

^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 与 ^{18}F -FDG PET/CT 在前列腺癌术前 TNM 分期中的对比研究

王一宁 陈若华 周翔 万良荣 黄干 王成 刘建军

上海交通大学医学院附属仁济医院核医学科 200127

通信作者:刘建军, Email: nuclearj@163.com

【摘要】 目的 比较 ^{68}Ga -前列腺特异膜抗原(PSMA)-11 PET/CT 与 ^{18}F -脱氧葡萄糖(FDG) PET/CT 在前列腺癌根治术前 TNM 分期中的诊断效能。**方法** 回顾性研究 2018 年 7 月至 2019 年 12 月间上海交通大学医学院附属仁济医院 67 例根治性手术病理确诊前列腺癌的患者,年龄(67.5±6.8)岁,均在术前行 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 与 ^{18}F -FDG PET/CT 全身显像。将 PET/CT 结果与手术病理学检查结果进行对比。采用 χ^2 检验对比 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 与 ^{18}F -FDG PET/CT 行术前 TNM 分期的诊断效能,2 种显像原发灶最大标准摄取值(SUV_{max})的比较行 Mann-Whitney *U* 检验。另将患者分层为低危、中危、高危进行分层分析。**结果** 67 例中,低危 9 例、中危 19 例、高危 39 例。对于 T 分期,88.06% (59/67) 的患者 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 显像阳性,67 例中位 SUV_{max} 为 13.80 (7.30, 22.40);46.27% (31/67) 的患者 ^{18}F -FDG PET/CT 显像阳性,67 例中位 SUV_{max} 为 4.00 (3.10, 5.60);2 种显像检出的前列腺癌原发灶 SUV_{max} 差异有统计学意义($U=62, P<0.05$)。分层分析示, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 对中危患者的检出率高于 ^{18}F -FDG PET/CT (17/19 与 6/19; $\chi^2=4.920, P<0.05$)。67 例中,术后病理示 N1 期 10 例。 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 和 ^{18}F -FDG PET/CT 检测阳性区域淋巴结的灵敏度、特异性、准确性、阳性预测值、阴性预测值分别为 6/10、87.72% (50/57)、83.58% (56/67)、6/13、92.59% (50/54) 和 4/10、89.47% (51/57)、82.09% (55/67)、4/10、89.47% (51/57)。 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 共检出 M1 期患者 15 例 (22.39%, 15/67), ^{18}F -FDG PET/CT 共判定 9 例 (13.43%, 9/67),二者对远处转移的检出率差异有统计学意义 ($\chi^2=35.436, P<0.05$)。**结论** 对于前列腺癌 T 分期, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 的检出率在中危患者中优于 ^{18}F -FDG PET/CT。N、M 分期时, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 的检出率亦高于 ^{18}F -FDG PET/CT。

【关键词】 前列腺肿瘤;前列腺特异膜抗原;镓放射性同位素;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;肿瘤分期

基金项目:国家自然科学基金 (81701724);上海市卫生健康委员会先进适宜技术推广项目 (2019SY029)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200623-00247

Comparison of ^{68}Ga -PSMA PET/CT and ^{18}F -FDG PET/CT for preoperative TNM staging of patients with prostate cancer

Wang Yining, Chen Ruohua, Zhou Xiang, Wan Liangrong, Huang Gan, Wang Cheng, Liu Jianjun

Department of Nuclear Medicine, Renji Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200127, China

Corresponding author: Liu Jianjun, Email: nuclearj@163.com

【Abstract】 Objective To compare the diagnostic efficacy of ^{68}Ga -prostate specific membrane antigen (PSMA)-11 PET/CT and ^{18}F -fluorodeoxyglucose (FDG) PET/CT in TNM staging before radical prostatectomy. **Methods** From July 2018 to December 2019, a total of 67 patients ((67.5±6.8) years) with prostate cancer diagnosed pathologically by radical surgery in Renji Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University were retrospectively enrolled. All patients underwent ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT and ^{18}F -FDG PET/CT whole-body scans before surgery. Results of PET/CT were compared with pathological diagnosis after surgery to compare the diagnostic efficiencies of ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT and ^{18}F -FDG PET/CT for preoperative TNM staging (χ^2 test). The differences of the maximum standardized uptake value (SUV_{max}) in primary lesions between 2 imaging methods were compared by Mann-Whitney *U* test. Patients were divided into low-risk, intermediate-risk and high-risk for stratified analysis. **Results** Among 67 patients, 9 were with low-risk, 19 were with intermediate-risk, 39 were with high-risk. For T staging, 59 (88.06%, 59/67) patients showed positive results by ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT imaging, with median SUV_{max} of 13.80 (7.30,

22.40) for 67 patients; 31 (46.27%, 31/67) patients showed positive results in ^{18}F -FDG PET/CT imaging, with median SUV_{\max} of 4.00 (3.10, 5.60) ($U=62, P<0.05$). Stratified analysis showed that the detection rate of ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT was higher than that of ^{18}F -FDG PET/CT in intermediate-risk patients (17/19 vs 6/19; $\chi^2=4.920, P<0.05$). Among 67 patients, 10 were diagnosed as N1 stage based on the pathological results. The sensitivities, specificities, accuracies, positive predictive values and negative predictive values of ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT and ^{18}F -FDG PET/CT for detecting positive regional lymph nodes were 6/10, 87.72% (50/57), 83.58% (56/67), 6/13, 92.59% (50/54) and 4/10, 89.47% (51/57), 82.09% (55/67), 4/10, 89.47% (51/57), respectively. ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT detected 15 patients (22.39%, 15/67) with M1 stage, and ^{18}F -FDG PET/CT identified 9 patients (13.43%, 9/67; $\chi^2=35.436, P<0.05$).

Conclusions As for T staging, the detection rate of ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT in the intermediate-risk group is better than ^{18}F -FDG PET/CT. In N and M staging, the detection rates of ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT are higher than those of ^{18}F -FDG PET/CT.

【Key words】 Prostatic neoplasms; Prostate-specific membrane antigen; Gallium radioisotopes; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Deoxyglucose; Neoplasm staging

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81701724); Advanced Appropriate Technology Promotion Project of Shanghai Municipal Health Commission (2019SY029)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200623-00247

前列腺癌是男性最常见的恶性肿瘤之一,发病率居全球男性恶性肿瘤第 2 位,居我国男性恶性肿瘤的第 6 位^[1]。有研究报道,每 100 000 例患者中约 7 例存在远处转移^[2];有 30% 的患者在接受根治性治疗后仍会复发^[3]。早期诊断前列腺癌局部淋巴结累及程度和远处转移范围以进行准确的术前临床分期,对于进一步确定前列腺癌患者诊疗计划非常关键。目前,CT、MRI、骨显像等无创性影像学检查方法均能提供前列腺癌术前临床分期的相关依据,其中最为认可的是 ^{18}F -脱氧葡萄糖 (fluorodeoxyglucose, FDG) PET/CT。近年研究表明, ^{68}Ga -前列腺特异膜抗原 (prostate specific membrane antigen, PSMA) PET/CT 在协助诊断初发前列腺癌中有重要价值,特别是在评估前列腺癌患者术前全身累及情况方面^[4-6]。然而,我国大部分医疗机构在行前列腺癌临床分期时,仍以 ^{18}F -FDG PET/CT 检查为主。本研究比较了 ^{68}Ga -PSMA-11 与 ^{18}F -FDG PET/CT 在患者行前列腺癌根治术前 TNM 分期中的诊断效能。

资料与方法

1. 临床资料。本研究行回顾性研究设计,符合《赫尔辛基宣言》的原则。纳入 2018 年 7 月至 2019 年 12 月间于上海交通大学医学院附属仁济医院行 ^{68}Ga -PSMA-11 与 ^{18}F -FDG PET/CT 检查用于临床分期并在检查后接受手术的 67 例前列腺癌初诊患者,年龄 52~82 (67.5±6.8) 岁。

纳入标准:(1)行 ^{68}Ga -PSMA-11 与 ^{18}F -FDG PET/CT 检查前未接受任何前列腺癌相关治疗;(2)穿刺病理结果证实前列腺腺癌;(3) ^{68}Ga -PSMA-11 与 ^{18}F -FDG PET/CT 全身显像间隔时间不超过 2 周;(4)行 ^{68}Ga -PSMA-11 与 ^{18}F -FDG PET/CT 检查后接

受前列腺癌根治术及盆腔广泛淋巴结清扫术,取得手术标本的病理检查结果。排除标准:(1)合并其他肿瘤;(2)随访信息不完整。 ^{68}Ga -PSMA-11 的制备及临床应用经本院伦理委员会审批 (2018-104),所有患者均签署 ^{68}Ga -PSMA-11 与 ^{18}F -FDG PET/CT 检查的知情同意书。

2. PET/CT 显像。(1) ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT。按患者体质量静脉注射 ^{68}Ga -PSMA-11 1.85~1.95 MBq/kg (本科制备),患者平静休息 60 min 后行 PET/CT 显像。(2) ^{18}F -FDG PET/CT。患者检查前空腹 6 h 以上,空腹血糖低于 7.8 mmol/L。检查时按患者体质量注射 ^{18}F -FDG 3.7 MBq/kg (本科制备),患者平静休息 60 min 后行 PET/CT 显像。2 次 PET/CT 显像范围均为颅顶至大腿根部,3 min/床位;CT 扫描参数:电压 120 kV、自动毫安电流、层厚 3 mm;PET 采集 5~7 个床位。PET 图像经 CT 数据衰减校正后行 TrueD 算法迭代重建,获得多轴向 PET/CT 融合图像。

3. 图像分析。由 2 位经验丰富的核医学科医师独立分析图像,通过勾画感兴趣区 (region of interest, ROI) 对前列腺癌原发灶或不同区域转移灶行半定量分析,计算最大标准摄取值 (maximum standardized uptake value, SUV_{\max}) 以评价病灶放射性摄取程度。(1) 在 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 图像中,除泪腺、唾液腺、肝、肾、尿道、胃肠道等部位的生理性摄取外,余出现的局部放射性异常浓聚或摄取程度明显高于周围正常组织者,影像诊断为阳性病灶,认为有肿瘤原发或转移。(2) 在 ^{18}F -FDG PET/CT 图像中,除心、脑、肝、脾等部位的生理性摄取外,余出现的局部放射性异常浓聚或摄取程度明显高于周围正常组织者,在除外炎性病变等良性病变后,影像诊断为有肿瘤原发或转移。

4. 前列腺癌 PET/CT 临床 TNM 分期的判断及病理 T、N 分期。当前列腺肿瘤摄取程度明显高于除尿道等生理性摄取外的周围组织时,影像诊断为阳性,为 T+期。在评估淋巴结转移病灶时,根据前列腺癌分子影像标准化评估 (prostate cancer molecular imaging standardized evaluation, PROMISE) 标准^[7],骶前、直肠周围、髂血管周围和闭孔淋巴结区域内存在摄取阳性淋巴结时,为 N1 期;腹膜后或纵隔上等远处区域存在摄取阳性淋巴结时,为 M1a 期。同理,若显像结果提示有骨转移为 M1b 期,有其他脏器或组织转移为 M1c 期。

根据美国癌症协会 (American Joint Committee on cancer, AJCC) 指南,基于术后病理检查结果对患者行 T、N 病理分期。根据 D'Amico 等^[8]提出的前列腺癌危险度分级标准,基于临床 T 分期、血清总前列腺特异抗原 (total prostate specific antigen, tPSA) 和 Gleason 评分对患者进行低危、中危、高危分级。

5. 随访。PET/CT 检查后开始随访,记录患者以下信息:检查后何时以何种术式行前列腺癌根治术及盆腔广泛淋巴结清扫术、术后病理结果、Gleason 评分、检查后治疗方案、tPSA 水平变化。

6. 统计学处理。采用 IBM SPSS 21.0 软件处理数据,符合正态分布的定量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,不符合正态分布的定量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,定性资料以频数和百分比表示。行 Spearman 秩相关寻找⁶⁸Ga-PSMA-11 和¹⁸F-FDG PET/CT 显像原发灶 SUV_{max} 的相关因素。采用 Mann-Whitney U 检验比较⁶⁸Ga-PSMA-11 和¹⁸F-FDG PET/CT 显像原发灶 SUV_{max} 的差异。将基于⁶⁸Ga-PSMA-11 和¹⁸F-FDG PET/CT 显像结果获得的前列腺癌 N 分期与术后病理结果进行比较,采用配对 χ^2 检验分析两者在行前列腺癌 T、N、M 分期时的检出率差异。 $P < 0.05$ 为差异或相关性有统计学意义。

结 果

1. 一般资料与病理结果。共纳入 67 例患者,随访 2~12 个月,tPSA 范围为 4.83~433.00 $\mu\text{g/L}$,中位 tPSA 为 14.81(7.25,33.35) $\mu\text{g/L}$,Gleason 评分 6~9 分。根据 D'Amico 危险度分级,67 例患者中,低危组 9 例、中危组 19 例、高危组 39 例。

2. PET/CT 显像检出情况 T 分期的比较。对于前列腺癌原发灶,有 88.06% (59/67) 的患者⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/CT 显像阳性,67 例患者中位 SUV_{max} 为 13.80(7.30,22.40);有 46.27% (31/67) 的患者¹⁸F-FDG

PET/CT 显像阳性,67 例患者中位 SUV_{max} 为 4.00 (3.10,5.60)。2 种显像检出的前列腺癌原发灶 SUV_{max} 差异有统计学意义 ($U = 62, P < 0.05$);但两者对前列腺癌原发灶的检出率差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.964, P = 0.326$)。

根据患者危险度分级进行分层分析,在低危组患者中,⁶⁸Ga-PSMA-11 与¹⁸F-FDG PET/CT 对前列腺癌原发灶的检出率分别为 5/9 和 4/9,而在中危组中分别为 17/19 和 6/19,高危组分别为 94.87% (37/39) 和 53.85% (21/39)。⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/CT 对前列腺癌原发灶的检出率在高危组高于低危组 ($\chi^2 = 8.079, P < 0.01$),而¹⁸F-FDG PET/CT 对各危险度分级的检出率差异无统计学意义 ($\chi^2 = 2.562, P > 0.05$)。⁶⁸Ga-PSMA-11 与¹⁸F-FDG PET/CT 对前列腺癌原发灶的检出率在中危组中的差异有统计学意义 ($\chi^2 = 4.920, P < 0.05$),而在低危组和高危组患者中的差异无统计学意义 (χ^2 值:0.090 和 0.013,均 $P > 0.05$)。

¹⁸F-FDG PET/CT 有 36 例假阴性,其中 33 例原发灶明显摄取⁶⁸Ga-PSMA-11 (图 1)。其中有 2 例 Gleason 评分 6,13 例 Gleason 评分 7,8 例 Gleason 评分 8,10 例 Gleason 评分为 9。⁶⁸Ga-PSMA-11 PET 共发现假阴性 8 例,tPSA 为 2.85~18.84 $\mu\text{g/L}$,其中 5 例原发灶¹⁸F-FDG 摄取增高 (图 2),5 例中中危组 2 例、高危组 3 例。

3. 相关分析结果。Spearman 秩相关显示,⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/CT 原发灶 SUV_{max} 与 tPSA 呈正相关 ($r_s = 0.578, P < 0.05$),与危险度分级亦相关 ($r_s = 0.626, P < 0.05$),而与 Gleason 评分未见相关性 ($r_s = 0.140, P = 0.259$);即患者 tPSA 越高,原发灶 SUV_{max} 越高,高危组患者原发灶 SUV_{max} 更高。¹⁸F-FDG PET/CT 原发灶 SUV_{max} 与 tPSA ($r_s = 0.225, P = 0.102$)、危险度分级 ($r_s = 0.038, P = 0.763$) 和 Gleason 评分 ($r_s = 0.019, P = 0.877$) 的相关性均无统计学意义。

4. N 分期的比较。⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/CT 示 13 例盆腔区域淋巴结阳性,即 N1 期。¹⁸F-FDG PET/CT 示 10 例盆腔区域淋巴结显像阳性,即 N1 期。手术共获得 156 组 495 个淋巴结病理标本,其中 17 组盆腔淋巴结证实有前列腺癌转移,共 10 例患者根据病理检查结果被诊断为 N1 期,其中高危组 7 例、中危组 3 例。

对比 PET/CT 检查结果与病理结果,⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/CT 检测盆腔区域淋巴结转移的灵敏度、特异

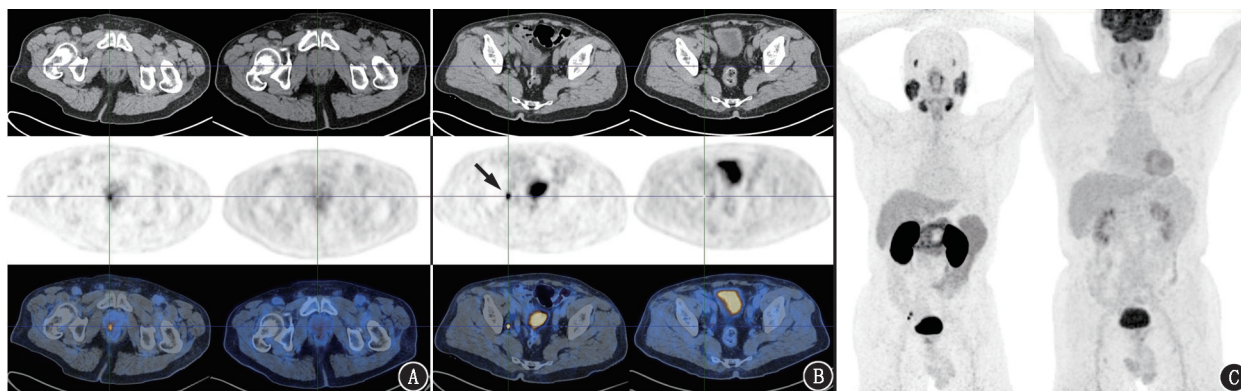


图 1 前列腺癌患者(74岁)PET/CT显像图[A~C各图左侧为 ^{68}Ga -前列腺特异膜抗原(PSMA)-11 PET/CT显像,右侧为 ^{18}F -脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT显像]。A. ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT显像示前列腺体积增大,腺体右侧见局灶性 PSMA 摄取异常增高影,最大标准摄取值(SUV_{max}) 7.3; ^{18}F -FDG PET/CT显像代谢未见异常增高;B. ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT显像示右侧髂内外血管旁见 2 枚淋巴结影,较大者约 8 mm×6 mm(箭头示),PSMA 摄取异常增高, SUV_{max} 为 14.1~19.7; ^{18}F -FDG 代谢未见异常增高;C. ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 最大密度投影(MIP)图可见前列腺局部及右侧髂血管旁淋巴结明显放射性浓聚灶, ^{18}F -FDG PET/CT MIP 图未见明显放射性异常浓聚灶

性、准确性、阳性预测值、阴性预测值分别为 6/10、87.72% (50/57)、83.58% (56/67)、6/13、92.59% (50/54); ^{18}F -FDG PET/CT 的相应指标分别为 4/10、89.47% (51/57)、82.09% (55/67)、4/10、89.47% (51/57)。 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 与 ^{18}F -FDG PET/CT 对盆腔区域淋巴结转移的检出率分别为 19.40% (13/67)和 14.93% (10/67),差异有统计学意义($\chi^2 = 7.037, P < 0.05$)。

分层分析示, ^{68}Ga -PSMA-11 与 ^{18}F -FDG PET/CT 对于前列腺癌盆腔区域淋巴结的检出率在低危组患者中分别为 0 和 1/9,中危组分别为 1/19 和 3/19,高危组分别为 30.77% (12/39)和 15.38% (6/39)。 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 与 ^{18}F -FDG PET/CT 对患者 N 分期的检出率在中危组($\chi^2 = 5.829, P < 0.05$)、高危组($\chi^2 = 9.701, P < 0.05$)患者中的差异有统计学意义,而在低危组患者中的差异无统计学意义($\chi^2 = 0.223, P = 0.637$)。

5. M 分期的比较。15 例患者 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 拟诊断 M1 期,其中远处淋巴结转移 5 例(高危组 4 例、中危组 1 例),骨转移 13 例(高危组 7 例、中危组 3 例、低危组 3 例)。 ^{18}F -FDG PET/CT 显示 9 例为 M1 期,其中远处淋巴结转移 3 例(高危组 2 例、中危组 1 例)、骨转移 6 例(高危组 2 例、中危组 2 例、低危组 2 例)。2 种显像均未发现患者有其他器官转移。 ^{68}Ga -PSMA-11 和 ^{18}F -FDG PET/CT 对远处转移病灶的检出率分别为 22.39% (15/67)和 13.43% (9/67),差异有统计学意义($\chi^2 = 35.436, P < 0.05$)。

分层分析示, ^{68}Ga -PSMA-11 和 ^{18}F -FDG PET/CT 对远处转移病灶的检出率在低危组中分别为 3/9 和

2/9,中危组分别为 3/19 和 3/19,高危组分别为 23.08% (9/39)和 10.26% (4/39);两者对低危组($\chi^2 = 6.189, P < 0.05$)、高危组($\chi^2 = 29.871, P < 0.05$)患者远处转移病灶的检出率差异有统计学意义,而对中危组患者的差异无统计学意义($\chi^2 = 5.210, P = 0.266$)。

^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 发现的 13 例骨转移患者中,9 例阳性病灶位于骨盆组成骨或股骨上段,4 例阳性病灶位于肋骨或脊柱骨。13 例患者中,tPSA $\leq 10 \mu\text{g/L}$ 者 1 例、 $10 \mu\text{g/L} < \text{tPSA} \leq 20 \mu\text{g/L}$ 者 6 例、tPSA $> 20 \mu\text{g/L}$ 者 6 例。

讨 论

近年来, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 对前列腺癌的诊断效能获得广泛认可。然而,对比同一批患者 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 与 ^{18}F -FDG PET/CT 在行前列腺癌根治术前临床分期的诊断效能的研究较少见。本研究回顾性纳入了 67 例行 2 种显像的患者,探讨 2 种显像对前列腺癌临床 TNM 分期的应用价值。

因纳入患者均确诊前列腺癌, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 与 ^{18}F -FDG PET/CT 检测原发灶均有较好的诊断效果。但仍有部分未见 ^{18}F -FDG 明显异常摄取,其中 33 例有较高的 ^{68}Ga -PSMA-11 摄取(SUV_{max} : 10.9~32.3)。在 Meyrick 等^[9]的研究中, ^{68}Ga -PSMA PET/CT 在 93%的前列腺癌患者中检出阳性摄取的前列腺癌原发灶,本研究结果为 88.06%,与之相近。有研究显示,前列腺癌原发灶 SUV_{max} 与 tPSA ($r = 0.43, P < 0.05$) 和 Gleason 评分 ($r = 0.45, P < 0.05$) 相关^[11]。本研究发现, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT

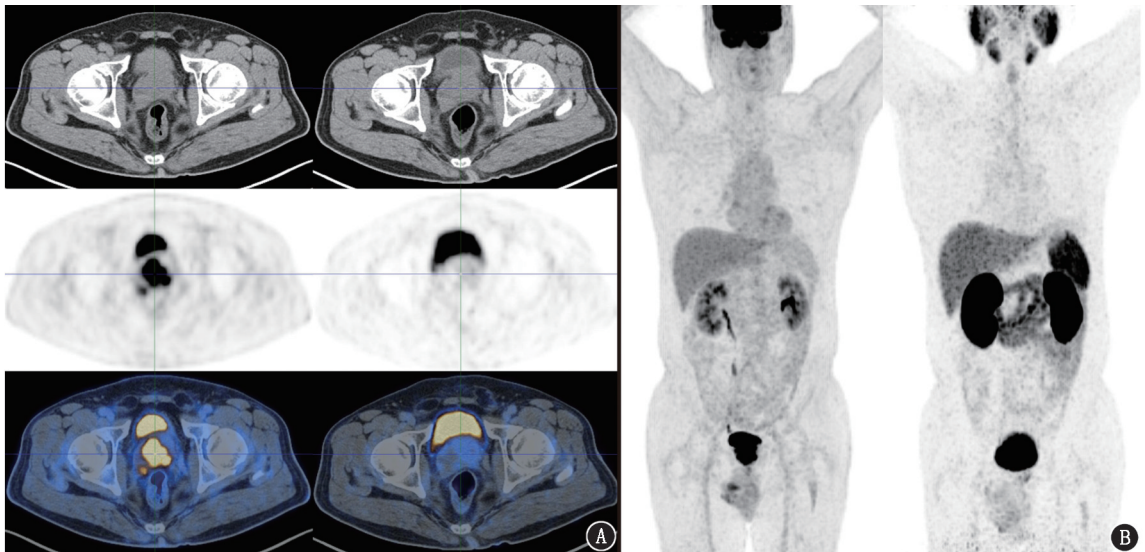


图 2 前列腺癌患者(67岁)PET/CT 显像图[A,B 左侧图为 ^{18}F -脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT 显像,右侧图为 ^{68}Ga -前列腺特异膜抗原(PSMA)-11 PET/CT 显像]。A. ^{18}F -FDG PET/CT 显像示前列腺体积增大,其内见多发低密度小结节,FDG 代谢不均匀增高,病灶向前列腺右侧突出,与右侧精囊腺分界不清,最大标准摄取值(SUV_{max})为 33.2; ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 显像 PSMA 代谢未见明显异常;B. ^{18}F -FDG PET/CT 最大密度投影(MIP)图可见前列腺局部明显放射性浓聚灶, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT MIP 图未见明显放射性异常浓聚灶

的 SUV_{max} 与 tPSA 及危险度分级相关,而 ^{18}F -FDG PET/CT 的相应结果则未见相关性。

Maurer 等^[5]对 130 例临床初分期前列腺癌患者的研究发现, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 行区域淋巴结检测的灵敏度和特异性分别为 66%和 99%,与本研究结果(6/10、87.72%)基本相似。PET/CT 对淋巴结的检出率较低,可能是由于前列腺癌原发灶对显像剂摄取较多,导致转移淋巴结无法摄取足够的显像剂,从而干扰了对图像的判断^[12]。此外,区域淋巴结的检出率可能与淋巴结大小有关。有研究发现 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 检出的区域淋巴结长径 $[(4.73\pm 1.45)\text{mm}]$ 明显大于未检出的区域淋巴结长径 $[(2.73\pm 1.29)\text{mm}; P<0.05]$ ^[13]。本研究中有 7 例患者通过 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 检查发现有异常摄取的区域淋巴结,但术后病理检查结果并未发现有淋巴结转移,这些假阳性淋巴结均位于髂血管旁,靠近输尿管。目前认为淋巴结炎性改变可能会造成假阳性摄取,同时,结核病灶中也有发现 PSMA 摄取^[14],具体原因仍需进一步研究。本研究中有 2 例患者病理证实的盆腔淋巴结发现有 ^{18}F -FDG 异常摄取,但未见 ^{68}Ga -PSMA-11 明显异常摄取,据此可认为 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 与 ^{18}F -FDG PET/CT 在临床应用上可为互补。同时,PET/CT 能提供目前常规前列腺癌盆腔淋巴结清扫术中未涵盖的区域淋巴结相关信息,如直肠周围区域、骶前淋巴结区域等,

这对于临床手术决策具有补充和提示作用。

2019 年 Jadvar 等^[15]对 76 例转移性去势敏感性前列腺癌患者行前瞻性研究,发现 ^{18}F -FDG PET/CT 的 SUV_{max} 能为该类患者的激素治疗抵抗时间提供独立的预后信息。但本研究为回顾性研究,未追踪根治术后的临床治疗方案及效果等相关资料,无法讨论 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 与 ^{18}F -FDG PET/CT 对患者预后的影响,今后将继续深入相关研究。另外,本研究纳入的部分患者虽经 PET/CT 检查发现有远处转移,但一般条件较好,处于 T2~T3 期,因此仍接受手术治疗。但是,因 PET/CT 疑似骨转移病灶和远处区域淋巴结转移病灶未进行病理检查,并不能完全排除假阳性结果的可能,如纤维异常增生、Paget 病、淋巴结炎等^[16]。因此,本研究未对 M 分期进行灵敏度、特异性等的分析。

综上,本研究发现 T 分期时, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 对中危前列腺癌患者的检出率优于 ^{18}F -FDG PET/CT。N、M 分期时, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 的检出率高于 ^{18}F -FDG PET/CT。患者的 tPSA 越高、危险度分级越高,原发灶 ^{68}Ga -PSMA-11 摄取越高,而 ^{18}F -FDG 则未发现相应趋势。通过对不同危险组患者进行分析, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 与 ^{18}F -FDG PET/CT 主要在高危组和中危组患者中发现有区域淋巴结转移或远处转移。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 郑荣寿, 孙可欣, 张思维, 等. 2015 年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. 中华肿瘤杂志, 2019, 41(1): 19-28. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2019.01.008.
Zheng RS, Sun KX, Zhang SW, et al. Report of cancer epidemiology in China, 2015 [J]. Chin J Oncol, 2019, 41(1): 19-28. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2019.01.008.
- [2] Cetin K, Beebe-Dimmer JL, Fryzek JP, et al. Recent time trends in the epidemiology of stage IV prostate cancer in the United States: analysis of data from the Surveillance, Epidemiology, and End Results Program [J]. Urology, 2010, 75(6): 1396-1404. DOI:10.1016/j.urology.2009.07.1360.
- [3] Mottet N, Bellmunt J, Bolla M, et al. EAU-ESTRO-SIOG Guidelines on Prostate Cancer. Part 1: screening, diagnosis, and local treatment with curative intent [J]. Eur Urol, 2017, 71(4): 618-629. DOI:10.1016/j.eururo.2016.08.003.
- [4] Zhang J, Shao S, Wu P, et al. Diagnostic performance of ^{68}Ga -PSMA PET/CT in the detection of prostate cancer prior to initial biopsy: comparison with cancer-predicting nomograms [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2019, 46(4): 908-920. DOI:10.1007/s00259-018-4255-1.
- [5] Maurer T, Gschwend JE, Rauscher I, et al. Diagnostic Efficacy of ^{68}Ga -PSMA positron emission tomography compared to conventional imaging for lymph node staging of 130 consecutive patients with intermediate to high risk prostate cancer [J]. J Urol, 2016, 195(5): 1436-1443. DOI:10.1016/j.juro.2015.12.025.
- [6] Zhou J, Gou Z, Wu R, et al. Comparison of PSMA-PET/CT, choline-PET/CT, NaF-PET/CT, MRI, and bone scintigraphy in the diagnosis of bone metastases in patients with prostate cancer: a systematic review and meta-analysis [J]. Skeletal Radiol, 2019, 48(12): 1915-1924. DOI:10.1007/s00256-019-03230-z.
- [7] Eiber M, Herrmann K, Calais J, et al. Prostate cancer molecular imaging standardized evaluation (PROMISE): proposed miTNM classification for the interpretation of PSMA-ligand PET/CT [J]. J Nucl Med, 2018, 59(3): 469-478. DOI:10.2967/jnumed.117.198119.
- [8] D'Amico AV, Whittington R, Malkowicz SB, et al. Biochemical outcome after radical prostatectomy, external beam radiation therapy, or interstitial radiation therapy for clinically localized prostate cancer [J]. JAMA, 1998, 280(11): 969-974. DOI:10.1001/jama.280.11.969.
- [9] Meyrick DP, Asokendran M, Skelly LA, et al. The role of ^{68}Ga -PSMA-I&T PET/CT in the pretreatment staging of primary prostate cancer [J]. Nucl Med Commun, 2017, 38(11): 956-963. DOI:10.1097/MNM.0000000000000738.
- [10] 陈利星, 邹思娟, 朱小华. 放射性核素标记前列腺特异性膜抗原小分子抑制剂靶向前列腺癌的显像与治疗 [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2018, 38(1): 53-58. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.01.014.
Chen LX, Zou SJ, Zhu XH. Targeted imaging and therapy of prostate cancer by radionuclide labeled small molecule inhibitors of prostate specific membrane antigen [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2018, 38(1): 53-58. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.01.014.
- [11] 刘辰, 刘特立, 杨志, 等. ^{68}Ga -PSMA-617 PET/CT 对高危前列腺癌的预测价值 [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2019, 39(2): 77-80. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.02.004.
Liu C, Liu TL, Yang Z, et al. Predictive value of ^{68}Ga -PSMA PET/CT for high-risk prostate cancer [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2019, 39(2): 77-80. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.02.004.
- [12] 冯亚琪, 崔邦平, 王朋, 等. ^{68}Ga -PSMA PET/CT 在前列腺癌诊断中的研究进展 [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2019, 39(4): 237-240. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.04.012.
Feng YQ, Cui BP, Wang P, et al. Research progress of ^{68}Ga -PSMA PET/CT in the diagnosis of prostate cancer [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2019, 39(4): 237-240. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.04.012.
- [13] van Leeuwen PJ, Emmett L, Ho B, et al. Prospective evaluation of ^{68}Ga -prostate-specific membrane antigen positron emission tomography/computed tomography for preoperative lymph node staging in prostate cancer [J]. BJU Int, 2017, 119(2): 209-215. DOI:10.1111/bju.13540.
- [14] Ahuja A, Taneja S, Thorat K, et al. ^{68}Ga -prostate-specific membrane antigen-avid tubercular lesions mimicking prostate cancer metastasis on simultaneous prostate-specific membrane antigen PET/MRI [J]. Clin Nucl Med, 2017, 42(12): e509-e510. DOI:10.1097/RLU.0000000000001874.
- [15] Jadvar H, Velez EM, Desai B, et al. Prediction of time to hormonal treatment failure in metastatic castration-sensitive prostate cancer with ^{18}F -FDG PET/CT [J]. J Nucl Med, 2019, 60(11): 1524-1530. DOI:10.2967/jnumed.118.223263.
- [16] Cytawa W, Seitz AK, Kircher S, et al. ^{68}Ga -PSMA I&T PET/CT for primary staging of prostate cancer [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2020, 47(1): 168-177. DOI:10.1007/s00259-019-04524-z.

(收稿日期:2020-06-23)