

¹³¹I-MIBG SPECT/CT 不同时间及本底在嗜铬细胞瘤中的诊断价值比较

左睿, 刘双, 庞华, 许璐, 田方芳

【摘要】 目的:探究¹³¹I-MIBG SPECT/CT 在鉴别肾上腺嗜铬细胞瘤(PCC)及皮质腺瘤(CA)的应用价值及不同采集时间和本底的影响。**方法:**回顾性搜集 2014 年 3 月—2021 年 11 月于行¹³¹I-MIBG SPECT/CT 显像并取得术后病检的所有患者相关临床及影像学资料。共纳入 53 例患者,包括 24 例 PCC,12 例副神经节瘤(PGL)和 17 例 CA,比较¹³¹I-MIBG SPECT/CT 融合图像中 PCC、CA 及 PGL 3 组间病灶 MIBG 的摄取及形态差异;正常肾上腺组织也可能少量摄取 MIBG,故本研究选取 34 例左侧正常肾上腺作为对照组,比较其与所有肾上腺病灶的 MIBG 摄取差异。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析¹³¹I-MIBG SPECT/CT 相关指标的诊断效能,并比较¹³¹I-MIBG SPECT/CT 在不同时间、不同本底的诊断效能有无差异。**结果:**①31 名患者同时行 24 h、48 h 的¹³¹I-MIBG SPECT/CT,发现 24 h 显像对肾上腺病灶的诊断及 PCC 和 CA 的鉴别能力均更佳,曲线下面积均为 0.90。②¹³¹I-MIBG 半定量指标在肾上腺病灶和正常对照组及 PCC 和 CA 间的差异有统计学意义($P<0.05$),T/M(tumor/mediastinum)诊断肾上腺病灶的效能较高(临界值=2.26,AUC=0.89),T/Lu tumor/right upper lobe of liver)鉴别 PCC 和 CA 的效能较高(临界值=1.4,AUC=0.86),不同本底的选择对诊断肾上腺病灶及鉴别 PCC 和 CA 的曲线下面积差异无统计学意义。③联合 T/Lu-24 h 及 CT 值 mean 在区分 PCC 和 CA 两者的效能较单一指标更佳,AUC 为 0.89。**结论:**¹³¹I-MIBG SPECT/CT 在诊断肾上腺病灶及鉴别嗜铬细胞瘤与皮质腺瘤的效能较高,联合 SPECT 和 CT 的指标可进一步提高鉴别效能,但不同采集时间及本底的选择对诊断效能无明显影响。

【关键词】 嗜铬细胞瘤; 肾上腺皮质腺瘤; 诊断,鉴别; 正电子发射体层摄影术; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R736.6;R447; R445.6;R814.4 **【文献标志码】** A

【文章编号】 1000-0313(2023)10-1320-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.10.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Comparison of diagnostic value of ¹³¹I-MIBG SPECT/CT at different time points and backgrounds in pheochromocytoma ZUO Rui, LIU Shuang, PANG Hua, et al. Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

【Abstract】 Objective: To investigate the diagnostic value of ¹³¹I-MIBG SPECT/CT in differentiating pheochromocytoma (PCC) from cortical adenoma (CA) and assess the impact of different acquisition times and backgrounds. **Methods:** We retrospectively collected clinical and imaging data from patients who underwent ¹³¹I-MIBG SPECT/CT imaging and subsequent pathological examinations between March 2014 to November 2021. Our study included 53 patients, comprising 24 with PCC, 12 with PGL and 17 with CA. We compared differences in MIBG uptake and morphology among PCC, CA and PGL in ¹³¹I-MIBG SPECT/CT fusion image. Since normal adrenal tissue may exhibit slight MIBG uptake, we selected 34 left normal adrenal glands as the control group and analyzed differences in MIBG uptake between left normal adrenal glands and all adrenal lesions. We assessed the diagnostic efficacy of ¹³¹I-MIBG SPECT/CT related parameters using receiver operating characteristic (ROC) curves and compared the diagnostic performance of ¹³¹I-MIBG SPECT/CT at different acquisition times and

作者单位: 400016 重庆, 重庆医科大学附属第一医院核医学科

作者简介: 左睿(1997—), 女, 重庆人, 在读博士, 主要从事肿瘤影像学工作。

通讯作者: 田方芳, E-mail: 15908474220@163.com

基金项目: 重庆市科卫联合医学科科研项目(2021MSXM087)

backgrounds settings. **Results:** ① Among the 31 patients who underwent ^{131}I -MIBG SPECT/CT imaging at 24 hours and 48 hours, the 24-hour image demonstrated superior diagnostic accuracy for adrenal lesions and the ability to differentiate PCC from CA, with an area under the curve (AUC) of 0.90. ② Significant differences were observed in semi-quantitative indices derived from ^{131}I -MIBG SPECT/CT between adrenal lesions and normal controls, as well as between PCC and CA ($P < 0.05$). Tumor/Mediastinum (T/M) was more effective in the diagnosing adrenal lesions (cut-off value = 2.26, AUC = 0.89), while Tumor/right upper lobe of Liver (T/Lu) was more effective in distinguishing PCC from CA (cut-off value = 1.40, AUC = 0.86). There was no significant difference in AUC values between different background settings for diagnosing adrenal lesions and differentiating PCC from CA. ③ Combining T/Lu-24h and the mean CT value improved the differentiation of PCC from CA with an AUC of 0.89. **Conclusion:** ^{131}I -MIBG SPECT/CT is an effective tool for diagnosing adrenal lesions and differentiating PCC from CA. Combination SPECT and CT index can enhance diagnostic accuracy. Importantly, our study found that variations in acquisition times and background settings did not significantly impact diagnostic efficiency.

【Key words】 Pheochromocytoma; Adrenocortical adenoma; Positron emission tomography; Tomography, X-ray computed

嗜铬细胞瘤(pheochromocytoma, PCC)是来源于肾上腺髓质的产生儿茶酚胺的罕见神经内分泌肿瘤(80%~85%),来自肾上腺外交感神经细胞(15%~20%)则称为副神经节瘤(paraganglioma, PGL)^[1,2]。PCC 诊断中最需要鉴别的疾病是皮质腺瘤(cortical adenoma, CA)。CA 是肾上腺最常见的病变之一,虽高血压、头痛、心悸是 PCC 常见的临床症状,但以上症状也可出现在 CA 患者中^[3,4],这导致 CA 和 PCC 的鉴别诊断难度加大。另一方面,肾上腺结节较小时在 CT 或 MRI 上表现并不特异^[3,5]。因此,如何尽早将 PCC 与 CA 鉴别开来是临床诊疗关键一步^[6]。

肾上腺外嗜铬细胞瘤即 PGL 的诊断中,情况更为复杂,加之其转移的可能性更大,早期诊断有助改善预后^[7]。然而,形态学检查基本上不太可能提供准确诊断^[8]。患者发现全身其余部位的肿块或结节,且患者有典型的临床症状或儿茶酚胺异常升高时均需要考虑 PGL 可能,PGL 发生远处转移与编码琥珀酸脱氢酶 B 亚单位(succinate dehydrogenase gene subunit B, SDHB)基因突变有关^[1],但其表现是否与 PCC 相似,是否与儿茶酚胺活性相关,目前尚不明确。

间碘苄胍(metaiodobenzylguanidine, MIBG)是一种结构类似去甲肾上腺素的胍乙啶类似物,可特异性积聚在肾上腺髓质中。 ^{131}I -MIBG SPECT 显像是一种功能显像,可特异性显示分泌儿茶酚胺功能增强的病变(如嗜铬细胞瘤),有助于明确肾上腺结节诊断,比解剖成像更敏感^[9]。除了常规的平面成像,MIBG 显像还可以进行图像融合,对嗜铬细胞瘤显示出较高的诊断效能^[5]。Yoshiyuki 等^[10]认为半定量分析较定性评估更能有效区分 PCC 和 CA,然而半定量分析受多种

因素影响,比如图像采集时间点以及本底的选择,故本研究拟比较在不同时间及不同本底选择下肿瘤 MIBG 半定量值的诊断效能差异。此外正常肾上腺组织也可摄取 MIBG,故本研究比较了所有肾上腺病灶与正常对照的 MIBG 摄取差异。最后,由于 PGL 发生远处转移的可能较 PCC 更大,为探究 MIBG 是否是重要的影响因素,我们比较了 PGL 和 PCC 的 MIBG 摄取差异。

材料与方法

1. 患者特征

本研究回顾性搜集 219 例患者于 2014 年 3 月—2021 年 11 月在本院核医学科行 ^{131}I -MIBG SPECT/CT 显像的相关资料,纳入标准:①患者行 ^{131}I -MIBG SPECT/CT 时未行肾上腺手术治疗;②患者在 ^{131}I -MIBG SPECT/CT 结束后 2~5 月内行手术治疗;③所有病灶均取得组织病理学结果。分别搜集 3 组患者的年龄、性别、病程、儿茶酚胺水平、临床症状等基本情况。本研究将儿茶酚胺水平与正常范围的比较进行二值化为阳性和阴性。临床症状包括头痛、大汗、心悸,满足一项即认为患者存在相关临床症状。本研究已获本院伦理委员会批准(2022-K166),并免除知情同意。

2. ^{131}I -MIBG SPECT/CT 图像采集

所有患者注射 ^{131}I -MIBG 后均采集了全身平面图像和局部(中上腹部或涵括副神经节瘤病灶的相应部位)SPECT/CT 融合图像。患者在检查前 3 d 即停用酚苄明、利血平等干扰肾上腺摄取 ^{131}I -MIBG 的药物(所有患者均经医生评估可短暂停药),并用饱和碘化钾溶液阻断甲状腺(100 mg/d,从注射示踪剂前 1 d 开

始,持续 2 d)。检查当天静脉注射¹³¹I-MIBG(原子高科股份有限公司提供,放射性化学纯度>95%)74~185 MBq(2~5 mCi)后,采用 SPECT/CT(GE Discovery NM/CT 670 型或 SIEMENS Symbia T2 型)设备,用高能高分辨率准直器(矩阵 1024×256,能峰 364 keV,窗宽 20%),以 10~15 cm/min 的运行速度扫描全身。获得全身平面图像后立即行 SPECT/CT 显像。SPECT 采集参数:矩阵 128×128,探头旋转 360°,以 60 秒/帧的速度进行采集。最后在 SPECT 同一区域内以管电压 120 keV,电流 30 mA,矩阵 512×512,层厚 5 mm 的采集参数获得低剂量 CT 图像。经过衰减校正等后期处理获得 SPECT/CT 融合图像。

3. 图像分析

所有图像由两位经验丰富的核医学科医师评估,他们分别对所有平面图像进行视觉定性评估,以肝脏放射性浓度作为参考标准,病灶¹³¹I-MIBG 摄取高于肝脏为阳性,低于肝脏为阴性^[11]。两位医师最终对所有结果达成共识。

由于肝脏放射性分布不均,我们拟采取肝右后叶上段和右后叶下段两个局限区域作为本底;另外,纵隔血池由于放射性分布均匀的特点,也被纳入作为本底之一。采用肿瘤/纵隔血池放射性计数比(tumor/mediastinum, T/M)、肿瘤/肝右后叶上段放射性计数比(tumor/upper segment of right posterior lobe of liver, T/Lu)和肿瘤/肝右后叶下段放射性计数比(tumor/lower segment of right posterior lobe of liver, T/Ll)对所有 SPECT 图像(24 h、48 h)进行半定量评价,CT 辅助定位。具体方法:①在病灶放射性摄取最明显的区域,以涵括整个病灶的最小圆形区域获得感兴趣区(region of interest, ROI)的放射性计数值。②再以同一圆形区域分别放置在纵隔血池、肝右后叶上段及肝右后叶下段,获得本底的放射性计数值。③当病灶过大 ROI 超过本底最大径线范围时,则以涵括纵隔血池的最小圆形为 ROI,获得病灶及本底的放射性计数值。④ROI 的选取由两位经验丰富的核医学科医师共同完成,病灶和本底的放射性计数通过两次 ROI 计数的平均值获得,并计算 T/M、T/Lu 和 T/Ll。⑤同理勾画出正常左侧肾上腺的 ROI 并获得计数值及半定量指标。右侧正常肾上腺因易受肝脏的生理性摄取干扰而未被选择。

勾画 SPECT 图像后,由以上两名医师分析所有患者的 CT 图像,测量每个病灶的最大径、平均密度、最小密度及最大密度值,两次测量取平均值为最终结果。

4. 统计学分析

采用 SPSS 26.0 和 MedCalc18.2.1 软件进行统计

分析。连续性变量以 mean±SD 表示,两组比较采用独立样本 *t* 检验,三组比较采用 ANOVA,事后分析采用 Dunnett'*t* 检验;分类变量比较采用 χ^2 检验。各数据间的相关性采用 Spearman 相关性分析。通过受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析,确定摄取¹³¹I-MIBG 的临界值,计算曲线下面积(95%可信区间),并计算敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值等诊断效能。联合诊断通过 logistic 回归构建多因素分析指标,再绘制多因素 ROC 曲线。采用 Delong 检验对不同 ROC 曲线进行比较, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

219 例患者中 166 例由于不满足纳入标准被排除,本研究共纳入 53 例被试(男 25 例,女 28 例;平均年龄 46.85 岁,年龄 15~78 岁),包括 36 例 PPGL(24 例 PCC,12 例 PGL),17 例 CA。患者的性别在 PPGL 和 CA 组间存在统计学差异,提示 CA 在男性患者多见,PPGL 则女性患者多见。CA 患者的年龄明显小于 PCC 患者($P<0.01$),PCC 患者较 CA 患者有较高的儿茶酚胺水平($P<0.05$)。CT 及¹³¹I-MIBG SPECT 相关参数在 PPGL 与 CA 间均存在统计学差异($P<0.05$,图 1,表 1)。

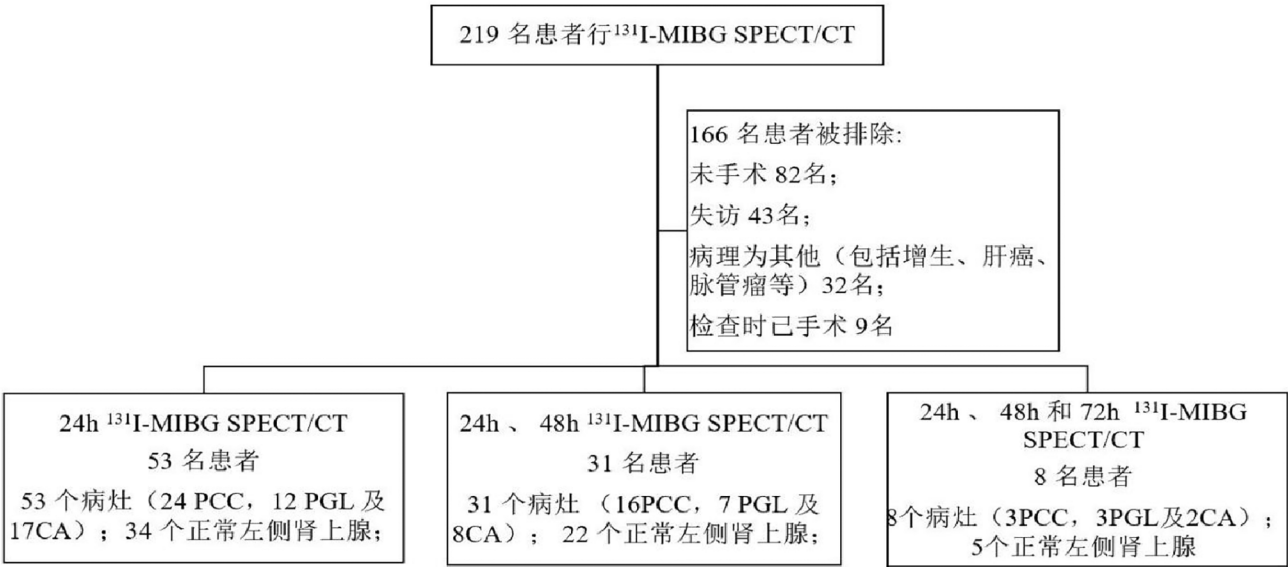
PPGL 为嗜铬细胞瘤与副神经节瘤,PCC 嗜铬细胞瘤,PGL 副神经节瘤,CA 皮质腺瘤,CT 值 mean 为病灶的平均 CT 值,CT 值 min 为病灶的最小 CT 值,CT 值 max 为病灶的最大 CT 值,T/M 为肿瘤与纵隔血池放射性计数之比,T/Lu 为肿瘤与肝右后叶上段放射性计数之比,T/Ll 为肿瘤与肝右后叶下段放射性计数之比。

1. 不同时间(24 h、48 h)¹³¹I-MIBG SPECT/CT 的比较

本研究共 31 名(16 名 PCC,7 名 PGL,8 名 CA)先后行 24 h 和 48 h¹³¹I-MIBG SPECT/CT(包括 22 个正常肾上腺);PCC 在不同时间(24 h、48 h)的不同参考背景中的半定量值均显著高于 CA,而 PCC 与 PGL 间的摄取差别不大(图 2)。对正常肾上腺(22 个)及肾上腺病灶(24 个)联合诊断分析(T/M、T/Lu 及 T/Ll)后发现 24 h 诊断效能最高,敏感度、特异度及准确度分别为 0.84、0.96 和 0.89,AUC 为 0.90($P<0.001$)。

我们比较了 24 名接受 24 h 和 48 h¹³¹I-MIBG SPECT/CT 的肾上腺肿瘤患者的病灶摄取差异并行联合诊断 ROC 曲线分析,发现 24 h 的鉴别诊断价值较高,敏感度、特异度及准确度均分别为 0.88、1.00 和 0.92,AUC 为 0.90($P<0.001$)。

2. 肾上腺病灶与正常肾上腺对¹³¹I-MIBG 的摄取



PCC: 嗜铬细胞瘤; PGL: 副神经节瘤; CA: 皮质腺瘤

①

图 1 患者纳入流程图

表 1 患者的临床资料和影像特征(n=53)

变量	PPGL(n=36)		CA(n=17)	F/χ²	P
	PCC(n=24)	PGL(n=12)			
性别(男/女)	6/18	7/5*	12/5**	13.845	0.001
年龄(岁)	43.13±13.68	45.50±10.40	53.06±11.71**	7.092	0.001
病程(月)	29.67±39.73	21.17±20.15	42.18±61.57	0.266	0.876
症状(+/-)	20/4	11/1	12/5	4.730	0.094
儿茶酚胺(+/-)	11/13	8/4	4/13*	6.893	0.032
病灶最大径(mm)	37.40±18.21	41.09±26.24	23.99±12.39*	7.642	0.022
CT 值 mean(HU)	34.04±9.03	33.67±12.02	20.35±13.93**	15.060	0.001
CT 值 max(HU)	89.38±39.29	81.92±16.69	67.41±19.67**	7.086	0.001
CT 值 min(HU)	-11.38±19.12	-13.25±13.82	-27.12±24.42*	6.109	0.047
定性分析(+/-)	23/1	10/2	10/7**	13.050	0.001
T/M-24h	3.62±1.41	2.62±1.11*	2.47±0.71*	9.956	0.007
T/Lu-24h	1.84±0.68	1.49±0.79	1.06±0.34**	14.846	0.001
T/LI-24h	1.75±0.68	1.64±1.16	1.10±0.41**	10.253	0.006

注:PGL 组和 CA 组分别与 PCC 组比较, 其中* P<0.05,** P<0.01

表 2 ¹³¹I-MIBG SPECT/CT (24h)对 41 例肾上腺病灶的诊断效能

变量	AUC	95%CI	P	临界值	敏感度	特异度	PPV	NPV	准确度
T/M	0.89	(0.83,0.95)	<0.001	2.26	0.83	0.88	0.87	0.81	0.84
T/Lu	0.81	(0.72,0.86)	<0.001	1.15	0.66	0.88	0.84	0.67	0.75
T/LI	0.84	(0.75,0.93)	<0.001	1.16	0.68	0.94	0.93	0.71	0.80
视觉分析	0.82	(0.74,0.90)	0.001	—	0.80	0.85	0.87	0.78	0.83

注:AUC 为曲线下面积,95%CI 为 95%可置信区间,PPV 阳性预测值,NPV 阴性预测值,T/M 肿瘤与纵隔血池放射性计数之比,T/Lu 肿瘤与肝右后叶上段放射性计数之比,T/LI 肿瘤与肝右后叶下段放射性计数之比

比较

¹³¹I-MIBG SPECT/CT 的 24 h 半定量参数值显示相对较高的诊断效能,故在此基础上比较本底选择所致的放射性摄取差异。肾上腺病灶(n=41)与纵隔血池、肝右后叶上段及肝右后叶下段的放射性计数比值均显著高于正常肾上腺(n=34,P<0.001)。分别以 2.26、1.15 和 1.16 为临界值,T/M、T/Lu 及 T/LI 区别病灶与正常肾上腺的 ROC 曲线及诊断性能如图

3a 及表 2,其中,以纵隔血池为本底的 AUC 及准确度更高。

3. 疾病组间¹³¹I-MIBG 摄取半定量指标和其他特征的 ROC 分析

T/Lu(临界值=1.4)鉴别 PCC 和 CA 的效能最高,敏感度、特异度及准确度分别为 0.71、0.94 和 0.80,AUC 为 0.86;CT 参数中以 CT 值 mean 的鉴别效能最佳,敏感度、特异度及准确度分别为 0.92、0.71 和

表 3 ¹³¹I-MIBG SPECT/CT 对 PCC(n=24)vs. CA(n=17)的鉴别效能

变量	AUC(95%CI)	P	临界值	敏感度	特异度	PPV	NPV	准确度
儿茶酚胺	0.65(0.52,0.79)	0.033	—	0.49	0.76	0.73	0.50	0.59
病灶最大径	0.73(0.60,0.86)	0.002	37.75	0.50	0.94	0.92	0.57	0.68
CT 值 mean	0.78(0.68,0.89)	<0.001	24.00	0.92	0.71	0.81	0.86	0.83
CT 值 min	0.71(0.59,0.84)	0.003	-15.50	0.67	0.77	0.80	0.62	0.71
CT 值 max	0.74(0.62,0.86)	0.001	66.50	0.88	0.59	0.75	0.77	0.76
T/M	0.76(0.65,0.88)	<0.001	2.71	0.71	0.71	0.77	0.63	0.71
T/Lu	0.86(0.77,0.95)	<0.001	1.40	0.71	0.94	0.94	0.70	0.80
T/Ll	0.79(0.68,0.91)	<0.001	1.21	0.79	0.77	0.83	0.72	0.78
视觉分析	0.81(0.71,0.91)	0.01	—	0.59	0.95	0.91	0.73	0.80

注:PCC为嗜铬细胞瘤,CA 皮脂腺瘤,AUC 曲线下面积,95%CI 为 95%置信区间,PPV 阳性预测值,NPV 阴性预测值,CT 值 mean 为病灶的平均 CT 值,CT 值 min 病灶的最小 CT 值,CT 值 max 病灶的最大 CT 值,T/M 肿瘤与纵隔血池放射性计数之比,T/Lu 肿瘤与肝右后叶上段放射性计数之比,T/Ll 肿瘤与肝右后叶下段放射性计数之比

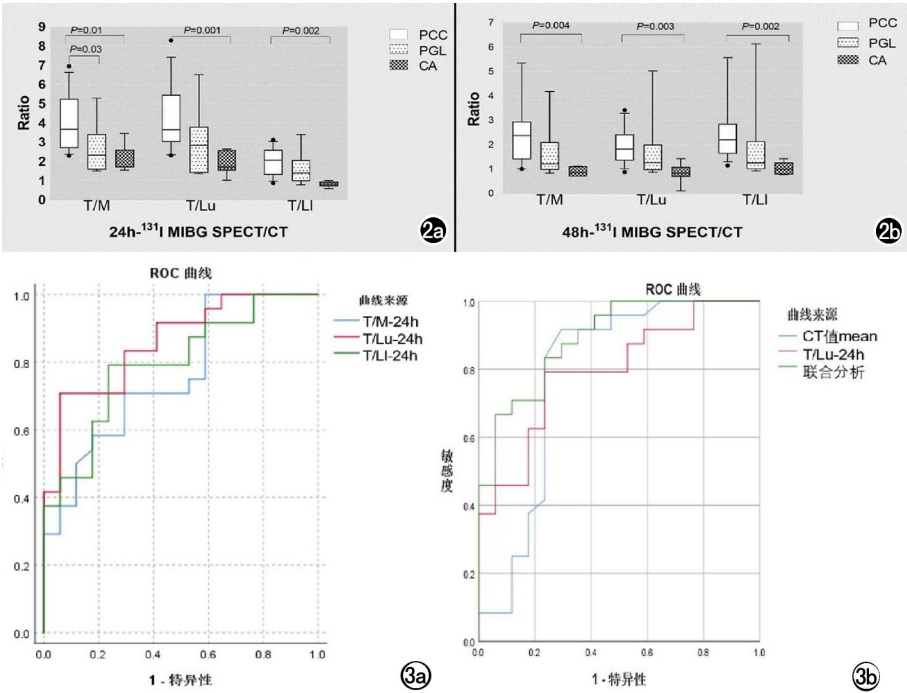


图 2 PCC、PGL、CA 在不同时间¹³¹I-MIBG SPECT/CT 的差异箱式图。a) PCC、PGL、CA 在 24h ¹³¹I-MIBG SPECT/CT 的半定量参数差异;b) PCC、PGL、CA 在 48h ¹³¹I-MIBG SPECT/CT 的半定量参数差异。
图 3 ¹³¹I-MIBG SPECT/CT 的 ROC 曲线分析。a) T/M、T/Lu 及 T/Ll 区别病灶(n=41)与正常肾上腺(n=34)的 ROC 曲线;b) CT 值 mean、T/Lu 及联合指标鉴别嗜铬细胞瘤(n=24)及皮脂腺瘤(n=17)的 ROC 曲线。

0.83,AUC 为 0.78(图 3b、表 3),联合分析发现 T/Lu 及 CT 值 mean 同时运用时的鉴别诊断效能最佳,AUC 为 0.89。PCC 及 CA 患者的¹³¹I-MIBG SPECT/CT 如图 4。

PCC 与 PGL 间仅 T/M 的差异有统计学意义,以 2.7 为临界值时,敏感度、特异度和准确度分别为 0.71、0.75 和 0.72,AUC 为 0.74。

4. ¹³¹I-MIBG SPECT 指标和形态学及临床特征的相关性分析

¹³¹I-MIBG SPECT 放射性计数值与病灶最大径

显著正相关($r=0.509,P<0.01$),与其他影像及临床特征未见明显相关性。

讨 论

不同的肾上腺肿瘤在术前的医疗管理手段不一,早期的诊断十分重要^[12]。肾上腺肿瘤一般较小,仅依靠解剖学影像检查特异性低,功能成像已被证明可相对特异地被嗜铬细胞瘤摄取,鉴别效能较高^[13]。本研究比较了 PCC 及 CA 间的¹³¹I-MIBG 摄取差异后发现(1)早期显像(24 h)鉴别效能较好,延迟显像(48 h)虽未能显示更佳 的诊断能力,但仍能提供部分有效信息;(2)以纵隔血池作为本底时诊断肾上腺病灶的能力更佳,鉴别 PCC 及 CA 则选用肝右后段上叶作为本底时的区分度更好;(3)¹³¹I-MIBG SPECT/CT 的半定量分析较视觉评价诊断及鉴别效能更高,联合 SPECT 及 CT 分析时的鉴别效能最佳。

国外一般以¹²³I 标记 MI-BG,¹²³I 半衰期仅有 13.2 h,不适合延迟采集,故一般仅采集 24 h 图像^[9]。本研究选用更易获得的¹³¹I 标记 MIBG,半衰期达 8.04 d,需要延迟成像才能获得最佳的靶本比。研究结果显示 48 h 延迟显像鉴别 PCC 及 CA 的效能较 24 h 早期显像未见明显差异,区别正常肾上腺和病灶及鉴别 PCC 和 CA 以 24 h 的诊断效能最高,由于 72 h 的病例数不足,是否能在 72 h 显像中得到类似结论还需扩大样本量,行进一步研究。

延迟显像并未显示出我们所期待的更高的准确

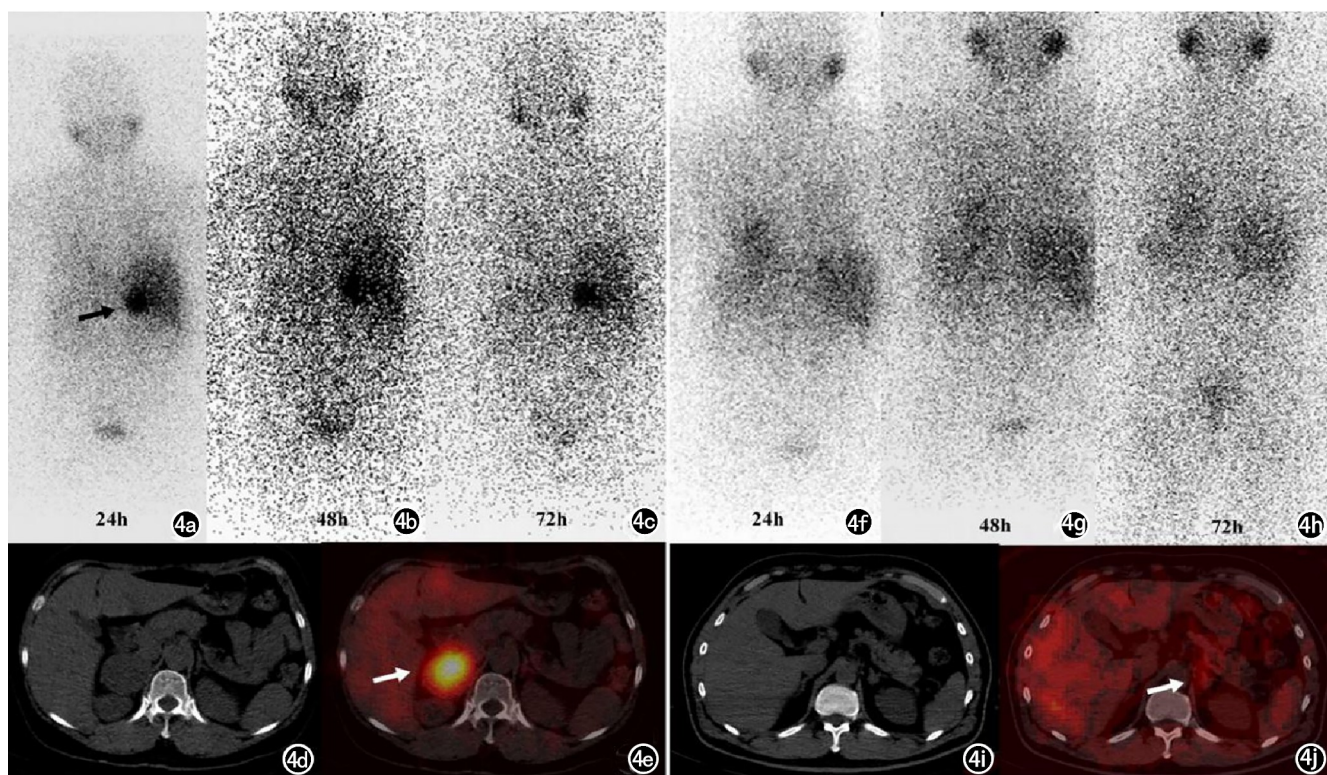


图 4 嗜铬细胞瘤及皮质腺瘤的 ^{131}I -MIBG SPECT/CT 影像表现。a~e)嗜铬细胞瘤患者。a~c) 24h、48h 及 72h 的 ^{131}I -MIBG 平面显像(箭); d) CT 平扫示右侧肾上腺占位; e) ^{131}I -MIBG SPECT/CT 示病灶放射性浓聚影(箭); f~j) 皮质腺瘤患者; f~h) 24h、48h 及 72h 的 ^{131}I -MIBG 平面显像均未见确切异常放射性摄取灶; i) CT 平扫示左侧肾上腺结节; j) ^{131}I -MIBG SPECT/CT 示病灶放射性摄取与肝脏相近(箭)。

度,这可能与 ^{131}I -MIBG 本身性质有关,其在同时间内能采集的计数值不到 ^{123}I -MIBG 的 1/20,低分辨率的图像诊断准确度相对较低^[14,15]。但比较 ^{123}I -MIBG 显像不同采集时间的诊断效能的既往研究^[16]发现 6 h 和 24 h 定量分析的诊断效能未见明显不同,这和我们得出的结论类似,不同扫描时间并未减少假阴性或假阳性的发生。延迟采集虽然未能提高诊断效能,但它可选择性的应用在一些体积较小、实性成分少、出现坏死和出血及某些低分化的肿瘤病灶中,MIBG 显像在这些病灶中可能出现假阴性^[17]。采集时间延长病灶对 MIBG 持续累积,而其余组织对 MIBG 的清除加快,那么延迟显像中病灶和背景可产生更明显的对比,可减少假阴性的发生。本研究中假阳性大部分来源于肝癌等血供丰富的恶性肿瘤,Serena 等^[17]认为假阳性在具有潜在神经内分泌来源的病灶中也可发现,虽然 MIBG 的摄取被认为具有较高特异度,但最终的诊断还需在结合临床的基础下判定。

本研究侧重分析的另一问题是本底的选择是否会影晌半定量分析。临床工作中一般以肝脏作为参考,视觉评价病灶的性质,当 PCC 较小且摄取能力较低时,视觉分析很难将其与 CA 区分开来,故需通过计算靶本比提高鉴别的特异度。Yoshiyuki 等^[10]选取肌肉

和肝右叶作为本底进行研究,发现两者在鉴别 PCC 和 CA 的诊断效能无显著差异,这和我们研究的结果略有不同,我们选取纵隔血池和肝右后叶上段或下段作为本底,无论在各时间的各本底选择中,正常肾上腺与病灶间及 PCC 和 CA 间的 ROC 曲线并未有显著差异。但我们结果显示在区分正常肾上腺和病灶时,纵隔血池作为本底有着相对较高的准确度和 AUC,纵隔血池作为本底时的计数值较肝脏血池低,可能更利于显示正常与病理性摄取的差异。与纵隔血池和肝右后段下叶相比,肝右后段上叶是鉴别 PCC 和 CA 的最优本底选择,其显示出更高的诊断效能。随后,我们结合 CT 指标联合鉴别诊断 PCC 和 CA,获得更高的鉴别价值,这取决于 SPECT/CT 融合图像可同时显示代谢及解剖的优势,临床中充分灵活运用影像显得尤为重要。

我们还发现 PGL 较 PCC 的半定量值低,T/M 有统计学差异,这可能与 SDHB 突变、预后不良相关^[18]。 ^{131}I -MIBG 低摄取意味着更高的转移率,提示阴性摄取的 PGL 需要更密切的定期随访。但我们并没有大部分患者的基因数据,这个推测需要进一步研究。

本研究存在一些不足:首先,因血清儿茶酚胺结果来自不同实验室,没办法对其进行深入分析;其次,

72 h 延迟显像的纳入样本量过小,无法进行 ROC 分析。

¹³¹I-MIBG SPECT/CT 诊断 PCC 时选择纵隔血池作为本底的准确度更高,与 CA 鉴别时则将肝血池作为本底诊断效能更佳。¹³¹I-MIBG SPECT/CT 在诊断及鉴别肾上腺疾病中有着重要地位,本底及显像时间的选择尤为关键,临床工作中应灵活选用。

参考文献:

- [1] 翟雪佳,于顺利,樊青霞,等.转移性嗜铬细胞瘤和副神经节瘤的治疗现状及进展[J].中华泌尿外科杂志,2019,40(12):949-951.
- [2] 邓建华,李汉忠.转移性嗜铬细胞瘤/副神经节瘤的临床诊断和预后[J].协和医学杂志,2019,10(6):654-659.
- [3] Lam AK. Update on adrenal tumours in 2017 World Health Organization (WHO) of endocrine tumours[J]. Endocrine Pathology, 2017, 28(3): 213-227.
- [4] Nölting S, Bechmann N, Taieb D, et al. Personalized management of pheochromocytoma and paraganglioma[J]. Endocrine Reviews, 2022, 43(2): 199-239.
- [5] Mendiratta-Lala M, Avram A, Turcu AF, et al. Adrenal imaging[J]. Endocrinol Metab Clin North Am, 2017, 46(3): 741-759.
- [6] Bourdeau I, EL Ghorayeb N, Gagnon N, et al. Management of endocrine disease: differential diagnosis, investigation and therapy of bilateral adrenal incidentalomas[J]. Eur J Endocrinology, 2018, 179(2): 57-67.
- [7] Lenders JWM, Eisenhofer G, Mannelli M, et al. Pheochromocytoma[J]. The Lancet, 2005, 366(9486): 665-675.
- [8] 吴丽兰,陈晓姝,钟莲婷,等.腹膜后典型及不典型副神经节瘤 MSCT 表现及鉴别诊断[J].放射学实践,2021,36(7):899-904.
- [9] Taieb D, Hicks RJ, Hindie E, et al. European association of nuclear medicine practice guideline/society of nuclear medicine and molecular imaging procedure standard 2019 for radionuclide imaging of pheochromocytoma and paraganglioma[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2019, 46(10): 2112-2137.
- [10] Kitamura Y, Baba S, Isoda T, et al. Usefulness of semi-quantita-

tive analysis in ¹²³I metaiodobenzylguanidine SPECT/CT for the differentiation of pheochromocytoma and cortical adenoma[J]. Ann Nucl Med, 2022, 36(1): 95-102.

- [11] Van Berkel A, Rao JU, Lenders JW, et al. Semiquantitative ¹²³I-metaiodobenzylguanidine scintigraphy to distinguish pheochromocytoma and paraganglioma from physiologic adrenal uptake and its correlation with genotype-dependent expression of catecholamine transporters[J]. J Nucl Med, 2015, 56(6): 839-846.
- [12] Maas M, Nassiri N, Bhanvadia S, et al. Discrepancies in the recommended management of adrenal incidentalomas by various guidelines[J]. J Urol, 2021, 205(1): 52-59.
- [13] Carrasquillo JA, Chen CC, Jha A, et al. Imaging of pheochromocytoma and paraganglioma[J]. J Nucl Med, 2021, 62(8): 1033-1042.
- [14] Sharma P, Dhull VS, Jeph S, et al. Can hybrid SPECT-CT overcome the limitations associated with poor imaging properties of ¹³¹I-MIBG; comparison with planar scintigraphy and SPECT in pheochromocytoma[J]. Clin Nucl Med, 2013, 38(9): e346-353.
- [15] Fukuoka M, Taki J, Mochizuki T, et al. Comparison of diagnostic value of ¹²³I MIBG and high-dose ¹³¹I MIBG scintigraphy including incremental value of SPECT/CT over planar image in patients with malignant pheochromocytoma/paraganglioma and neuroblastoma[J]. Clin Nucl Med, 2011, 36(1): 1-7.
- [16] Nakamoto R, Nakamoto Y, Ishimori T, et al. Clinical significance of quantitative ¹²³I-MIBG SPECT/CT analysis of pheochromocytoma and paraganglioma[J]. Clin Nucl Med, 2016, 41(11): e465-e472.
- [17] Dell'Aversana S, Romeo V, Assante R, et al. False iodine-131 MIBG scintigraphy findings in adrenal tumors; correlation with MR imaging[J]. Clinical and Translational Imaging, 2020, 9(1): 109-115.
- [18] Fonte JS, Robles JF, Chen CC, et al. False-negative ¹²³I-MIBG SPECT is most commonly found in SDHB-related pheochromocytoma or paraganglioma with high frequency to develop metastatic disease[J]. Endocr Relat Cancer, 2012, 19(1): 83-93.

(收稿日期:2022-09-30 修回日期:2023-01-14)