

DOI:10.16781/j.0258-879x.2021.04.0361

· 专题报道 ·

⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT 对初诊前列腺癌患者阳性发现的效果评价

温健男^{1,2}, 程超¹, 章泽宇¹, 李莱¹, 谷振勇¹, 左长京^{1*}

1. 海军军医大学(第二军医大学)长海医院核医学科, 上海 200433

2. 北部战区总医院第一派驻门诊部, 沈阳 110001

[摘要] **目的** 探讨以⁶⁸镓(⁶⁸Ga)标记的靶向前列腺特异性膜抗原(PSMA)分子探针PSMA-11为示踪剂的PET-CT(⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT)检测初诊前列腺癌患者的阳性发现情况。**方法** 回顾性分析2019年1月至12月经前列腺活体组织穿刺病理学初次确诊、于海军军医大学(第二军医大学)长海医院行⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT检查的45例前列腺癌患者的影像学及临床资料。采用二分类判别法定性分析⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT图像,以诊断前列腺癌原发灶是否累及前列腺两叶、突破包膜、侵犯精囊和发生区域淋巴结转移。以根治性切除术标本的病理学结果为金标准,对影像-病理的配对样本进行McNemar检验,并计算Kappa系数。**结果** ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT检测初诊前列腺癌患者的原发灶累及前列腺两叶、突破包膜、侵犯精囊和发生区域淋巴结转移的准确度分别为60.0%(27/45)、57.8%(26/45)、75.6%(34/45)和84.4%(38/45),Kappa系数分别为0.075($P=0.375$)、0.249($P=0.025$)、0.409($P=0.003$)和0.444($P=0.002$)。**结论** ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT对判断初诊前列腺癌患者病灶是否存在侵犯精囊和发生区域淋巴结转移有一定价值,但对是否累及前列腺两叶和突破包膜的诊断价值较低。

[关键词] 前列腺肿瘤;前列腺特异性膜抗原;正电子发射断层显像计算机体层摄影术;⁶⁸镓

[中图分类号] R 737.25; R 817.47 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2021)04-0361-05

Evaluation of ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT for positive findings in patients with newly diagnosed prostate cancer

WEN Jian-nan^{1,2}, CHENG Chao¹, ZHANG Ze-yu¹, LI Rou¹, GU Zhen-yong¹, ZUO Chang-jing^{1*}

1. Department of Nuclear Medicine, Changhai Hospital, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

2. The First Outpatient Department, General Hospital of PLA Northern Theater Command, Shenyang 110001, Liaoning, China

[Abstract] Objective To investigate the positive findings of ⁶⁸gallium-labelled prostate-specific membrane antigen (PSMA) ligand PSMA-11 (⁶⁸Ga-PSMA-11) positron emission tomography-computed tomography (PET-CT) in patients with newly diagnosed prostate cancer. **Methods** The imaging and clinical data of 45 patients with prostate cancer newly diagnosed by biopsy who undergoing ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT in Changhai Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University) from Jan. to Dec. 2019 were retrospectively analyzed. The ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT images were qualitatively analyzed by binomial classification to observe the involvement of prostate bilobes, capsule, seminal vesicles and regional lymph nodes. With the pathology result of radical prostatectomy as the gold standard, the McNemar test of image-pathology paired samples was carried out, and the Kappa coefficient was calculated. **Results** The accuracy rates of ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT in detecting primary lesions involving prostate bilobes, capsule, seminal vesicles and regional lymph nodes were 60.0% (27/45), 57.8% (26/45), 75.6% (34/45) and 84.4% (38/45), respectively, and the Kappa coefficients were 0.075 ($P=0.375$), 0.249 ($P=0.025$), 0.409 ($P=0.003$) and 0.444 ($P=0.002$), respectively. **Conclusion** ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT has a value in detecting involvement of seminal vesicles and regional lymph nodes in patients with newly diagnosed prostate cancer, but has a low value in detecting involvement of prostate bilobes and capsule.

[Key words] prostatic neoplasms; prostate-specific membrane antigen; positron emission tomography-computed tomography; ⁶⁸gallium

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2021, 42(4): 361-365]

[收稿日期] 2020-10-29 [接受日期] 2021-01-04

[基金项目] 上海市卫生健康委员会先进适宜技术推广项目(2019SY029),海军军医大学(第二军医大学)长海医院“234学科攀登计划”(2019YPT002,2020YPT002)。Supported by Advanced and Appropriate Technology Popularization Project of Shanghai Municipal Health Commission (2019SY029) and the “234 Discipline Climbing Plan” of Changhai Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University) (2019YPT002, 2020YPT002)。

[作者简介] 温健男,硕士生,主治医师。E-mail: 351418159@qq.com

*通信作者(Corresponding author)。Tel: 021-31162238, E-mail: changjing.zuo@qq.com

前列腺癌是全球男性中最常见的恶性肿瘤之一^[1],近年来我国男性前列腺癌的发病率呈持续增长趋势,严重影响老年男性的健康^[2]。前列腺特异性膜抗原(prostate-specific membrane antigen, PSMA)是前列腺癌特异性诊疗一体化分子靶点,在前列腺癌的诊治过程中发挥了重要作用。以⁶⁸镓(⁶⁸Ga)标记的靶向PSMA分子探针PSMA-11为示踪剂的PET-CT(⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT)对前列腺癌生化复发患者的诊断效能优于常规影像学手段^[3],但对于初诊前列腺癌患者基于病灶诊断价值的循证依据尚不充分。根治性前列腺切除术常用于治疗临床T1~T2期的前列腺癌患者,部分有寡转移的临床T3期患者也是根治性前列腺切除术的适用人群。未经放射治疗、化学治疗和内分泌治疗的初诊患者,其病理资料反映了前列腺癌原发灶细胞水平的微观情况,是判断病灶累及范围的金标准。本研究以根治性前列腺切除术术后病理检查结果为金标准,探讨⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT对初诊前列腺癌患者原发灶累及范围诊断的准确性。

1 资料和方法

1.1 资料来源 回顾性分析2019年1月至12月经前列腺活体组织穿刺病理学初次确诊、于海军军医大学(第二军医大学)长海医院核医学科行⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT检查的45例前列腺癌患者的影像学及临床资料。所有入组对象的手术病理资料完整(由我院病理科出具),PET-CT检查与手术间隔时间 ≤ 2 周。排除标准:(1)接受过其他局部或系统治疗(如内分泌治疗、放射治疗或化学治疗等);(2)罹患其他肿瘤者。本研究经海军军医大学(第二军医大学)长海医院伦理委员会审批(CHEC 2019-0905),并在研究数据备案平台备案(2019-029),患者均知情同意并签署知情同意书。

1.2 ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT检查 利用锗镓放射性核素发生器(740 MBq ⁶⁸Ge/⁶⁸Ga发生器,德国ITG公司,放化纯度 $>95\%$)自动化淋洗PSMA-11前体(上海嘉标生物科技有限公司)合成⁶⁸Ga-PSMA-11。患者静息15 min后经静脉注射示踪剂(2.00~2.33 MBq/kg),注射后静息50 min,饮水及排空尿液后行PET-CT(Biograph 64型,德国西门子公司)检查。扫描时患者双手置于身体两侧,扫描范围从头部至股骨中段;先行体部CT扫描(电压120 kV、重建层厚3 mm),然后行体部PET扫描(共6~7个床位,每个床位约3 min);扫描时

根据厚度及密度自动调节管电流强度。数据衰减校正后行迭代重建,利用麦迪克斯工作站系统(北京麦迪克斯科技有限公司)进行图像自动对位融合显示,得到水平面、冠状面、矢状面图像及最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)图像。

1.3 图像分析与诊断标准 ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT图像由2位经验丰富的核医学高级职称医师双盲阅片,意见不一致时讨论决定。前列腺、唾液腺、泪腺、下颌下腺、肝脏、小肠、胰腺可见正常生理性摄取;骨骼、关节退变等可见不规则性摄取;胆囊、肾脏、输尿管、膀胱可见生理性浓聚。生理性摄取和浓聚灶以外的局部异常摄取灶诊断为肿瘤病灶。前列腺两叶PSMA摄取局灶性显著增高时诊断为前列腺癌累及前列腺两叶。PSMA摄取增高灶造成前列腺包膜局部膨隆,前列腺外缘失去光滑形态,出现局部不规则、连续性中断、毛糙时诊断为前列腺癌突破包膜。任何一侧精囊饱满,密度改变伴局灶性显著PSMA摄取时诊断为前列腺癌侵犯精囊。区域淋巴结长径超过10 mm,或区域淋巴结PSMA摄取显著高于本底时诊断为淋巴结转移。

1.4 统计学处理 应用SPSS 21.0软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,不符合正态分布的计量资料以中位数(范围)表示,计数资料以例数和百分数表示。以根治性手术病理结果为金标准,计算⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT诊断前列腺癌是否累及前列腺两叶、突破包膜、侵犯精囊和发生区域淋巴结转移的灵敏度、特异度和准确度;对图像-病理的配对样本进行McNemar一致性检验,并得到Kappa系数(Kappa系数取值为-1~1;取正值时为正相关,取负值时为负相关;绝对值越大,相关程度越高)。图像资料与病理资料为互盲资料。采用双侧检验,检验水准(α)为0.05。

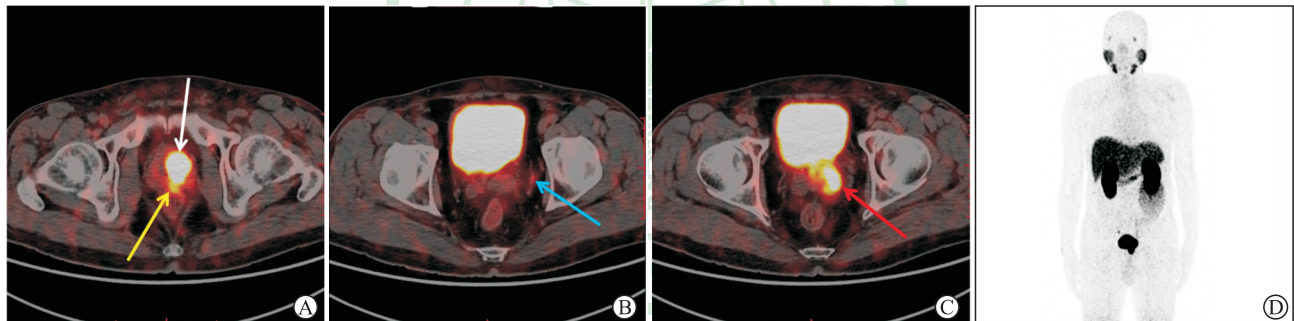
2 结果

2.1 患者基本情况 45例初诊前列腺癌患者的年龄为54~84(68.6 \pm 6.7)岁,Gleason评分为8(6~10)分,前列腺特异性抗原(prostate-specific antigen, PSA)为15.4(4.1~209.2) ng/mL。⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT发现病灶无转移者34例(75.6%),转移者11例(24.4%),其中单纯骨转移2例(4.4%)、单纯淋巴结转移7例(15.6%)、骨及淋巴结转移2例(4.4%)。患者的临床特征及影像学参数见表1,典型病例的影像资料见图1。

表1 初诊前列腺癌患者临床特征和影像学参数

Item	Non-metastasis group <i>N</i> =34	Metastasis group <i>N</i> =11	Total <i>N</i> =45
Age/year, $\bar{x} \pm s$	68.1 \pm 6.9	70.2 \pm 6.0	68.6 \pm 6.7
Gleason score, <i>n</i>			
6	2	1	3
7	14	3	17
8	11	3	14
9	6	3	9
10	1	1	2
PSA/(ng·mL ⁻¹), median (range)	15.0 (4.1-57.9)	49.4 (7.7-209.2)	15.4 (4.1-209.2)
T stage, <i>n</i>			
T2a	12	1	13
T2b	3	2	5
T2c	12	3	15
T3a	1	1	2
T3b	6	3	9
T4	0	1	1
Clinical stage, <i>n</i>			
II B	27	0	27
III	6	0	6
IV	1	11	12
NCCN risk stratification, <i>n</i>			
Low-moderate	8	1	9
High	26	10	36

PSA: Prostate-specific antigen; NCCN: U.S. National Comprehensive Cancer Network.

图1 典型初诊前列腺癌患者⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT影像Fig 1 ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT image of a typical newly diagnosed patient with prostate cancer

56-year-old, PSA 74.09 ng/mL, biopsy Gleason score 7, SUV_{max} 25.8. A-C: Axial fusion images of the prostate showed that the lesion involved bilobes (white arrow), capsule (yellow arrow), left pelvic lymph nodes (blue arrow), and left seminal vesicle (red arrow); D: Whole scanning image. ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT: ⁶⁸Gallium-labelled prostate-specific membrane antigen (PSMA) ligand PSMA-11 positron emission tomography-computed tomography; PSA: Prostate-specific antigen; SUV_{max}: Maximum standard uptake value.

2.2 诊断效能 ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT诊断前列腺癌累及前列腺两叶、突破包膜、侵犯精囊和区域淋巴结转移的发生率分别为57.8% (26/45)、24.4% (11/45)、20.0% (9/45)和20.0% (9/45),病理确诊发生率分别为93.3% (42/45)、62.2% (28/45)、35.6% (16/45)和13.3% (6/45)。⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT检测前列腺两叶、突破包膜、侵犯精囊和发生区域淋巴结转移的灵敏度分别为59.5% (25/42)、35.7% (10/28)、43.8% (7/16)和66.7% (4/6),特异度分别为66.7% (2/3)、

94.1% (16/17)、93.1% (27/29)和87.2% (34/39),准确度分别为60.0% (27/45)、57.8% (26/45)、75.6% (34/45)和84.4% (38/45)。

2.3 一致性分析 前列腺癌累及前列腺两叶、突破包膜、侵犯精囊和发生区域淋巴结转移的影像与病理学诊断结果的McNemar一致性检验的*P*值分别为<0.01、<0.01、0.065和0.453, *Kappa*系数分别为0.075 (*P*=0.375)、0.249 (*P*=0.025)、0.409 (*P*=0.003)和0.444 (*P*=0.002)。

3 讨论

近年来,我国前列腺癌发病率增长迅速,初诊时晚期率高,5年生存率低^[4-5]。根治性前列腺切除术是治疗临床T1~T2期前列腺癌患者的主要手段,手术病理是T分期和N分期的金标准。以^[18F]-氟代脱氧葡萄糖(^{18F}-fluorodeoxyglucose,^{18F}-FDG)为探针的PET-CT对前列腺癌的诊断效能不足,Kitajima等^[6]的研究发现其对原发灶及转移淋巴结诊断的灵敏度分别为45.5%、44.4%。⁶⁸Ga-PSMA PET-CT在德国率先应用于前列腺癌的诊断和分期,表现出优异的诊断效能。Basha等^[7]的前瞻性研究发现,⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT对173例初诊前列腺癌患者定性诊断的灵敏度高达96%。一项纳入41篇定性分析和29篇定量分析的meta分析表明,以手术标本病理结果为金标准,⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT诊断初诊前列腺癌的灵敏度和特异度分别为74%和96%,诊断生化复发的阳性预测值为99%^[3]。近5年来,我国⁶⁸Ga-PSMA PET-CT检查逐渐开展和推广,但其阳性发现与病理诊断的一致性对照研究鲜见。本研究旨在探索初诊前列腺癌患者⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT的阳性发现与原发病灶累及前列腺两叶、突破包膜、侵犯精囊和发生区域淋巴结转移等病理事件的一致性程度。

国外的多项研究发现,以术后病理结果为金标准,⁶⁸Ga-PSMA PET-CT在评价精囊、淋巴结受累方面的诊断效能尚可,但在评价前列腺内病灶分布方面尚存不足。Dekalo等^[8]将中高危患者前列腺内⁶⁸Ga-PSMA PET-CT阳性病灶与病理结果进行比较发现,诊断原发灶侵犯精囊的准确度为77%,诊断发生区域淋巴结转移的准确度为82%。本研究中该值分别为75.6%(34/45)和84.4%(38/45),与上述研究数据相近。Öbek等^[9]对51例经⁶⁸Ga-PSMA PET-CT首次分期后接受根治性前列腺切除术的患者进行研究发现,⁶⁸Ga-PSMA PET-CT检测淋巴结转移的灵敏度、特异度和准确度分别为53%、86%和76%,其中清扫超过15枚淋巴结的亚组该值分别为67%、88%和81%;⁶⁸Ga-PSMA PET-CT与术后病理结果一致性的Kappa值为0.41,而MRI或CT与术后病理结果的Kappa值仅为0.18。本研究中⁶⁸Ga-PSMA PET-CT诊断区域淋巴结转移的Kappa值为0.444,与上述研究相近。

Brown等^[10]发现单独使用^{18F}-FDG PET-CT定性诊断前列腺癌的阳性预测值为65%;与多参数磁共振成像(multi-parameter magnetic resonance imaging, mpMRI)的T2加权序列、动态增强序列、表观弥散系数序列和波谱成像序列并联诊断时,阳性预测值分别增加到82%、83%、83%和94%。Chen等^[11]回顾分析54例前列腺癌患者术前的⁶⁸Ga-PSMA PET-CT和mpMRI影像资料发现,在诊断病灶的包膜外侵犯方面,mpMRI的灵敏度低于⁶⁸Ga-PSMA PET-CT(54% vs 78%, $P < 0.05$);但在精囊侵犯方面,mpMRI与⁶⁸Ga-PSMA PET-CT的灵敏度(67% vs 75%)无统计学差异($P = 0.17$)。Zamboglou等^[12]逐层对照大体标本的组织病理切片发现,⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT诊断前列腺癌的灵敏度、特异度分别为75%、87%,mpMRI分别为70%、82%,两者联合时分别为82%、67%,空间重叠率较高。Scheltema等^[13]把前列腺分为12个节段,基于节段内癌灶的研究发现,⁶⁸Ga-PSMA PET-CT的灵敏度、特异度、阴性预测值和阳性预测值分别为88%、93%、95%和85%,mpMRI分别为68%、91%、87%和75%,两者联合时分别为92%、90%、96%和81%。Spohn等^[14]的研究表明,在评估前列腺内原发灶代谢体积方面,⁶⁸Ga-PSMA PET-CT比mpMRI更具优势。

⁶⁸Ga-PSMA PET-MRI的临床应用报道目前仍以单中心小规模试验为主,缺乏比较诊断效能的大样本量前瞻性研究。Domachevsky等^[15]对140例前列腺癌患者的⁶⁸Ga-PSMA PET-CT与⁶⁸Ga-PSMA PET-MRI的图像进行研究发现,两者诊断前列腺包膜侵犯(Kappa值为0.25)和精囊侵犯(Kappa值为0.31)的一致性尚可。Muehlematter等^[16]分析了40例接受根治性前列腺切除术患者的资料,发现以术后病理结果为金标准,mpMRI与⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-MRI诊断包膜突破(Kappa分别为0.46、0.40)和精囊侵犯(Kappa分别为0.23、0.33)的一致性系数差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。本研究中⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT诊断突破包膜与术后病理结果一致性较低(Kappa系数为0.249)。

综上所述,以根治性前列腺切除术术后病理检查结果为金标准,⁶⁸Ga-PSMA-11 PET-CT检测初诊前列腺癌患者是否侵犯精囊和发生区域淋巴结转移有一定价值,但检测原发灶是否累及前列腺两叶

和突破包膜方面价值较低。但本研究为小样本回顾性研究,随访时间较短,并且由于受软组织分辨率的限制,前列腺内如分叶、包膜等精细解剖结构的PET-CT成像存在一定局限,其临床诊断效能需要进一步的研究。

[参考文献]

- [1] SIEGEL R L, MILLER K D, JEMAL A. Cancer statistics, 2020[J]. *CA Cancer J Clin*, 2020, 70: 7-30.
- [2] LIU X, YU C, BI Y, ZHANG Z J. Trends and age-period-cohort effect on incidence and mortality of prostate cancer from 1990 to 2017 in China[J]. *Public Health*, 2019, 172: 70-80.
- [3] HOPE T A, GOODMAN J Z, ALLEN I E, CALAIS J, FENDLER W P, CARROLL P R. Metaanalysis of ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET accuracy for the detection of prostate cancer validated by histopathology[J]. *J Nucl Med*, 2019, 60: 786-793.
- [4] PANG C, GUAN Y Y, LI H B, CHEN W Q, ZHU G. Urologic cancer in China[J]. *Jpn J Clin Oncol*, 2016, 46: 497-501.
- [5] 叶定伟,朱耀. 中国前列腺癌的流行病学概述和启示[J]. *中华外科杂志*, 2015, 53: 249-252.
- [6] KITAJIMA K, YAMAMOTO S, ODAWARA S, KOBAYASHI K, FUJIWARA M, KAMIKONYA N, et al. Diagnostic performance of ¹¹C-choline PET/CT and FDG PET/CT in prostate cancer[J]. *Acta Med Okayama*, 2018, 72: 289-296.
- [7] BASHA M A A, HAMED M A G, HUSSEIN O, EL-DIASTY T, ABDELKHALEK Y I, HUSSEIN Y O, et al. ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/CT in newly diagnosed prostate cancer: diagnostic sensitivity and interobserver agreement[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2019, 44: 2545-2556.
- [8] DEKALO S, KUTEN J, MABJEESH N J, BERI A, EVEN-SAPIR E, YOSSEPOWITCH O. ⁶⁸Ga-PSMA PET/CT: does it predict adverse pathology findings at radical prostatectomy?[J/OL]. *Urol Oncol*, 2019, 37: 574. DOI: 10.1016/J.UROLONC.2019.05.015.
- [9] ÖBEK C, DOĞANCA T, DEMIRCI E, OCAK M, KURAL A R, YILDIRIM A, et al. The accuracy of ⁶⁸Ga-PSMA PET/CT in primary lymph node staging in high-risk prostate cancer[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2017, 44: 1806-1812.
- [10] BROWN A M, LINDENBERG M L, SANKINENI S, SHIH J H, JOHNSON L M, PRUTHY S, et al. Does focal incidental ¹⁸F-FDG PET/CT uptake in the prostate have significance?[J]. *Abdom Imaging*, 2015, 40: 3222-3229.
- [11] CHEN M X, ZHANG Q, ZHANG C W, ZHOU Y H, ZHAO X Z, FU Y, et al. Comparison of ⁶⁸Ga-prostate-specific membrane antigen (PSMA) positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) and multiparametric magnetic resonance imaging (MRI) in the evaluation of tumor extension of primary prostate cancer[J]. *Transl Androl Urol*, 2020, 9: 382-390.
- [12] ZAMBOGLOU C, DRENDEL V, JILG C A, RISCHKE H C, BECK T I, SCHULTZE-SEEMANN W, et al. Comparison of ⁶⁸Ga-HBED-CC PSMA-PET/CT and multiparametric MRI for gross tumour volume detection in patients with primary prostate cancer based on slice by slice comparison with histopathology[J]. *Theranostics*, 2017, 7: 228-237.
- [13] SCHELTEMA M J, CHANG J I, STRICKER P D, VAN LEEUWEN P J, NGUYEN Q A, HO B, et al. Diagnostic accuracy of ⁶⁸Ga-prostate-specific membrane antigen (PSMA) positron-emission tomography (PET) and multiparametric (mp)MRI to detect intermediate-grade intra-prostatic prostate cancer using whole-mount pathology: impact of the addition of ⁶⁸Ga-PSMA PET to mpMRI[J]. *BJU Int*, 2019, 124: 42-49.
- [14] SPOHN S, JAEGLE C, FASSBENDER T F, SPRAVE T, GKIKI E, NICOLAY N H, et al. Intraindividual comparison between ⁶⁸Ga-PSMA-PET/CT and mpMRI for intraprostatic tumor delineation in patients with primary prostate cancer: a retrospective analysis in 101 patients[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2020, 47: 2796-2803.
- [15] DOMACHEVSKY L, BERNSTINE H, GOLDBERG N, NIDAM M, CATALANO O A, GROSHAR D. Comparison between pelvic PSMA-PET/MR and whole-body PSMA-PET/CT for the initial evaluation of prostate cancer: a proof of concept study[J]. *Eur Radiol*, 2020, 30: 328-336.
- [16] MUEHLEMATTER U J, BURGER I A, BECKER A S, SCHAWKAT K, HÖTKER A M, REINER C S, et al. Diagnostic accuracy of multiparametric MRI versus ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/MRI for extracapsular extension and seminal vesicle invasion in patients with prostate cancer[J]. *Radiology*, 2019, 293: 350-358.

[本文编辑] 魏莎莎, 杨亚红