

能谱 CT 在肾上腺嗜铬细胞瘤与皮质腺瘤鉴别诊断中的应用

Application of Energy Spectrum CT in Differential Diagnosis of Atypical Adrenal Pheochromocytoma and Adrenal Adenoma

YANG Jie, LI Qiu-shi, ZHAO Sen, DU Sen, REN Wen-yan, ZHUANG Yan, SHEN Song-he

杨洁, 李秋实, 赵森, 杜森, 任文妍, 庄琰, 沈松鹤
(河南大学第一附属医院, 河南 开封 475001)

摘要: [目的] 探讨能谱 CT 在肾上腺嗜铬细胞瘤与皮质腺瘤鉴别诊断中的应用价值。[方法] 回顾性分析 10 例肾上腺皮质腺瘤和 10 例肾上腺嗜铬细胞瘤患者的临床资料, 所有患者均进行能谱 CT 检查, 能谱软件处理所有图像, 获取腹主动脉和肿瘤的相关参数, 对其进行综合分析。[结果] 肾上腺腺瘤和嗜铬细胞瘤均为单发, 软组织肿块边界清晰, 无囊变、出血和钙化, 腺瘤平均直径 (2.79 ± 0.99) cm, 嗜铬细胞瘤平均直径 (3.21 ± 0.58) cm。腺瘤和嗜铬细胞瘤的标准化 CT 值上, 延迟期 40~140 keV、静脉期 70~140 keV、动脉期 40 keV 和 70~140 keV 单能量, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 延迟期、静脉期和动脉期腺瘤的血(碘)、脂(碘)、水(碘)的基物质标准化浓度均显著低于嗜铬细胞瘤 ($P < 0.05$); 延迟期、静脉期和动脉期腺瘤与嗜铬细胞瘤的碘(血)、碘(脂)、碘(水)差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。[结论] 肾上腺腺瘤与嗜铬细胞瘤两种瘤体能谱 CT 的能谱特征物质含量、能谱曲线、单能量 CT 值具有显著性差异, 有助于鉴别诊断; 且延迟期碘(血)、碘(脂)、碘(水)基物质浓度以及单能量 CT 值鉴别诊断价值更高。

关键词: 能谱 CT; 肾上腺; 嗜铬细胞瘤; 腺瘤

中图分类号: R736.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-170X(2022)10-0872-05

doi: 10.11735/j.issn.1671-170X.2022.10.B012

肾上腺肿瘤是一种至今尚未明确发病因素的肿瘤, 该病发病率较高, 且多数属于良性, 手术是治疗的主要手段^[1]。随着医疗技术的不断发展, 肾上腺病变相关研究逐渐深入。临床常用的诊断技术之一为 CT, 但由于部分肿瘤无特异性导致常规 CT 诊断率低。肾上腺肿瘤中最常见的是肾上腺皮质腺瘤和肾上腺嗜铬细胞瘤, 通常情况下, 肾上腺嗜铬细胞瘤会合并儿茶酚胺血症, 并出现高血压症状, 经 CT 扫描在动脉期有特殊且明显强化。如果患者无高血压症状, 且肿瘤直径超过 1 cm, 并且无显著的 CT 影像特征时, 其影像会与肾上腺腺瘤重叠, 增加误诊概率^[2-3]。虽然肿块大小与肿瘤良恶性密切相关, 但不能确切反应其组成成分和生物学特点, 可以作为一个初步判定腺瘤和非腺瘤的指标, 这与以 4.0 cm 作为阈值的美国放射学会正当性标准相似。肾上腺皮质腺瘤和肾上腺嗜铬细胞瘤治疗方法差异显著, 因此准确鉴别诊断十分重要。能谱 CT 是临床中诊断和鉴别疾病常用的影像学手段, 和常规 CT 相比, 能谱 CT 提供的参数和信息更多^[4]。本研究针对 10 例肾上腺皮

质腺瘤以及 10 例不典型肾上腺嗜铬细胞瘤患者进行能谱 CT 检查, 分析此种影像学技术的优势。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析河南大学第一附属医院 2017 年 5 月至 2021 年 3 月期间确诊的 10 例肾上腺皮质腺瘤以及 10 例不典型肾上腺嗜铬细胞瘤患者的临床资料。患者全部进行能谱 CT 检查, 均清晰显示肾上腺肿块, 肿块直径为 1~4 cm, 患者既往无肿瘤病史, 均经手术病理确诊。20 例患者中男性 12 例, 女性 8 例; 年龄 25~61 岁, 平均年龄 (42.36 ± 4.56) 岁。

1.2 方法

(1) 仪器设备和操作方法: 选择 64 层能谱 CT 仪, 设置相应参数, 自动管电流、120 kV 为平扫管电压。80/140 kV 增强管电压快速切换, 0.6 s/转机架转速、600 mA 固定管电流、0.983 螺距、0.625 mm 准直器宽度、1.25 mm 重建层间距以及层厚。选择 320 mgI/mL 碘佛醇(生产企业: 江苏恒瑞医药股份有限公司; 批准文号: 国药准字 H20067895), 注射剂

基金项目: 2019 年度河南省医学科技攻关计划(LHGJ20190516)

通信作者: 沈松鹤, E-mail: jy199039@126.com

收稿日期: 2022-02-08; **修回日期:** 2022-07-20

量为 1.0 mL/kg,注射速度为 3~4 mL/s。腹主动脉监测触发阈值 50 HU,触发 8 s 后,开展动脉期扫描,30 s 时开展门静脉期扫描,120 s 时开展延迟期扫描。(2)图像处理:选用专业工作站 AW4.4,将类圆形或者圆形 ROI(80~120 mm²)画在病灶质地十分均匀的部位,避开较大、钙化以及坏死囊变的血管造影,标出相同 ROI 在相同层腹主动脉,记录腹主动脉以及混合能量病变常规 CT 值,并检测 3 次基物质对标准化浓度以及 40~140 keV 单能量标准化 CT 值,最后取平均值。基物质对包括血(碘)、脂(碘)、水(碘),单能量标准化 CT 值为相应能量下病变与腹主动脉的 CT 值比值。对病变的强化方式、形态、大小、部位和数量,由两名副主任医师或主任医师进行评价,如有不同意见需协商达成共识。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 23.0 进行数据处理,计量资料以均数±标准差表示,行独立样本 *t* 检验,计数资料以百分比(%)表示,行 χ^2 检验,以 Kolmogorov Smirnov *Z* 检验开展正态性分析, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CT 表现

肾上腺皮质腺瘤和肾上腺嗜铬细胞瘤均为单发,软组织肿块边界清晰,无囊变、出血和钙化,皮质腺瘤平均直径(2.79±0.99) cm,嗜铬细胞瘤平均直径(3.21±0.58) cm。嗜铬细胞瘤:4 例位于肾上腺内外肢,2 例位于外肢,4 例位于内肢。皮质腺瘤:2 例位于肾上腺内外肢,5 例位于外肢,3 例位于内肢。嗜铬细胞瘤:6 例呈梭形,4 例呈类圆形或者圆形。皮质腺瘤:7 例呈梭形,3 例呈类圆形或者圆形。CT 平扫:皮质腺瘤 CT 值为(20.31±7.56) HU,嗜铬细胞瘤 CT 值为(29.06±10.25) HU。进行增强后,动脉期 70 keV 单能量 CT 值,嗜铬细胞瘤为(58.99±17.54) HU,腺瘤为(48.01±5.25) HU。静脉期 CT 值,嗜铬细胞瘤为(76.69±10.54) HU,皮质腺瘤为(65.94±9.25) HU。延迟期 CT 值,嗜铬细胞瘤为(70.03±7.86) HU,皮质腺瘤为(44.05±4.81) HU。

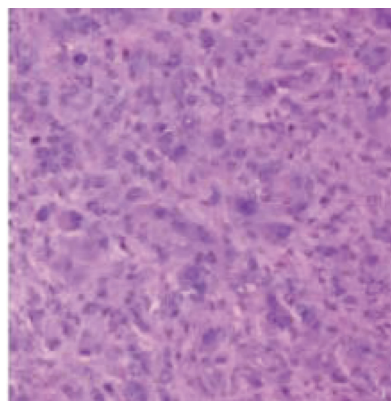
2.2 病理结果

嗜铬细胞瘤:6 例瘤体呈类圆形,镜下显示细胞为巢团状,有条索状排列其呈相互吻合的腺泡,有多

角形细胞,有胞浆嗜酸性、深染核、颗粒小,还显示多形核和巨核;4 例呈梭形,镜下显示玻璃样变化。免疫检验显示:Ki-67(阳性细胞少于 5%)、Inhibin(-)、S-100(+)、CgA(+++)、Syn(+)、CK(+). 皮质腺瘤:7 例腺瘤呈类圆形,镜下显示瘤细胞大、有丰富的胞浆,呈条状或者片状排列,有较小的细胞核,有极少部分异形核,间质内有十分丰富的血管。免疫检验显示:Ki-67(阳性细胞 2%)、CR(-)、S-100(-)、CgA(-)、EMA(-)、MeLanA(-/+),Inhibin(-/+),Syn(+)(Figure 1~2)。

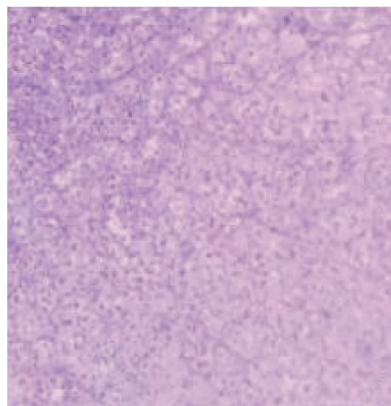
2.3 三期增强扫描单能量标准化 CT 值

肾上腺皮质腺瘤和嗜铬细胞瘤的标准化 CT 值上,延迟期 40~140 keV、静脉期 70~140 keV、动脉期 40 keV 和 70~140 keV 单能量,对比差异均有统计



Note:microscopically,the tumor cells were arranged in nests,acinar, and matched with each other. The cells were polygonal,with eosinophilic cytoplasm,small granular,hyperchromatic nuclei,and megakaryocytes and polymorphic nuclei

Figure 1 The microscopic picture of pheochromocytoma (HE×100)



Note:microscopically,the tumor cells were large,with abundant cytoplasm,arranged in sheets or strips,with small nuclei,occasionally heteromorphic nuclei,and abundant interstitial blood vessels

Figure 2 Adenoma microscopically below (HE×100)

学意义 ($P < 0.05$)。皮质腺瘤和嗜铬细胞瘤动脉期与静脉期 CT 值对比差异有统计学意义 ($P < 0.05$)，静脉期与延迟期对比差异有统计学意义 ($P < 0.05$)，动脉期与延迟期相比差异无统计学意义 ($P > 0.05$) (Table 1)。三期增强扫描能谱曲线显示，腺瘤 CT 值全部位于嗜铬细胞瘤下方 (Figure 3~5)。

2.4 三期增强扫描基物质标准化浓度

延迟期、静脉期和动脉期腺瘤的血(碘)、脂(碘)、水(碘)的基物质标准化浓度均显著低于嗜铬细胞瘤 ($P < 0.05$)。延迟期、静脉期和动脉期腺瘤与嗜铬细胞瘤的血(碘)、脂(碘)、水(碘)对比无明显差异 ($P > 0.05$)。腺瘤和嗜铬细胞瘤动脉期与静脉期血(碘)、脂(碘)、水(碘)对比差异有统计学意义 ($P < 0.05$)；腺瘤和嗜铬细胞瘤静脉期与延迟期血(碘)、脂(碘)、水(碘)对比差异有统计学意义 ($P < 0.05$) (Table 2)。

3 讨论

肾上腺皮质腺瘤是肾上腺发生率较高的一种的占位性病

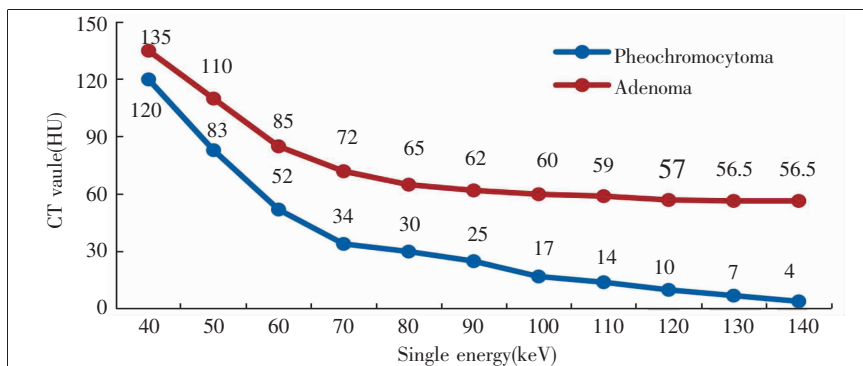


Figure 3 Arterial phase energy spectrum curve of pheochromocytoma and adenoma

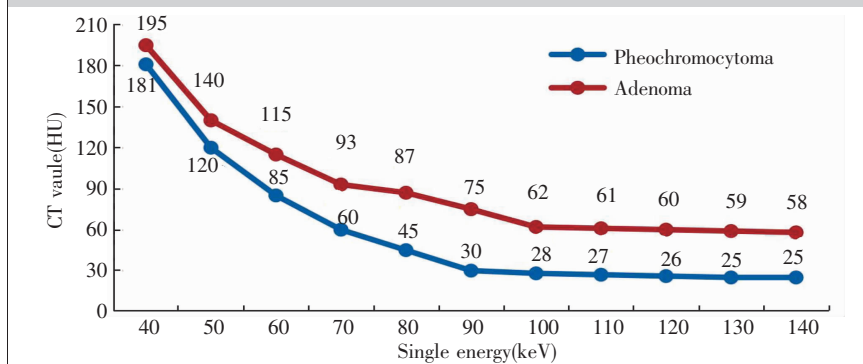


Figure 4 Vein phase energy spectrum curve of pheochromocytoma and adenoma

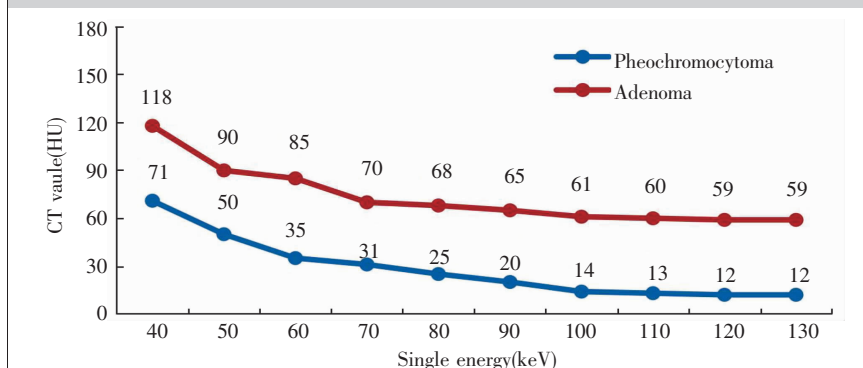


Figure 5 Delayed energy spectrum curve of pheochromocytoma and adenoma

Table 1 Single-energy standardized CT values of three-phase enhanced scan ($\bar{x} \pm s$)

Single energy	Arterial phase		Venous phase		Delay period	
	Pheochromocytoma	Adenoma	Pheochromocytoma	Adenoma	Pheochromocytoma	Adenoma
40 keV	0.12±0.02	0.18±0.03*	0.47±0.07	0.51±0.05*	0.55±0.09	0.38±0.12*
50 keV	0.16±0.01	0.17±0.02	0.50±0.07	0.50±0.12*	0.62±0.08	0.34±0.12*
60 keV	0.18±0.01	0.15±0.05	0.56±0.06	0.48±0.14*	0.65±0.08	0.33±0.12*
70 keV	0.20±0.01	0.15±0.03	0.62±0.05	0.41±0.12*	0.78±0.06	0.29±0.12*
80 keV	0.23±0.01	0.16±0.03*	0.68±0.06	0.38±0.12*	0.87±0.10	0.28±0.15*
90 keV	0.29±0.02	0.15±0.04*	0.74±0.12	0.33±0.15*	0.92±0.15	0.28±0.12*
100 keV	0.32±0.02	0.15±0.03*	0.78±0.10	0.30±0.15*	0.93±0.15	0.26±0.13*
110 keV	0.35±0.03	0.14±0.04*	0.86±0.12	0.31±0.11*	0.96±0.18	0.25±0.15*
120 keV	0.40±0.04	0.14±0.06*	0.92±0.15	0.29±0.15*	1.04±0.22	0.24±0.15*
130 keV	0.44±0.03	0.13±0.06*	0.97±0.18	0.25±0.16*	1.06±0.23	0.22±0.18*
140 keV	0.48±0.04	0.13±0.07*	1.03±0.20	0.23±0.17*	1.12±0.30	0.21±0.14*

Note: *: compared with pheochromocytoma, $P < 0.05$

Table 2 Standardized concentrations of base substances in phase III enhanced scanning ($\bar{x}\pm s$)

Pairing base substance	Arterial phase		Venous phase		Delay period	
	Pheochromocytoma	Adenoma	Pheochromocytoma	Adenoma	Pheochromocytoma	Adenoma
Iodine (water)	0.08±0.02	0.11±0.10	0.43±0.10	0.51±0.20	0.26±0.05	0.32±0.31
Water (iodine)	1.01±0.01*	0.94±0.01*	1.02±0.02*	0.95±0.01*	1.01±0.02*	0.92±0.02*
Iodine (fat)	0.18±0.02	0.20±0.10	0.56±0.10	0.61±0.15	0.46±0.08	0.47±0.24
Fat (iodine)	1.02±0.01*	0.98±0.02*	1.02±0.02*	0.95±0.01*	1.01±0.02*	0.91±0.01*
Iodine (blood)	0.08±0.01	0.12±0.10	0.36±0.11	0.42±0.20	0.19±0.06	0.24±0.15
Blood (iodine)	1.01±0.02*	0.95±0.01*	1.03±0.02*	0.96±0.01*	1.02±0.01*	0.92±0.03*

Notes: *;represents that the standardized concentration of substrate was significantly lower in the delayed phase, venous phase, and arterial phase in adenomas compared with that in synchronous pheochromocytomas, $P<0.05$

变,约有 75%左右的无功能患者,肾上腺髓质肿瘤中占比较少的为肾上腺嗜铬细胞瘤^[5]。通常,动脉期时嗜铬细胞瘤强化较为显著,CT 值为 110 HU,并出现不均匀强化。有研究显示,选择肾上腺 CT 扫描方式,非肾上腺腺瘤和肾上腺腺瘤可通过 1 min 后显示增强、15 min 后延迟增强鉴别诊断^[6]。研究发现,腺瘤与嗜铬细胞瘤增强较为相近,超过 60%的绝对对比增强度,40%以上的相对对比增强度^[7]。本研究所选患者,腺瘤和嗜铬细胞瘤直径均在 1~4 cm,并有较均匀密度,一般<4 cm 的腺瘤和嗜铬细胞瘤无法通过混合能量图像进行区分,因此针对<4 cm 的肾上腺腺瘤和不典型嗜铬细胞瘤无法经常规 CT 鉴别^[1,3]。随着 CT 技术的发展,能谱 CT 逐渐在临床中广泛应用,此种影像学技术主要是依照物质衰减系数而产生能谱图像,可清晰显示其形态,并有效鉴别组织特异性^[2]。能谱 CT 可以有效清除硬化伪影、物质定量分析、能谱综合分析以及优化图像质量,该技术参数较多,如基物质含量、有效原子序数、能谱曲线、单能量图像,应用于肿瘤鉴别效果显著。

本研究显示肾上腺腺瘤和肾上腺嗜铬细胞瘤均为单发,与既往研究中嗜铬细胞瘤有 10%约两侧同时发病有差异,这可能与本研究所选患者例数较少有关。另外本研究结果中,腺瘤和嗜铬细胞瘤在静脉期和动脉期时,单能量较低的标准化 CT 值对比无显著性差异($P>0.05$)。单能量逐渐提升,静脉期和动脉期时,腺瘤单能量 70~140 keV 标准化 CT 值低于嗜铬细胞瘤($P<0.05$),产生此种情况的主要因素可能是腺瘤和嗜铬细胞瘤均有较高的细胞密度,其细胞排列为条状,进而处于低能量时,有较低的射线能量穿过组织,不会产生显著的衰减差异^[8]。嗜铬细胞瘤的胞浆丰富性低于腺瘤,导致穿透腺瘤的能量低且少,而穿透嗜铬细胞瘤的能量较多,因此能量较高时,腺瘤和嗜铬细胞瘤 CT 值差异明显。有研究显

示,射线能量提升至一定数值后,会突然提升线性衰减系数值,或者在高能量状态下,一些成分吸收功能突发提升,进而导致 CT 值发生显著性差异^[9-10]。在延迟期,腺瘤与嗜铬细胞瘤的标准化 CT 值在 40~140 keV 单能量下均有显著性差异($P<0.05$)。引起这一现象的因素可能是肾上腺嗜铬细胞瘤内血供充足,其中滞留较多对比剂,导致单能量水平出现显著衰减。

物质化学组成以及物质 X 线衰减可通过能谱曲线显示。本研究结果显示,腺瘤和嗜铬细胞瘤三期增强扫描能谱曲线均呈下降趋势,且腺瘤一直处于嗜铬细胞瘤下方。可能是瘤体组织内物质成分相同,导致其有较相近的形态,但是两者物质构成以及病理结构有明显差异性,腺瘤对 X 线衰减较多,致使其能谱曲线一直处于嗜铬细胞瘤下方^[11]。有研究发现,上升型和勺子型是腺瘤的单能量曲线的两种常见表现,上升则代表存在脂质^[12]。本研究结果与上述研究不同,有可能是本研究所选患者腺瘤内脂质较少,此外研究样本较小,进而导致曲线呈现下降表现。既往研究显示,嗜铬细胞瘤的能谱曲线呈下降表现,本研究与其一致。

能谱 CT 成像常使用的基物质对为碘与水,分离的水与碘基物质能够对组织碘浓度客观以及精准显示。肾上腺腺瘤内存有脂肪,而嗜铬细胞瘤内血流充足,因此本研究选择的基物质对包括碘(血)、碘(脂)、碘(水)。结果显示,增强延迟期、静脉期和动脉期后的腺瘤的血(碘)、脂(碘)、水(碘)标准化浓度全部低于嗜铬细胞瘤,在嗜铬细胞瘤中,腺泡多且含水量多,丰富肿瘤内血供,由于总蛋白含量、红蛋白含量与血(碘)密切相关,导致其血(碘)和水(碘)值明显升高^[13-15]。由于脂质 CT 值为负数,因此脂(碘)值越低,则表示脂质成分越多,证明肾上腺腺瘤中,脂质成分也有显著性差异^[16-17]。本研究中,腺瘤和嗜铬细胞瘤的延迟期、静脉期和动脉期的碘(血)、碘(脂)、碘

(水)标准化浓度均无显著性差异($P>0.05$)。嗜铬细胞瘤虽有较丰富血供,但是瘤体直径较小,血流进入也较少、速度也慢,而碘浓度的变化产生衰减无法鉴别,这就导致腺瘤和嗜铬细胞瘤基物质差异较小。

综上,直径 <4 cm的肾上腺腺瘤与肾上腺嗜铬细胞瘤使用普通混合能量CT无法准确鉴别,但是两种瘤体能谱CT的能谱特征物质含量、能谱曲线、单能量CT值具有显著性差异,有助于鉴别诊断,特别是延迟期碘(血)、碘(脂)、碘(水)基物质浓度以及单能量CT值鉴别诊断价值更高。

参考文献:

- [1] 王玲玲,马茹,昌红,等. 肾上腺嗜铬细胞瘤的临床病理特征分析[J]. 临床肿瘤学杂志, 2020, 25(3): 257-260.
Wang LL, Ma R, Chang H, et al. Clinicopathological features of adrenal pheochromocytoma [J]. Journal of Clinical Oncology, 2020, 25(3): 257-260.
- [2] 方娟静,邹立巍,郑穗生,等. CT值在肾上腺嗜铬细胞瘤和肾上腺乏脂肪腺瘤的鉴别诊断价值 [J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(11): 2124-2127.
Fang XJ, Zou LW, Zheng SS, et al. Differential diagnostic value of CT value in adrenal pheochromocytoma and adrenal lipoadenoma [J]. Journal of Clinical Radiology, 2019, 38(11): 2124-2127.
- [3] 陈继文,张伟强,肖宝臣,等. 典型与非典型肾上腺嗜铬细胞瘤MS CT表现对比分析 [J]. 实用肿瘤杂志, 2017, 32(1): 26-29.
Chen JW, Zhang WQ, Xiao BC, et al. Comparative analysis of MS CT findings of typical and atypical adrenal pheochromocytoma [J]. Journal of Practical Oncology, 2017, 32(1): 26-29.
- [4] 张培丽,张玲艳,张学凌,等. 能谱CT鉴别诊断不典型肾上腺嗜铬细胞瘤与肾上腺腺瘤[J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(4): 576-580.
Zhang PL, Zhang LY, Zhang XL, et al. Differential diagnosis of atypical adrenal pheochromocytoma and adrenal tumor by spectral CT [J]. China Medical Imaging Technology, 2017, 33(4): 576-580.
- [5] 迟婧,尹胜男,丁宁,等. CT能谱成像在鉴别肾上腺意外瘤:乏脂性腺瘤及嗜铬细胞瘤中的价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2019, 30(5): 322-327.
Chi J, Yin SN, Ding N, et al. Value of CT spectral imaging in differentiating adrenal accidental tumors: lipid-poor adenoma and pheochromocytoma [J]. China Journal of Clinical Medical Imaging, 2019, 30(5): 322-327.
- [6] 项林爱,胡红杰,王健,等. 无脂性肾上腺腺瘤和无囊变嗜铬细胞瘤的CT鉴别诊断 [J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(3): 484-488.
Xiang LA, Hu HJ, Wang J, et al. CT differential diagnosis of nonlipid adrenal adenoma and noncystic pheochromocytoma [J]. Journal of Clinical Radiology, 2019, 38(3): 484-488.
- [7] 杨建峰,魏建国,赵振华,等. 肾上腺非典型皮质腺瘤与嗜铬细胞瘤在双期增强CT中的鉴别诊断[J]. 实用放射学杂志, 2018, 34(11): 1713-1716.
Yang JF, Wei JG, Zhao ZH, et al. Differential diagnosis of adrenal atypical cortical adenoma and pheochromocytoma in dual-phase contrast-enhanced CT [J]. Journal of Practical Radiology, 2018, 34(11): 1713-1716.
- [8] 魏渭,苟杰,汤化民,等. MSCT增强扫描在肾上腺嗜铬细胞瘤及腺瘤鉴别中的价值 [J]. 四川医学, 2018, 39(12): 1380-1383.
Wei W, Gou J, Tang HM, et al. The value of MSCT-enhanced scanning in the identification of adrenal pheochromocytoma and adenoma [J]. Sichuan Medicine, 2018, 39(12): 1380-1383.
- [9] 陈微,谷伟军,刘颖姝,等. 肾上腺区嗜铬细胞瘤与肾上腺皮质腺瘤CT特征对比分析 [J]. 解放军医学院学报, 2020, 41(2): 151-155.
Chen W, Gu WJ, Liu YS, et al. Comparative analysis of CT features of pheochromocytoma and adrenocortical adenoma in the adrenal region [J]. Journal of the PLA Medical College, 2020, 41(2): 151-155.
- [10] 王健,周晓璇. 肾上腺神经鞘瘤和嗜铬细胞瘤的CT鉴别诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(6): 1075-1079.
Wang J, Zhou XX. The value of CT in differential diagnosis of adrenal schwannoma and pheochromocytoma [J]. Journal of Clinical Radiology, 2019, 38(6): 1075-1079.
- [11] 马光明,呼延静,曹媛,等. 能谱CT鉴别肾透明细胞癌和乏脂型肾血管平滑肌脂肪瘤的应用[J]. 影像诊断与介入放射学, 2018, 27(4): 278-282.
Ma GM, Hu YJ, Cao Y, et al. Application of spectral CT in differentiating renal clear cell carcinoma and lipid-poor renal angiomyolipoma [J]. Imaging Diagnosis and Interventional Radiology, 2018, 27(4): 278-282.
- [12] 刘东权,应碧伟,李强. 能谱CT虚拟平扫在肾脏占位病变的应用探索[J]. 临床放射学杂志, 2017, 36(12): 1831-1834.
Liu DQ, Ying BW, Li Q. Application of spectral CT virtual plain scan in renal space-occupying lesions [J]. Journal of Clinical Radiology, 2017, 36(12): 1831-1834.
- [13] Liang X, Xue C, Huang X, et al. Value of energy spectrum CT parameters in the differential diagnosis of high-grade clear cell renal cell carcinoma and type II papillary renal cell carcinoma [J]. Acta Radiol, 2022, 63(4): 545-552.
- [14] An YY, Yang GZ, Lin B, et al. Differentiation of lipid-poor adenoma from pheochromocytoma on biphasic contrast-enhanced CT [J]. Abdom Radiol, 2021, 46(9): 4353-4361.
- [15] Woo S, Suh CH, Kim SY, et al. Pheochromocytoma as a frequent false-positive in adrenal washout CT: a systematic review and meta-analysis [J]. Eur Radiol, 2018, 28(3): 1027-1036.
- [16] 王俊,王水,王艳,等. 双源CT能谱参数在肠道肿瘤转移性淋巴结及反应性增生性淋巴结鉴别中的应用[J]. 放射学实践, 2018, 33(6): 4353-4361.
Wang J, Wang S, Wang Y. Application of dual-source CT energy spectrum parameters in differential diagnosis of the metastatic lymph nodes and the hyperplastic lymph nodes [J]. Radiologic Practice, 2018, 33(6): 4353-4361.
- [17] Zhang CX, Tian Y. Adrenal Collision tumor composed of adrenocortical adenoma and pheochromocytoma [J]. Chin Med J, 2018, 131(3): 374-375.