

# $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 对心脏占位性病变的诊断价值

孟晶晶<sup>1</sup> 赵宏磊<sup>2</sup> 卢霞<sup>1</sup> 陈东<sup>3</sup> 王剑杰<sup>4</sup> 焦建<sup>1</sup> 董薇<sup>1</sup> 朱紫薇<sup>1</sup>

解小芬<sup>1</sup> 李珺奇<sup>1</sup> 米宏志<sup>1</sup> 刘永民<sup>2</sup> 张晓丽<sup>1</sup> 李翔<sup>1</sup>

<sup>1</sup>首都医科大学附属北京安贞医院核医学科 100029; <sup>2</sup>首都医科大学附属北京安贞医院心脏外科 100029; <sup>3</sup>首都医科大学附属北京安贞医院病理科 100029; <sup>4</sup>解放军总医院第三医学中心核医学科, 北京 100039

通信作者: 张晓丽, Email: xlzhang68@126.com

**【摘要】** 目的 评价 $^{18}\text{F}$ -脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT显像对心脏良恶性肿瘤鉴别诊断的价值。方法 自2015年1月至2018年9月于北京安贞医院行 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT全身显像的3 678例受检者中,心脏占位性病变患者共51例(1.39%)。将28例有病理诊断的心脏占位性病变患者纳入研究,其中男10例,女18例;年龄:18~84(52±14)岁。依据病理结果将患者分为原发性良性组(组1, n=9),原发性恶性组(组2, n=9),淋巴瘤组(组3, n=6),继发性恶性组(组4, n=4)。患者均行早期(1 h)  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT显像,其中22例患者(组1、2、3、4分别有6、7、6、3例)行延迟(2 h)显像,采用单因素方差分析和Scheffe检验比较4组间病灶最大标准摄取值(SUV<sub>max</sub>)和病灶/本底比值(TBR)差异, TBR = SUV<sub>max</sub>/肝平均标准摄取值(SUV<sub>mean</sub>); 另行受试者工作特征(ROC)曲线分析。结果 组1、2、3、4早期显像SUV<sub>max</sub> [SUV<sub>max(early)</sub>]分别为2.6±1.5、9.9±4.0、20.5±6.1、9.2±5.8 ( $F=21.39$ ,  $P<0.01$ ), 其中组1低于组2和组3, 组3最高(均 $P<0.005$ ); 4组早期显像TBR(TBR<sub>early</sub>)分别为1.1±0.6、4.1±1.6、9.4±2.6、3.7±2.0 ( $F=29.15$ ,  $P<0.01$ ), 其中组1低于组2和组3, 组3最高(均 $P<0.005$ )。4组延迟显像SUV<sub>max</sub> [SUV<sub>max(delay)</sub>]分别为2.4±1.2、11.0±5.9、25.8±7.7、13.7±7.7 ( $F=16.01$ ,  $P<0.01$ ), 延迟显像TBR(TBR<sub>delay</sub>)分别为1.3±0.7、5.5±2.9、14.4±4.9、7.9±5.0 ( $F=14.78$ ,  $P<0.01$ ), 其中组3均高于组1和组2(均 $P<0.005$ )。ROC曲线鉴别心脏肿瘤良恶性的最佳界值如下: SUV<sub>max(early)</sub> = 4.2、TBR<sub>early</sub> = 1.6、SUV<sub>max(delay)</sub> = 4.6、TBR<sub>delay</sub> = 1.9, 各界值对应的诊断心脏恶性肿瘤灵敏度、特异性和准确性分别为19/19、8/9、96.4%(27/28); 19/19、7/9、92.9%(26/28); 16/16、6/6、100%(22/22); 16/16、5/6、95.5%(21/22)。结论  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT显像能较为准确地诊断心脏恶性肿瘤, 而延迟显像能进一步提高诊断的准确性。

**【关键词】** 心脏肿瘤; 正电子发射断层显像术; 体层摄影术; X线计算机; 脱氧葡萄糖; 诊断, 鉴别

**基金项目:** 国家自然科学基金(81571717); 首都临床特色应用研究(Z181100001718071)

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20190823-00180

## Clinical value of $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in distinguishing benign from malignant cardiac tumors

Meng Jingjing<sup>1</sup>, Zhao Honglei<sup>2</sup>, Lu Xia<sup>1</sup>, Chen Dong<sup>3</sup>, Wang Jianjie<sup>4</sup>, Jiao Jian<sup>1</sup>, Dong Wei<sup>1</sup>, Zhu Ziwei<sup>1</sup>, Xie Xiaofen<sup>1</sup>, Li Junqi<sup>1</sup>, Mi Hongzhi<sup>1</sup>, Liu Yongmin<sup>2</sup>, Zhang Xiaoli<sup>1</sup>, Li Xiang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Nuclear Medicine, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China; <sup>2</sup>Department of Cardiac Surgery, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China; <sup>3</sup>Department of Pathology, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China; <sup>4</sup>Department of Nuclear Medicine, the Third Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100039, China

Corresponding author: Zhang Xiaoli, Email: xlzhang68@126.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the clinical value of  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose (FDG) PET/CT in distinguishing benign from malignant tumors in patients with cardiac tumors. **Methods** Between January 2015 and September 2018,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT was performed in 3 678 patients in Beijing Anzhen Hospital, and 51 of them (51/3 678, 1.39%) were diagnosed as cardiac tumors. Finally, 28 patients (10 males, 18 females; mean age (52±14) years, age range: 18–84 years) with pathological results were included. According to pathological results, patients were divided into 4 groups: group 1 with primary benign cardiac tumor ( $n=9$ ), group 2 with primary malignant cardiac tumor ( $n=9$ ), group 3 with lymphoma ( $n=6$ ) and

group 4 with secondary malignant cardiac tumor ( $n = 4$ ). All patients underwent early (60 min)  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT imaging and 22 patients (6, 7, 6, 3 patients in group 1, group 2, group 3, group 4 respectively) underwent delayed (120 min) imaging. The maximum standardized uptake value ( $\text{SUV}_{\text{max}}$ ) and target/background ratio (TBR) of 4 groups in early imaging and delayed imaging were calculated and compared with one-way analysis of variance and Scheffe Post-hoc test. TBR were calculated as  $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{mean standardized uptake value (SUV}_{\text{mean}})$  in the liver. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was also performed. **Results**  $\text{SUV}_{\text{max}}$  during early imaging, defined  $\text{SUV}_{\text{max(early)}}$ , was  $2.6 \pm 1.5$ ,  $9.9 \pm 4.0$ ,  $20.5 \pm 6.1$ ,  $9.2 \pm 5.8$  in group 1-4 respectively ( $F = 21.39$ ,  $P < 0.01$ ), the value of group 1 was lower than that of group 2 and 3, and the value of group 3 was the highest (all  $P < 0.005$ ).  $\text{TBR}_{\text{early}}$  was  $1.1 \pm 0.6$ ,  $4.1 \pm 1.6$ ,  $9.4 \pm 2.6$ ,  $3.7 \pm 2.0$  in the 4 groups ( $F = 29.15$ ,  $P < 0.01$ ), the value of group 1 was lower than that of group 2 and 3, and the value of group 3 was the highest (all  $P < 0.005$ ).  $\text{SUV}_{\text{max}}$  in delayed imaging ( $\text{SUV}_{\text{max(delay)}}$ ) was  $2.4 \pm 1.2$ ,  $11.0 \pm 5.9$ ,  $25.8 \pm 7.7$ ,  $13.7 \pm 7.7$  respectively in the 4 groups ( $F = 16.01$ ,  $P < 0.01$ ).  $\text{TBR}_{\text{delay}}$  was also significantly different among the 4 groups ( $1.3 \pm 0.7$ ,  $5.5 \pm 2.9$ ,  $14.4 \pm 4.9$ ,  $7.9 \pm 5.0$ ;  $F = 14.78$ ,  $P < 0.01$ ), the value of group 3 was higher than that of group 1 and 2 (all  $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed optimal cut-off values for indicating malignancy were:  $\text{SUV}_{\text{max(early)}} = 4.2$ ,  $\text{TBR}_{\text{early}} = 1.6$ ,  $\text{SUV}_{\text{max(delay)}} = 4.6$ ,  $\text{TBR}_{\text{delay}} = 1.9$ . The corresponding sensitivities, specificities, accuracies were 19/19, 8/9, 96.4% (27/28); 19/19, 7/9, 92.9% (26/28); 16/16, 6/6, 100% (22/22); 16/16, 5/6, 95.5% (21/22), respectively. **Conclusions**  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT imaging can accurately diagnose malignant cardiac tumors. Delayed imaging can further improve the accuracy for diagnosis of malignant cardiac tumors.

**【Key words】** Heart neoplasms; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Deoxyglucose; Diagnosis, differential

**Fund program:** National Natural Science Foundation of China (81571717); Capital Characteristic Clinical Application Research (Z181100001718071)

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20190823-00180

心脏肿瘤分为原发性和继发性两大类。原发性心脏肿瘤较罕见,根据尸检结果报告的发病率约 0.001 7%~0.02%<sup>[1]</sup>,其中恶性心脏肿瘤约占 20%~25%,以肉瘤最常见<sup>[2]</sup>。手术切除是最有效的治疗方法,但对伴有全身转移的患者只能行姑息治疗。心脏淋巴瘤无需手术,化疗可取得明显疗效,且患者预后相对较好<sup>[3]</sup>。既往有研究报道了 $^{18}\text{F}$ -脱氧葡萄糖 (fluorodeoxyglucose, FDG) PET/CT 显像对心脏肿瘤的诊断价值,但是病例数较少,内容有不少重复,仅部分患者有病理结果<sup>[4-6]</sup>,对临床的指导价值有限。另外,对不同脏器的恶性肿瘤, $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 延迟显像是否能提高诊断准确性,目前尚无定论<sup>[7-9]</sup>。为此,本研究以病理结果为最终诊断标准,分析 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 早期和延迟显像获得的半定量影像学指标对心脏恶性肿瘤的诊断效能及其对心脏肿瘤的诊断价值。

### 资料与方法

1.一般资料。回顾性分析 2015 年 1 月至 2018 年 9 月在北京安贞医院接受 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 检查的 3 678 例受检者,其中诊断为心脏肿瘤者 51 例 (1.39%)。将 51 例中病理类型明确的 28 例 (0.76%) 患者纳入本研究。其中男 10 例,女 18 例;年龄 18~84 ( $52 \pm 14$ ) 岁。本研究符合《赫尔辛基宣言》的原则。

2.显像方法。应用德国 Siemens Biograph mCT

(64) 型 PET/CT 仪采集图像。所有患者检查前食用两餐高脂低碳水化合物饮食<sup>[10]</sup>,检查当日注射显像剂前至少禁食 6 h,注射 $^{18}\text{F}$ -FDG 前血糖水平平均低于 11.0 mmol/L。常规按患者体质量 3~5 MBq/kg (平均剂量) 静脉注射 $^{18}\text{F}$ -FDG (北京原子高科股份有限公司提供),注射后患者安静休息 60 min,行全身 PET/CT 检查,此为早期显像。延迟显像采集时间为注射显像剂后 2 h。先行 64 排螺旋 CT 扫描,扫描条件:管电压 120 kV,管电流根据系统扫描患者轮廓而自动设定。PET 扫描条件:三维方式,扫描范围从头顶至大腿中部,2 min/床位。经 TrueX, UltraHD-PET 重建,层厚 2 mm。

3.图像分析。由 2 位以上有经验的核医学科主治医师共同阅片记录心脏占位性病变的部位、大小、数目、CT 影像特点,获取半定量指标:病灶最大标准摄取值 (maximum standardized uptake value,  $\text{SUV}_{\text{max}}$ ),早期和延迟显像  $\text{SUV}_{\text{max}}$  分别记为  $\text{SUV}_{\text{max(early)}}$  和  $\text{SUV}_{\text{max(delay)}}$ ;肝右叶直径 3 cm 的感兴趣区 (region of interest, ROI) 的肝平均标准摄取值 (mean standardized uptake value,  $\text{SUV}_{\text{mean}}$ ),计算病灶/本底比值 (target/background ratio, TBR):  $\text{TBR} = \text{病变 } \text{SUV}_{\text{max}}/\text{肝 } \text{SUV}_{\text{mean}}$ ,早期和延迟 TBR 分别记为  $\text{TBR}_{\text{early}}$  和  $\text{TBR}_{\text{delay}}$ <sup>[11-12]</sup>。 $\Delta\text{SUV}_{\text{max}} = [\text{SUV}_{\text{max(delay)}} - \text{SUV}_{\text{max(early)}}]/\text{SUV}_{\text{max(early)}}$ 。

4.患者分组。以手术切除肿瘤及病灶穿刺活组织病理检查结果为最终诊断,先将患者分为良性组

和恶性组,比较 2 组间一般临床资料;再将患者分为 4 组:组 1 为原发良性组,组 2 为原发恶性组,组 3 为淋巴瘤组,组 4 为继发恶性组,比较 4 组间半定量参数差异。

5. 统计学处理。采用 IBM SPSS 16.0 软件,符合正态分布的定量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,2 组间比较采用两独立样本  $t$  检验,多组均数间比较采用单因素方差分析,进一步的两两比较行 Scheffe 检验。不符合正态分布的定量资料采用  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,2 组间比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,分析  $SUV_{\max(\text{early})}$ 、 $SUV_{\max(\text{delay})}$ 、 $TBR_{\text{early}}$  和  $TBR_{\text{delay}}$  诊断心脏肿瘤良恶性的最佳界值和诊断效能。定性资料采用例数表示。良性组和恶性组间各构成比资料的比较行 Fisher 确切概率法。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 患者一般临床特点(表 1)。良性组均为女性,其构成比明显高于恶性组( $\chi^2 = 7.368, P < 0.05$ ),其余临床资料 2 组间比较差异无统计学意义。

2. 病理结果。19 例患者经手术病理证实;9 例经穿刺活组织病理证实;2 例肺癌患者经肺部活组织检查证实,1 例食管癌患者经食管镜活组织检查证实,5 例淋巴瘤患者行浅表淋巴结活组织检查证实(化疗后心脏肿瘤明显缩小),1 例患者同时发现右心房高代谢病变和双肺多发小结节灶,其肺部结节穿刺活组织检查结果为血管肉瘤。

根据病理结果,组 1 共 9 例:黏液瘤 5 例、脂肪瘤 2 例、血管瘤 1 例、神经鞘瘤 1 例;组 2 共 9 例:血管肉瘤 3 例,平滑肌肉瘤 2 例,滑膜肉瘤、横纹肌肉瘤、纤维肉瘤、血管周细胞瘤各 1 例;组 3 共 6 例;组 4 共 4 例,分别继发于肺腺癌、肺鳞状细胞癌(简称鳞癌)、食管癌和原始神经外胚层瘤。病灶位置:13 例位于右心房,5 例位于左心房,4 例位于右心

室,3 例位于左心室,3 例位于心包。

3. PET/CT 显像特点。脂肪瘤在 CT 图像上呈脂肪密度影,PET 图像上呈放射性分布缺损区;其他心脏肿瘤 CT 表现多为不均质的软组织密度影,CT 值为 20~40 HU;个别良性肿瘤表现为高密度不规则钙化灶。平扫 CT 对心脏肿瘤良恶性的鉴别诊断价值有限;良性肿瘤呈  $^{18}\text{F}$ -FDG 不摄取或轻度增高摄取,而恶性肿瘤的  $^{18}\text{F}$ -FDG 摄取明显增高。典型病例显像图见图 1~3。

4. 半定量参数比较。组 1、2、3、4  $SUV_{\max(\text{early})}$  分别为  $2.6 \pm 1.5$ 、 $9.9 \pm 4.0$ 、 $20.5 \pm 6.1$ 、 $9.2 \pm 5.8$ ,  $TBR_{\text{early}}$  分别为  $1.1 \pm 0.6$ 、 $4.1 \pm 1.6$ 、 $9.4 \pm 2.6$ 、 $3.7 \pm 2.0$ , 差异均有统计学意义( $F$  值:21.39、29.15, 均  $P < 0.01$ )。2 种指标中,组 1 均低于组 2 和组 3,组 3 在 4 组中最高(均  $P < 0.005$ ),组 2 与组 4 差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。组 1、2、3、4 行延迟显像的患者数分别为 6、7、6、3 例。4 组延迟显像  $SUV_{\max}$  [ $SUV_{\max(\text{delay})}$ ] 分别为  $2.4 \pm 1.2$ 、 $11.0 \pm 5.9$ 、 $25.8 \pm 7.7$ 、 $13.7 \pm 7.7$  ( $F = 16.01$ ,  $P < 0.01$ ),  $TBR_{\text{delay}}$  分别为  $1.3 \pm 0.7$ 、 $5.5 \pm 2.9$ 、 $14.4 \pm 4.9$ 、 $7.9 \pm 5.0$  ( $F = 14.78$ ,  $P < 0.01$ )。2 种指标中,组 3 高于组 1 和 2(均  $P < 0.005$ ),但与组 4 未见明显差别(均  $P > 0.05$ ),组 2 与组 4 差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。4 组患者的  $\Delta SUV_{\max}$  分别为  $-0.06 \pm 0.35$ 、 $0.19 \pm 0.16$ 、 $0.26 \pm 0.20$  和  $0.43 \pm 0.16$ , 差异有统计学意义( $F = 3.446$ ,  $P < 0.05$ ),两两比较组间无差异(均  $P > 0.05$ );但按良恶性将患者分为 2 组时,良性组  $\Delta SUV_{\max}$  为  $-0.06$  ( $-0.38, 0.28$ ),恶性组  $\Delta SUV_{\max}$  为  $0.23$  ( $0.12, 0.45$ ),差异有统计学意义( $z = -1.180$ ,  $P > 0.05$ )。

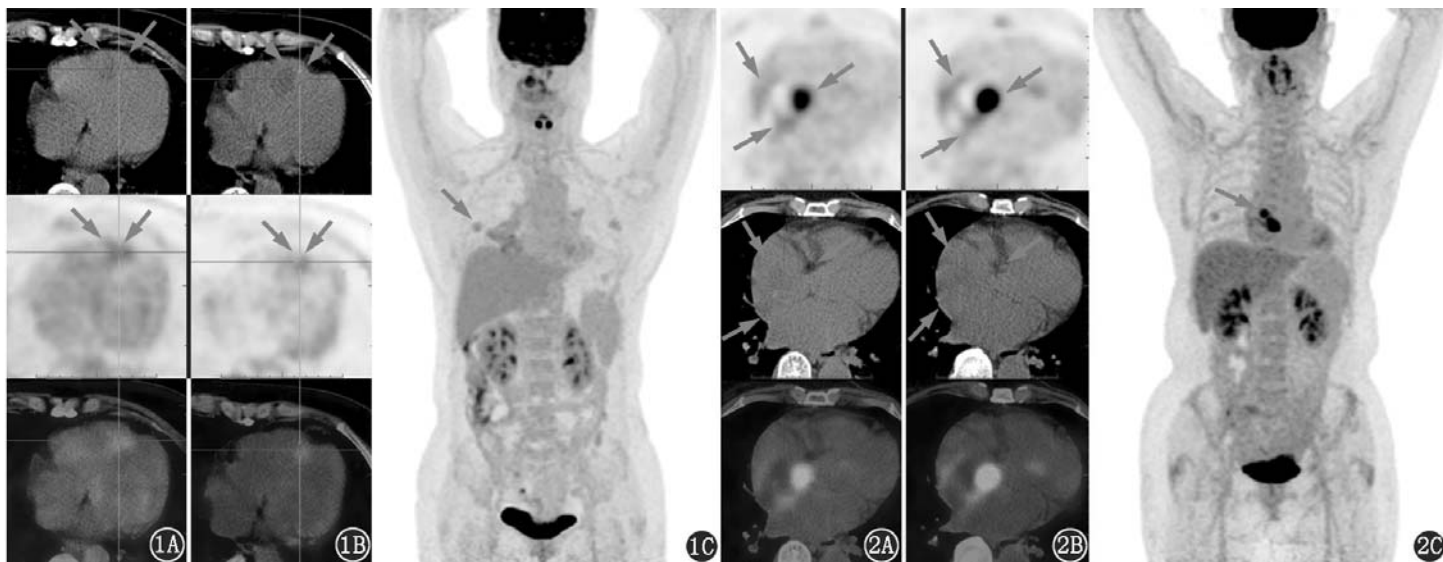
5. ROC 曲线分析。采用 ROC 曲线分析确定的鉴别良恶性心脏肿瘤的最佳界值分别为: $SUV_{\max(\text{early})} = 4.2$ ,  $TBR_{\text{early}} = 1.6$ ,  $SUV_{\max(\text{delay})} = 4.6$ ,  $TBR_{\text{delay}} = 1.9$ 。最佳界值诊断恶性肿瘤的诊断效能见表 2。

6. PET/CT 评估心脏肿瘤的全身转移情况。本

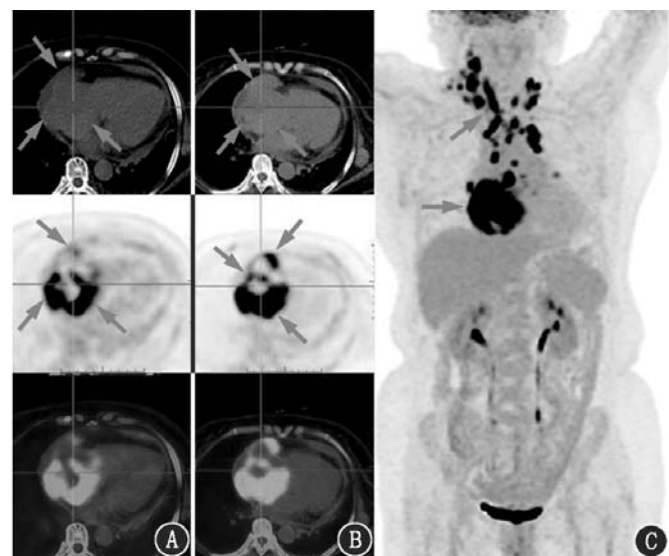
表 1 良性和恶性心脏肿瘤患者的一般临床资料比较

组别	例数	年龄 (岁; $\bar{x} \pm s$ )	女性 (例)	病灶大小 (cm; $\bar{x} \pm s$ )	一般临床症状			RBC 计数 ( $\times 10^{12}/\text{L}$ ; $\bar{x} \pm s$ )	Hb (g/L; $\bar{x} \pm s$ )	PLT ( $\times 10^9/\text{L}$ ; $\bar{x} \pm s$ )	WBC 计数 ( $\times 10^9/\text{L}$ ; $\bar{x} \pm s$ )
					胸闷/ 气短(例)	心悸 (例)	大量心包 积液(例)				
良性组	9	45±11	9	4.6±1.2	5	0	0	4.0±0.9	120±29	242±79	7.5±3.2
恶性组	19	55±14	9	5.8±3.0	9	4	4	3.6±0.7	108±28	171±101	7.5±4.3
检验值		0.815	7.368 <sup>a</sup>	10.500		-		0.092	0.090	0.485	0.834
P 值		>0.05	0.010	>0.05		>0.05 <sup>b</sup>		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

注:<sup>a</sup> 为  $\chi^2$  值,- 为 Fisher 确切概率法,仅有  $P$  值,其余检验值为  $t$  值;<sup>b</sup> 按有无一般临床症状进行分析



**图 1** 右心室黏液瘤患者(女,52 岁)<sup>18</sup>F-脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT 显像图。1A.早期 PET/CT 显像示右心室病灶轻度放射性摄取增高,最大标准摄取值(SUV<sub>max</sub>)为 5.2,病灶/本底比值[TBR,即病灶 SUV<sub>max</sub>/肝脏平均标准摄取值(SUV<sub>mean</sub>)]为 1.5;1B.延迟显像示该病灶放射性摄取较早期显像减低,SUV<sub>max</sub>为 3.6,TBR 为 1.5;1C.全身最大密度投影(MIP)图示右心室病灶(箭头示) **图 2** 左侧乳腺癌术后患者(女,73 岁)<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像图。患者行术后定期复查,发现右心房病变。2A.早期 PET/CT 显像示右心房病灶放射性摄取不均匀增高,其内有坏死灶,SUV<sub>max</sub>为 13.8, TBR 为 5.5;2B.延迟显像示病灶放射性摄取较早期显像增高,SUV<sub>max</sub>为 17.2, TBR 为 8.2;2C.全身 MIP 图示右心房病灶(箭头示)



**图 3** 弥漫性大 B 细胞淋巴瘤患者(女,73 岁)<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像图。A.早期 PET/CT 显像示右心房病灶放射性摄取异常增高,SUV<sub>max</sub>为 21.0, TBR 为 8.9; B.延迟显像示该病灶摄取较早期显像增高,SUV<sub>max</sub>为 32.3, TBR 为 15.5;C.全身 MIP 图示右心房、右颈部和纵隔多发病灶(箭头示)

灶,此外还存在骨骼或其他肌肉组织内多发高代谢灶;另外 1 例食管癌转移患者因食管恶性病变直接浸润心包而引起心包多发高代谢小结节和大量心包积液。

### 讨 论

心脏肿瘤发病率低,患者临床表现和实验室检查结果缺乏特异性,影像学检查是诊断该病的重要手段<sup>[3-4]</sup>。超声心动图作为首选的影像学方法,可提供占位性病变的解剖结构并评价肿物造成的梗阻状况。该方法对大部分心脏肿瘤可提供较为准确的部位、大小、形态等信息,尤其是对黏液瘤的诊断准确性高,因为黏液瘤有带蒂摆动的声像学特点<sup>[5]</sup>。增强 CT 可获取心脏肿瘤的多种形态学特征。心脏 MR(cardiac MR, CMR)因其有很高的软组织分辨率,评价肿瘤侵犯心肌的准确程度更高<sup>[13]</sup>。但是,增强 CT 和增强 CMR 在鉴别良恶性方面均有很大局限性,良恶性病变均可出现增强后强化,主要依靠肿瘤形态和大小判断心脏肿瘤的良恶性。

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 已被广泛应用于恶性肿瘤的诊断、鉴别诊断、分期、疗效监测及预后评价,具有较高的临床价值。原发恶性心脏肿瘤生长较快,且多为肉瘤,如果不能尽早手术切除肿瘤,患者仅可存活数月。而心脏淋巴瘤如果不予治疗将迅速进展,而其仅依靠化疗就可取得明显疗效,预后相对较好。因此,及早准确诊断对患者非常重要<sup>[14]</sup>。

研究中所有组 1 患者全身显像均未见心脏以外的其他部位有异常的放射性摄取灶。组 2 中仅有 2 例患者有转移性病变,其中 1 例血管肉瘤患者同时发现双肺多发小结节灶,而 1 例纤维肉瘤患者同时存在双肺、肝的多发高葡萄糖代谢灶。组 3 患者均发现全身至少 2 处以上的葡萄糖代谢增高灶[纵隔淋巴结转移(5/6)常见,还可见骨骼(1/6)和肝(1/6)的高代谢灶]。组 4 中肺鳞癌、肺腺癌、原始神经外胚层瘤转移患者均有左心室心肌的葡萄糖代谢增高

表 2  $^{18}\text{F}$ -脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT 不同参数诊断心脏恶性肿瘤的 ROC 曲线分析结果

半定量参数	界值	灵敏度	特异性	准确性	阳性预测值	阴性预测值	曲线下面积
SUV <sub>max(early)</sub>	4.2	19/19	8/9	96.4%(27/28)	95.0%(19/20)	8/8	0.988
TBR <sub>early</sub>	1.6	19/19	7/9	92.9%(26/28)	90.5%(19/21)	7/7	0.994
SUV <sub>max(delay)</sub>	4.6	16/16	6/6	100%(22/22)	16/16	6/6	1.000
TBR <sub>delay</sub>	1.9	16/16	5/6	95.5%(21/22)	16/17	5/5	0.990

注: early 代表早期显像, delay 代表延迟显像, ROC 为受试者工作特征, SUV<sub>max</sub> 为最大标准摄取值, TBR 为病灶/本底比值[病灶 SUV<sub>max</sub>/肝平均标准摄取值(SUV<sub>mean</sub>)]; 括号中为例数比; 早期显像者 28 例, 延迟显像者 22 例

以病理结果为诊断依据, 评估心脏占位性病变的影像学特点并获取相关的半定量参数, 对评估 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 在不同病理类型心脏肿瘤的诊断价值很有意义。国内外均有研究报道了 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 诊断心脏肿瘤的临床价值<sup>[15-20]</sup>, 但有病理结果的研究以个案报道为主。Rahbar 等<sup>[15]</sup>以病理结果为最终诊断标准, 对 24 例心脏肿瘤 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 显像结果进行研究, 发现 SUV<sub>max</sub> = 3.5 时诊断恶性心脏肿瘤的灵敏度、特异性、阳性预测值、阴性预测值分别为 100%、68%、94%、100%; 而 SUV<sub>max</sub> = 4.6 时上述指标可达 94%、100%、100%、100%, 与本研究结果类似。

本研究发现良恶性心脏肿瘤早期显像的 $^{18}\text{F}$ -FDG 摄取值存在一定重叠, 加入延迟显像后, 良性心脏肿瘤患者 SUV<sub>max</sub> 呈下降趋势, 而 TBR 略有上升, 恶性患者 SUV<sub>max</sub> 和 TBR 均呈上升趋势。ROC 曲线分析示, SUV<sub>max(delay)</sub> = 4.6 和 TBR<sub>delay</sub> = 1.9 时诊断恶性心脏肿瘤的灵敏度均达 16/16。本研究中 2 例黏液瘤患者 SUV<sub>max(early)</sub> 分别为 5.2、3.9, SUV<sub>max(delay)</sub> 分别为 3.6、3.7, 均较早期显像降低; 而 TBR<sub>early</sub> 分别为 1.5、1.6, 延迟后该数值仍为 1.5、1.6, 没有明显变化。1 例平滑肌肉瘤患者的 SUV<sub>max(early)</sub> = 4.5, TBR<sub>early</sub> = 1.6, 而延迟显像后 SUV<sub>max(delay)</sub> = 5.4, TBR<sub>delay</sub> = 2.2, 均较前升高。统计分析示 4 组患者  $\Delta\text{SUV}_{\text{max}}$  有一定差异 ( $F = 3.446, P < 0.05$ ), 但进一步分析并未发现组间差异, 可能与本研究病例数较少、数据变异度大有关。总之, 延迟显像提高了对恶性心脏肿瘤诊断的准确性。

不同病理类型恶性肿瘤的 PET 影像表现各有不同。从病理组织学角度分析, 血管肉瘤瘤体不均质, 中心区往往有出血或坏死, 而其周围伴有小部分瘤组织的实性成分; PET 显像表现为中心区放射性分布缺损或轻度不均匀摄取, 周围实性部分则表现为异常增高的摄取灶。故推测 PET 显像表现与其病理特点相关。不同类型的心脏肉瘤对 $^{18}\text{F}$ -FDG 的摄取较为接近, SUV<sub>max(early)</sub> 在 10 左右, TBR<sub>early</sub> 在 4

左右。本研究中淋巴瘤患者的病理类型均为弥漫性大 B 细胞淋巴瘤, PET 影像学特点表现为整个肿瘤对 FDG 高摄取, 常伴有纵隔淋巴结转移, SUV<sub>max(early)</sub> 为 20 左右, TBR<sub>early</sub> 为 9 左右, 明显高于其他类型的恶性心脏肿瘤, 与以往研究报道的摄取值较接近<sup>[20]</sup>。用 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 显像能够较准确地诊断出累及心脏的淋巴瘤, 特别是弥漫性大 B 细胞淋巴瘤, 这对患者的临床诊断和治疗有重要价值。

本研究发现心脏肿瘤的发病部位对于良恶性的诊断也有一定参考价值, 这与以往的研究报道相似<sup>[2]</sup>, 血管肉瘤(3/3)和心脏淋巴瘤(4/6)均好发于右心房。

本研究不足之处: 研究为回顾性分析, 且患者均来自同一医院, 可能存在数据偏倚。而心脏肿瘤对 $^{18}\text{F}$ -FDG 的摄取受注射后采集时间、患者血糖水平、胰岛素治疗情况、部分容积效应等影响, 不同设备测量的标准摄取值也有一定的差异。因此, 本研究获取的判断良恶性心脏肿瘤的界值与其他研究有一定差异。笔者正在对心脏肿瘤的病例进行前瞻性深入研究及随访, 以进一步探讨 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 显像在心脏肿瘤中的应用价值。另外, 淋巴瘤类型繁多, 而本中心目前收集的患者均为弥漫性大 B 细胞淋巴瘤, 其他类型的心脏淋巴瘤对 FDG 的摄取特点是否与本研究结果一致尚有待研究。本研究未发现原发恶性心脏肿瘤与转移性心脏肿瘤的摄取值差异有统计学意义, 推测可能与继发病变组例数较少有关。但如果能用 PET/CT 显像鉴别心脏恶性肿瘤的原发或继发, 将为临床提供更多有重要价值的指导意见。所以, 笔者还在继续收集患者, 期望能有新的发现。

总之, $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 显像是术前无创鉴别心脏肿瘤良恶性的有效方法, 而延迟显像有助于提高鉴别良恶性心脏肿瘤的准确性。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

[1] Elbardissi AW, Dearani JA, Daly RC, et al. Survival after resec-

- tion of primary cardiac tumors; a 48-year experience[J]. *Circulation*, 2008, 118(14 Suppl): S7-15. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.107.783126.
- [2] Yanagawa B, Mazine A, Chan EY, et al. Surgery for tumors of the heart[J]. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2018, 30(4): 385-397. DOI:10.1053/j.semtcvs.2018.09.001.
- [3] Hudzik B, Miszalski-Jamka K, Glowacki J, et al. Malignant tumors of the heart[J]. *Cancer Epidemiol*, 2015, 39(5): 665-672. DOI:10.1016/j.canep.2015.07.007.
- [4] Nakanishi Y, Kitajima K, Yamada Y, et al. Diagnostic performance of <sup>11</sup>C-choline PET/CT and FDG PET/CT for staging and restaging of renal cell cancer[J]. *Ann Nucl Med*, 2018, 32(10): 658-668. DOI:10.1007/s12149-018-1287-3.
- [5] Caspersen KB, Giannoutsou N, Gerke O, et al. Clinical value of <sup>18</sup>F-FDG-PET/CT in suspected serious disease with special emphasis on occult cancer[J]. *Ann Nucl Med*, 2019, 33(3): 184-192. DOI:10.1007/s12149-018-01322-9.
- [6] Rubello D, Marzola MC, Colletti PM. The prognostic value of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in monitoring chemotherapy in ovarian cancer both at initial diagnosis and at recurrent disease[J]. *Clin Nucl Med*, 2018, 43(10): 735-738. DOI:10.1097/RLU.0000000000002227.
- [7] Kim YI, Cho KG, Jang SJ. Comparison of dual-time point <sup>18</sup>F-FDG PET/CT tumor-to-background ratio, intraoperative 5-aminolevulinic acid fluorescence scale, and Ki-67 index in high-grade glioma[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(8): e14397. DOI:10.1097/MD.00000000000014397.
- [8] Parghane RV, Basu S. Dual-time point <sup>18</sup>F-FDG-PET and PET/CT for differentiating benign from malignant musculoskeletal lesions: opportunities and limitations[J]. *Semin Nucl Med*, 2017, 47(4): 373-391. DOI:10.1053/j.semnuclmed.2017.02.009.
- [9] Park S, Paeng JC, Kang CH, et al. Dual-time point <sup>18</sup>F-FDG PET/CT for the staging of oesophageal cancer; the best diagnostic performance by retention index for N-staging in non-calcified lymph nodes[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2018, 45(8): 1317-1328. DOI:10.1007/s00259-018-3981-8.
- [10] Kobayashi Y, Kumita S, Fukushima Y, et al. Significant suppression of myocardial <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose uptake using 24-h carbohydrate restriction and a low-carbohydrate, high-fat diet[J]. *J Cardiol*, 2013, 62(5): 314-319. DOI:10.1016/j.jjcc.2013.05.004.
- [11] Ezziddin S, Adler L, Sabet A, et al. Prognostic stratification of metastatic gastroenteropancreatic neuroendocrine neoplasms by <sup>18</sup>F-FDG PET; feasibility of a metabolic grading system[J]. *J Nucl Med*, 2014, 55(8): 1260-1266. DOI:10.2967/jnumed.114.137166.
- [12] Li X, Samnick S, Lapa C, et al. <sup>68</sup>Ga-DOTATATE PET/CT for the detection of inflammation of large arteries: correlation with <sup>18</sup>F-FDG, calcium burden and risk factors[J]. *EJNMMI Res*, 2012, 2(1): 52. DOI:10.1186/2191-219X-2-52.
- [13] Kassi M, Polsani V, Schutt RC, et al. Differentiating benign from malignant cardiac tumors with cardiac magnetic resonance imaging[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, 157(5): 1912-1922. e2. DOI:10.1016/j.jtcvs.2018.09.057.
- [14] Jeudy J, Kirsch J, Tavora F, et al. From the radiologic pathology archives; cardiac lymphoma: radiologic-pathologic correlation[J]. *Radiographics*, 2012, 32(5): 1369-1380. DOI:10.1148/rg.325115126.
- [15] Rahbar K, Seifarth H, Schäfers M, et al. Differentiation of malignant and benign cardiac tumors using <sup>18</sup>F-FDG PET/CT[J]. *J Nucl Med*, 2012, 53(6): 856-863. DOI:10.2967/jnumed.111.095364.
- [16] 邵丹, 王淑侠, 梁长虹, 等. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像诊断心包恶性病变的价值[J]. *中华核医学杂志*, 2010, 30(5): 333-335. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2010.05.015.
- Shao D, Wang SX, Liang CH, et al. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in diagnosis of malignant pericardial lesions[J]. *Chin J Nucl Med*, 2010, 30(5): 333-335. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2010.05.015.
- [17] 孙晓昕, 何作祥, 张晓丽, 等. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 在心脏占位性病变良恶性鉴别诊断中的应用[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2015, 35(2): 85-87. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2015.02.002.
- Sun XX, He ZX, Zhang XL, et al. Diagnostic value of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in differentiating the cardiac benign from malignant lesions[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2015, 35(2): 85-87. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2015.02.002.
- [18] 卢霞, 孟晶晶, 柏江, 等. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 在心脏肿瘤诊断的临床应用价值[J]. *肿瘤学杂志*, 2017, 23(6): 474-478. DOI:10.11735/j.issn.1671-170X.2017.06.B004.
- Lu X, Meng JJ, Bo J, et al. Clinical application of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in diagnosis of cardiac neoplasm[J]. *J Chin Oncol*, 2017, 23(6): 474-478. DOI:10.11735/j.issn.1671-170X.2017.06.B004.
- [19] 孙龙, 江茂情, 赵龙, 等. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 在心脏肿瘤诊断中的临床应用[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2013, 33(3): 175-178. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.03.005.
- Sun L, Jiang MQ, Zhao L, et al. Clinical application of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT for cardiac neoplasm diagnosis[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 33(3): 175-178. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.03.005.
- [20] 高平, 王茜. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 对心脏肿瘤的鉴别诊断价值[J]. *中国医学影像学杂志*, 2016, 24(10): 771-774. DOI:10.3969/j.issn.1005-5185.2016.10.015.
- Gao P, Wang Q. Differential diagnosis of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in benign and malignant cardiac tumor[J]. *Chin J Med Imaging*, 2016, 24(10): 771-774. DOI:10.3969/j.issn.1005-5185.2016.10.015.

(收稿日期:2019-11-04)