

利尿后¹⁸F-FDG PET/CT延迟显像对前列腺癌的临床诊断价值

Clinical diagnostic value of ¹⁸F-FDG PET/CT delayed imaging after diuresis for prostate cancer

Huang Shiming, Lin Zhichun, Sun Yongfeng, Liu Fei, Yin Liang, Yue Jianlan, Yu Longhua

引用本文:

黄世明, 林志春, 孙永锋, 等. 利尿后¹⁸F-FDG PET/CT延迟显像对前列腺癌的临床诊断价值[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2022, 46(9): 530-535. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202201005-00213

Huang Shiming, Lin Zhichun, Sun Yongfeng, et al. Clinical diagnostic value of ¹⁸F-FDG PET/CT delayed imaging after diuresis for prostate cancer[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2022, 46(9): 530-535. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202201005-00213

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202201005-00213>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

正常前列腺¹⁸F-FDG PET/CT代谢显像增龄变化的研究

Study on ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic imaging of normal prostate with increasing age

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(7): 416-421 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201904020-00053>

胸腺上皮性肿瘤¹⁸F-FDG PET/CT显像最大标准化摄取值与WHO病理分型及Masaoka分期的关系

Relationship between the maximum standardized uptake value of ¹⁸F-FDG PET/CT and WHO pathological classification and Masaoka stage of thymic epithelial tumors

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(8): 475-479 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201906023-00059>

新型PET显像剂¹⁸F-FACBC在前列腺癌中的应用进展

Application of new PET imaging agent ¹⁸F-FACBC in prostate cancer

国际放射医学核医学杂志. 2017, 41(4): 288-293 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2017.04.010>

¹⁸F-FDG PET/CT对浸润性肺腺癌磨玻璃结节危险程度的诊断价值

Value of ¹⁸F-FDG PET/CT in the diagnosis of risk level of pulmonary invasive adenocarcinoma appearing as ground-glass nodules

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(12): 750-758 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202010010-00124>

¹⁸F-FDG PET/CT在乳腺癌术后随访中的价值

Clinical value of ¹⁸F-FDG PET/CT in follow-up of postoperative breast cancer

国际放射医学核医学杂志. 2017, 41(3): 159-165 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2017.03.001>

巨大多房前列腺囊腺瘤¹⁸F-FDG PET/CT显像一例

¹⁸F-FDG PET/CT imaging of giant multilocular prostatic cystadenoma: a case report

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(5): 338-341 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202006034-00059>

·临床研究·

利尿后¹⁸F-FDG PET/CT 延迟显像 对前列腺癌的临床诊断价值

黄世明¹ 林志春¹ 孙永锋² 刘菲¹ 尹亮¹ 岳建兰¹ 于龙华³

¹武装警察部队特色医学中心核医学科, 天津 300162; ²武装警察北京市总队医院军事医学与特种学科, 北京 100027; ³解放军海军第九七一医院核医学科, 青岛 266071

通信作者: 于龙华, Email: ylh_imaging@163.com

【摘要】目的 探讨利尿后¹⁸F-氟脱氧葡萄糖(FDG) PET/CT 延迟显像对前列腺癌(PCa)的临床诊断价值和最佳延迟显像时间。**方法** 回顾性分析 2009 年 3 月至 2018 年 12 月于武装警察部队特色医学中心行¹⁸F-FDG PET/CT 全身显像显示前列腺病变的 235 例男性患者的临床资料, 其中前列腺恶性病变患者 77 例、前列腺良性病变患者 158 例, 年龄 50~87(69.6±13.6)岁。所有患者均行利尿前及利尿后延迟显像(1、2、3、4 h), 获得利尿前、后病灶的最大标准化摄取值(SUV_{max})。以利尿后 SUV_{max}>2.5 且利尿前、后 SUV_{max} 的滞留指数>15% 作为判断良、恶性的标准。2 组间数据的比较采用独立样本 *t* 检验。**结果** 前列腺恶性病变患者利尿后延迟 1、2、3 h 显像的 SUV_{max} 均分别高于利尿前, 差异均有统计学意义(5.57±1.58 对 4.32±1.01、7.04±3.03 对 4.62±1.84、7.28±2.90 对 4.73±1.88, *t*=3.399、3.676、2.660, 均 *P*<0.05); 利尿后延迟 4 h 显像的 SUV_{max} 与利尿前相比, 差异无统计学意义(*t*=1.103, *P*=0.286)。前列腺良性病变患者利尿后延迟 1、2、3、4 h 显像的 SUV_{max} 与利尿前相比, 差异均无统计学意义(*t*=0.268~0.865, 均 *P*>0.05)。恶性病变患者利尿后延迟 1、2、3 h 显像的 SUV_{max} 均分别高于良性病变患者(*t*=2.013、3.910、3.554, 均 *P*<0.05), 而 2 组患者利尿后延迟 4 h 显像的 SUV_{max} 差异无统计学意义(*t*=1.379, *P*=0.181)。恶性病变患者利尿后延迟 2、3 h 比延迟 1 h 显像的 SUV_{max} 高(*t*=2.220、2.400, 均 *P*<0.05)。利尿后¹⁸F-FDG PET/CT 延迟 1、2、3、4 h 显像对前列腺癌诊断效能中, 延迟 2 h 显像的特异度 [74.5%(38/51)] 和准确率 [76.3%(61/80)] 最高, 而延迟 3 h 显像的灵敏度 [84.6%(11/13)] 最高。**结论** PCa 患者利尿后延迟显像可提高显像效果和临床诊断的效能, 利尿后延迟 2 h 显像的诊断效果较优。

【关键词】 前列腺肿瘤; 氟脱氧葡萄糖 F18; 正电子发射断层显像术; 体层摄影术, X 线计算机; 最大标准化摄取值

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202201005-00213](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202201005-00213)

Clinical diagnostic value of ¹⁸F-FDG PET/CT delayed imaging after diuresis for prostate cancer

Huang Shiming¹, Lin Zhichun¹, Sun Yongfeng², Liu Fei¹, Yin Liang¹, Yue Jianlan¹, Yu Longhua³

¹Department of Nuclear Medicine, Characteristic Medical Center of the Chinese People's Armed Police Force, Tianjin 300162, China; ²Department of Military Medicine and Special Disciplines, Beijing Municipal Corps Hospital, Chinese People's Armed Police Force, Beijing 100027, China; ³Department of Nuclear Medicine, the 971th Hospital of the Navy of Chinese PLA, Qingdao 266071, China

Corresponding author: Yu Longhua, Email: ylh_imaging@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the clinical diagnostic value and optimum delay time of ¹⁸F-fluorodeoxyglucose (FDG) PET/CT delayed imaging after diuresis in prostate cancer (PCa). **Methods** The clinical data of 235 male patients with prostate diseases who underwent ¹⁸F-FDG PET/CT whole-body imaging at the Characteristic Medical Center of the Chinese People's Armed Police Force from March 2009 to December 2018, including 77 patients with malignant prostate

diseases and 158 patients with benign prostate diseases were retrospectively analyzed, aged 50–87(69.6±13.6) years old. All patients underwent delayed imaging before and after diuresis(1, 2, 3, and 4 h) to obtain the maximum standardized uptake value (SUV_{max}) of lesions before and after diuresis. $SUV_{max}>2.5$ after diuresis and a retention index $>15\%$ of SUV_{max} before and after diuresis were used as the criteria to judge as benign or malignant. Independent sample *t*-test was used to compare the data between the two groups in accordance with normal distribution. **Results** The SUV_{max} of patients with prostate malignant lesions delayed 1, 2, and 3 h imaging after diuresis was significantly higher than that before diuresis (5.57±1.58 vs. 4.32±1.01, 7.04±3.03 vs. 4.62±1.84, 7.28±2.90 vs. 4.73±1.8; $t=3.399, 3.676, 2.660$; all $P<0.05$). No significant difference in SUV_{max} existed between prediuretic and delayed 4 h imaging after diuresis ($t=1.103, P=0.286$). In patients with benign prostate diseases, no significant difference existed in SUV_{max} delayed 1, 2, 3, and 4 h imaging after diuresis compared with that before diuresis ($t=0.268-0.865$, all $P>0.05$). The SUV_{max} of malignant lesions delayed 1, 2, and 3 h imaging after diuresis was higher than that in benign lesions ($t=2.013, 3.910, 3.554$; all $P<0.05$). However, no significant difference in SUV_{max} delayed 4 h imaging existed between the two groups ($t=1.379, P=0.181$). The SUV_{max} of patients with malignant lesions delayed 2 and 3 h was higher than that for diuretic imaging delayed 1 h ($t=2.220, 2.400$; both $P<0.05$). Diagnostic efficiency of ^{18}F -FDG PET/CT delayed imaging (1, 2, 3, and 4 h) after diuresis in Pca, the specificity (74.5%, 38/51) and accuracy (76.3%, 61/80) of 2 h delayed imaging were the highest, while the sensitivity (84.6%, 11/13) of 3 h delayed imaging was the highest. **Conclusions** Delayed imaging after diuresis can improve the imaging effect and clinical diagnostic efficacy of Pca patients. The diagnostic effect of delayed imaging after diuresis for 2 h was better.

【 Key words 】 Prostate neoplasms; Fluorodeoxyglucose F18; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Maximum standardized uptake value

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202201005-00213](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202201005-00213)

前列腺癌(prostate cancer, PCa)是男性常见的恶性肿瘤,早发现、早诊断可显著改善患者预后^[1]。PCa 诊断的“金标准”是穿刺活体组织病理学检查,但 40%~50% 的患者可能会因穿刺到正常组织而导致漏诊,且其属于有创性检查、无法随诊、重复性差^[2]。PCa 的影像学检查方法主要有 CT、MRI 和超声,但都存在一定的不足^[3]。 ^{18}F -FDG PET/CT 已被广泛应用于临床,可根据 SUV_{max} 进行半定量评估。由于 ^{18}F -FDG 主要经泌尿系统进行排泄,因此 ^{18}F -FDG PET/CT 全身显像会对 PCa 的诊断造成干扰^[4]。利尿后延迟显像可通过排空膀胱减少干扰,从而提高 ^{18}F -FDG PET/CT 显像对 PCa 诊断的灵敏度,但目前关于最佳延迟显像的时间还未统一^[5]。有研究结果显示,在注射 ^{18}F -FDG 2 h 后,PCa 患者延迟显像的 SUV_{max} 可升高 80%~90%,但 4~5 h 后, SUV_{max} 不再升高^[6]。因此,本研究通过比较利尿后不同延迟时间 ^{18}F -FDG PET/CT 显像的 SUV_{max} , 进一步探讨利尿后延迟显像对 PCa 的诊断价值及最佳延迟时间,旨在为临床医师提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2009 年 3 月至 2018 年 12 月于武装警察部队特色医学中心行 ^{18}F -FDG PET/CT 全身显像显示前列腺病变的 235 例男性患者的临床资料,其中前列腺恶性病变患者 77 例(经组织病理学检查结果确诊)、前列腺良性病变患者 158 例(93 例经组织病理学检查确诊、65 例经随访确诊),年龄 50~87(69.6±13.6)岁。所有患者均行利尿前、后延迟显像,获得利尿前、后病灶的 SUV_{max} 。纳入标准:(1)无前列腺肿瘤或其他恶性肿瘤相关病史,未进行前列腺治疗;(2)无 ^{18}F -FDG 及呋塞米注射相关禁忌证;(3)经组织病理学检查(包括手术后或穿刺活体组织病理学检查)结果确诊为 PCa 的即为前列腺恶性病变;(4)经组织病理学检查或其他影像学检查结果排除 PCa,且至少随访 2 年未发现 PCa 的患者即为前列腺良性病变。排除标准:(1)患有糖尿病或空腹血糖水平 >10 mmol/L;(2)

患有严重肝肾功能损伤；(3)既往有前列腺手术病史。所有患者均签署了知情同意书，本研究符合《赫尔辛基宣言》的原则。

1.2 显像方法

使用美国 GE 公司 Discovery STE 16 型 PET/CT 仪，显像剂为¹⁸F-FDG，由南京江原安迪科技股份有限公司提供，放射化学纯度>95%。所有患者于检查前空腹 6 h 以上，且空腹血糖水平<10 mmol/L。按体重静脉注射¹⁸F-FDG，剂量为 3.70~5.55 MBq/kg。患者于安静环境下休息 1 h 后行首次全身 PET/CT 扫描(扫描前 15 min 排尿)，扫描期间患者取仰卧位，双上肢上举，扫描范围自颅顶至股骨中上段。CT 扫描参数：管电压 120 kV、管电流 150 mA、层厚 3.75 mm、螺距 1.375、矩阵 512×512、扫描野 50 cm。PET 采集参数：采用三维模式采集，采集时间为 3 min/床位，共扫描 7~8 个床位。采用 CT 数据自动对 PET 图像进行衰减校正，将数据输入到 AW4.4 工作站，使用有序子集最大期望值迭代重建，层厚 3.0 mm，获得 PET/CT 图像。首次扫描结束立即肌肉注射呋塞米 20 mg(2 ml)，同时嘱患者多喝水、多排尿，之后行延迟显像，其中将延迟 1、2、3、4 h 显像的患者分别纳入延迟显像 1、2、3、4 h 组。

1.3 图像分析

由 2 位具有 5 年以上工作经验的核医学科主治医师通过 AW4.4 工作站对患者病灶进行 ROI 勾画，自动获得病灶的 SUV_{max}。以利尿后 SUV_{max}>2.5 且利尿前、后 SUV_{max}的滞留指数(retention index, RI)>15% 作为判断良、恶性的标准^[7]，RI=(利尿后 SUV_{max}-利尿前 SUV_{max})/利尿前 SUV_{max}×100%。

1.4 统计学方法

应用 STATA 14.1 软件对数据进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，方差齐的 2 组间数据的比较采用独立样本 *t* 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 利尿前、后不同延迟时间 SUV_{max} 的比较

由表 1 可知，77 例前列腺恶性病变患者利尿后延迟 1、2、3 h 显像的 SUV_{max} 均分别高于利尿前，且差异均有统计学意义(均 *P*<0.05)；9 例前列腺恶性病变患者利尿后延迟 4 h 显像的 SUV_{max} 与

表 1 235 例前列腺病变患者利尿前、后不同延迟时间¹⁸F-FDG PET/CT 显像 SUV_{max} 的比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of SUV_{max} before and after diuresis with different delayed time ¹⁸F-FDG PET/CT imaging in 235 patients with prostate diseases ($\bar{x} \pm s$)

组别	利尿前SUV _{max}	利尿后SUV _{max}	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
1 h 组				
良性病变(<i>n</i> =57)	4.45±1.77	4.74±1.81	0.865	0.389
恶性病变(<i>n</i> =26)	4.32±1.01	5.57±1.58 ^{a,b}	3.399	0.001
2 h 组				
良性病变(<i>n</i> =51)	4.51±1.59	4.76±2.16	0.666	0.507
恶性病变(<i>n</i> =29)	4.62±1.84	7.04±3.03 ^{a,b}	3.676	<0.001
3 h 组				
良性病变(<i>n</i> =33)	4.48±1.34	4.64±1.98	0.384	0.702
恶性病变(<i>n</i> =13)	4.73±1.88	7.28±2.90 ^{a,b}	2.660	0.014
4 h 组				
良性病变(<i>n</i> =17)	4.58±1.52	4.43±1.74	0.268	0.791
恶性病变(<i>n</i> =9)	4.43±1.65	5.76±3.22	1.103	0.286

注：^a表示与良性病变利尿后同组间的 SUV_{max} 相比，差异均有统计学意义(*t*=2.013、3.910、3.554，均 *P*<0.05)；^b表示与良性病变利尿前同组间的 SUV_{max} 相比，差异均有统计学意义(*t*=3.399、3.676、2.660，均 *P*<0.05)。FDG 为氟脱氧葡萄糖；PET 为正电子发射断层显像术；CT 为计算机体层摄影术；SUV_{max} 为最大标准化摄取值

利尿前相比，差异无统计学意义(*P*>0.05)(图 1)。158 例前列腺良性病变患者利尿后延迟 1、2、3、4 h 显像的 SUV_{max} 分别与利尿前相比，差异均无统计学意义(均 *P*>0.05)。组间比较结果显示，恶性病变患者与良性病变患者利尿后延迟 1、2、3 h 显像的 SUV_{max} 间的差异均有统计学意义(均 *P*<0.05)；利尿后延迟 4 h 显像的 SUV_{max} 间的差异无统计学意义(*t*=1.379，*P*=0.181)；利尿前不同延迟时间的 SUV_{max} 间的差异均无统计学意义(*t*=0.233~0.507，均 *P*>0.05)。

77 例恶性病变患者中，利尿前不同延迟时间显像的 SUV_{max} 两两比较，差异均无统计学意义(*t*=0.178~0.891，均 *P*>0.05)；利尿后延迟 2、3 h 比延迟 1 h 显像的 SUV_{max} 高(*t*=2.220、2.400，均 *P*<0.05)；其他各时间段(利尿后延迟 4 h 显像与延迟 1 h、2 h、3 h 显像，利尿后延迟 3 h 显像与延迟 2 h 显像)间的 SUV_{max} 差异均无统计学意义(*t*=0.261~0.816，均 *P*>0.05)。

158 例良性病变患者中，利尿前不同延迟时间显像的 SUV_{max} 两两比较，差异均无统计学意义

($t=0.785\sim 0.933$, 均 $P>0.05$); 利尿后延迟 1、2、3、4 h 显像间的 SUV_{max} 两两比较, 差异均无统计学意义($t=0.534\sim 0.958$, 均 $P>0.05$)。

2.2 SUV_{max} 的 RI

利尿后不同延迟时间显像的结果显示, 恶性病变患者的 RI 分别为 $27.9\%\pm 12.4\%$ 、 $47.3\%\pm 17.4\%$ 、 $53.8\%\pm 20.3\%$ 、 $33.3\%\pm 16.6\%$, 良性病变患者的 RI 分别为 $5.7\%\pm 6.2\%$ 、 $6.5\%\pm 9.0\%$ 、 $3.4\%\pm 7.0\%$ 、 $-4.2\%\pm 5.7\%$, 同组间良恶性 RI 的差异均有统计学意义($t=8.538\sim 13.840$, 均 $P<0.05$)。

2.3 利尿后 ^{18}F -FDG PET/CT 延迟显像对 PCa 的诊断价值

利尿后延迟 1、2、3、4 h 显像的诊断灵敏度见表 2。其中, 利尿后延迟 3 h 显像的诊断灵敏度、阴性预测值最高, 而延迟 2 h 显像的诊断特异度、准确率及阳性预测值最高。

3 讨论

目前, 常用的 PCa 早期筛查方法包括血清前列腺特异性抗原的检测及直肠指诊, 然而无法进行临床分期。虽然 MRI 对 PCa 诊断的灵敏度较好,

多参数 MRI 对早期诊断 PCa 有一定优势, 但是特异度较低, 每个参数对临床的意义均不同, 且由于技术及原理的局限性, 多参数 MRI 并非对所有的 PCa 均具有较高的特异度和灵敏度^[8]。而 ^{18}F -FDG PET/CT 作为一种全身检查方法, 对肿瘤的诊断及分期具有重要的临床价值。

^{18}F -FDG 是应用最广泛的 PET/CT 显像剂, 延迟显像对肿瘤的鉴别诊断具有一定的临床价值。PCa 患者利尿后延迟显像还可进一步促进血池和尿路对 ^{18}F -FDG 的清除, 可进一步降低本底活性并提高前列腺显像的 SUV_{max} ^[5]。PET/CT 延迟显像的基本原理是利用早期与延迟显像的时间间隔内病灶对 ^{18}F -FDG 摄取和清除发生的变化。延迟显像时, 随着时间的推移, 由于恶性肿瘤细胞增殖率的增加及己糖激酶 II 型、葡萄糖转运蛋白 1 表达水平的升高, 肿瘤组织表现出稳定或增高的 ^{18}F -FDG 摄取, 而正常组织则持续清除 ^{18}F -FDG, 从而增加了病变与本底的对比^[9]。

目前还没有统一的最佳延迟显像时间, 较短的为 30~45 min^[10], 较长的为 120~217 min^[5, 11-12]。此外, 有研究者发现, 早期显像时间也存在显著差

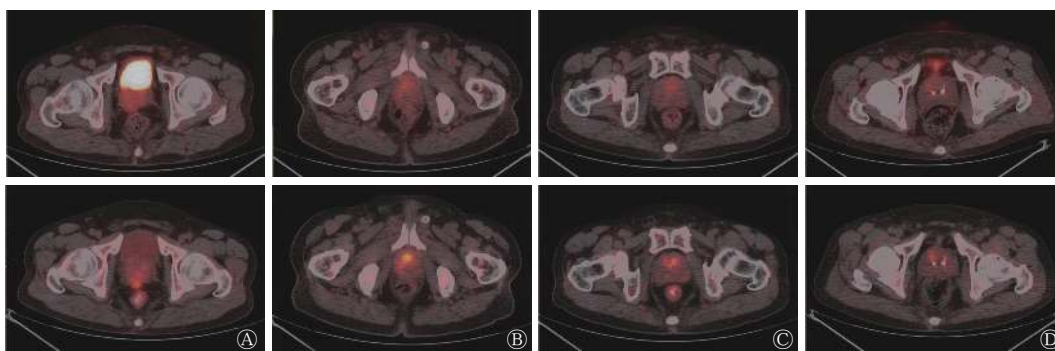


图 1 4 例前列腺癌患者(男性, 年龄依次为 64、87、72、75 岁)利尿前、后不同延迟时间的 ^{18}F -FDG PET/CT 显像 A~D 上一列均为利尿前, SUV_{max} 从左至右依次为 3.8、4.9、4.0、8.7; 下一列分别为利尿后 1、2、3、4 h, 对应的 SUV_{max} 分别为 4.1、6.7、3.7、5.9。FDG 为氟脱氧葡萄糖; PET 为正电子发射断层显像术; CT 为计算机体层摄影术; SUV_{max} 为最大标准化摄取值

Figure 1 ^{18}F -FDG PET/CT imaging of 4 patients with prostate cancer patients (all the patients were male, aged 64, 87, 72 and 75 years old) with different delay time before and after diuresis

表 2 利尿后不同延迟时间 ^{18}F -FDG PET/CT 显像对前列腺癌患者诊断效能的比较(%)

Table 2 Comparison of diagnostic efficacy of ^{18}F -FDG PET/CT imaging with different delay time after diuresis in patients with prostate cancer (%)

延迟时间	灵敏度	特异度	准确率	阳性预测值	阴性预测值
1 h	61.5(16/26)	50.9(29/57)	54.2(45/83)	36.4(16/44)	74.4(29/39)
2 h	79.3(23/29)	74.5(38/51)	76.3(61/80)	63.9(23/36)	86.4(38/44)
3 h	84.6(11/13)	69.7(23/33)	73.9(34/46)	52.4(11/21)	92.0(23/25)
4 h	66.7(6/9)	58.8(10/17)	61.5(16/26)	46.2(6/13)	76.9(10/13)

异,不同研究者所采用的早期显像时间和延迟显像时间还可能存在重叠,而上述显像时间的差异可能导致研究结果不一致^[13]。

在临床上,利尿后¹⁸F-FDG PET/CT延迟显像对PCa的诊断标准也存在差异,如陈雯等^[14]是根据RI的大小作为诊断标准;郝珊瑚等^[15]则主要是根据医师对病灶的位置、形态、显像剂浓聚程度进行良、恶性判断,该方法存在一定的主观性。目前采用利尿后PET/CT延迟显像诊断恶性肿瘤相对客观的标准是通过SUV_{max}进行半定量分析,包括SUV_{max}>2.5或(且)延迟显像(相对于早期显像)的SUV_{max}升高,其中延迟显像SUV_{max}较早期显像升高对恶性肿瘤的阳性预测值为40.3%,而SUV_{max}基本保持不变或降低的阳性预测值分别为18.9%、20.5%^[7]。

本研究为探讨PCa利尿后延迟显像的最佳时间,考虑前列腺炎等良性病变也可能出现RI>0的情况,且Mortensen等^[16]的研究结果显示,PCa延迟显像的RI均值为32%,因此为提高诊断的准确率,本研究以SUV_{max}>2.5且RI>15%作为¹⁸F-FDG PET/CT诊断PCa的标准^[7]。本研究结果显示,PCa患者延迟1、2、3、4h显像的SUV_{max}均分别显著高于相应的良性病变患者,这表明与良性病变患者相比,对利尿前显示不明显的PCa原发病灶,通过延迟显像有可能让病灶显示更清楚,更有利于对PCa的诊断,同时也能为临床穿刺活体组织病理学检查提供参考依据。PCa患者延迟2、3h的SUV_{max}较1h的SUV_{max}升高最明显。在诊断效能方面,灵敏度最高的是延迟3h,特异度、准确率最高的是延迟2h,而从患者检查等候时间上考虑,利尿后延迟2h显像可能是PCa患者进行¹⁸F-FDG PET/CT显像检查的最佳选择。

但本研究结果中利尿后延迟显像的特异度均不是特别高,这可能与PCa肿瘤组织摄取葡萄糖的能力受其他多种因素的影响有关:(1)¹⁸F-FDG主要通过泌尿系统排泄,利尿后膀胱及前列腺临近的尿道内仍可能聚集少量¹⁸F-FDG,会掩盖部分PCa的病理性摄取^[17];(2)PCa细胞表面的葡萄糖转运蛋白1表达水平较其他肿瘤低,会造成一定的假阳性或假阴性^[18];(3)前列腺增生、前列腺炎症等良性病变也会摄取¹⁸F-FDG^[16];(4)由于肿瘤细胞异质性的存在也会影响¹⁸F-FDG的摄取,最终影响其诊

断性能。

另外,本研究也存在一定的不足:(1)纳入的前列腺恶性病变患者例数有限;(2)前列腺良性病变患者大部分是通过组织病理学检查确诊,但本研究中仍有少部分患者是通过随访证实,可能存在部分早期PCa但未发现的患者;(3)延迟显像也存在一定的弊端,如患者等待的时间更长,可能会受到更多的辐射;(4)不同延迟时间显像的患者不同。

总之,¹⁸F-FDG PET/CT显像作为一种显像方法,无论是否为延迟显像,对PCa的诊断都缺乏较高的准确率。但延迟显像的主要优势是可显著提高诊断灵敏度,且利尿后延迟2h显像的诊断效果较优,因此在临床实践中可应用利尿后延迟显像以优化其诊断性能。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 黄世明负责论文的设计、研究过程的实施、数据的分析、论文的撰写;林志春、孙永锋负责论文的审阅;刘菲负责数据的收集与整理;尹亮、岳建兰负责图像的分析及数据的统计分析;于龙华负责最终版本的修订

参 考 文 献

- [1] Rebello RJ, Oing C. Prostate cancer[J/OL]. Nat Rev Dis Primers, 2021, 7(1): 9[2022-01-07]. <https://www.nature.com/articles/s41572-020-00243-0>. DOI: 10.1038/s41572-020-00243-0.
- [2] Lomas DJ, Ahmed HU. All change in the prostate cancer diagnostic pathway[J]. Nat Rev Clin Oncol, 2020, 17(6): 372-381. DOI: 10.1038/s41571-020-0332-z.
- [3] 李孝媛, 李如帅, 尤琴琴, 等. ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/MR多参数成像对初诊前列腺癌的诊断[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2021, 41(2): 98-103. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20191125-00271.
Li XY, Li RS, You QQ, et al. ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/MR multiparameter imaging in the diagnosis of naive prostate cancer[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 41(2): 98-103. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20191125-00271.
- [4] 付立武. F-FDG PETCT最大标准摄取值联合血清PSA检查在前列腺癌诊断中的应用价值[J]. 临床医学, 2021, 41(2): 30-31. DOI: 10.19528/j.issn.1003-3548.2021.02.010.
Fu LW. Application value of F-FDG PETCT maximum standard uptake value combined with serum PSA examination in the diagnosis of prostate cancer[J]. Clin Med, 2021, 41(2): 30-31. DOI: 10.19528/j.issn.1003-3548.2021.02.010.
- [5] Naganawa S, Yoshikawa T, Yasaka K, et al. Role of delayed-time-point imaging during abdominal and pelvic cancer screening using FDG-PET/CT in the general population[J].

- Medicine (Baltimore), 2017, 96(46): e8832. DOI: [10.1097/mt.00000000000008832](https://doi.org/10.1097/mt.00000000000008832).
- [6] Chen YM, Huang G, Sun XG, et al. Optimizing delayed scan time for FDG PET: comparison of the early and late delayed scan[J]. *Nucl Med Commun*, 2008, 29(5): 425-430. DOI: [10.1097/MNM.0b013e3282f4d389](https://doi.org/10.1097/MNM.0b013e3282f4d389).
- [7] Parghane RV, Basu S. Dual-time point ¹⁸F-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](https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2017.02.009).
- [8] 雷银, 李天杰, 罗韬, 等. 多参数磁共振在前列腺癌诊断、评估中应用的研究进展[J]. *山东医药*, 2020, 60(5): 111-114. DOI: [10.3969/j.issn.1002-266X.2020.05.030](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-266X.2020.05.030).
- Lei Y, Li TJ, Luo T, et al. Research progress of multiparameter magnetic resonance in diagnosis and evaluation of prostate cancer[J]. *Shandong Med J*, 2020, 60(5): 111-114. DOI: [10.3969/j.issn.1002-266X.2020.05.030](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-266X.2020.05.030).
- [9] 伊丽努尔·艾力, 阿力木江·力提甫, 杨豫新, 等. PET/CT和MRI参数对前列腺癌 Gleason 评分预测的价值探讨[J]. *医学影像学杂志*, 2021, 31(5): 832-836.
- Yiliner AL, Alimujiang LTF, Yang YX, et al. Value of PET/CT and MRI parameters in predicting Gleason score of prostate cancer[J]. *J Med Imaging*, 2021, 31(5): 832-836.
- [10] Pietrzak AK, Kazmierska J, Marszalek A, et al. Evaluation of physiologic and abnormal glucose uptake in palatine tonsils: differential diagnostics with sequential dual-time-point 2-deoxy-2-[¹⁸F]FDG PET/CT[J]. *Q J Nucl Med Mol Imaging*, 2020, 64(3): 299-306. DOI: [10.23736/s1824-4785.18.03065-0](https://doi.org/10.23736/s1824-4785.18.03065-0).
- [11] Grisanti F, Zulueta J, Rosales JJ, et al. Diagnostic accuracy of visual analysis versus dual time-point imaging with ¹⁸F-FDG PET/CT for the characterization of indeterminate pulmonary nodules with low uptake[J/OL]. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol (Engl Ed)*, 2021, 40(3): 155-160[2022-01-07]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2253654X20300664?via%3Dihub>. DOI: [10.1016/j.rem.2020.03.019](https://doi.org/10.1016/j.rem.2020.03.019).
- [12] Mao WJ, Zhou J, Qiu L, et al. The added value of dual-time-point ¹⁸F-FDG PET/CT imaging in the diagnosis of colorectal cancer liver metastases[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2020, 45(4): 1075-1081[2022-01-07]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00261-019-02396-3>. DOI: [10.1007/s00261-019-02396-3](https://doi.org/10.1007/s00261-019-02396-3).
- [13] Cheng G, Torigian DA, Zhuang H, et al. When should we recommend use of dual time-point and delayed time-point imaging techniques in FDG PET[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 40(5): 779-787. DOI: [10.1007/s00259-013-2343-9](https://doi.org/10.1007/s00259-013-2343-9).
- [14] 陈雯, 姚雅明, 张建飞. ¹⁸F-FDG PET/CT 延迟显像对前列腺 FDG 摄取异常增高的鉴别诊断价值[J]. *临床和实验医学杂志*, 2019, 18(14): 1496-1499. DOI: [10.3969/j.issn.1671-4695.2019.14.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-4695.2019.14.012).
- Chen W, Yao ZM, Zhang JF. Value of the dual time scan with ¹⁸F-FDG PET/CT in differential diagnosis of the incidental hypermetabolic lesions in prostate[J]. *J Clin Exp Med*, 2019, 18(14): 1496-1499. DOI: [10.3969/j.issn.1671-4695.2019.14.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-4695.2019.14.012).
- [15] 郝珊瑚, 张国旭, 王志国, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 利尿剂延迟显像对前列腺肿瘤的诊断价值[J]. *现代肿瘤医学*, 2014, 22(5): 1154-1156. DOI: [10.3969/j.issn.1672-4992.2014.05.53](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-4992.2014.05.53).
- Hao SH, Zhang GX, Wang ZG, et al. Delayed diuretic ¹⁸F-FDG PET/CT scan for differentiating malignant from benign prostate lesions[J]. *Mod Oncol*, 2014, 22(5): 1154-1156. DOI: [10.3969/j.issn.1672-4992.2014.05.53](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-4992.2014.05.53).
- [16] Mortensen MA, Vilstrup MH, Poulsen MH, et al. A prospective study on dual time ¹⁸F-FDG-PET/CT in high-risk prostate cancer patients[J/OL]. *BMC Res Notes*, 2018, 11(1): 871[2022-01-07]. <https://bmresnotes.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13104-018-3985-2>. DOI: [10.1186/s13104-018-3985-2](https://doi.org/10.1186/s13104-018-3985-2).
- [17] 吴凌梅, 杨晖, 王瑞民, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 显像联合血清学指标在前列腺癌原发灶诊断及骨转移评估中的价值研究[J]. *中国医学装备*, 2020, 17(2): 53-57. DOI: [10.3969/J.ISSN.1672-8270.2020.02.015](https://doi.org/10.3969/J.ISSN.1672-8270.2020.02.015).
- Wu LM, Yang H, Wang RM, et al. Research on the value of ¹⁸F-FDG PET/CT imaging combined with serological indicators in diagnosing primary lesion of prostate cancer and evaluating osseous metastasis[J]. *China Med Equip*, 2020, 17(2): 53-57. DOI: [10.3969/J.ISSN.1672-8270.2020.02.015](https://doi.org/10.3969/J.ISSN.1672-8270.2020.02.015).
- [18] Meziou S, Ringuette Goulet C, Hovington H, et al. GLUT1 expression in high-risk prostate cancer: correlation with ¹⁸F-FDG PET/CT and clinical outcome[J]. *Prostate Cancer Prostatic Dis*, 2020, 23(3): 441-448. DOI: [10.1038/s41391-020-0202-x](https://doi.org/10.1038/s41391-020-0202-x).

(收稿日期: 2022-01-08)