

论 著

能谱CT成像在鉴别肾上腺意外瘤的价值研究*

史 展* 张亚斌 张丹卉

河南科技大学第一附属医院影像中心
(河南 洛阳 471000)

【摘要】目的 分析能谱CT成像在鉴别肾上腺意外瘤的价值。方法 选择本院2020年10月至2023年5月期间收治的29例肾上腺意外瘤患者为研究对象,对其临床资料进行回顾性分析,所有患者经手术病理均证实为肾上腺意外瘤,全部开展了CT平扫和能谱CT扫描,对其检测结果进行分析。结果 肾上腺腺瘤患者的囊变例数、肿块大小、门脉期均匀强化例数、平扫CT值和肾上腺嗜铬细胞瘤患者对比,有显著差异($P<0.05$)肾上腺腺瘤动脉期40-140KeV单能量的CT值和肾上腺嗜铬细胞瘤相比,肾上腺腺瘤门脉期70-140KeV单能量的CT值和肾上腺嗜铬细胞瘤相比,差异显著($P<0.05$)肾上腺腺瘤动脉期和门脉期的NIC明显低于肾上腺嗜铬细胞($P<0.05$)。肾上腺腺瘤动脉期NHIC明显低于肾上腺嗜铬细胞($P<0.05$)。肾上腺腺瘤门脉期NHIC和肾上腺嗜铬细胞瘤无明显对比差异($P>0.05$)。动脉期NIC鉴别诊断肾上腺腺瘤、肾上腺嗜铬细胞瘤的ROC曲线面积最大,多于门脉期NIC和动脉期NHIC。动脉期NIC敏感度和特异度高于门脉期NIC和动脉期NHIC。动脉期NIC的准确率高于门脉期NIC和动脉期NHIC。结论 能谱CT影像学特征在鉴别诊断肾上腺意外瘤中的肾上腺腺瘤和肾上腺嗜铬细胞瘤有显著作用,而动脉期NIC的敏感度、特异度、准确率均较高。

【关键词】能谱CT; 肾上腺意外瘤; 肾上腺腺瘤; 肾上腺嗜铬细胞瘤

【中图分类号】R736.6

【文献标识码】A

【基金项目】河南省科技攻关计划

项目(LHGJ20210588)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.05.039

The Value of Spectral CT Radiomics Features in the Identification of Adrenal Incidentaloma*

SHI Zhan*, ZHANG Ya-bin, ZHANG Dan-hui.

Imaging Center, the First Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the value of spectral CT radiomics features in the identification of adrenal incidentaloma. **Methods** 29 patients with adrenal incidental tumors admitted to our hospital from October 2020 to May 2023 were selected as the research subjects, and their clinical data were retrospectively analyzed. All patients were confirmed to have adrenal incidental tumors by surgical pathology. CT plain scan and spectral CT scan were carried out, and the detection results were analyzed. **Results** Compared with patients with adrenal adenoma, there were significant differences ($P<0.05$) in the number of cases of cystic degeneration, tumor size, uniform enhancement in the portal phase, and plain CT value ($P<0.05$) in the arterial phase of adrenal adenoma. Compared with the CT value of 40-140KeV single energy and adrenal pheochromocytoma, the CT value of 70-140KeV single energy in the portal phase of adrenal adenoma was significantly different from that of adrenal pheochromocytoma ($P<0.05$). The NIC in the arterial phase and portal phase was significantly lower than that in adrenal chromaffin cells ($P<0.05$). The NHIC in arterial phase of adrenal adenoma was significantly lower than that of adrenal chromaffin cells ($P<0.05$). Adrenal adenoma portal phase NHIC and adrenal pheochromocytoma no significant difference ($P>0.05$). The area of the ROC curve for the differential diagnosis of adrenal adenoma and adrenal pheochromocytoma in arterial phase NIC was the largest, more than that in portal venous phase NIC and arterial phase NHIC. The sensitivity and specificity of NIC in arterial phase were higher than NIC in portal venous phase and NHIC in arterial phase. The accuracy of NIC in arterial phase was higher than NIC in portal venous phase and NHIC in arterial phase. **Conclusion** Spectral CT radiomics features have a significant role in the differential diagnosis of adrenal adenoma and adrenal pheochromocytoma in adrenal incidentaloma, while the sensitivity, specificity and accuracy of arterial phase NIC are higher.

Keywords: Spectral CT; Adrenal Incidentaloma; Adrenal Adenoma; Adrenal Pheochromocytoma

肾上腺意外瘤通常是经体检或者非肾上腺疾病检查过程中,经腹部影像检查意外发现的肾上腺占位病变。该疾病患病率随着年龄的增加而增加,60-70岁群体占比6%,且在男性与女性中无明显患病差异^[1]。在尸检中肾上腺意外瘤有1.0%-8.7%检出率,其中70岁以上群体有10%以上患病率^[2-3]。肾上腺意外瘤主要有嗜铬细胞瘤、髓样脂肪瘤、腺瘤等,其中腺瘤最为常见,但是一些腺瘤中含脂量较低,在腺瘤中占比10%-40%,此类腺瘤灶MRI和CT平扫中无特异性表现^[4]。肾上腺意外瘤种类不同,其手术、治疗等方式有一定差异,因此选择合适的检查手段有效诊断十分重要。MRI和常规CT在肾上腺意外瘤诊断中具有一定局限性,而随着影像技术的不断发展,能谱CT成像技术在临床中广泛应用。和常规CT相比,能谱CT可以对并在进行多参数定量分析、物质定量分析,诊断效能较好。本次研究针对能谱CT成像在鉴别肾上腺意外瘤的价值展开了研究。详细内容如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2020年10月至2023年5月期间收治的29例肾上腺意外瘤患者为研究对象,对其临床资料进行回顾性分析,经病理确诊为肾上腺嗜铬细胞瘤的有7例,确诊为肾上腺腺瘤的有22例。患者中15例男性、14例女性,年龄47-78岁,平均年龄(62.48 ± 13.69)岁。

纳入标准:所有患者有完成的临床资料和检查资料;患者肾上腺肿块直径为1-4厘米;患者经病理检查确诊。排除标准:肾上腺病变直径不超过1cm或者超过4cm患者。

1.2 方法 (1)CT检查:所有患者选择GE Revolution CT扫描仪,对患者进行上腹扫描,首先进行上腹扫描,之后再行增强扫描,以能谱扫描模式进行增强扫描,并进行双期动态扫描,即门脉期和动脉期。完成定位扫描后,将扫描范围定为2/3肝脏至右肾2/3位置,CT平扫选择传统螺旋扫描模式,以12kVp为管电压。之后注射非离子型造影剂80-100mL(1.5mL/kg),以每秒3mL为注射流率,进行动脉期扫描。将门脉期和动脉期肾上腺肿瘤扫描范围缩小,可减少患者的辐射剂量。动脉期起始扫描时间,扫描以腹腔干水平腹主动脉内CT值监测促发,以100HU为监测阈值,到达阈值后,8秒延迟后进行扫描,在动脉期扫描结束40秒后进行门静脉期扫描。动脉期和门脉期扫描参数包括:以80与140kVp为管电压能量,瞬时高速切换,以600mA为管电流,64×0.625mm为探测器宽度,0.984为螺距,0.6秒/周为螺旋扫描速度,21.84mGy为CT剂量指数。选择两组重建模式,第一组:常规混合能量图像(140kVp),5.00mm为层距和层厚;第二

【第一作者】史 展,男,主治医师,主要研究方向:医学影像研究。E-mail: SZZZ656@163.com

【通讯作者】史 展

组：单能量图像(70keV)，1.25mm为层距和层厚，以标准算法重建图像，使用能谱分析软件 GSI viewer处理第二组图像，进而获取40~140 keV单能量图像、能谱曲线、水基图像、散点图、碘基图像等。常规扫描：注射80-100mL(15mL/kg)非离子型造影剂，以每秒3mL为注射流速，完成造影剂注射60秒后，静脉期扫描，15min后延迟期扫描。

(2)图像分析和测量：通过专业工作站AW4.7对图像进行处理，在科室内选择两名有诊断经验的放射科医师进行诊断。在GSIviewer软件中录入70KeV，1.25mm的单能量图像，在病灶上选择类圆形或者圆形ROI区域，第一个ROI尽可能的包含了病灶实质，将钙化、出血、坏死以及囊变区避开。第二个ROI尽可能的包含了病变强化部分。尽可能的在双期相同位置、层面进行扫描，获得ROI数据后存储。数据主要包含了40-140keV的CT值(HU)以及相应的基物质浓度值(g/L)。测量与计算的数据主要包含：(1)病灶CT值，水(碘)浓度，碘(水)浓度，主动脉的碘(水)浓度；(2)计算标准化碘浓度(NIC)： $IC_{病灶}/IC_{腹主}=NIC$ ，其中腹主动

脉的碘(水)浓度为 $IC_{腹主}$ ，第一个ROI的IC病灶碘(水)浓度为 $IC_{病灶}$ ；(3)计算最高标准化碘浓度(NHIC)， $IC_{病灶}/IC_{腹主}=NHIC$ ，其中腹主动脉的碘(水)浓度为 $IC_{腹主}$ ，第二个ROI的IC病灶碘(水)浓度为 $IC_{病灶}$ ；(4)计算门静脉期和动脉期病灶碘浓度差异(ICD)， $1IC_{动脉期}-1IC_{门脉期}=ICD$ ，上述测量数据全部进行三次测量，取平均值。

1.3 统计学分析 此次研究以统计软件SPSS 25.0对一般资料和能谱CT测量数据进行分析，计量资料以均数±标准差表示，用t检验，计数资料以百分比率(%)表示，用 χ^2 检验，经ROC曲线分析诊断效能， $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料和平扫CT详情 肾上腺腺瘤患者的年龄、男女例数、病灶钙化例数、门脉期均匀强化例数与肾上腺嗜铬细胞瘤患者对比，无显著差异($P>0.05$)。肾上腺腺瘤患者的囊变例数、肿块大小、门脉期均匀强化例数、平扫CT值(见图1)和肾上腺嗜铬细胞瘤患者对比，有显著差异($P<0.05$)，详见表1。

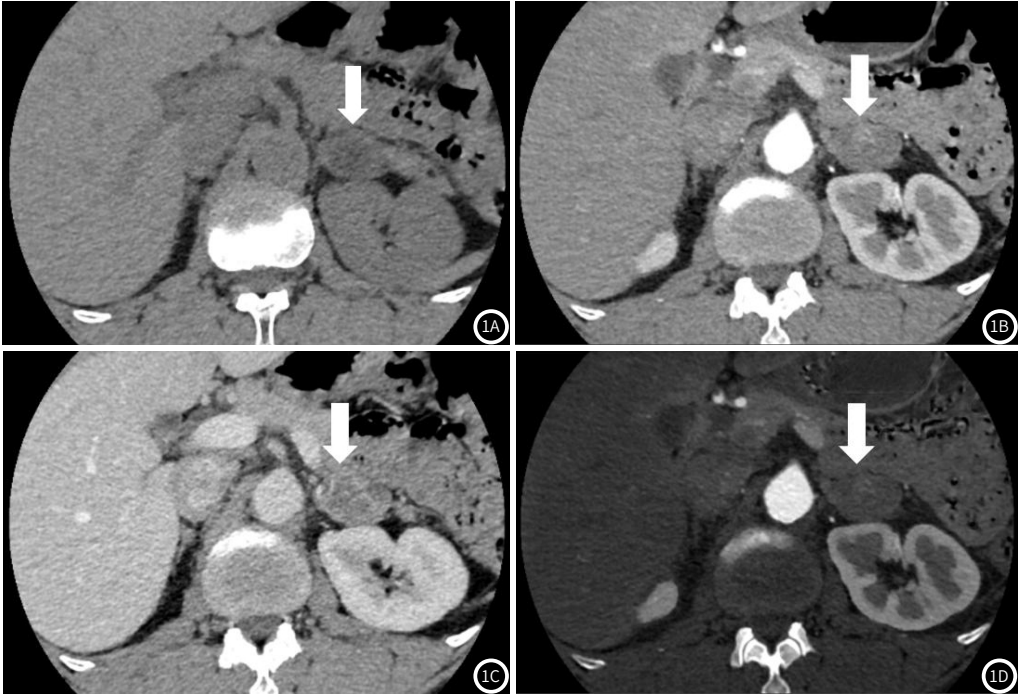


图1A-图1D 男，49岁，左侧肾上腺皮质腺瘤，图1A-1C分别为平扫、动脉期及门脉期图像，显示左侧肾上腺占位，长径约3.3cm，平扫CT值约21HU，动脉期CT值约58HU，门脉期CT值约60HU，图1D为碘基图像。

表1 患者一般资料和平扫CT详情

项目	肾上腺腺瘤(n=22)	肾上腺嗜铬细胞瘤(n=7)	t	P
年龄	60.48±9.69	63.14±12.07	0.597	0.555
性别(男/女)	12/10	3/4	0.291	0.590
密度改变				
钙化	0	1	3.255	0.071
囊变	1	4	10.296	0.0001
肿块大小(cm)	2.11±0.55	3.10±0.68	3.924	0.001
均匀强化				
门脉期	18	4	1.766	0.184
动脉期	13	1	4.269	0.039
平扫CT值(HU)	30.14±14.05	43.36±10.89		

2.2 动脉期单能量标准化CT值 肾上腺腺瘤动脉期40KeV、70KeV、80KeV、90KeV、100KeV、110KeV、120KeV、130KeV、140KeV单能量的CT值和肾上腺嗜铬细胞瘤相比，差异显著($P<0.05$)。详见表2：

2.3 门脉期单能量标准化CT值 肾上腺腺瘤门脉期70KeV、80KeV、90KeV、100KeV、110KeV、120KeV、130KeV、140KeV单能量的CT值和肾上腺嗜铬细胞瘤相比，差异显著($P<0.05$)。详见表3。

2.4 动脉期、门脉期单能量CT值能谱曲线 肾上腺腺瘤、肾上腺嗜铬细胞瘤病灶在40KeV、50KeV、60KeV、70KeV、80KeV、90KeV、100KeV、110KeV、120KeV、130KeV、140KeV单能量CT值明显不相同，在动脉期、门脉期肾上腺腺瘤CT值低于肾上腺嗜铬细胞瘤，且随着单能量的增加而减少，详见图2。

表2 动脉期单能量标准化CT值

动脉期	单能量(KeV)										
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
肾上腺腺瘤(n=22)	0.18±0.02	0.18±0.02	0.18±0.01	0.16±0.02	0.15±0.03	0.14±0.03	0.15±0.01	0.14±0.02	0.14±0.03	0.13±0.02	0.13±0.05
肾上腺嗜铬细胞瘤(n=7)	0.12±0.01	0.14±0.11	0.19±0.03	0.22±0.01	0.24±0.01	0.27±0.02	0.32±0.02	0.35±0.02	0.39±0.03	0.44±0.03	0.47±0.05
t	10.710	1.683	1.383	10.710	12.444	13.251	21.457	24.196	20.511	25.434	15.670
P	0.000	0.104	0.178	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

2.5 患者病灶动脉期、门脉期的NIC、NHIC详情 肾上腺腺瘤动脉期和门脉期的NIC明显低于肾上腺嗜铬细胞瘤($P<0.05$)。肾上腺腺瘤动脉期NHIC明显低于肾上腺嗜铬细胞瘤($P<0.05$)。肾上腺腺瘤门脉期NHIC和肾上腺嗜铬细胞瘤无明显对比差异($P>0.05$)，详见表4。

2.6 能谱CT的诊断效能 动脉期NIC鉴别诊断肾上腺腺瘤、肾

上腺嗜铬细胞瘤的ROC曲线面积最大，多于门脉期NIC和动脉期NHIC。动脉期NIC敏感度(89%)和特异度(86%)高于门脉期NIC(67%、84%)和动脉期NHIC(77%、84%)。动脉期NIC的准确率为86.21%，高于门脉期NIC的72.41%和动脉期NHIC的79.31%。详见表5、图3。

表3 门脉期单能量标准化CT值

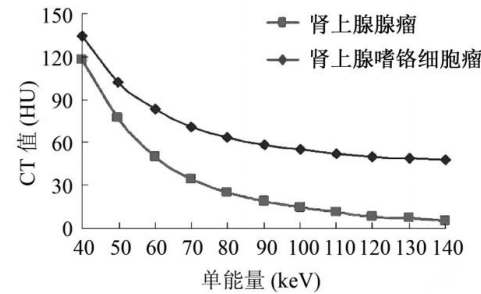
静脉期	单能量(KeV)										
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
肾上腺腺瘤(n=22)	0.50±0.12	0.51±0.06	0.49±0.15	0.43±0.12	0.41±0.16	0.38±0.15	0.32±0.15	0.33±0.18	0.29±0.16	0.25±0.17	0.24±0.15
肾上腺嗜铬细胞瘤(n=7)	0.49±0.08	0.51±0.07	0.54±0.06	0.61±0.06	0.67±0.07	0.72±0.11	0.77±0.12	0.84±0.15	0.90±0.18	0.99±0.20	1.03±0.22
t	0.255	0.000	1.305	5.355	6.147	6.527	8.147	7.478	7.998	8.802	8.816
P	0.801	1.000	0.203	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表4 患者病灶动脉期、门脉期的NIC、NHIC详情

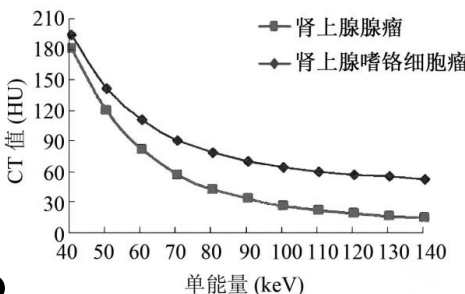
类型	NIC		NHIC	
	动脉期	门脉期	动脉期	门脉期
肾上腺腺瘤(n=22)	0.15±0.09	0.46±0.15	0.33±0.14	0.82±0.36
肾上腺嗜铬细胞瘤(n=7)	0.33±0.13	0.63±0.28	0.55±0.17	1.02±0.29
t	4.137	2.096	3.444	1.333
P	0.000	0.046	0.000	0.194

表5 能谱CT的诊断效能

项目	门脉期NIC	动脉期NIC	动脉期NHIC
ROC曲线面积	0.720	0.866	0.839
敏感度	67%	89%	77%
特异度	84%	86%	84%
准确率	72.41(21/29)	86.21%(25/29)	79.31%(23/29)

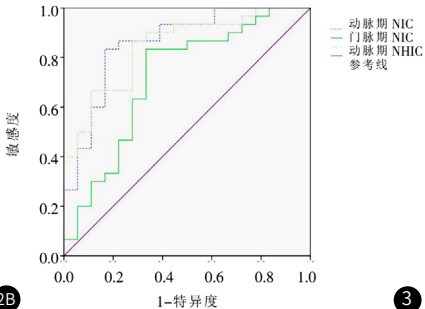


2A



2B

图2A-图2B 肾上腺腺瘤、肾上腺嗜铬细胞瘤相能谱曲线(注A为动脉期，B为门脉期)
图3 能谱CT鉴别诊断肾上腺腺瘤、肾上腺嗜铬细胞瘤的ROC曲线



3

3 讨论

部分肾上腺意外瘤无显著临床症状，一般是经腹部CT见检查偶然被发现。有研究显示，在经腹部CT检查的患者中意外发现肾上腺占位的患者占比3%-7%，大部分均属于无功能腺瘤^[5]。随着影像技术的不断发展，肾上腺意外瘤检出率逐渐增高。在肾上腺意外瘤中，确定其性质也十分重要，不同种类的处理方式有明显差异，比如囊肿、血肿、髓样脂肪瘤、无功能肿瘤无需特别处理，随访即可，但是如果为肾上腺腺瘤、肾上腺嗜铬细胞瘤等，就要开展进一步治疗^[6-8]。但是其是否进行治疗和治疗方法均是在影像学检查结果基础上进行判断的。临床中诊断肾上腺腺瘤一般是经绝对廓清率和相对廓清率进行^[9-11]。但是有学者研究认为，计算廓清对延迟扫描时间、对比剂注射量和注射速度要求较高，再加上扫描剂量大、检测费用高等原因，导致其在临床中广泛应用受限^[12-13]。还有研究指出，无法经过肾上腺廓清率鉴别肾上腺腺瘤、肾上腺嗜铬细胞瘤^[14]。

针对肾上腺腺瘤、肾上腺嗜铬细胞瘤的鉴别诊断难点是，如果肾上腺嗜铬细胞瘤病灶直径小于4cm，有不典型CT表现，即门脉期和动脉期明显、均匀强化肿块，这和肾上腺转移瘤、肾上腺皮质瘤的表现较为相近，因此使用平扫CT无法精准鉴别诊断肾上腺腺瘤、肾上腺嗜铬细胞瘤^[15-16]。

目前使用能谱CT鉴别诊断肿瘤有多种优势，该技术参多，有基物质含量、有效原子序数、能谱曲线、单能量图像等，在鉴别诊断肾上腺腺瘤、肾上腺嗜铬细胞瘤上有显著优势^[17]。此

次研究中，在较低单能量下，标准化CT值无显著差异，随着能量的提升，肾上腺嗜铬细胞瘤静脉期和动脉期70KeV、80KeV、90KeV、100KeV、110KeV、120KeV、130KeV、140KeV单能量标准化CT值均高于肾上腺腺瘤，其他低能量无显著差异。这可能是两种瘤体细胞有较高密度，并以条状进行排列，因此低能量时，射线无法完全穿透组织，导致无显著衰减变化^[18]。在肾上腺腺瘤中，有着十分丰富的胞浆，且多于肾上腺嗜铬细胞瘤，肾上腺腺瘤能量穿透较少，而肾上腺嗜铬细胞瘤穿透较多，因此在高能量下，两者有显著差异^[19-20]。本次研究还发现肾上腺腺瘤动脉期和门脉期的NIC明显低于肾上腺嗜铬细胞($P<0.05$)。肾上腺腺瘤动脉期NHIC明显低于肾上腺嗜铬细胞($P<0.05$)。肾上腺腺瘤门脉期NHIC和肾上腺嗜铬细胞瘤无明显对比差异($P>0.05$)。动脉期NIC鉴别诊断肾上腺腺瘤、肾上腺嗜铬细胞瘤的ROC曲线面积最大，多于门脉期NIC和动脉期NHIC。动脉期NIC敏感度、特异度高于门脉期NIC和动脉期NHIC。动脉期NIC的准确率高于门脉期NIC和动脉期NHIC。可见能谱增强CT对肾上腺腺瘤、肾上腺嗜铬细胞瘤可以有效鉴别诊断，而动脉期NIC的敏感度、特异度、准确率均较高。

综上所述，能谱CT成像在鉴别诊断肾上腺意外瘤中的肾上腺腺瘤和肾上腺嗜铬细胞瘤有显著作用，而动脉期NIC的敏感度、特异度、准确率均较高。

(参考文献下转第149页)

