

✧ 影像技术学

Comparison of SUV_{max} of TOF-PET/MR and TOF-PET/CT in body malignant tumor

SONG Tianbin¹, LU Jie^{1,2*}, CUI Bixiao¹, MA Jie¹,

YANG Hongwei¹, MA Lei¹, LIANG Zhigang¹

(1. Department of Nuclear Medicine, 2. Department of Radiology, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China)

[Abstract] **Objective** To explore the consistency of time-of-flight (TOF) technology of PET/MRI and PET/CT for max standardized uptake value (SUV_{max}) of body malignant tumors. **Methods** A retrospective analysis of TOF-PET/CT and TOF-PET/MR imaging data about twenty patients with body malignant tumors was performed. Patients were divided into two groups (each $n=10$), including PET/CT first and sequentially PET/MR group and PET/MR first and sequentially PET/CT group. Bland-Altman figure was used to evaluate consistency of SUV_{max} of malignant lesions between TOF-PET/CT and TOF-PET/MR. Multi-way ANOVA was used to analysis effect of machine type and exam order on SUV_{max} of malignant lesions in TOF-PET/CT and TOF-PET/MR. **Results** SUV_{max} of malignant lesions in TOF-PET/CT and TOF-PET/MR had good consistency in two groups (PET/CT first and sequentially PET/MR group: Mean difference was 3.06, 95%CI was $[-7.5, 13.6]$; PET/MR first and sequentially PET/CT group: Mean difference was 3.0, 95%CI was $[-2.4, 8.3]$). SUV_{max} was not influenced by machine type ($F=0.005$, $P=0.95$), but exam order ($F=46.00$, $P<0.001$). **Conclusion** PET/MR and PET/CT with TOF technology have comparative diagnostic value in SUV_{max} of body malignant lesions. SUV_{max} of body malignant lesions increases in delay time, which is not related to machine type, but exam time. **[Key words]** Time-of-flight; Positron-emission tomography, emission-computed; Magnetic resonance imaging; Tomography, X-ray computed; Fluorodeoxyglucose; Standardized uptake value
DOI:10.13929/j.1003-3289.201705157

TOF-PET/MR 和 TOF-PET/CT 在体部恶性肿瘤 SUV_{max} 值的比较

宋天彬¹, 卢洁^{1,2*}, 崔碧霄¹, 马杰¹, 杨宏伟¹, 马蕾¹, 梁志刚¹

(1. 首都医科大学宣武医院核医学科, 2. 放射科, 北京 100053)

[摘要] **目的** 探讨时间飞行(TOF)技术 PET/CT 和 PET/MR 检查体部恶性病变 SUV_{max} 值的一致性。**方法** 回顾性分析接受 TOF-PET/CT 和 TOF-PET/MR 检查的体部恶性肿瘤患者 20 例, 分为先 PET/CT 后 PET/MR 组和先 PET/MR 后 PET/CT 组, 每组 10 例。采用 Bland-Altman 图评价两次检查病灶 SUV_{max} 值的一致性, 采用多因素方差分析评价扫描顺序和机器类型对病灶的 SUV_{max} 测量值的影响。**结果** TOF-PET/CT 与 TOF-PET/MR 检查病灶的 SUV_{max} 值有较好的一致性[先 PET/CT 后 PET/MR 组: 均值差为 3.06, 95%CI $(-7.5, 13.6)$, 先 PET/MR 后 PET/CT 组: 均值差 3.0, 95%CI $(-2.4, 8.3)$]。扫描顺序对于恶性病灶的 SUV_{max} 有影响 ($F=46.00$, $P<0.001$), 而机器类型对恶性病灶的 SUV_{max} 值无影响 ($F=0.005$, $P=0.95$)。**结论** TOF-PET/MR 和 TOF-PET/CT 在体部恶性病变 SUV_{max} 值测量方面具有相当的诊断价值, 且延迟显像 SUV_{max} 的增加与采集时间有关, 而与检查机器类型无关。

[第一作者] 宋天彬(1984—), 男, 山西阳泉人, 硕士, 医师。研究方向: PET/MR 在体部肿瘤中的临床应用。E-mail: songtb_1984@163.com

[通信作者] 卢洁, 首都医科大学宣武医院核医学科, 100053; 首都医科大学宣武医院放射科, 100053。E-mail: imaginglu@hotmail.com

[收稿日期] 2017-05-29 **[修回日期]** 2017-07-25

[关键词] 时间飞行技术;正电子发射断层显像术;磁共振成像;体层摄影术,X 线计算机;氟脱氧葡萄糖;标准摄取值

[中图分类号] R73; R817.4 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2017)09-1401-06

时间飞行(time-of-flight, TOF)技术可提高 PET 检查的性能,改善图像质量^[1]。TOF 技术采用数字化固相阵列式光电转化器(silicon photomultiplier, SiPM),与传统真空电子管(photomultiplier tube, PMT)光电转化器相比,使 PET 探测器的灵敏度和空间分辨力提高 1 倍以上,且时间分辨力 $<400\text{ ps}$ ^[2]。PET/CT 在肿瘤诊断方面的价值已被公认,但 CT 的软组织分辨力较低,使 PET/CT 在形态学诊断方面受到一定限制。传统 MRI 由于软组织分辨力较高,在腹盆腔恶性肿瘤诊断及病变检出中有重要的价值。一体化 PET/MR 可将 PET 的代谢信息和 MRI 的形态及功能学信息相结合,已从单纯的临床前期研究进入临床实用阶段^[3]。TOF 技术也可消除 PET/MR 中“热气管”征象和“正电子穿透效应”产生的伪影,确保 PET/MR 图像准确、真实地反映病变。目前,TOF 技术已应用于 PET/CT 和 PET/MR 检查,但由于两者的硬件及衰减校正方法不同,TOF 技术在两种设备检测的定量指标——最大标准摄取值(max standardized uptake value, SUV_{max})的一致性尚需研究。本研究探讨体部恶性肿瘤 TOF-PET/CT 和 TOF-PET/MR 检查中 SUV_{max} 值的一致性,为 TOF-PET/MR 的研究应用提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 分析 2015 年 8 月—2016 年 8 月同一天先后接受 PET/CT 和 PET/MR 检查的体部恶性肿瘤患者 20 例,男 11 例,女 9 例,年龄 45~78 岁,平均 (67.7 ± 9.9) 岁。所有患者检查前均明确有原发体部恶性肿瘤,本次检查为明确转移、肿瘤分期及治疗后接受的复查。本研究经本院伦理委员会批准,所有受检者均在 PET/CT 及 PET/MR 检查前签署知情同意书。根据两种检查的先后将患者分为两组:先 PET/CT 后 PET/MR 组,检查时间间隔 25~30 min;先 PET/MR 后 PET/CT 组,检查时间间隔 45~50 min,每组 10 例。

1.2 仪器与方法 患者 2 次扫描仪接受 1 次 ^{18}F -FDG 注射,显像剂采用本科室放射性药物实验室制备的 ^{18}F -FDG,放化纯度 $>98\%$,静脉注射 ^{18}F -FDG 3.7 MBq/kg 体质量。

PET/CT 扫描:采用联影 96 环 uMI510 PET/CT 扫描仪,行 3D 静态采集,患者空腹至少 6 h,休息 40~

60 min 行图像采集,扫描范围为下颌至股骨上段。CT 扫描参数:电压 120 kV,电流 100 mA,螺距 1;CT 重建参数:层厚 2 mm,层间距 2 mm。PET 扫描参数:三维模式,3 分钟/床位,扫描 4~5 个床位,采用 TOF 技术。PET 重建参数:有序子集最大期望值迭代法(ordered subset expectation maximization, OSEM)图像重建,2 次迭代,24 个子集,高斯滤波半高宽为 5.0 mm,散射校正,利用 CT 图像进行衰减校正。

PET/MR 扫描:采用 GE Signa 3.0T PET/MR 扫描仪。PET 扫描参数:6 分钟/床位,扫描 4~5 个床位;采用 TOF 技术,OSEM 图像重建,2 次迭代,28 个子集,高斯滤波半高宽 5.0 mm,散射校正。MRI 采用头颈部及体部相控阵线圈,覆盖躯干大部(头颈部至股骨上段),与 PET 同步扫描,扫描序列包括:轴位屏气三维 T1WI(LAVA-Flex)、轴位脂肪抑制快速 T2WI、腹部检查采用呼吸门控技术。PET/MR 基于 LAVA-Flex 序列进行衰减校正。

1.3 图像分析 原发恶性病灶及部分转移病灶为临床手术病理证实,无病理活检的转移病灶由 2 名 PET/CT 和 MRI 医师根据其影像学表现、 ^{18}F -FDG 摄取情况最后达成共识。

无病理活检转移病灶的影像学评价标准:CT 及 MRI 上均可观察到明显病变;淋巴结病变呈类圆形,病变最大径均 $>1\text{ cm}$;所有恶性病变于 MR T2WI 呈稍高信号,DWI 呈高信号;所有病灶 ^{18}F -FDG 摄取均明显增高,肺内病灶 SUV_{max} 值均高于 2.5,肝脏、胰腺、胆囊、直肠及淋巴结病变 SUV_{max} 值明显高于肝脏本底。

背景组织和恶性病灶 SUV_{max} 的测量:由 2 名医师确定并测量病灶 ROI 及 SUV_{max} 值,PET/CT 和 PET/MR 图像测量的 SUV_{max} 值分别表示为 $\text{SUV}_{\text{max}}\text{-CT}$ 和 $\text{SUV}_{\text{max}}\text{-MR}$,病灶 ROI 置于其最大层面,背景组织的 SUV_{max} 值测量选择 5 个背景组织,每个背景组织选择 2 个 ROI(面积 119.4 mm^2),包括肝脏(避开左叶及右叶的大血管)、肺(双肺上叶)、骨骼(腰 1、3 椎体)、肌肉(双侧竖脊肌)及血管(腹主动脉)。将 PET/CT 和 PET/MR 图像采用 TOF 重建,传输至 GE AW4.6 图像后处理工作站,采用 Fuse PET/MR 及 compare PET/CT 分析软件对 PET 图像和结构像进行配准融合,根据结构像的解剖位置确定需测量的 PET/CT 和

PET/MR 的恶性病灶及背景组织。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件, TOF-PET/CT 和 TOF-PET/MR 检查中背景组织和病灶 SUV_{max} 值的一致性分析采用 Bland-Altman 评价^[4]。扫描顺序及设备类型对病灶 SUV_{max} 值影响的评价采用多因素方差分析, PET/CT 与 PET/MR 测量的恶性病灶的 SUV_{max} 值比较采用配对 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

20 例体部恶性肿瘤患者均进行 TOF-PET/CT 与 TOF-PET/MR 检查, 先 PET/CT 后 PET/MR 组: 10 例患者共发现 50 个恶性病灶, PET/CT 和 PET/MR

均可检出, 包括原发灶及转移病灶(图 1); 先 PET/MR 后 PET/CT 组: 10 例患者共发现 45 个恶性病灶, PET/CT 和 PET/MR 均可检出, 包括原发灶及转移病灶(图 2); 两组患者原发恶性病变分布于肝脏、肺部、胰腺、胆囊、直肠, 转移病灶分布于肝脏、肺部、纵隔及腹腔内淋巴结, 病灶的分布情况、大小及 ^{18}F -FDG 代谢情况见表 1。

2.1 TOF-PET/CT 和 TOF-PET/MR 的背景组织 SUV_{max} 先 PET/CT 后 PET/MR 组: 肺、肝脏、椎体、肌肉、血池的 SUV_{max} -CT 与 SUV_{max} -MR 均有较好的一致性。肺的 SUV_{max} -CT 与 SUV_{max} -MR 均值差

表 1 体部恶性病变的分布、大小及 ^{18}F -FDG 代谢情况

组别	肝脏	肺部	胰腺	胆囊	淋巴结	直肠
先 PET/CT 后 PET/MR 组						
病灶数(个)	14	4	3	1	28	0
长径(cm)	1.68 ± 1.54	2.12 ± 1.14	3.10 ± 1.56	2.62	1.42 ± 0.31	—
SUV_{max} -CT	7.77 ± 3.46	10.35 ± 5.25	10.33 ± 6.43	7.56	7.28 ± 1.92	—
SUV_{max} -MR	15.18 ± 5.61	14.46 ± 6.68	18.56 ± 14.61	9.92	8.37 ± 1.91	—
先 PET/MR 后 PET/CT 组						
病灶数(个)	16	1	8	0	18	2
长径(cm)	1.33 ± 0.34	1.83	2.91 ± 0.49	—	1.41 ± 0.21	0.95 ± 0.07
SUV_{max} -CT	11.65 ± 5.67	9.49	15.33 ± 4.45	—	11.24 ± 4.41	17.61 ± 1.08
SUV_{max} -MR	8.13 ± 3.81	15.61	11.71 ± 3.00	—	9.14 ± 5.62	12.68 ± 1.68

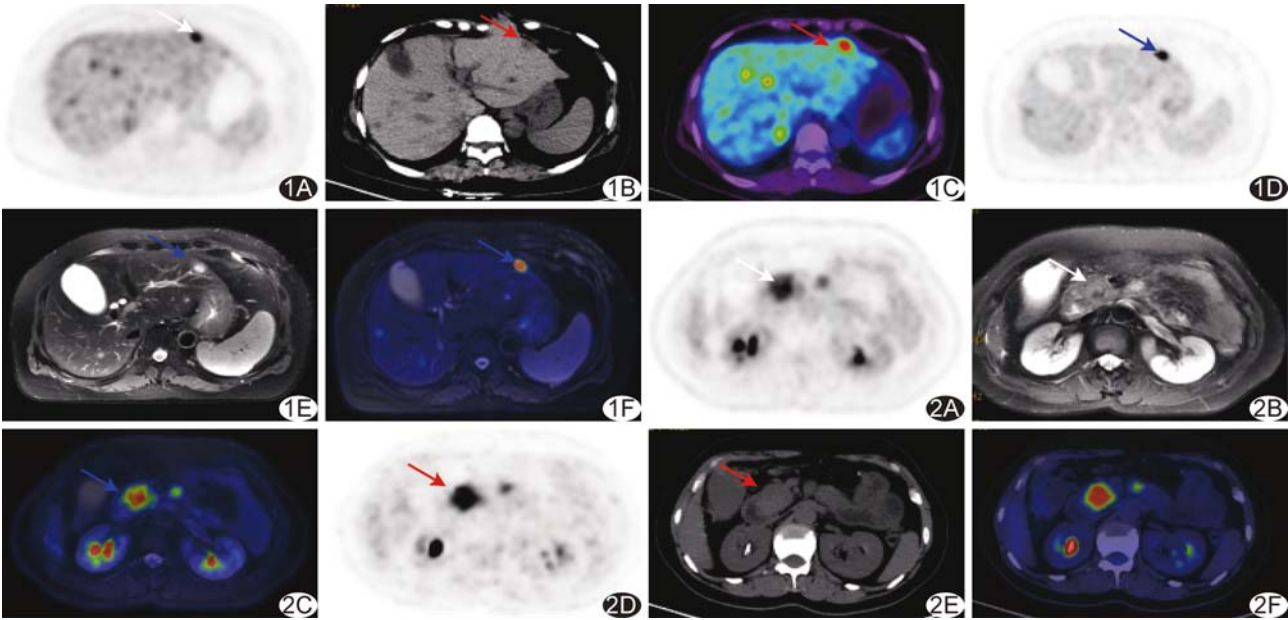


图 1 患者男, 60 岁, 病理证实胰头癌, 肝脏转移, 先 PET/CT 后 PET/MR 组 TOF-PET/CT(A~C)和 TOF-PET/MR(D~F)显示肝左叶葡萄糖代谢增高灶, 提示转移。PET/CT 测量肝转移灶(箭) $SUV_{max} = 11.6$; PET/MR 测量肝转移灶(箭) $SUV_{max} = 23.26$, 高于 PET/CT 测量值 图 2 患者男, 60 岁, 病理证实胰头癌, 先 PET/MR 后 PET/CT 组 TOF-PET/MR(A~C)和 TOF-PET/CT(D~F)显示胰头部占位, 葡萄糖代谢明显增高。PET/MR 测量胰腺病灶(箭) $SUV_{max} = 11.18$, PET/CT 测量胰腺病灶(箭) $SUV_{max} = 15.71$, 高于 PET/MR 测量值

为 0.05, 95% CI 为 (-0.21, 0.31); 肝脏的 SUV_{max} -CT 与 SUV_{max} -MR 均值差为 0.07, 95% CI 为 (-1.14, 1.28); 椎体的 SUV_{max} -CT 与 SUV_{max} -MR 均值差为 0.64, 95% CI 为 (-0.58, 1.86); 肌肉的 SUV_{max} -CT 与 SUV_{max} -MR 均值差为 0.24, 95% CI 为 (-0.36, 0.85); 血池的 SUV_{max} -CT 与 SUV_{max} -MR 均值差为 -0.05, 95% CI 为 (-1.19, 1.08), 见图 3。

先 PET/MR 后 PET/CT 组: 肺、肝脏、椎体、肌肉、血池的 SUV_{max} -MR 与 SUV_{max} -CT 均有较好的一致性。肺的 SUV_{max} -CT 与 SUV_{max} -MR 差为 0.03, 95% CI 为 (-0.16, 0.21); 肝脏的 SUV_{max} -CT 与 SUV_{max} -MR 均值差为 -0.03, 95% CI 为 (-0.82, 0.75); 椎体的 SUV_{max} -CT 与 SUV_{max} -MR 均值差为 -0.08, 95% CI 为 (-1.25, 1.09); 肌肉的 SUV_{max} -CT

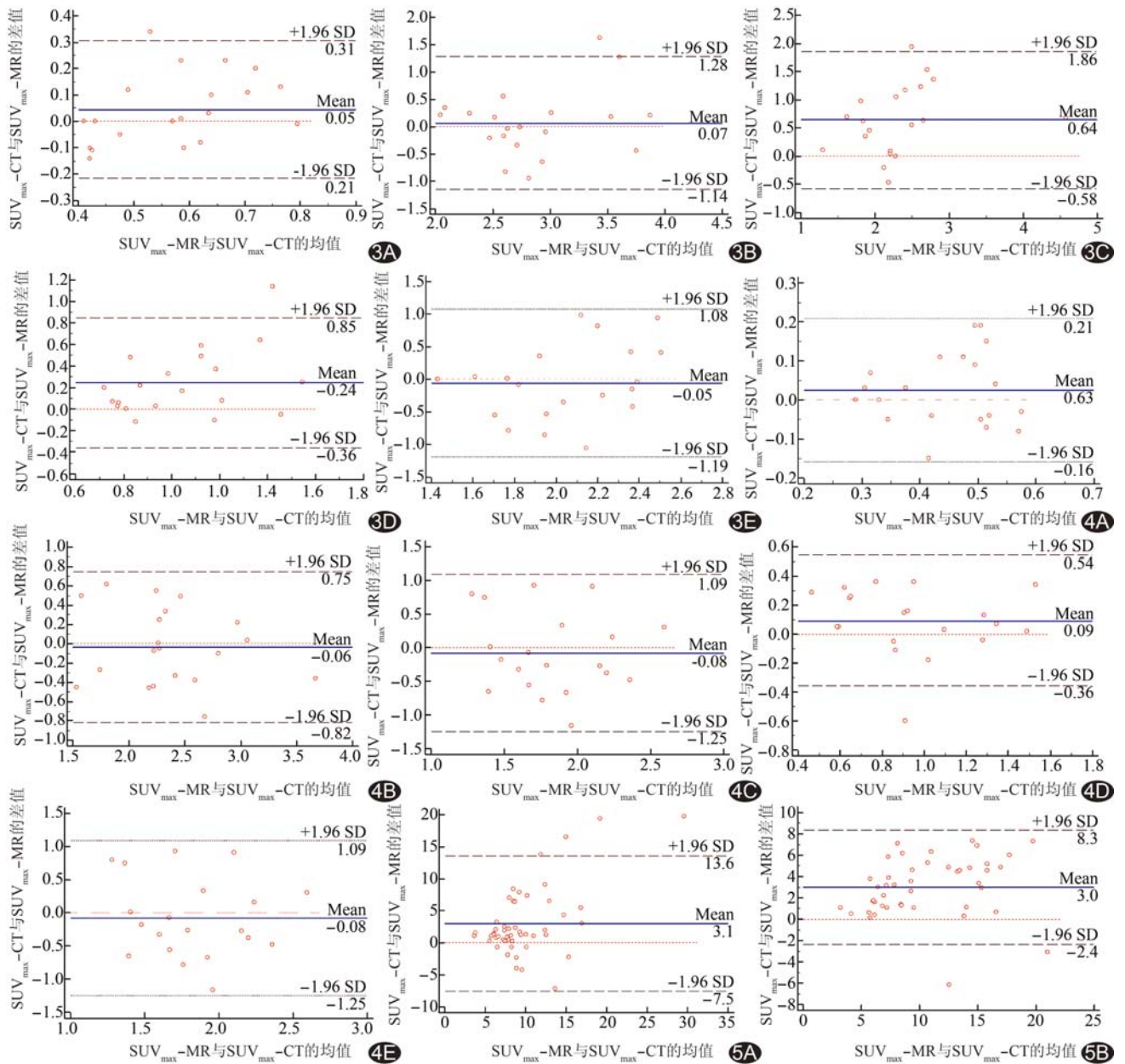


图 3 先 PET/CT 后 PET/MR 组背景组织 SUV_{max} 的 Bland-Altman 图 A. 肺; B. 肝脏; C. 椎体; D. 肌肉; E. 血池 图 4 先 PET/MR 后 PET/CT 组背景组织 SUV_{max} 的 Bland-Altman 图 A. 肺; B. 肝脏; C. 椎体; D. 肌肉; E. 血池 图 5 体部恶性病变的 SUV_{max} 的 Bland-Altman 图 A. 先 PET/CT 后 PET/MR 组; B. 先 PET/MR 后 PET/CT 组

与 SUV_{max} -MR 均值差为 0.09, 95% CI 为 (-0.36, 0.54); 血池的 SUV_{max} -CT 与 SUV_{max} -MR 均值差为 -0.08, 95% CI 为 (-1.25, 1.09), 见图 4。

2.2 TOF-PET/CT 和 TOF-PET/MR 的恶性病灶 SUV_{max} 先 PET/CT 后 PET/MR 组, PET/CT 与 PET/MR 恶性病灶的 SUV_{max} [均值差为 3.06, 95% CI (-7.5, 13.6)] 具有很好的一致性(图 5A); 先 PET/MR 后 PET/CT 组, 恶性病灶的 SUV_{max} [均值差为 3.00, 95% CI (-2.4, 8.3)] 也具有很好的一致性(图 5B)。

2.3 扫描顺序和设备类型对病灶 SUV_{max} 值的影响
扫描顺序对恶性病灶的 SUV_{max} 值有显著影响 ($F=46.00, P<0.001$); 设备类型对病灶的 SUV_{max} 无显著影响 ($F=0.005, P=0.95$)。先 PET/CT 后 PET/MR 组: 延迟 PET/MR 检查中恶性病灶的 SUV_{max} 值高于 PET/CT 中恶性病灶的 SUV_{max} 值, 差异有统计学意义 ($t=-5.295, P<0.001$)。先 PET/MR 后 PET/CT 组: 延迟 PET/CT 检查中恶性病灶的 SUV_{max} 值高于 PET/MR 中恶性病灶的 SUV_{max} 值, 差异有统计学意义 ($t=-7.144, P<0.001$)。

3 讨论

TOF 技术采用 SiPM, 可将从晶体发出的荧光直接转化为电信号, 与传统 PMT 和雪崩式光电二极管 (avalanche photodiode, APD) 相比, 具有极高的转化效率、高的时间分辨率和空间分辨率, 由于工作电压低、增益高, SiPM 能够实现高度集成化, 从而提高 PET 探测器的整体性能^[5]。研究^[6]表明 TOF 技术可改善 PET 图像信噪比, 从而提高对于病变的检出率。

为获得更好的 PET 图像质量及精准定量功能, 需对 γ 射线进行组织衰减校正。PET/CT 是采用 CT 图像的组织密度信息对 γ 射线进行组织衰减校正; MRI 采用 LAVA Flex 和零回波技术 (zero echo time, ZTE) 信息结合, 可获得人体空气、水、软组织、脂肪和骨骼等信息, 采用这些组织信息对 γ 射线进行组织衰减校正即 MR 衰减校正技术 (MR based attenuation correction, MRAC)。Mehranian 等^[7]发现无 TOF 技术的 MRAC 的肺组织和骨骼的平均误差为 11.9% 和 21.9%, 而加入 TOF 技术后, MRAC 肺组织和骨骼的平均误差减小至 7.7% 和 15.5%, 提示 TOF 技术提高了 PET 量化的准确性。TOF 技术也可提高 PET 图像信噪比、病灶检出率及衰减校正结果^[8]。

TOF 技术与非 TOF 技术比较, 前者可提高 PET 图像上小肿瘤病灶的平均 SUV、SNR, 且分别增加约

10.26% 和 11.96%^[9]。目前, PET/MR 也采用 TOF 技术, 本研究比较背景组织和恶性病变 TOF-PET/CT 和 TOF-PET/MR 的 SUV_{max} 值, 结果表明两者测量的背景组织和病变的 SUV_{max} 值具有很好的一致性。

PET/CT 和 PET/MR 衰减校正方法不同, 因此只有背景组织摄取具有较好的一致性, 才可进行病变 SUV 值的评估。非 TOF 技术条件下, 肺、肝脏、肌肉、骨骼及血池 5 种背景组织摄取的 PET/CT 和 PET/MR 研究^[10-11]发现, 二者一致性较好。本研究发现 TOF 技术下两种机器对以上 5 种背景组织检查的 SUV_{max} 均有较好的一致性。

既往研究^[12-15]也发现非 TOF 技术的 PET/CT 和 PET/MR 测量恶性病灶 SUV_{max} 具有较好的相关性。本研究结果显示两组 TOF-PET/CT 和 TOF-PET/MR 的 SUV_{max} 有很好的一致性。有报道^[16]在 PET/CT 双时相检查中, 恶性病灶的 ^{18}F -FDG 摄取在注射后数小时内 SUV_{max} 增加。此外, 研究^[17]发现在非 TOF 技术下, 恶性病变 PET/MR 和 PET/CT 的 SUV_{max} 值相比, 延迟 PET/MR 检查的 SUV_{max} 值高于先行 PET/CT 检查的测量值, 由于该研究仅一种检查顺序, 所以未对机器因素对于病灶的 SUV_{max} 值的影响进一步分析。本研究采取两种检查顺序, 对扫描顺序和不同机器两种因素对恶性病变 SUV_{max} 值的影响进行分析, 结果显示扫描顺序对恶性病灶的 SUV_{max} 有显著影响, 而机器类型无显著影响, 先 PET/CT 后 PET/MR 组延迟 PET/MR 检查中恶性病灶的 SUV_{max} 值高于 PET/CT 中恶性病灶的 SUV_{max} 值; 先 PET/MR 后 PET/CT 组延迟 PET/CT 检查中恶性病灶的 SUV_{max} 值高于 PET/MR 中恶性病灶的 SUV_{max} 值, 提示恶性病灶的 SUV_{max} 值的增加, 与扫描时间延迟有关^[18-19]。

综上所述, TOF-PET/MR 和 TOF-PET/CT 测量体部恶性肿瘤患者 SUV_{max} 值具有良好的一致性; 体部恶性肿瘤在延迟显像检查 SUV_{max} 值的增加与采集时间有关, 而与检查机器类型无关; 为 TOF-PET/MR 在体部恶性病变的临床应用提供了重要依据。

【参考文献】

- [1] Surti S, Karp JS. Design considerations for a limited angle, dedicated breast, TOF PET scanner. *Phys Med Biol*, 2008, 53(11): 2911-2921.
- [2] Zaidi H, Del Guerra A. An outlook on future design of hybrid PET/MRI systems. *Med Phys*, 2011, 38(10): 5667-5689.
- [3] 卢洁, 张苗, 方继良, 等. 一体化 PET/MR 颅脑成像检查规范

- (2017 版). 中国医学影像技术, 2017, 33(5):791-794.
- [4] Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1986, 1(8476):307-310.
- [5] Haemisch Y, Frach T, Degenhardt C, et al. Fully digital arrays of silicon photomultipliers (dSiPM)—a scalable alternative to vacuum photomultiplier tubes (PMT). *Physics Procedia*, 2012, 37(12):1546-1560.
- [6] Surti S. Update on time-of-flight PET imaging. *J Nucl Med*, 2015, 56(1):98-105.
- [7] Mehranian A, Zaidi H. Impact of time-of-flight PET on quantification errors in MR imaging-based attenuation correction. *J Nucl Med*, 2015, 56(4):635-641.
- [8] Conti M. Why is TOF PET reconstruction a more robust method in the presence of inconsistent data? *Phys Med Biol*, 2011, 56(1):155-168.
- [9] 崔碧霄, 卢洁, 王曼, 等. TOF-PET 图像重建技术评价小肿瘤病灶的临床价值. *医学影像学杂志*, 2016, 26(7):1237-1239.
- [10] Schäfer JF, Gatidis S, Schmidt H, et al. Simultaneous whole-body PET/MR imaging in comparison to PET/CT in pediatric oncology: Initial results. *Radiology*, 2014, 273(1):220-231.
- [11] Delso G, Ffirst S, Jakoby B, et al. Performance measurements of the Siemens mMR integrated whole-body PET/MR scanner. *J Nucl Med*, 2011, 52(12):1914-1922.
- [12] Heusch P, Buchbender C, Kohler J, et al. Thoracic staging in lung cancer: Prospective comparison of ^{18}F -FDG PET/MR imaging and ^{18}F -FDG PET/CT. *J Nucl Med*, 2014, 55(3):373-378.
- [13] Lee SM, Goo JM, Park CM, et al. Preoperative staging of non-small cell lung cancer: Prospective comparison of PET/MR and PET/CT. *Eur Radiol*, 2016, 26(11):3850-3857.
- [14] Heusch P, Kohler J, Wittsack HJ, et al. Hybrid ^{18}F -FDG PET/MRI including non-Gaussian diffusion-weighted imaging (DWI): Preliminary results in non-small cell lung cancer (NSCLC). *Eur J Radiol*, 2013, 82(11):2055-2060.
- [15] Schaarschmidt BM, Buchbender C, Nensa F, et al. Correlation of the apparent diffusion coefficient (ADC) with the standardized uptake value (SUV) in lymph node metastases of non-small cell lung cancer (NSCLC) patients using hybrid ^{18}F -FDG PET/MRI. *PLoS One*, 2015, 10(1):e0116277.
- [16] Costantini DL, Vali R, Chan J, et al. Dual-time-point FDG PET/CT for the evaluation of pediatric tumors. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 200(2):408-413.
- [17] 富丽萍, 刘家金, 尹大一, 等. PET/MR 与 PET/CT 显像中 FDG 阳性病变 SUV_{max} 的比较. *中华核医学与分子影像杂志*, 2014, 34(6):433-437.
- [18] Caprio MG, Cangiano A, Imbriaco M, et al. Dual-time-point ^{18}F -FDG PET/CT in the diagnostic evaluation of suspicious breast lesions. *Radiol Med*, 2010, 115(2):215-224.
- [19] Kim SJ, Kim BH, Jeon YK, et al. Limited diagnostic and predictive values of dual-time-point ^{18}F FDG PET/CT for differentiation of incidentally detected thyroid nodules. *Ann Nucl Med*, 2011, 25(5):347-353.

2016 版中国科技期刊引证报告相关数据 ——《中国介入影像与治疗学》

由中国科学技术信息研究所主持的“2015 中国科技论文统计结果发布会”于 2016 年 10 月 12 日在北京国际会议中心举行。《中国介入影像与治疗学》杂志在《2016 版中国科技期刊引证报告》(核心版)的相关数据为:

- 1 文献来源量:181 篇;
- 2 基金论文比:0.34;
- 3 总被引频次:704;
- 4 影响因子:0.464;
- 5 学科扩散指标:10.14;
- 6 学科影响指标:0.95;
- 7 综合评价总分:38.48。