

^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 在 mpMRI PI-RADS 1~3 分的前列腺癌诊断中的应用价值

罗量 王睿妍 高俊刚 李阳 刘翔 段小艺

西安交通大学第一附属医院 PET/CT 室, 西安 710061

通信作者: 段小艺, Email: duanxyi@yeah.net

【摘要】 目的 评价 ^{18}F -前列腺特异膜抗原(PSMA)-1007 PET/CT 对多参数 MRI(mpMRI)中前列腺成像报告和数据系统(PI-RADS)1~3 分且经病理证实的前列腺癌患者中的诊断效能。**方法** 回顾性收集 2021 年 12 月至 2024 年 3 月在西安交通大学第一附属医院因前列腺特异抗原(PSA)升高行前列腺 mpMRI(PI-RADS 1~3 分),且同期行 ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 及前列腺穿刺活组织检查的 59 例患者[年龄(67.8±7.6)岁]的临床、病理及影像学资料。以病理学结果为“金标准”,评价 ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 对 PI-RADS 1~3 分前列腺癌和临床有意义前列腺癌的诊断效能。采用 Mann-Whitney U 检验比较 PET 阳性组和阴性组间临床指标与 PET 参数的差异,再行 logistic 回归分析筛选 PET/CT 诊断前列腺癌的独立影响因素。**结果** 在纳入的 59 例患者中,PI-RADS 1、2、3 分的分别有 7、27 和 25 例;8 例病理证实为前列腺增生,51 例为前列腺癌(其中 37 例为临床有意义前列腺癌)。 ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 诊断前列腺癌的灵敏度为 86.3%(44/51)、特异性为 2/8、准确性为 78.0%(46/59)、阳性预测值为 88.0%(44/50)、阴性预测值为 2/9。对于临床有意义前列腺癌患者, ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 诊断的灵敏度为 91.9%(34/37)、特异性为 27.3%(6/22)、准确性为 67.8%(40/59)、阳性预测值为 68.0%(34/50)、阴性预测值为 6/9。PET 阳性组($n=44$)的 $\text{SUV}_{\max}$ 高于 PET 阴性组($n=7$)的 $\text{SUV}_{\max}$ [12.8(9.1, 23.5)与 5.1(5.0, 6.2); $Z=-4.16$, $P=0.001$]。Logistic 回归分析显示, $\text{SUV}_{\max}$ 是 ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 诊断前列腺癌的独立影响因素[比值比(OR)=6.01, 95% CI : 1.57~23.00, $P=0.009$]。**结论** 在 mpMRI PI-RADS 1~3 分的前列腺癌患者中, ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 具有较高的灵敏度和阳性预测值。对于 PI-RADS 1~3 分而临床高度怀疑前列腺癌的患者, ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 可作为 mpMRI 有效的补充手段,指导临床决策。

【关键词】 前列腺肿瘤;前列腺特异膜抗原;正电子发射断层显像术;体层摄影术,X 线计算机;磁共振成像

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20240929-00335

Diagnostic value of ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT in patients with PI-RADS 1–3 prostate cancer lesions on multi-parametric MRI

Luo Liang, Wang Ruiyan, Gao Jungang, Li Yang, Liu Xiang, Duan Xiaoyi

PET/CT Center, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China

Corresponding author: Duan Xiaoyi, Email: duanxyi@yeah.net

【Abstract】 Objective To evaluate the diagnostic efficacy of ^{18}F -prostate specific membrane antigen (PSMA)-1007 PET/CT in patients with prostate imaging reporting and data system (PI-RADS) 1–3 lesions on multi-parametric MRI (mpMRI) and pathologically confirmed prostate cancer. **Methods** Clinical, pathological, and imaging data of 59 patients (age (67.8±7.6) years) with PI-RADS 1–3 lesions on mpMRI in the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University between December 2021 and March 2024 were retrospectively collected. Those patients also underwent ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT and prostate biopsy during the same period due to an elevated prostate specific antigen (PSA) level. The diagnostic performances of ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT for PI-RADS 1–3 prostate cancer and clinically significant prostate cancer were evaluated by using pathological results as the standard. Mann-Whitney U test was used to compare differences in clinical characteristics and PET parameters between PET-positive and PET-negative groups, and logistic regression analysis was performed to select independent influencing factors for the PET/CT diagnosis of prostate cancer. **Results** Of the included 59 patients, 7, 27, and 25 had PI-RADS scores of 1, 2, and 3 respectively. Benign prostate hyperplasia was pathologically confirmed in 8 patients, and prostate cancer was confirmed in 51 patients, of which 37 had clinically significant prostate cancer. The sensitivity of ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT in diagnosing prostate cancer was 86.3%(44/51), the specificity was 2/8, the accuracy was 78.0%(46/59), the positive predictive value was 88.0%(44/50), and the negative predictive value was

2/9. For patients with clinically significant prostate cancer, the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value, and negative predictive value were 91.9% (34/37), 27.3% (6/22), 67.8% (40/59), 68.0% (34/50), and 6/9, respectively. SUV_{max} was significantly higher in the PET-positive group ($n=44$) than that in the PET-negative group ($n=7$; 12.8(9.1,23.5) vs 5.1(5.0,6.2); $Z=-4.16$, $P=0.001$). Logistic regression analysis showed that SUV_{max} was an independent influencing factor for the diagnosis of prostate cancer by ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT (odds ratio (OR) = 6.01, 95% CI: 1.57–23.00, $P=0.009$). **Conclusions** ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT has a high sensitivity and positive predictive value in prostate cancer patients with PI-RADS 1–3 on mpMRI. It can be used as a supplementary modality to mpMRI to guide clinical decision for patients with PI-RADS 1–3 and clinically suspected prostate cancer lesions.

【Key words】 Prostatic neoplasms; Prostate-specific membrane antigen; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Magnetic resonance imaging

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20240929-00335

多参数 MRI (multi-parametric MRI, mpMRI) 是诊断前列腺癌的首选影像学方法, 前列腺成像报告和数据库系统 (prostate imaging reporting and data system, PI-RADS) 评分是 mpMRI 影像判读的重要依据, 评分大于 3 分提示前列腺癌^[1]。然而, mpMRI 对临床有意义前列腺癌的阳性预测值为 34% ~ 68%, 可能导致不必要的前列腺穿刺活检 (简称活检), 并且其诊断特异性仅为 35%, 漏诊率可达 13%, 从而影响前列腺癌患者早期诊断及治疗^[2-3]。靶向前列腺特异膜抗原 (prostate specific membrane antigen, PSMA) PET/CT 显像在前列腺癌中应用逐渐增多^[4-5], 且既往研究表明 PSMA PET/CT 与 mpMRI 在前列腺癌原发灶诊断方面无明显差异^[6]。然而, 对于 mpMRI 阴性或不确定性 (PI-RADS 1~3 分) 的前列腺病灶, PSMA PET/CT 价值如何, 国内外罕见报道。本研究回顾性纳入 mpMRI PI-RADS 1~3 分的患者, 探索 PSMA PET/CT 在此类人群中诊断前列腺癌的效能, 并进一步评价其对临床有意义前列腺癌患者的诊断效能, 为 mpMRI 不确定性前列腺癌的早期诊断提供分子影像学依据。

资料与方法

1. 研究对象。回顾性连续收集 2021 年 12 月至 2024 年 3 月在西安交通大学第一附属医院因前列腺特异抗原 (prostate specific antigen, PSA) 升高行前列腺 mpMRI、 ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 及前列腺穿刺活检患者的临床、病理与影像学资料。纳入标准: (1) mpMRI PI-RADS 1~3 分; (2) mpMRI 与 PET/CT 检查时间间隔不超过 1 个月; (3) 在进行 mpMRI、PSMA PET/CT 显像与穿刺活检前未进行前列腺相关治疗; (4) 临床、影像及病理学资料完整。排除标准: 特殊类型前列腺癌, 如神经内分泌前列腺癌等。最终纳入 59 例患者, 年龄为 (67.8±7.6) 岁。本研究经西安交通大学第一附属医院医学伦理委员会审批通过 [批件号: 2019 伦审医字第 (J1) 号], 患者均签

署知情同意书。

2. mpMRI 检查。使用 3.0 T MR 仪 (Ingenia, 荷兰 Philips 公司) 进行扫描, 包括 T_1 加权成像 (weighted imaging, WI)、横轴面 T_2 WI、弥散 WI (diffusion WI, DWI) 和动态对比增强 (dynamic contrast-enhanced, DCE) 3 个序列。扫描参数: DWI 序列 (b 值: 0、1 000 和 2 000 s/mm^2), 层厚为 4 mm, 视野 (field of view, FOV) 为 260 mm×260 mm。扫描范围包括前列腺和精囊腺。由 2 位经验丰富的放射科医师在对其他检查和病理结果不知情的情况下根据 PI-RADS 2.1 进行图像判读, 意见不一致时经讨论达成共识。PI-RADS 1~3 分的病灶为阴性或不确定性病灶。

3. ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 显像。 ^{18}F -PSMA-1007 由本院自行制备, 所用设备为美国 GE 公司 MINITRACE 小型正电子回旋加速器与多功能合成模块, 放化纯 >99%。显像前患者接受静脉注射 ^{18}F -PSMA-1007 (按体质量 3.7 MBq/kg), 安静休息 1.5 h 后行全身 PET/CT 显像 (Gemini TF64, 荷兰 Philips 公司), 先行 CT 扫描, 管电压 120 kV, 自动毫安秒; 再行 PET 扫描, 范围自颅顶至股骨中段, 连续采集 7~10 个床位, 每个床位 1.5 min; 用迭代法重建图像, 获得轴位、冠状位、矢状位及最大密度投影图像^[7]。由 2 位经验丰富的核医学医师在对其他检查和病理结果不知情的情况下进行图像判读, 包括定量 ($SUV_{max} \geq 8.3$ 为阳性, $SUV_{max} < 8.3$ 为阴性)^[8] 和定性评价 (四分制评分法: 1 分为一定阴性; 2 分为可能阴性; 3 分为可能阳性; 4 分为一定阳性), 病灶定量阳性和 (或) 定性阳性被认为是 PET 阳性。两人意见不一致时经讨论达成共识。

4. 国际泌尿病理协会 (International Society of Urological Pathology, ISUP) 分级分组。前列腺穿刺病理标本由本院高年资病理科医师依据 ISUP 标准进行分级分组^[9]; Gleason 评分 3+3 为 ISUP 1 组; Gleason 评分 3+4 为 ISUP 2 组; Gleason 评分 4+3 为 ISUP 3 组;

Gleason 评分 4+4 为 ISUP 4 组; Gleason 评分 4+5、5+4 和 5+5 均为 ISUP 5 组。ISUP 1 组为临床无意义前列腺癌, ISUP ≥ 2 组为临床有意义前列腺癌。

5. 统计学分析。采用 IBM SPSS Statistics 26.0 软件进行数据分析。符合正态分布的定量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 不符合正态分布的定量资料用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示, 定性资料用频数(百分比)表示。采用灵敏度、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值评价 ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 对 PI-RADS 1~3 分前列腺癌的诊断效能。使用 Mann-Whitney U 检验比较 PET 阳性组和 PET 阴性组间的差异。通过 logistic 回归分析评价 ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 对前列腺癌诊断效能的影响因素(将单因素分析中 $P < 0.2$ 者纳入多因素分析)。双侧检验 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1. 一般资料。59 例患者的血清 PSA 为 16.6(9.5, 25.8) $\mu\text{g/L}$, 前列腺体积为 42(32, 59) ml。穿刺活检病理证实 8 例为前列腺增生, 51 例为前列腺癌(其中 14 例为 ISUP 1 组, 12 例为 ISUP 2 组, 7 例为 ISUP 3 组, 11 例为 ISUP 4 组, 7 例为 ISUP 5 组)。PI-RADS 1、2、3 分的患者分别有 7、27、25 例。

2. ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 的诊断效能。(1) 对前列腺癌患者的诊断效能。对于 51 例前列腺癌患者, ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 诊断灵敏度为 86.3%(44/51)、特异性为 2/8、准确性为 78.0%(46/59)、阳性预测值为 88.0%(44/50)、阴性预测值为 2/9。对于 37 例临床有意义前列腺癌患者, ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 诊断的灵敏度为 91.9%(34/37)、特异

性为 27.3%(6/22)、准确性为 67.8%(40/59)、阳性预测值为 68.0%(34/50)、阴性预测值为 6/9。

(2) 对不同 PI-RADS 评分亚组的诊断效能。对于 PI-RADS 1 分的患者, PET/CT 诊断前列腺癌的灵敏度为 7/7、准确性为 7/7; 诊断其中临床有意义前列腺癌的灵敏度为 6/6、准确性为 6/7。对于 PI-RADS 2 分的患者, PET/CT 诊断前列腺癌的灵敏度为 84.0%(21/25)、特异性为 1/2、准确性为 81.5%(22/27); 诊断其中临床有意义前列腺癌的灵敏度为 14/16、特异性为 3/8、准确性为 63.0%(17/27)。对于 PI-RADS 3 分的患者, PET/CT 诊断前列腺癌的灵敏度为 16/19、特异性为 1/6、准确性为 68.0%(17/25); 诊断其中临床有意义前列腺癌的灵敏度为 14/15、特异性为 3/10、准确性为 68.0%(17/25)。

3. 影响 ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 诊断效能的因素。在前列腺癌患者中, PET 阳性组的 $\text{SUV}_{\max}$ 高于阴性组($Z = -4.16, P = 0.001$); 年龄、PSA、前列腺体积的组间差异均无统计学意义(Z 值: -0.62 、 -1.45 、 -0.90 , 均 $P > 0.05$), 具体数据见表 1。进一步的 logistic 回归分析结果(表 2)显示, $\text{SUV}_{\max}$ 是 ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 诊断前列腺癌的独立影响因素[比值比(odds ratio, OR) = 6.01(95% CI: 1.57~23.00), $P = 0.009$]。

讨 论

到目前为止, 基于 PI-RADS 评分的 mpMRI 仍然是前列腺癌诊断的首选影像学方法^[10]。然而, 一项纳入 454 例前列腺癌患者的前瞻性研究表明, 有 23% 的 PI-RADS 1~3 分的病灶最终经病理证实为临床有意义前列腺癌^[11], 这提示部分前列腺癌病灶

表 1 ^{18}F -PSMA-1007 PET/CT 阳性组和阴性组前列腺癌患者组间资料比较

组别	例数	年龄[岁; $M(Q_1, Q_3)$]	PSA [$\mu\text{g/L}$; $M(Q_1, Q_3)$]	前列腺体积[ml; $M(Q_1, Q_3)$]	$\text{SUV}_{\max}$ [$M(Q_1, Q_3)$]
PSMA PET 阳性组	44	69(66, 71)	17.2(10.3, 32.5)	40(31, 55)	12.8(9.1, 23.5)
PSMA PET 阴性组	7	67(60, 71)	16.6(5.2, 22.8)	47(32, 89)	5.1(5.0, 6.2)
Z 值		-0.62	-1.45	-0.90	-4.16
P 值		0.546	0.154	0.382	0.001

注: PSMA 为前列腺特异膜抗原, PSA 为前列腺特异抗原; 患者多参数 MRI 前列腺成像报告和数据系统(PI-RADS)评分为 1~3 分

表 2 ^{18}F -PSMA-1007 对前列腺癌诊断效能的影响因素的 logistic 回归分析

因素	单因素回归分析				多因素回归分析			
	b 值	Wald χ^2 值	OR(95% CI)	P 值	b 值	Wald χ^2 值	OR(95% CI)	P 值
年龄(岁)	0.054	1.205	1.05(0.96~1.16)	0.272	-	-	-	-
PSA($\mu\text{g/L}$)	0.053	1.703	1.05(0.97~1.14)	0.192	-0.001	0	1.00(0.89~1.13)	0.992
前列腺体积(ml)	-0.011	0.669	0.99(0.96~1.02)	0.413	-	-	-	-
$\text{SUV}_{\max}$	1.792	7.150	6.00(1.61~22.32)	0.007	1.794	6.862	6.01(1.57~23.00)	0.009

注: OR 为比值比; -表示无数据; 患者多参数 MRI PI-RADS 评分为 1~3 分

难以被 mpMRI 识别。PSMA PET/CT 是近年临床应用逐渐增多的前列腺癌靶向分子显像技术,¹⁸F-PSMA-1007 主要经肝胆管排泄,在泌尿系统尤其是膀胱中蓄积很少,在显示前列腺病灶方面具有良好的效果。既往研究显示,¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT 对于早期、中低危及低 PSA 水平前列腺癌具有较高的诊断价值^[8,12]。Privé 等^[11]的研究证实¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT 对临床有意义前列腺癌的诊断灵敏度和特异性分别为 91% 和 62%。由此本研究组设想通过¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT 进一步提高对 PI-RADS 1~3 分前列腺癌和临床有意义前列腺癌的诊断效能。

研究表明,PSMA PET/CT 有助于区分 PI-RADS 3 分的病灶^[11,13]。本研究结果显示,¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT 对 PI-RADS 3 分前列腺癌的诊断灵敏度为 16/19、准确性为 68.0% (17/25)。既往研究显示,在 61 例 PI-RADS 1~2 分病灶的患者中,11 例 (18.0%) 经病理证实为临床有意义前列腺癌,其中 7/11 被¹⁸F-PSMA-1007 正确识别^[14]。本研究中则有 90.9% (20/22) PI-RADS 1~2 分临床有意义前列腺癌被¹⁸F-PSMA-1007 正确识别。笔者认为可能是样本量不同以及定量标准(SUV_{max} 阈值)不一致导致的 2 个研究的结果差异。以上结果表明,对 PI-RADS 1~3 分,即 mpMRI 判定为阴性或不确定的病灶,¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT 可能有所助益。当然,这并不意味着¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT 取代 mpMRI 是合理且可取的,未来还需要大队列随机研究进一步评估其价值,包括成本-效益分析。现阶段,建议将¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT 作为 mpMRI 有效的补充手段,尤其对于 mpMRI PI-RADS 1~3 分前列腺癌病灶,可进一步提高诊断准确性,增强诊断信心。

本研究还发现,SUV_{max} 是¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT 诊断 PI-RADS 1~3 分前列腺癌的独立影响因素。但是,作为半定量参数,SUV_{max} 的高低容易受到患者准备、设备参数、病灶大小及部位、注射剂量、体内代谢过程等多方面因素影响,针对前列腺癌的诊断阈值很难获得统一标准,这是导致 PET/CT 诊断困难的重要原因。不过,PET 提供的分子代谢信息仍然能够为 mpMRI 的诊断提供更多帮助^[2]。

本研究存在一定的局限性:第一,本研究为单中心回顾性研究,样本量较少,可能会影响结果的普遍适用性;第二,本研究可能存在一定程度的选择偏倚,因为本研究纳入的 PI-RADS 1~3 分患者中,PI-RADS 1 分的前列腺癌患者占比高于以往研究^[11,14];第三,本研究以穿刺病理结果为“金标准”,

可能会影响 ISUP 分级分组的准确评估^[15]。在今后的研究中,本研究组将尽可能弥补以上不足,获得更多有价值的结果,并设计大样本前瞻性研究进一步评价¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT 对 PI-RADS 1~3 分前列腺癌的诊断效能。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 罗量:研究实施,论文撰写;王睿妍:数据采集;高俊刚、李阳、刘翔:研究实施;段小艺:研究指导、论文修改

参 考 文 献

- [1] Turkbey B, Rosenkrantz AB, Haider MA, et al. Prostate imaging reporting and data system version 2.1; 2019 update of prostate imaging reporting and data system version 2 [J]. Eur Urol, 2019, 76 (3): 340-351. DOI:10.1016/j.eururo.2019.02.033.
- [2] Emmett L, Buteau J, Papa N, et al. The additive diagnostic value of prostate-specific membrane antigen positron emission tomography computed tomography to multiparametric magnetic resonance imaging triage in the diagnosis of prostate cancer (PRIMARY): a prospective multicentre study [J]. Eur Urol, 2021, 80(6): 682-689. DOI:10.1016/j.eururo.2021.08.002.
- [3] Sathianathan NJ, Omer A, Harriss E, et al. Negative predictive value of multiparametric magnetic resonance imaging in the detection of clinically significant prostate cancer in the prostate imaging reporting and data system era: a systematic review and meta-analysis [J]. Eur Urol, 2020, 78(3): 402-414. DOI:10.1016/j.eururo.2020.03.048.
- [4] Ceci F, Oprea-Lager DE, Emmett L, et al. E-PSMA: the EANM standardized reporting guidelines v1.0 for PSMA-PET [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 48(5): 1626-1638. DOI:10.1007/s00259-021-05245-y.
- [5] Sonni I, Felker ER, Lenis AT, et al. Head-to-head comparison of ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/CT and mpMRI with a histopathology gold standard in the detection, intraprostatic localization, and determination of local extension of primary prostate cancer: results from a prospective single-center imaging trial [J]. J Nucl Med, 2022, 63 (6): 847-854. DOI:10.2967/jnumed.121.262398.
- [6] 姜一逸,刘芙岑,李波良,等.¹⁸F-PSMA-1007 与¹⁸F-FDG PET/CT 及多参数 MRI 在前列腺癌诊断中的对比研究 [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(3): 147-152. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230320-00069.
Jiang YY, Liu FC, Li BL, et al. Comparative study of ¹⁸F-PSMA-1007, ¹⁸F-FDG PET/CT and mpMRI in the diagnosis of prostate cancer [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(3): 147-152. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230320-00069.
- [7] 罗量,常儒玺,李运轩,等.基于¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT 影像组学模型在前列腺癌与前列腺增生鉴别诊断中的价值 [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(2): 80-85. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20231115-00107.
Luo L, Chang RX, Li YX, et al. Value of ¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT-based radiomics model for differential diagnosis between prostate cancer and benign prostatic hyperplasia [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(2): 80-85. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20231115-00107.
- [8] Luo L, Zheng A, Chang R, et al. Evaluating the value of ¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT in the detection and identification of prostate cancer

- using histopathology as the standard[J]. *Cancer Imaging*, 2023, 23(1): 108. DOI:10.1186/s40644-023-00627-x.
- [9] van Leenders G, van der Kwast TH, Grignon DJ, et al. The 2019 International Society of Urological Pathology (ISUP) consensus conference on grading of prostatic carcinoma[J]. *Am J Surg Pathol*, 2020, 44(8): e87-e99. DOI:10.1097/PAS.0000000000001497.
- [10] Mazzone E, Stabile A, Pellegrino F, et al. Positive predictive value of prostate imaging reporting and data system version 2 for the detection of clinically significant prostate cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Urol Oncol*, 2021, 4(5): 697-713. DOI:10.1016/j.euo.2020.12.004.
- [11] Privé BM, Israël B, Janssen M, et al. Multiparametric MRI and ¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT for the detection of clinically significant prostate cancer[J]. *Radiology*, 2024, 311(2): e231879. DOI:10.1148/radiol.231879.
- [12] 郑安琪, 王卓楠, 沈聪, 等. ¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT 在低 tPSA 水平前列腺癌中的应用价值[J]. *实用放射学杂志*, 2022, 38(6): 936-939. DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2022.06.016.
- Zheng AQ, Wang ZN, Shen C, et al. The application value of ¹⁸F-PSMA-1007 PET/CT in prostate cancer with low tPSA level[J]. *J Pract Radiol*, 2022, 38(6): 936-939. DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2022.06.016.
- [13] Yang J, Tang Y, Zhou C, et al. The use of ⁶⁸Ga-PSMA PET/CT to stratify patients with PI-RADS 3 lesions according to clinically significant prostate cancer risk[J]. *Prostate*, 2023, 83(5): 430-439. DOI:10.1002/pros.24475.
- [14] Wong LM, Sutherland T, Perry E, et al. Fluorine-18-labelled prostate-specific membrane antigen positron emission tomography/computed tomography or magnetic resonance imaging to diagnose and localise prostate cancer. A prospective single-arm paired comparison (PEDAL)[J]. *Eur Urol Oncol*, 2024, 7(5): 1015-1023. DOI:10.1016/j.euo.2024.01.002.
- [15] Goel S, Shoag JE, Gross MD, et al. Concordance between biopsy and radical prostatectomy pathology in the era of targeted biopsy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Urol Oncol*, 2020, 3(1): 10-20. DOI:10.1016/j.euo.2019.08.001.
- (收稿日期:2024-09-29)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

中华医学会系列杂志论文作者署名规范

为尊重作者的署名权,弘扬科学道德和学术诚信精神,中华医学会系列杂志论文作者署名应遵守以下规范。

一、作者署名

中华医学会系列杂志论文作者姓名在题名下按序排列,排序应在投稿前由全体作者共同讨论确定,投稿后不应再作改动,确需改动时必须出示单位证明以及所有作者亲笔签名的署名无异议书面证明。

作者应同时具备以下 4 项条件:(1)参与选题和设计,或参与资料的分析与解释者;(2)撰写论文或对其学术内容的重要方面进行关键修改者;(3)对最终要发表的论文版本进行全面的审阅和把关者;(4)同意对论文的所有方面负责,保证对涉及研究工作的任何部分的准确性和科研诚信的问题进行恰当的调查,并及时解决者。仅参与获得资金或收集资料者不能列为作者,仅对科研小组进行一般管理者也不宜列为作者。

二、通信作者

每篇论文均需确定一位能对该论文全面负责的通信作者。通信作者应在投稿时确定,如在来稿中未特殊标明,则视第一作者为通信作者。集体署名的论文应将对该文负责的关键人物列为通信作者。规范的多中心或多学科临床随机对照研究,如主要责任者确实超过一位的,可酌情增加通信作者。无论包含几位作者,均需标注通信作者,并注明其 Email 地址。

三、同等贡献作者

不建议著录同等贡献作者,需确定论文的主要责任者。确需著录同等贡献作者时,可在作者单位项后另起一行著录“××和××对本文有同等贡献”,英文为“×× and ×× contributed equally to the article”。英文摘要中如同等贡献者为第一作者且属不同单位,均需著录其单位。同一单位同一科室作者不宜著录同等贡献。作者申请著录同等贡献时需提供全部作者的贡献声明,期刊编辑委员会进行核查,必要时可将作者贡献声明刊登在论文结尾处。

中华医学会杂志社