

本文引用格式:付玉洁,谢军,马培旗,等.简化增强 CT 在肾上腺乏脂性腺瘤与小转移瘤鉴别诊断中的价值[J].安徽医学,2024,45(5):592-597.DOI:10.3969/j.issn.1000-0399.2024.05.012

## 简化增强 CT 在肾上腺乏脂性腺瘤与小转移瘤鉴别诊断中的价值

付玉洁 谢军 马培旗 杜海涛 沈俊杰

**[摘要]** 目的 探讨联合平扫 CT 和门静脉期 CT 鉴别肾上腺乏脂性腺瘤和转移瘤的价值。方法 回顾性分析 2018 年 1 月至 2022 年 12 月阜阳市人民医院经临床随访证实或手术病理证实的肾上腺乏脂性腺瘤患者 42 例和肾上腺转移瘤患者 43 例的临床和影像资料,对两组患者的一般临床资料以及肿瘤分布、形态、囊变、钙化进行分析,测量病灶的大小和 CT 值,计算绝对增强值和相对增强比。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析两组肿瘤中有统计学意义连续变量的诊断效能。结果 两组患者性别、年龄、高血压、肿瘤病史差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );肿瘤分布、形态、囊变情况差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),钙化情况差异无统计学意义( $P > 0.05$ );平扫 CT 值、门静脉期 CT 值、绝对增强值、相对增强比,以及病灶的大小、长径差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),短径差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。ROC 曲线结果显示,当相对增强比大于阈值 169% 时,其诊断肾上腺乏脂性腺瘤的曲线下面积(AUC)、灵敏度、特异度分别为 0.982、88% 和 98%。结论 简化增强 CT(联合平扫 CT 及门静脉期 CT)的相对增强比阈值为 169% 时,可准确区分肾上腺乏脂性腺瘤和转移瘤,特别是平扫值在 10~30 HU 的病灶。

**[关键词]** 肾上腺肿瘤;肾上腺乏脂性腺瘤;肾上腺转移瘤;鉴别诊断;电子计算机断层扫描

doi:10.3969/j.issn.1000-0399.2024.05.012

肾上腺腺瘤是肾上腺最常见的良性肿瘤,大约有 70% 的肾上腺腺瘤 CT 值  $\leq 10$  HU,诊断为富脂性腺瘤,另外约 30% CT 值  $> 10$  HU 的称为肾上腺乏脂性腺瘤(adrenal lipid-poor adenoma, Lp-AA)<sup>[1]</sup>;肾上腺转移瘤(adrenal metastases, AM)是肾上腺最常见的恶性肿瘤,其与 Lp-AA 的平扫 CT 值之间有重叠,虽然一般通过形态学、临床病史对二者进行鉴别,但对有些直径较小( $< 4$  cm)、形态规则的转移瘤,不易与 Lp-AA 鉴别。MRI 化学位移成像对乏脂性病变的敏感性欠佳,鉴别能力有限<sup>[1]</sup>,研究发现纹理分析可以鉴别 Lp-AA 和 AM<sup>[2-3]</sup>,曲线下面积(area under the curve, AUC)均为 0.8,但其样本量相对较少,且对后处理技术要求高;之前对于肾上腺腺瘤往往采用增强 CT 计算廓清率的方法进行诊断与鉴别,且诊断效能良好,但其需要加上 15 min 延迟期<sup>[4-5]</sup>,这在临床上是一种相对低效和高辐射剂量的选择。所以,拟要建立一种准确、方便、简单的诊断方法,不需要多期成像、延长延迟期,就可提高对 Lp-AA 的诊断效能。因此,本研究旨在探讨简化增强 CT(联合应用平扫 CT 和门静脉期 CT)在鉴别 Lp-AA 和 AM 中的诊断价值。

### 1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性搜集 2018 年 1 月至 2022 年 12 月阜阳市人民医院经病理证实或临床随访证实并行增强 CT 检查的 Lp-AA 和 AM 病例。纳入标准:①肾上腺乏脂性腺瘤均经病理证实,肾上腺转移瘤经临床随访证实(患者有肾上腺外恶性肿瘤病史,随访 12 个月内病灶至少增大 30%,或者治疗后病灶明显缩小)或病理证实者;②有完整的临床资料及影像资料者;③病灶 CT 值均  $> 10$  HU 者。排除标准:①无实性成分的病变,即平扫和增强后 CT 差值不超过 10 HU(即囊肿或血肿)的病变者;②最大直径  $< 10$  mm 或  $> 40$  mm 的病灶者。最终纳入 Lp-AA 组 42 例,AM 组 43 例。Lp-AA 组:男性 12 例,女性 30 例;年龄 20~71 岁;共计 42 个病灶。AM 组:男性 34 例,女性 9 例;年龄 38~88 岁;共计 50 个病灶(8 例双侧)。其中原发病灶来源于肺癌 22 例,肝癌 7 例,胃癌 7 例,肾癌 2 例,直肠癌、前列腺癌、胰腺癌、食管癌各 1 例,还有 1 例未找到原发病灶。

来自肝细胞癌及肾细胞癌的 AM、肾上腺嗜铬细胞瘤和肾上腺皮质癌被归类为富血供非腺瘤<sup>[6]</sup>,据报道在

作者单位:233030 安徽蚌埠 蚌埠医科大学研究生院(付玉洁)

236010 安徽阜阳 阜阳市人民医院影像中心(付玉洁,谢军,马培旗,杜海涛)

233004 安徽蚌埠 蚌埠医科大学第一附属医院放射科(沈俊杰)

通信作者:沈俊杰,395932108@qq.com

增强扫描中其与腺瘤有相似的廓清模式<sup>[7-13]</sup>,故原发病灶来源于肝或者肾脏的 AM 称为富血供肾上腺转移瘤(hypervascular adrenal metastasis, H-AM),将本样本中肝癌 7 例、肾癌 2 例,共 9 例为一组,与 Lp-AA 组进行鉴别。

1.2 检查方法 所有的患者图像均采用多层探测器 CT(德国西门子 128 层)扫描机获取。所有患者均在仰卧位屏气行平扫及双期增强检查。从上肘静脉 2.5~3.0 mL/s 速度注射非离子型对比剂碘佛醇(含碘 350 mg/mL),剂量为 1.5~2.0 mL/kg,注射后 30~50 s、70~80 s 获取动脉期、门静脉期的增强图像。扫描参数如下:管电压 120 kV,管电流 250~300 mA,层厚 5 mm,重建图像层厚为 1.5 mm,螺距 1.0,连续无间断扫描。

1.3 图像分析 所有影像分析与测量由 2 名有 7 年腹部影像经验的放射科医生使用 PACS 系统独立完成,前提不了解任何临床资料或最终诊断,意见不一致时协商达成一致。为了测量平扫和增强 CT 值,在每个肾上腺病变显示最大直径的切面上,手工绘制圆形或卵圆形感兴趣区域(region of interest, ROI),同时小心避免病变边缘(避免部分容积效应)、正常肾上腺实质、钙化、伪影、瘤内血管、可见坏死或囊性区域。所有 ROI 放置在平扫和门静脉期同层面的图像上,并根据需要进行适当的位置校正。所有的测量重复 2 次,再取平均值。测得内容如下:①肿瘤发生的部位(左侧、右侧或双侧);②取最大层面测量肿瘤的长径(the longest diameter, LD)、垂直短径(the shortest diameter, SD)、长短径的比值(LD/SD)和大小[(LD+SD)/2];③肿瘤的形态:光滑(圆形和卵圆形)为 LD/SD≤1.2,分叶为 LD/SD>1.2<sup>[14]</sup>;④病灶囊变/坏死:有或无,动脉期 CT 值<20 HU<sup>[15]</sup>;⑤钙化:有或无,平扫期 ROI 处 CT 值>120 HU<sup>[15]</sup>;⑥CT 值的测量与计算:病灶平扫 CT 值、门静脉期 CT 值,绝对增强值=门静脉期 CT 值-平扫 CT 值,相对增强比=绝对增强值/平扫 CT 值×100%。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料用  $\bar{x}\pm s$  表示,采用独立样本 *t* 检验,偏态分布的计量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,采用 Mann-Whitney *U* 检验;计量资料用频数和率表示,采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估有意义连续变量鉴别 Lp-AA 和 AM 的诊断效能。以  $P<0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 一般资料比较 两组患者性别、年龄、高血压、肿

瘤病史比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

指标	Lp-AA 组 (n=42)	AM 组 (n=43)	$t/\chi^2$ 值	<i>P</i> 值
性别[例(%)]			21.821	<0.001
男性	12(28.6)	34(79.1)		
女性	30(71.4)	9(20.9)		
年龄(岁)	48.57±12.12	63.76±11.01	5.741	<0.001
高血压[例(%)]			7.345	0.007
无	16(38.1)	29(67.4)		
有	26(61.9)	14(32.6)		
肿瘤病史[例(%)]			63.936	0.001
无	38(85.7)	0(0.0)		
有	6(14.3)	43(100.0)		

注:Lp-AA 为肾上腺乏脂性腺瘤,AM 为肾上腺转移瘤。

2.2 CT 分类变量比较 Lp-AA 组共 42 个病灶,其中位于左侧 18 个,右侧 24 个;AM 组共 50 个病灶,其中位于左侧 17 个,右侧 18 个,8 例双侧 16 个病灶(其中一个病灶体积过大排除),纳入 15 个病灶。两组 CT 检查的分类变量中,形态、囊变、分布差异有统计学意义( $P<0.05$ ),钙化差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 2。

表 2 两组患者 CT 分类变量比较[例(%)]

类别	Lp-AA 组(n=42)	AM 组(n=50)	$\chi^2$ 值	<i>P</i> 值
形态			9.195	0.002
光滑	21(50.0)	10(20.0)		
分叶	21(50.0)	40(80.0)		
囊变			18.338	<0.001
无	41(97.6)	30(60.0)		
有	1(2.4)	20(40.0)		
钙化			0.016	0.901
无	41(97.6)	49(98.0)		
有	1(2.4)	1(2.0)		
肿瘤分布			6.582	0.010
单侧	42(100.0)	35(81.4)		
双侧	0(0.0)	8(18.6)		

注:Lp-AA 为肾上腺乏脂性腺瘤,AM 为肾上腺转移瘤。

2.3 CT 连续变量比较 Lp-AA 组平扫 CT 值、病灶的大小及长径低于 AM 组( $P<0.05$ ),门静脉期 CT 值、绝对增强值及相对增强比高于 AM 组( $P<0.05$ ),两组病灶的短径差异无统计学意义( $P>0.05$ )。与 Lp-AA 组相比,H-AM 组平扫 CT 值较高( $P<0.05$ ),绝对增强值和相对增强比较低( $P<0.05$ ),门静脉期 CT 值两组差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 3、4,图 1、2。

表3 两组患者CT连续变量比较[M(P<sub>25</sub>,P<sub>75</sub>)]

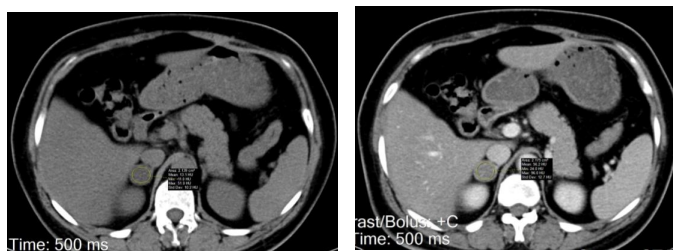
类别	Lp-AA组(n=42)	AM组(n=50)	Z值	P值
平扫CT值(HU)	20.00(15.00,27.25)	31.00(27.00,34.00)	5.267	<0.001
门静脉期CT值(HU)	75.50(58.25,89.25)	64.00(56.75,72.00)	2.584	0.010
绝对增强值(HU)	52.00(41.50,64.00)	32.00(28.00,38.50)	6.122	<0.001
相对增强比(%)	254.89(205.01,331.41)	106.20(90.34,133.40)	7.784	<0.001
病灶大小(mm)	19.00(15.04,22.34)	23.03(18.60,26.61)	2.944	0.003
病灶长径(mm)	20.25(16.65,24.60)	27.85(22.90,32.80)	3.900	<0.001
病灶短径(mm)	17.25(13.50,22.23)	17.30(15.03,21.53)	0.572	0.567

注:Lp-AA为肾上腺乏脂性腺瘤,AM为肾上腺转移瘤。

表4 Lp-AA组与H-AM组患者连续变量比较[M(P<sub>25</sub>,P<sub>75</sub>)]

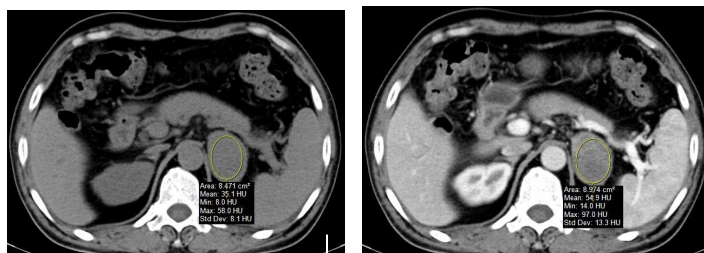
类别	Lp-AA组(n=42)	H-AM组(n=9)	Z值	P值
平扫CT值(HU)	20.00(15.00,27.25)	34.44(28.50,38.50)	3.488	<0.001
门静脉期CT值(HU)	75.50(58.25,89.25)	63.00(58.00,71.00)	1.569	0.117
绝对增强值(HU)	52.00(41.50,64.00)	29.00(27.00,31.50)	4.105	<0.001
相对增强比(%)	254.89(205.01,331.41)	88.24(65.37,123.46)	4.596	<0.001

注:Lp-AA为肾上腺乏脂性腺瘤,H-AM为富血供肾上腺转移瘤。



注:A为平扫期,平扫CT值13 HU;B为门静脉期,门脉期CT值为56 HU,绝对增强值为33 HU,相对增强比为256%。

图1 右侧肾上腺腺瘤



注:A为平扫期,平扫CT值35 HU;B为门静脉期,门脉期CT值为55 HU,绝对增强值为20 HU,相对增强比为57%。

图2 左侧肾上腺转移瘤

2.4 CT连续变量诊断效能分析结果 相对增强比AUC最大,为0.982,当相对增强比大于阈值169%时,其诊断Lp-AA的灵敏度为88.0%,特异度98.0%;绝对增强值阈值为37.5 HU(绝对增强值>37.5 HU为Lp-AA,绝对增强值≤37.5 HU为AM),AUC、灵敏度、

特异度分别为0.872、90.5%和72.0%;平扫CT值阈值为26.5 HU(平扫CT值<26.5 HU为Lp-AA,平扫CT值≥26.5 HU为AM),AUC、灵敏度、特异度分别为0.820、86.0%和73.8%;门静脉CT值阈值为73.5 HU(门静脉CT值<73.5 HU为AM,门静脉CT值≥73.5

HU 为 Lp-AA), AUC、灵敏度、特异度分别为 0.657、57.1% 和 80.0%;病灶长径阈值为 23.7 mm(病灶长径 <23.7 mm 为 Lp-AA, 病灶长径 ≥23.7 mm 为 AM), AUC、灵敏度、特异度分别为 0.737、74.0% 和 71.4%;病灶大小阈值为 20.85 mm(病灶大小 <20.85 mm 为 Lp-AA, 病灶大小 ≥20.85 mm 为 AM), AUC、灵敏度、特异度分别为 0.679、68.0% 和 69.1%。见图 3、表 5。

根据上述样本中的阈值,将 9 例 H-AM 各 CT 参数代入,平扫 CT 值、门静脉 CT 值、绝对增强值及相对增强比分别正确诊断为转移瘤的有 8 例(89%)、8 例(89%)、8 例(89%)和 9 例(100%)。

病灶按平扫 CT 值分组,比较各亚组区分 Lp-AA 和 AM 的灵敏度和特异度,相对增强比对平扫 CT 值在 10~30 HU 范围内的病变具有良好的诊断效能。见表 6。

表 5 Lp-AA 组和 AM 组有意义 CT 连续变量 ROC 曲线分析结果

变量	阈值	灵敏度(%)	特异度(%)	AUC	95%CI
平扫 CT 值	26.5	86.0	73.8	0.820	0.725 ~ 0.914
门静脉期 CT 值	73.5	57.1	80.0	0.657	0.538 ~ 0.776
绝对增强值	37.5	90.5	72.0	0.872	0.800 ~ 0.944
相对增强比	169	88.0	98.0	0.982	0.963 ~ 1.000
病灶长径	23.7	74.0	71.4	0.737	0.632 ~ 0.842
病灶大小	20.85	68.0	69.1	0.679	0.565 ~ 0.793

注:Lp-AA 为肾上腺乏脂性腺瘤,AM 为肾上腺转移瘤,AUC 为曲线下面积。

表 6 根据病变平扫 CT 值区分乏脂性腺瘤和转移瘤的灵敏度和特异度

参数	>10 HU, ≤20 HU (22 例 Lp-AA, 1 例 AM)		>20 HU, ≤30 HU (14 例 Lp-AA, 21 例 AM)		>30 HU (7 例 Lp-AA, 28 例 AM)	
	灵敏度(%)	特异度(%)	灵敏度(%)	特异度(%)	灵敏度(%)	特异度(%)
平扫 CT 值	100.0	61.9	71.4	71.4	71.4	39.3
门静脉 CT 值	90.5	100.0	85.7	85.7	85.7	89.3
绝对增强值	90.5	100.0	92.9	81.0	85.7	85.7
相对增强比	95.2	100.0	92.9	90.5	85.7	89.3

注:Lp-AA 为肾上腺乏脂性腺瘤,AM 为肾上腺转移瘤。

### 3 讨论

鉴别 Lp-AA 和 AM 对影像科医生来说一直是个难题,虽然增强 CT 廓清率鉴别肾上腺腺瘤是一个相对成熟的技术,但建立一个更方便、实用、简单的诊断方法是有必要的。本研究结果显示,在鉴别这两类肿瘤中,相对增强比具有更高的诊断效能,AUC、灵敏度、特异度分别为 0.982、88.0% 和 98.0%。

本研究结果显示,两组对象性别、年龄、高血压、肿瘤病史的差异均有统计学意义,AM 多发生于中老年男性,与其原发病灶多来源于肺癌有关,因为肺癌好发于中老年男性,而 Lp-AA 多见于女性,与之前的文献<sup>[16]</sup>报道一致;Lp-AA 患者多有高血压表现,考虑与部分肾

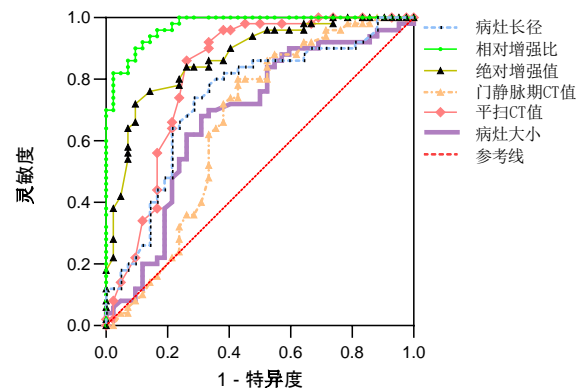


图 3 有意义 CT 影像连续变量鉴别肾上腺乏脂性腺瘤和转移瘤的 ROC 曲线

见表 6。

上腺腺瘤释放醛固酮有关。综上,性别、年龄、高血压及肿瘤病史对鉴别 Lp-AA 和 AM 有一定价值。

另外,病灶形态、囊变及分布对两组肿瘤有鉴别价值,与单昌彤等<sup>[17]</sup>的研究结果一致。形态不规则、囊变、多发的病灶多为转移瘤,恶性肿瘤多通过血行转移至肾上腺,一开始可转移至双侧肾上腺或者一段时间后由单侧变为双侧,且转移瘤内血管稀疏、分布不均匀、紊乱,容易发生囊变坏死<sup>[18]</sup>;形态规则、密度均匀、单发的病灶多为腺瘤,研究表明,腺瘤出现体积增大、出血及囊变的可能性很低<sup>[16]</sup>。钙化在两组间差异无统计学意义,可能与钙化在两组间发生率低有关(本研究中 Lp-AA 和 AM 组中钙化各 1 例),故关于钙化对两组肿瘤的鉴别价值有待扩大样本量进一步研究。

在两组连续变量的比较中,AM组的病灶平均大小和长径大于Lp-AA组( $P < 0.05$ )。研究表明,当肾上腺肿瘤直径 $>4$  cm,其为恶性肿瘤的概率较大,应该采取活检或手术切除<sup>[19]</sup>,本研究中排除的直径 $>4$  cm的病灶随访证实均为转移瘤,与此报道的结论一致。

研究表明,肾上腺富血供非腺瘤的增强CT廓清率与腺瘤相似<sup>[7,9-13]</sup>,Choi等<sup>[9]</sup>研究表明,廓清率无助于鉴别腺瘤和富血供肾上腺外原发肿瘤(肝癌、肾癌)的转移。本研究中,Lp-AA的平均绝对增强值和相对增强比分别比H-AM高约23 HU和167%,且其差异存在统计学意义,表明相对增强比对腺瘤和H-AM的鉴别有重要的价值。由此类推,笔者考虑相对增强比是否可以鉴别诊断其他肾上腺富血供肿瘤(如嗜铬细胞瘤及肾上腺癌),这可定为下一步的研究方向。

ROC曲线结果显示,平扫CT值阈值为26.5 HU,其AUC、灵敏度、特异度分别为0.820、86.0%和73.8%,与既往文献中鉴别Lp-AA和AM的CT平扫阈值相似<sup>[17,20]</sup>,证明了CT平扫在鉴别Lp-AA和AM具有一定的价值。相对增强比大于阈值169%时,其诊断Lp-AA的AUC为0.982,灵敏度为88.0%,特异度98.0%,笔者简化了增强CT引入了一种新的相对增强比成像参数,获得了与之前报道的CT廓清率几乎相当的诊断性能(灵敏度:88%比82%~92%;特异度:98%比87%~100%)来鉴别Lp-AA<sup>[21-22]</sup>,与Nagayama等<sup>[6]</sup>的研究结果保持高度一致,相对增强比的诊断效能最高;且相比于戴国娇等<sup>[20]</sup>文中的相对廓清率诊断效能更高(AUC、灵敏度、特异度分别为0.760、73.3%和89.2%)、计算方法更简便。同时,本研究结果与双能CT的报道<sup>[23-24]</sup>相似,验证了单能量CT的适用性。Lp-AA由于脂肪含量少对门静脉期CT值的影响很小,且腺瘤内血管丰富、分布均匀,包膜完整,对比剂存留时间久,故绝对增强值高<sup>[4,25]</sup>;而转移瘤可能主要是由于显微镜下存在坏死或囊性变性,减少了造影剂的进入,故绝对增强值相对低。因此,当2种病变的平扫CT值相当时,乏脂性腺瘤的相对增强比往往高于转移瘤,这也就解释了其具有较高鉴别能力及实用性的原因。

笔者的发现具有一定的临床意义。对于在门静脉期CT鉴别出的有恶性病史的肾上腺偶发瘤,只需增加CT平扫即可诊断10 HU以下的富脂腺瘤和大多数相对增强比大于169%的乏脂性腺瘤,无需再给造影剂延迟增强计算廓清率。

本研究存在一些局限性。首先,本研究包含的样本数量相对较少,有潜在的选择性偏差,还需进一步扩大样本量进行验证。其次,大多数的AM的诊断采用影像学标准,而不是组织病理学证实,这是肾上腺影像

学研究的一个常见局限性。第三,门静脉增强方案的不同可能会影响增强的结果,在以后的研究中应使用同样增强方案来避免这一问题的出现。

综上所述,患者的临床资料、肿瘤的分布、形态、大小、囊变、CT测量和计算值均有助于鉴别Lp-AA和AM,尤其是相对增强比具有很高的灵敏度和特异度。简化增强CT(联合应用平扫CT和门静脉期CT)可以有效鉴别Lp-AA和AM,取代了对延迟期图像的需要,特别是对于平扫CT值在10~30 HU的病灶。

#### 参考文献

- [1] MAYO-SMITH W W, SONG J H, BOLAND G L, et al. Management of incidental adrenal masses: a white paper of the ACR incidental findings committee[J]. J Am Coll Radiol, 2017, 14(8): 1038-1044.
- [2] HO L M, SAMEI E, MAZUROWSKI M A, et al. Can texture analysis be used to distinguish benign from malignant adrenal nodules on unenhanced CT, contrast-enhanced CT, or in-phase and opposed-phase MRI? [J]. AJR Am J Roentgenol, 2019, 212(3): 554-561.
- [3] 蒲如剑, 刘晓艺, 彭雪婷, 等. CT纹理分析在鉴别肾上腺乏脂性腺瘤与肝细胞癌肾上腺转移瘤的价值[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(4): 659-662.
- [4] CAOILI E M, KOROBKIN M, FRANCIS I R, et al. Delayed enhanced CT of lipid-poor adrenal adenomas[J]. AJR Am J Roentgenol, 2000, 175(5): 1411-1415.
- [5] YASAKA K, GONOI W, AKAI H, et al. Differentiation of adrenal tumors in patients with hepatocellular carcinoma: adrenal adenoma versus metastasis [J]. Eur J Radiol, 2013, 82(8): 1213-1218.
- [6] NAGAYAMA Y, INOUE T, KATO Y, et al. Relative enhancement ratio of portal venous phase to unenhanced CT in the diagnosis of lipid-poor adrenal adenomas[J]. Radiology, 2021, 301(2): 360-368.
- [7] PATEL J, DAVENPORT M S, COHAN R H, et al. Can established CT attenuation and washout criteria for adrenal adenoma accurately exclude pheochromocytoma? [J]. AJR Am J Roentgenol, 2013, 201(1): 122-127.
- [8] SZOLAR D H, KOROBKIN M, REITNER P, et al. Adrenocortical carcinomas and adrenal pheochromocytomas: mass and enhancement loss evaluation at delayed contrast-enhanced CT[J]. Radiology, 2005, 234(2): 479-485.
- [9] CHOI Y A, KIM C K, PARK B K, et al. Evaluation of adrenal metastases from renal cell carcinoma and hepatocellular carcinoma: use of delayed contrast-enhanced CT[J]. Radiology, 2013, 266(2): 514-520.
- [10] SCHIEDA N, ALRASHED A, FLOOD T A, et al. Comparison of quantitative MRI and CT washout analysis for differen-

- tiation of adrenal pheochromocytoma from adrenal adenoma [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2016, 206(6): 1141-1148.
- [11] MOHAMMED M F, ELBANNA K Y, FERGUSON D, et al. Pheochromocytomas versus adenoma: role of venous phase CT enhancement[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2018, 210(5): 1073-1078.
- [12] ALTINMAKAS E, PERRIER N D, GRUBBS E G, et al. Diagnostic performance of adrenal CT in the differentiation of adenoma and pheochromocytoma[J]. *Acta Radiologica*, 2020, 61(8): 1080-1086.
- [13] KANG S, OH Y L, PARK S Y. Distinguishing pheochromocytoma from adrenal adenoma by using modified computed tomography criteria[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2021, 46(3): 1082-1090.
- [14] 陈威,陶宇峰,王伟. 基于CT影像特征构建鉴别肾上腺嗜铬细胞瘤和乏脂性腺瘤的预测模型[J]. *浙江医学*, 2022, 44(16): 1714-1719.
- [15] CTVRTLÍK F, TUDOS Z, SZASZ P, et al. Characteristic CT features of pheochromocytomas – probability model calculation tool based on a multicentric study[J]. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*, 2019, 163(3): 212-219.
- [16] ZHANG B, ZHANG H, LI X, et al. Can radiomics provide additional diagnostic value for identifying adrenal lipid-poor adenomas from non-adenomas on unenhanced CT?[J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 888778.
- [17] 单昌彤,王健,胡红杰. 肾上腺转移瘤和乏脂性腺瘤的CT鉴别诊断[J]. *中国内分泌外科杂志*, 2018, 12(3): 251-257.
- [18] QIAO Z W, XIA C M, ZHU Y B, et al. First-pass perfusion computed tomography: initial experience in differentiating adrenal adenoma from metastasis[J]. *Eur J Radiol*, 2010, 73(3): 657-663.
- [19] BERLAND L L, SILVERMAN S G, GORE R M, et al. Managing incidental findings on abdominal CT: white paper of the ACR incidental findings committee[J]. *J Am Coll Radiol*, 2010, 7(10): 754-773.
- [20] 戴国娇,郑海澜,郑永飞. 简化计算CT增强廓清率在鉴别小于4 cm的肾上腺转移瘤与肾上腺腺瘤中的价值[J]. *中国全科医学*, 2021, 24(20): 2607-2613.
- [21] PEÑA C S, BOLAND G W L, HAHN P F, et al. Characterization of indeterminate (lipid-poor) adrenal masses: use of washout characteristics at contrast-enhanced CT[J]. *Radiology*, 2000, 217(3): 798-802.
- [22] CAOILI E M, KOROBKIN M, FRANCIS I R, et al. Adrenal masses: characterization with combined unenhanced and delayed enhanced CT[J]. *Radiology*, 2002, 222(3): 629-633.
- [23] NAGAYAMA Y, INOUE T, ODA S, et al. Adrenal adenomas versus metastases: diagnostic performance of dual-energy spectral CT virtual noncontrast imaging and iodine maps[J]. *Radiology*, 2020, 296(2): 324-332.
- [24] 闫海波. 双源CT在鉴别诊断肾上腺乏脂肪腺瘤、小转移瘤中的应用价值[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2020, 18(2): 106-108, 112.
- [25] KUMAGAE Y, FUKUKURA Y, TAKUMI K, et al. Distinguishing adrenal adenomas from non-adenomas on dynamic enhanced CT: a comparison of 5 and 10 min delays after intravenous contrast medium injection[J]. *Clin Radiol*, 2013, 68(7): 696-703.

(2023-09-12收稿)

(本文编校:张迪,周雪春)