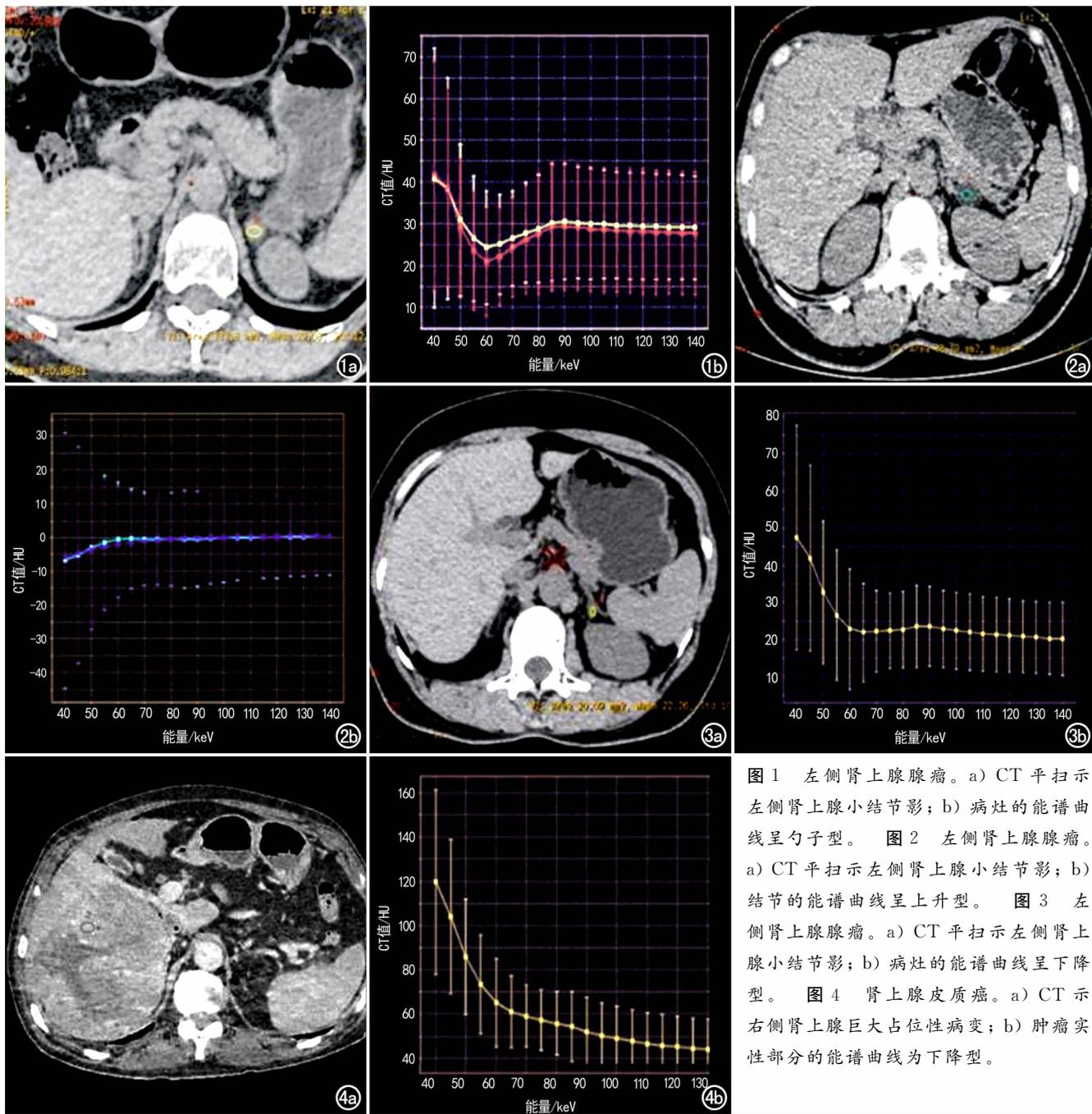


图1 左侧肾上腺腺瘤。a) CT平扫示左侧肾上腺小结节影；b) 病灶的能谱曲线呈勺子型。图2 左侧肾上腺腺瘤。a) CT平扫示左侧肾上腺小结节影；b) 结节的能谱曲线呈上升型。图3 左侧肾上腺腺瘤。a) CT平扫示左侧肾上腺小结节影；b) 病灶的能谱曲线呈下降型。图4 肾上腺皮质癌。a) CT示右侧肾上腺巨大占位性病变；b) 肿瘤实性部分的能谱曲线为下降型。

4. 有效原子序数比较

良性结节的有效原子序数最低,其次为恶性结节,嗜铬细胞瘤最高,但两两比较差异均无统计学意义。

讨论

近年来,随着影像技术的进步和革新,双能CT已经开始应用于临床,虽然相关文献报道已有不少^[4-5,9-10],但很少有双能CT在肾上腺病变中应用的相关研究^[11]。本研究不仅发现了肾上腺病变在双能CT的特征表现,还发现了能谱在鉴别肾上腺良恶性病变的潜在价值。

能谱曲线图反映了物质在不同keV水平的单能量图像,它显示了不同病变和人体组织随着X射线能

量水平(keV)的变化而变化的X线衰减系数(HU)。是否含脂质通常是鉴别肾上腺腺瘤和转移瘤的一个关键因素,但部分腺瘤为少脂肪型,在混合能量CT图像上进行密度测量时,鉴别比较困难。

通常认为,上升趋势的能谱曲线代表了脂肪成分。在本研究中一些富含脂肪的腺瘤即表现出这样的趋势。其中1例腺瘤,平扫CT值未显示脂肪,但表现为上升型的能谱曲线,从而增加了诊断为腺瘤的依据。此外,笔者还发现一些腺瘤的能谱曲线呈勺子型,即在50~80 keV曲线呈下凹型,而后缓慢上升,这是在其它组织器官中还未被发现的能谱曲线类型。笔者认为其意义也应该等同于上升型的能谱曲线,即认为此物质中含脂质,这有可能是体素中脂质与其它物质混合

表现出的综合结果。在本研究中,良性结节可有3种能谱曲线表现:即上升型、勺子型和下降型,而交界性的嗜铬细胞瘤和恶性肿瘤只有下降型一种类型。因此,勺子型和上升型的能谱曲线可能为判别良性结节的特征性表现。

本组结果显示,良性结节在不同能量下的密度均明显低于嗜铬细胞瘤和恶性病变,尤其是良性结节和恶性病变的密度差异较大,在今后的研究中可以增加样本量从而估算出不同病变在各个能量水平时的密度界值范围,从而为鉴别良恶性病变提供更多的方法和思路。

物质的定量分析是双能CT的另一个特点。虽然目前可以组合配对的基物质比较多,但基于肾上腺病变的病理特征,笔者选取水-钙和水-碘。在本研究中发现恶性病变的含水量最多,笔者推测这与其细胞丰富密集有关,尚待进一步研究证实。

由于本研究是将双能CT应用于肾上腺病变的初步研究,有一定的局限性:样本量较少,尤其是恶性病变,在今后的研究中需不断增加样本量来探讨能谱CT检查更多的优势。另外,在增大样本量的同时还应进一步细分不同病理类型的肾上腺病变,对其脂肪含量与能谱参数进行对照研究,其前景应该更为宽广。将双能CT平扫与增强相结合,可能会提供更多的信息。

参考文献:

[1] Bovio S, Cataldi A, Reimondo G, et al. Prevalence of adrenal incidentaloma in a contemporary computerized tomography series[J]. J Endocrinol Invest, 2006, 29(4): 298-302.

[2] Song JH, Chaudhry FS, Mayo-Smith WW. The incidental adrenal mass on CT: prevalence of adrenal disease in 1049 consecutive adrenal masses in patients with no known malignancy[J]. AJR, 2008, 190(5): 1163-1168.

[3] Caoili EM, Korobkin M, Francis IR, et al. Adrenal masses: characterization with combined nonenhanced and delayed enhanced CT[J]. Radiology, 2002, 222(3): 629-633.

[4] Pache G, Krauss B, Strohm P, et al. Dual-energy CT virtual non-calcium technique: detecting posttraumatic bone marrow lesions: feasibility study[J]. Radiology, 2010, 256(2): 617-624.

[5] Takahashi N, Vrtiska TJ, Kawashima A, et al. Detectability of urinary stones on virtual nonenhanced images generated at pyelographic-phase dual-energy CT[J]. Radiology, 2010, 256(1): 184-190.

[6] Johnson TR, Krauss B, Sedlmair M, et al. Material differentiation by dual energy CT: initial experience[J]. Eur Radiol, 2007, 17(6): 1510-1517.

[7] Graser A, Johnson TRC, Chandarana H, et al. Dual energy CT: preliminary observations and potential clinical applications in the abdomen[J]. Eur Radiol, 2009, 19(1): 13-23.

[8] Di Chiro G, Brooks RA, Kessler RM, et al. Tissue signatures with dual-energy computed tomography[J]. Radiology, 1979, 131(2): 521-523.

[9] Wang B, Gao Z, Zou Q, et al. Quantitative diagnosis of fatty liver with dual-energy CT: an experimental study in rabbits[J]. Acta Radiol, 2003, 44(1): 92-97.

[10] Raptopoulos V, Karellas A, Bernstein J, et al. Value of dual energy CT in differentiating focal fatty infiltration of the liver from low-density masses[J]. AJR, 1991, 157(4): 721-725.

[11] Gupta RT, Ho LM, Marin D, et al. Dual-energy CT for characterization of adrenal nodules: initial experience[J]. AJR, 2010, 194(6): 1479-1483.

(收稿日期:2012-02-03 修回日期:2012-02-21)

《请您诊断》栏目征文启事

《请您诊断》是本刊2007年新开辟的栏目,该栏目以临床上少见或容易误诊的病例为素材,杂志在刊载答案的同时配发专家点评,以帮助影像医生更好地理解相关影像知识,提高诊断水平。栏目开办3年来受到广大读者欢迎。

本栏目欢迎广大读者踊跃投稿,并积极参与《请您诊断》有奖活动。

《请您诊断》来稿格式要求:①来稿分两部分刊出,第一部分为病例资料和图片;第二部分为全文,即病例完整资料(包括病例资料、影像学表现、图片及详细图片说明、讨论等);②来稿应提供详细的病例资料,包括病史、体检资料、影像学检查及实验室检查资料;③来稿应提供具有典型性、代表性的图片,包括横向图片(X线、CT或MRI等不同检查方法得到的影像资料,或某一检查方法的详细图片,如CT平扫和增强扫描图片)和纵向图片(同一患者在治疗前后的动态影像资料,最好附上病理图片),每张图片均需详细的图片说明,包括扫描参数、序列、征象等,病变部位请用箭头标明。

具体格式要求请参见本刊(一个完整病例的第一部分请参见本刊正文首页,第二部分请参见2个月后的杂志最后一页,如第一部分问题在1期杂志正文首页,第二部分答案则在3期杂志正文末页)

联系人:石鹤 联系电话:027-83662887

(本刊编辑部)