

## 前列腺癌的影像学诊断及PET/CT显像剂应用进展

### Advances in imaging diagnosis of prostate cancer and the application of PET/CT imaging agents

Peng Jing, Han Xingmin

引用本文:

彭静, 韩星敏. 前列腺癌的影像学诊断及PET/CT显像剂应用进展[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2021, 45(11): 715-720.

DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202011016-00109

Peng Jing, Han Xingmin. Advances in imaging diagnosis of prostate cancer and the application of PET/CT imaging agents[J].

International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine, 2021, 45(11): 715-720. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202011016-00109

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202011016-00109>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 新型PET显像剂<sup>18</sup>F-FACBC在前列腺癌中的应用进展

Application of new PET imaging agent <sup>18</sup>F-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>

#### 多种PET/CT显像剂在食管癌放化疗疗效评价中的应用进展

Review on multiple PET/CT imaging agents in treatment response evaluation for esophageal cancer

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(5): 472-478 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.05.016>

#### 正常前列腺<sup>18</sup>F-FDG PET/CT代谢显像增龄变化的研究

Study on <sup>18</sup>F-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>

#### 单光子核素标记的PSMA小分子抑制剂在前列腺癌中的临床应用进展

Research progress in the clinical application of single photon nuclide-labeled PSMA small molecule inhibitors in prostate cancer

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(11): 709-716 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201908025-00091>

#### 巨大多房前列腺囊腺瘤<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像一例

<sup>18</sup>F-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>

#### 超高b值弥散加权联合T2加权序列诊断外周带前列腺癌的价值

Value of ultra-high b-value diffusion-weighted imaging combined with T2-weighted imaging in the diagnosis of peripheral prostate cancer

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(5): 303-308 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201910023-00036>

## ·综述·

## 前列腺癌的影像学诊断及PET/CT显像剂应用进展

彭静 韩星敏

郑州大学第一附属医院核医学科 450052

通信作者: 韩星敏, Email: [xmhan@zzu.edu.cn](mailto:xmhan@zzu.edu.cn)

**【摘要】** 近些年,我国前列腺癌(PCa)的发病率及病死率逐渐增高,并且PCa的早期诊断及准确分期仍是一大难题,多数患者确诊时已为晚期,生存预后较差。目前,MRI、CT、PET/CT等影像学检查方法是对PCa进行诊断及分期的主要手段,但这些方法在应用的过程中亦被发现存在一定的局限性,因此需要不断进行探索和优化。尤其是PET/CT各种显像剂的应用,大大提高了对PCa的诊断灵敏度及特异度,在PCa的早期诊断、及时治疗、临床分期及预后评估等各方面均展示出良好的前景。笔者就这几种常用影像学方法及PET/CT显像剂的应用展开综述,总结它们的优势、不足及新的应用进展,旨在能为临床医师提供参考。

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

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202011016-00109](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202011016-00109)

**Advances in imaging diagnosis of prostate cancer and the application of PET/CT imaging agents**

Peng Jing, Han Xingmin

Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China

Corresponding author: Han Xingmin, Email: [xmhan@zzu.edu.cn](mailto:xmhan@zzu.edu.cn)

**【Abstract】** In China, the incidence and mortality of prostate cancer (PCa) are increasing gradually, and the early diagnosis and accurate staging of PCa patients is still a major problem. Therefore, most patients have been diagnosed with advanced stage, leading to poor survival prognosis. MRI, CT, PET/CT and other imaging examinations are currently the main means for the diagnosis and staging of PCa, but these methods have also been found to have certain limitations, so they are constantly being explored and optimized. In particular, the application of various imaging agents in PET/CT has greatly improved the diagnostic sensitivity and specificity of PCa and shows a good prospect in the early diagnosis, timely treatment, clinical staging and prognosis evaluation of PCa. In this paper, these common imaging methods and PET/CT imaging agents are discussed; their advantages, disadvantages and new application progress are summarized, hoping to provide references to clinicians.

**【Key words】** Prostatic neoplasms; Magnetic resonance imaging; Tomography, X-ray computed; Positron-emission tomography

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202011016-00109](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202011016-00109)

前列腺癌(prostate cancer, PCa)是发生于前列腺上皮的恶性肿瘤,其发生发展与遗传、年龄和环境等诸多因素相关。流行病学研究结果表明,近年来,随着我国人口年龄结构的变化、筛查的普及,PCa的发病率及病死率呈逐年递增趋势,且已位居我国70岁以上老年男性泌尿生殖系统肿瘤发病率的第1位<sup>[1]</sup>。经直肠超声、CT、MRI、PET/CT等

影像学检查方法在PCa的早期诊断及分期方面均有一定的应用价值,但随着临床应用和相关研究的进展,这些方法均存在一定的局限性,限制了对PCa的诊断、分期及治疗决策的准确判断<sup>[2]</sup>。因此,研究者也在不断探究以期寻找到更加优化的替代性方法。在此,笔者综合分析PCa各种影像学诊断方法的优缺点及其在相关方面的新应用,希望

能给临床医师提供研究思路。

## 1 PCa 的研究现状

PCa 已成为威胁男性健康的主要恶性肿瘤之一,尤其在亚洲国家,随着经济的发展和前列腺特异性抗原(prostate-specific antigen, PSA)检测的逐渐普及,PCa 的发病率增长较快<sup>[3]</sup>。Center 等<sup>[4]</sup>的一项调查研究结果表明,PCa 的发病率及病死率在不同国家和地区存在很大差异,发达国家的 PCa 发病率高于不发达国家,该调查中 80% 的国家的 PCa 发病率呈持续上升趋势,病死率的升高主要发生在资源相对贫乏的国家。

在美国,PCa 位居男性恶性肿瘤死因的第 2 位,已经成为一个重要的公共卫生问题。据美国癌症协会统计,2011 年 PCa 新增病例达 240 890 例,2012 年达 110 万例,病死率亦呈逐年上升趋势<sup>[5]</sup>。此外,虽然 PCa 的平均诊断年龄为 60 岁以上,但筛查手段的广泛应用提高了 40~50 岁男性 PCa 患者的检出率,这说明 PCa 的发病年龄亦趋年轻化<sup>[6]</sup>。

近年来,有研究者调查分析了我国 PCa 的发展趋势,其中,2018 年的一项数据分析结果显示,我国新发 PCa 病例数仅次于美国<sup>[7]</sup>。叶定伟和朱耀<sup>[8]</sup>进行了相关调查,结果发现,从 1999 年至 2009 年,我国 PCa 的发病率显著升高,在经济发达地区尤为明显,城市和农村的差异较大,农村地区 PCa 患者的生存率堪忧,这与我国人口老龄化和生活方式西方化有很大关系。

## 2 PCa 常用的影像学诊断方法

PCa 进展缓慢,但病死率高,其原因可能与早期症状不典型、患者被确诊时基本处于病程晚期,且多数患者会出现治疗后复发的情况有关,因此,PCa 的早期准确诊断和尽早开展个体化治疗对于提高患者的生存质量尤为重要。目前,血清 PSA 检测是主要的筛查手段之一,经直肠超声、MRI、CT、PET/CT 等为常用的影像学诊断方法,但组织病理学活检仍是确诊 PCa 的“金标准”。因此,笔者就 MRI、CT 和 PET/CT 在 PCa 诊断及分期分级中的应用展开论述。

### 2.1 MRI

MRI 在 PCa 的诊断、治疗和复发评估等方面均起着重要作用,尤其是多参数磁共振成像(multi-

parameter magnetic resonance imaging, mpMRI), 其将解剖学 MRI 与一个或多个功能性 MRI 序列相结合,具有良好的软组织分辨率,可清晰地将前列腺的解剖学组织结构、肿瘤的范围呈现出来。近年来, MRI 相关功能成像序列被不断开发并逐渐应用于 PCa 的诊疗,如弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)、扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)、扩散峰度成像(diffusion kurtosis imaging, DKI)、体素不相干运动(introvoxel incoherent motion, IVIM)成像、动态对比增强磁共振成像(dynamic contrast enhanced-MRI, DCE-MRI)、磁共振波谱(magnetic resonance spectroscopy, MRS)和磁共振波谱成像(magnetic resonance spectroscopy imaging, MRSI)等。以下就具体相关序列的研究展开叙述。

胡家玮<sup>[9]</sup>对 177 例血清特异性抗原、直肠指检异常的 PCa 患者行 DKI、DTI 和 IVIM 成像,并对各相关参数进行统计学分析,结果证实 3 种成像对 PCa 预后判断具有重要价值,且平均扩散系数是评估 PCa 预后的最佳参数。此外,笔者查阅相关文献后发现,将各 mpMRI 序列相结合可明显提高诊断 PCa 的灵敏度。薛三宝<sup>[10]</sup>对 59 例 PCa 患者及同期 50 例良性前列腺疾病患者行 DCE-MRI 及 DWI 联合检查,通过对比分析发现,两者联合诊断 PCa 的灵敏度为 96.61%、准确率为 95.41%,均高于其单独诊断。MRS 和 MRSI 也是目前较为先进的从分子水平鉴别病变组织的方法,它们对 PCa 残留及复发灶具有较高的检测准确率,但其对中央区及过渡区病灶的评估有一定困难,且扫描时间较长、空间分辨率较低<sup>[11]</sup>。

虽然 mpMRI 具有良好的软组织分辨率,其各成像序列的应用已从 PCa 分期发展到肿瘤检测、疗效评估及随访等多方面,但其也存在一定的局限性,比如,在早期淋巴结转移灶检出方面的灵敏度较低。Petersen 等<sup>[12]</sup>对比了 PET/CT、MRI、CT 检出淋巴结转移的诊断效能,结果表明 PET/CT 的诊断灵敏度明显高于 MRI 和 CT,诊断特异度及阳性预测值高于 MRI。此外,在 PSA 水平较低(4~20 ng/mL)的患者中, MRI 的诊断效能不及<sup>68</sup>Ga-前列腺特异性膜抗原(prostate-specific membrane antigen, PSMA)-11 PET/CT<sup>[13]</sup>。可能是受 MRI 特点的限制,其对结构改变的病灶较为灵敏,对早期结构尚未变

化的病灶检出具有局限性,且在全身淋巴结及其他部位转移评估方面也有一定的局限性。

## 2.2 CT

因软组织分辨率不高,CT在诊断PCa方面的应用较少,临床上多选择软组织对比度较强的MRI。CT与MRI诊断PCa的对比研究结果显示,对于A、B期的PCa患者,MRI的诊断准确率明显高于CT,但对于C、D期的患者,两者诊断并无明显差异<sup>[14]</sup>。Jia等<sup>[15]</sup>基于“CT可以帮助检测与肿瘤相对应的前列腺异常”的假设,对27名受试者进行回顾性研究,结果发现,CT的诊断灵敏度较低但特异度较高,增强CT所示区域与前列腺肿瘤有一定相关性,但仍需进一步检查。另外,CT在PCa的适应性放疗中举足轻重,2018年的一项研究对26例在CT引导下每日适应性放疗的患者进行随访,结果显示该方法对肿瘤的控制良好,且不良反应少<sup>[16]</sup>。以上研究及观点目前仅有少量样本数据证实,尚缺少更多病例的相关研究来论证。

尽管软组织显像的局限性限制了CT在PCa诊疗方面的应用,但CT在显示骨骼病变方面仍具有明显优势,其与骨扫描联合应用于PCa骨转移的早期诊断具有较高的应用价值<sup>[17]</sup>。但总体来说,CT在临床检查前列腺局部病变中的应用较少。

## 2.3 PET/CT及其显像剂

PET/CT是将PET功能代谢显像和CT组织结构显像的优势特点进行融合,可在病变局部结构发生改变之前早期检测出其异常代谢变化,不仅在淋巴瘤、乳腺癌等肿瘤显像中应用广泛,在PCa的早期诊断、分期、疗效评价及预后评估等方面也具有很大的应用价值<sup>[18]</sup>。

目前,<sup>18</sup>F-FDG是应用最广泛的PET/CT肿瘤代谢性显像剂,但其并不是PCa的特异性显像剂,并且,<sup>18</sup>F-FDG经泌尿系统代谢,会对泌尿系统周围的病灶产生较大干扰,因此容易造成漏诊及误诊<sup>[19]</sup>。有研究结果表明,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像识别PCa原发灶的灵敏度仅为33%<sup>[20]</sup>。因此,相关学者一直在寻找更加优良的PCa显像剂。

相关研究结果表明,PCa细胞在细胞膜中胆碱激酶和胆碱转运蛋白的表达量升高<sup>[21]</sup>,因此早在1998年就有学者利用该原理进行PCa相关显像,制备了<sup>18</sup>F-胆碱及<sup>11</sup>C-胆碱作为PCa显像剂<sup>[22]</sup>。有研究结果表明,<sup>18</sup>F-胆碱及<sup>11</sup>C-胆碱PET/CT显像

在PCa的诊断中具有较高的灵敏度和特异度;两者对比研究结果也表明,<sup>11</sup>C-胆碱PET/CT显像在PCa分期中的价值高于<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像<sup>[23-24]</sup>。但<sup>18</sup>F-胆碱及<sup>11</sup>C-胆碱亦有局限性,两者能检测到的最小肿瘤长径为5 mm,对淋巴结复发部位的诊断灵敏度仅为中等,在PSA水平较低(<2 nmol/mL)的PCa患者中,两者灵敏度也较低<sup>[23]</sup>。另外,<sup>11</sup>C-胆碱半衰期仅为20 min,对其广泛应用受到一定限制。

除了与胆碱相关的显像剂外,还有脂肪酸代谢显像剂<sup>11</sup>C-乙酸盐。<sup>11</sup>C-乙酸盐PET/CT显像很好地弥补了<sup>18</sup>F-FDG对泌尿系统病灶干扰的缺点,对PCa淋巴结及骨转移亦有较高的诊断灵敏度<sup>[24]</sup>。但有研究者将<sup>11</sup>C-乙酸盐与<sup>11</sup>C-胆碱代谢显像剂进行对比后发现,PCa及其转移灶对两者的摄取程度相当,显像灵敏度也受肿瘤大小及PSA水平的影响<sup>[25]</sup>。

由于各种显像剂均存在一定的局限性,针对新的分子靶点的研究也在不断进行。如氨基酸类显像剂<sup>18</sup>F-氟环丁烷羧酸(flurocyclo-butane carboxylic acid, FACBC)和<sup>11</sup>C-蛋氨酸(methioine, MET)。其中<sup>18</sup>F-FACBC用于PCa的诊断已经获得美国食品药品监督管理局的批准。<sup>18</sup>F-FACBC与<sup>11</sup>C-胆碱的对比研究结果显示,基于患者层面,前者的检出率(35.7%)高于后者(17.8%),但该研究仅局限于晚期PCa患者<sup>[26]</sup>。

<sup>18</sup>F-FDG、<sup>11</sup>C-胆碱、<sup>11</sup>C-乙酸盐、<sup>18</sup>F-FACBC、<sup>11</sup>C-MET等均为PCa非特异性显像剂,随着研究的进行,相关学者将目标聚焦于PCa细胞表面的一种特殊跨膜蛋白PSMA。PSMA在90%以上的PCa病灶、骨和淋巴结转移灶中的表达水平均升高,但在前列腺良性病变及其他类型肿瘤中仅少量表达。PSMA还具有信号传导作用,可以调控PCa细胞凋亡,因此成为PCa诊疗的理想靶点<sup>[27]</sup>。例如<sup>68</sup>Ga-PSMA-11,其可特异性结合PSMA的胞外部分,且生产简便,一经引入就展示出良好的前景。目前,<sup>68</sup>Ga-PSMA-11已广泛应用于临床。Yu等<sup>[28]</sup>的一项荟萃分析将<sup>18</sup>F-FDG、<sup>11</sup>C-乙酸盐、<sup>11</sup>C-胆碱、<sup>18</sup>F-胆碱、<sup>18</sup>F-FACBC及<sup>68</sup>Ga-PSMA-11等显像剂进行对比分析,结果发现<sup>68</sup>Ga-PSMA-11对PCs病灶的检出率明显高于其他几种显像剂。此外,<sup>68</sup>Ga-PSMA-11 PET/CT用于监测PCa的生化复发及治疗反应效果明显优于MRI<sup>[29]</sup>。因此,该显像剂目前已被美国食品药品监督管理局批准应用

于临床,为PCa的诊断及治疗监测提供更为精准的影像学参考。

PET/CT显像剂<sup>18</sup>F-PSMA-1007也受到广泛关注,并且已有不少的相关临床研究。2020年,Kuten等<sup>[30]</sup>分析了16例患者的<sup>18</sup>F-PSMA-1007、<sup>68</sup>Ga-PSMA-11 PET/CT及组织病理学检查结果,结果显示,<sup>18</sup>F-PSMA-1007的诊断灵敏度更高,且在PSA水平较低的情况下仍有较高的灵敏度。从代谢特点及制备方面对比,<sup>68</sup>Ga-PSMA-11主要经泌尿系统排泄,易对尿道周围造成干扰,而<sup>18</sup>F-PSMA-1007主要经肝脏排泄,仅少量经泌尿系统排泄,膀胱和输尿管等泌尿系统显像剂的生理性浓聚对盆腔病灶的干扰较小,并且<sup>18</sup>F-PSMA-1007的产量更大,合成方法更稳定高效、药物放射化学纯度也更高<sup>[31]</sup>。但<sup>18</sup>F-PSMA-1007的诊断灵敏度、特异度、有无不良反应及在PCa诊疗各环节中起到的作用需更多的临床数据支持。

另外,近年来对2-(3-{1-羧基-5-[(6-[<sup>18</sup>F]氟-吡啶-3-羰基)-胺基]-戊基}-脲基)-戊二酸(2-(3-{1-carboxy-5-[(6-[<sup>18</sup>F]fluoro-pyridine-3-carbonyl)-amino]-pentyl}-ureido)-pentanedioic acid,<sup>18</sup>F-DCFPyL)的研究也较多。<sup>18</sup>F-DCFPyL是一种具有谷氨酸-脲赖氨酸基团的PSMA分子探针,与<sup>18</sup>F-PSMA-1007相比,两者均具有良好的图像质量及病灶检出性能;由于肝脏本底较低,<sup>18</sup>F-DCFPyL PET/CT对肝脏转移灶的检出更具优势,而<sup>18</sup>F-PSMA-1007对局部复发及盆腔部位转移灶较为灵敏<sup>[32]</sup>。此外,在盆腔转移淋巴结的检出方面,<sup>18</sup>F-DCFPyL PET/CT比mpMRI具有更高的诊断特异度和阳性预测值<sup>[33]</sup>。

总之,PSMA PET/CT相关显像剂的应用较大地提高了PCa的诊断灵敏度及特异度,在PCa的早期诊断、及时治疗、临床分期及预后评估等各方面均展示出良好的应用前景。另外,PET/MRI显像设备正逐渐被推广应用,其在PCa方面的相关研究也已经在国内外开展并展示出广阔的前景。

### 3 小结

PCa的病死率日益增高,已成为威胁男性健康的重大疾病之一,其早期诊断及准确评估是治疗的关键。MRI、CT及PET/CT在PCa的诊断中发挥着重要作用,同时其相关技术也在不断发展,如mpMRI和经直肠超声图像融合新技术的应用、

PET/CT、PET/MRI及相关特异性显像剂<sup>18</sup>F-PSMA-1007等的应用。虽各有优缺点,但更加值得关注的是各种显像方法的优势。各种方法的结合互补可以进一步提高PCa的早期检出率,也为个体化治疗提供了更加可靠的依据。总之,一些新技术的进一步应用及推广仍然需要大量的临床研究加以佐证。

**利益冲突** 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,不涉及任何利益冲突。

**作者贡献声明** 彭静负责综述的起草、撰写、修改与最终版本的修订;韩星敏负责相关研究命题的提出、综述写作框架的设计与写作思路的指导。

### 参 考 文 献

- [1] 韩苏军,张思维,陈万青,等.中国前列腺癌发病现状和流行趋势分析[J].*临床肿瘤学杂志*,2013,18(4):330-334. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0460.2013.04.009.  
Han SJ, Zhang SW, Chen WQ, et al. Analysis of the status and trends of prostate cancer incidence in China[J]. *Chin Clin Oncol*, 2013, 18(4): 330-334. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0460.2013.04.009.
- [2] Johnson DC, Reiter RE. Multi-parametric magnetic resonance imaging as a management decision tool[J/OL]. *Transl Androl Urol*, 2017, 6(3): 472-482[2020-11-09]. <https://tau.amegroups.com/article/view/14927/15455>. DOI: 10.21037/tau.2017.05.22.
- [3] Taitt HE. Global trends and prostate cancer: a review of incidence, detection, and mortality as influenced by race, ethnicity, and geographic location[J]. *Am J Men's Health*, 2018, 12(6): 1807-1823. DOI: 10.1177/1557988318798279.
- [4] Center MM, Jemal A, Lortet-Tieulent J, et al. International variation in prostate cancer incidence and mortality rates[J]. *Eur Urol*, 2012, 61(6): 1079-1092. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.02.054.
- [5] Brawley OW. Prostate cancer epidemiology in the United States[J]. *World J Urol*, 2012, 30(2): 195-200. DOI: 10.1007/s00345-012-0824-2.
- [6] Bashir MN. Epidemiology of prostate cancer[J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2015, 16(13): 5137-5141. DOI: 10.7314/apjcp.2015.16.13.5137.
- [7] 关有彦,邢念增,寿建忠,等.全球泌尿系统常见恶性肿瘤流行病学情况及我国现状分析[C]/2019中国肿瘤学大会论文集.重庆:中国抗癌协会,2019:127-128.  
Guan YY, Xing NZ, Shou JZ, et al. Analysis on the epidemiology of common malignant tumors of urinary system in the world and the present situation in China[C]/Proceedings of the Chinese Congress of Oncology 2019. Chongqing: Chinese

- Anti-Cancer Association, 2019: 127–128.
- [8] 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(4): 249–252. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2015.04.003](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2015.04.003).
- Ye DW, Zhu Y. Epidemiology of prostate cancer in China: an overview and clinical implication[J]. *Chin J Surg*, 2015, 53(4): 249–252. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2015.04.003](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2015.04.003).
- [9] 胡家玮. DKI、IVIM、DTI在前列腺癌预后分组的应用研究[D]. 大连: 大连医科大学, 2020.
- Hu JW. Application of DKI, IVIM and DTI in prognostic Gleason group[D]. Dalian: Dalian Medical University, 2020.
- [10] 薛三宝. DCE-MRI联合DWI在前列腺癌患者诊断中的应用价值[J]. 中外医疗, 2020, 39(4): 174–176. DOI: [10.16662/j.cnki.1674-0742.2020.04.174](https://doi.org/10.16662/j.cnki.1674-0742.2020.04.174).
- Xue SB. The value of DCE-MRI combined with DWI in the diagnosis of patients with prostate cancer[J]. *China Foreign Med Treat*, 2020, 39(4): 174–176. DOI: [10.16662/j.cnki.1674-0742.2020.04.174](https://doi.org/10.16662/j.cnki.1674-0742.2020.04.174).
- [11] Zhao N, Ma C, Ye XL, et al. The feasibility of b-value maps based on threshold DWI for detection of breast cancer: a case-control STROBE compliant study[J]. *Medicine*, 2019, 98(44): e17640. DOI: [10.1097/MD.00000000000017640](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000017640).
- [12] Petersen LJ, Nielsen JB, Langkilde NC, et al. <sup>68</sup>Ga-PSMA PET/CT compared with MRI/CT and diffusion-weighted MRI for primary lymph node staging prior to definitive radiotherapy in prostate cancer: a prospective diagnostic test accuracy study[J]. *World J Urol*, 2020, 38(4): 939–948. DOI: [10.1007/s00345-019-02846-z](https://doi.org/10.1007/s00345-019-02846-z).
- [13] Li Y, Han DH, Wu P, et al. Comparison of <sup>68</sup>Ga-PSMA-617 PET/CT with mpMRI for the detection of PCa in patients with a PSA level of 4–20 ng/ml before the initial biopsy[J/OL]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 10963[2020-11-09]. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-67385-9>. DOI: [10.1038/s41598-020-67385-9](https://doi.org/10.1038/s41598-020-67385-9).
- [14] 王庆云, 吴凌梅, 王庆利, 等. CT联合骨扫描检查对前列腺癌骨转移的诊断[J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(12): 121–122, 125.
- Wang QY, Wu LM, Wang QL, et al. CT combined with bone scan for the diagnosis of prostate cancer with bone metastases[J]. *J Prev Med Chin People's Liberat Army*, 2019, 37(12): 121–122, 125.
- [15] Jia JB, Houshyar R, Verma S, et al. Prostate cancer on computed tomography: a direct comparison with multi-parametric magnetic resonance imaging and tissue pathology[J]. *Eur J Radiol*, 2016, 85(1): 261–267. DOI: [10.1016/j.ejrad.2015.10.013](https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.10.013).
- [16] Hama Y, Kaji T. Long-term follow-up results of CT-guided daily adaptive radiation therapy for localized prostate cancer[J]. *Anticancer Res*, 2018, 38(10): 5959–5962. DOI: [10.21873/anticancer.12942](https://doi.org/10.21873/anticancer.12942).
- [17] 邢桂林. 前列腺癌诊断中CT与MRI检查的价值对比分析[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(11): 17–18.
- Xing GL. Comparative analysis of the value of CT and MRI in the diagnosis of prostate cancer[J]. *J Imaging Res Med Appl*, 2020, 4(11): 17–18.
- [18] Eapen RS, Nzenza TC, Murphy DG, et al. PSMA PET applications in the prostate cancer journey: from diagnosis to theranostics[J]. *World J Urol*, 2019, 37(7): 1255–1261. DOI: [10.1007/s00345-018-2524-z](https://doi.org/10.1007/s00345-018-2524-z).
- [19] Takahashi N, Inoue T, Lee J, et al. The roles of PET and PET/CT in the diagnosis and management of prostate cancer[J]. *Oncology*, 2007, 72(3/4): 226–233. DOI: [10.1159/000112946](https://doi.org/10.1159/000112946).
- [20] Liu YY. Diagnostic role of fluorodeoxyglucose positron emission tomography-computed tomography in prostate cancer[J]. *Oncol Lett*, 2014, 7(6): 2013–2018. DOI: [10.3892/ol.2014.1997](https://doi.org/10.3892/ol.2014.1997).
- [21] Ramírez de Molina A, Rodríguez-González A, Gutiérrez R, et al. Overexpression of choline kinase is a frequent feature in human tumor-derived cell lines and in lung, prostate, and colorectal human cancers[J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2002, 296(3): 580–583. DOI: [10.1016/s0006-291x\(02\)00920-8](https://doi.org/10.1016/s0006-291x(02)00920-8).
- [22] Hara T, Kosaka N, Kishi H. PET imaging of prostate cancer using carbon-11-choline[J]. *J Nucl Med*, 1998, 39(6): 990–995.
- [23] Samper Ots P, Luis Cardo A, Vallejo Ocaña C, et al. Diagnostic performance of <sup>18</sup>F-choline PET-CT in prostate cancer[J]. *Clin Transl Oncol*, 2019, 21(6): 766–773. DOI: [10.1007/s12094-018-1985-2](https://doi.org/10.1007/s12094-018-1985-2).
- [24] Kitajima K, Yamamoto S, Odawara S, et al. Diagnostic performance of <sup>11</sup>C-choline PET/CT and FDG PET/CT in prostate cancer[J/OL]. *Acta Med Okayama*, 2018, 72(3): 289–296 [2020-11-09]. <https://ousar.lib.okayama-u.ac.jp/ja/56075>. DOI: [10.18926/AMO/56075](https://doi.org/10.18926/AMO/56075).
- [25] Kotzerke J, Volkmer BG, Glatting G, et al. Intraindividual comparison of [<sup>11</sup>C]acetate and [<sup>11</sup>C]choline PET for detection of metastases of prostate cancer[J]. *Nuklearmedizin*, 2003, 42(1): 25–30. DOI: [10.1055/s-0038-1623902](https://doi.org/10.1055/s-0038-1623902).
- [26] Nanni C, Schiavina R, Brunocilla E, et al. <sup>18</sup>F-FACBC compared with <sup>11</sup>C-choline PET/CT in patients with biochemical relapse after radical prostatectomy: a prospective study in 28 patients[J]. *Clin Genitourin Cancer*, 2014, 12(2): 106–110. DOI: [10.1016/j.clgc.2013.08.002](https://doi.org/10.1016/j.clgc.2013.08.002).
- [27] 黄海, 赖义明, 何旺, 等. PSMA对JNK/SAPK通路的激活及对前列腺癌细胞凋亡的调控[J]. 中国病理生理杂志, 2014, 30(5): 785–791. DOI: [10.3969/j.issn.1000-4718.2014.05.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-4718.2014.05.003).
- Huang H, Lai YM, He W, et al. PSMA activates JNK/SAPK pathway and regulates apoptosis of prostate cancer cells[J]. *Chin J Pathophysiol*, 2014, 30(5): 785–791. DOI: [10.3969/j.issn.1000-4718.2014.05.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-4718.2014.05.003).
- [28] Yu CY, Desai B, Ji LY, et al. Comparative performance of PET tracers in biochemical recurrence of prostate cancer: a critical analysis of literature[J/OL]. *Am J Nucl Med Mol Imaging*, 2014, 4(6): 580–601[2020-11-09]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

- 25250207.
- [29] Sawicki LM, Kirchner J, Buddensieck C, et al. Prospective comparison of whole-body MRI and <sup>68</sup>Ga-PSMA PET/CT for the detection of biochemical recurrence of prostate cancer after radical prostatectomy[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2019, 46(7): 1542–1550. DOI: 10.1007/s00259-019-04308-5.
- [30] Kuten J, Fahoum I, Savin Z, et al. Head-to-head comparison of <sup>68</sup>Ga-PSMA-11 with <sup>18</sup>F-PSMA-1007 PET/CT in staging prostate cancer using histopathology and immunohistochemical analysis as a reference standard[J]. *J Nucl Med*, 2020, 61(4): 527–532. DOI: 10.2967/jnumed.119.234187.
- [31] 周星, 申太鹏, 姚玉唐, 等. 一步法合成<sup>18</sup>F-PSMA-1007及其对前列腺癌的PET/CT显像[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2019, 39(10): 606–609. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.10.007.
- Zhou X, Shen TP, Yao YT, et al. Synthesis of <sup>18</sup>F-PSMA-1007 by one-step method and PET/CT imaging in prostate cancer[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2019, 39(10): 606–609. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.10.007.
- [32] Giesel FL, Will L, Lawal I, et al. Intraindividual comparison of <sup>18</sup>F-PSMA-1007 and <sup>18</sup>F-DCFPyL PET/CT in the prospective evaluation of patients with newly diagnosed prostate carcinoma: a pilot study[J]. *J Nucl Med*, 2018, 59(7): 1076–1080. DOI: 10.2967/jnumed.117.204669.
- [33] Lindenberg L, Mena E, Turkbey B, et al. Evaluating biochemically recurrent prostate cancer: histologic validation of <sup>18</sup>F-DCFPyL PET/CT with comparison to multiparametric MRI [J]. *Radiology*, 2020, 296(3): 564–572. DOI: 10.1148/radiol.2020192018.

(收稿日期: 2020-11-10)

## 《国际放射医学核医学杂志》第六届编辑委员会成员名单

顾问	柴之芳	程天民	樊飞跃	刘昌孝	潘自强	詹启敏	张永学				
总编辑	樊赛军										
副总编辑	黄钢	李宝生	李方	李思进	李亚明	刘强	孙全富	谭建	王军平	王铁	
	赵军										
编辑委员	(含总编辑、副总编辑)										
	蔡露(美国)	陈明	陈文新	陈跃	程震	邓大平	董秀玥	樊赛军	樊卫		
	方纬	冯彦林	傅志超	高再荣	顾永清	官键	韩星敏	何玲	贺小红	胡步荣	
	黄钢	贾强	姜炜	金顺子	鞠永健	兰晓莉	李宝生	李彪	李方	李剑明	
	李洁清	李林	李林法	李思进	李险峰	李小东	李亚明	李幼忱	梁琰	林岩松	
	刘鉴峰	刘建军	刘建香	刘强	刘兴党	刘玉龙	龙鼎新	吕玉民	吕中伟	马云川	
	缪蔚冰	邵春林	沈婕	沈强(美国)	石峰	石洪成	宋娜玲	宋少莉	孙全富		
	谭建	唐亚梅	王冰(日本)	王春祥	王凡	王海潮(美国)	王辉	王军平			
	王平	王全师	王铁	王雪梅	王跃涛	王云华	王振光	吴华	吴李君	武志芳	
	肖国有	徐白萱	徐浩	徐文贵	徐志勇	阎紫宸(中国台湾)		杨国仁	杨辉		
	杨吉刚	杨卫东	杨志	姚稚明	于丽娟	查金顺	章英剑	章真	张宏	张锦明	
	张舒羽	张遵城	赵长久	赵晋华	赵军	赵路军	赵新明	郑飞波	周美娟	周平坤	
	周宗玫	朱朝晖	朱茂祥	朱小华	左长京	Hiroshi Toyama(日本)					
	Hongming Zhuang(美国)	Li shuren(奥地利)									
通讯编委	边艳珠	卜丽红	陈薇	陈志军	程兵	程祝忠	戴东	邓智勇	董华	董孟杰	
	段东	冯学民	傅鹏	付鹏	付巍	管樑	何玉林	何之彦	黄建敏	黄琦	
	霍力	金刚	康飞	李百龙	李贵平	李素平	李昕	梁婷	林端瑜	林志春	
	刘斌	刘雪辉	龙再颖	卢洁	陆克义	罗全勇	马超	孟召伟	穆晓峰	农天雷	
	秦永德	史文杰	宋其韬	苏新辉	孙凯	谭丽玲	王攀	王任飞	王伟	王雪鹃	
	王玉君	王治国	韦智晓	吴彩兰	吴巍	夏伟	徐荣	徐文清	徐颖	杨爱民	
	杨忠毅	姚树展	尹雅芙	于海鹏	余飞	袁耿彪	袁建伟	岳殿超	章斌	张春银	
	张金赫	张金山	张凯秀	张一帆	张照辉	赵倩	郑红宾	朱高红	朱国英	朱玉春	
	周友俊	邹仲敏	左传涛								

(以上按姓氏汉语拼音排序)