

· PSMA PET 显像与前列腺癌治疗策略 ·

^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 在前列腺癌根治术后生化复发患者中的检出率及病灶分布特征分析

陈翹楚 王一宁 周翔 王成 赵海涛 万良荣 陈若华 刘建军

上海交通大学医学院附属仁济医院核医学科, 上海 200127

通信作者: 刘建军, Email: nuclearj@163.com

【摘要】 目的 评估 ^{68}Ga -前列腺特异膜抗原(PSMA)-11 PET/CT 在前列腺癌根治术后生化复发(BCR)患者中的检出率及病灶分布特征。方法 回顾性分析 2020 年 1 月至 2024 年 3 月在上海交通大学医学院附属仁济医院行 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 检查的 172 例前列腺癌根治术后 BCR 患者[年龄(69.4±6.5)岁]。探讨前列腺特异抗原(PSA)水平与 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 检出率的关系;对经局部治疗后明确部位的 BCR 患者,分析 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 检出病灶的部位和数量,采用 Fisher 确切概率法分析数据。结果 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 在 BCR 患者中的阳性检出率为 70.35%(121/172),阳性检出率随 PSA 水平升高而升高,0.2 $\mu\text{g/L}$ ≤PSA<0.5 $\mu\text{g/L}$ 、0.5 $\mu\text{g/L}$ ≤PSA<1.0 $\mu\text{g/L}$ 、1.0 $\mu\text{g/L}$ ≤PSA<1.5 $\mu\text{g/L}$ 、PSA≥1.5 $\mu\text{g/L}$ 组阳性检出率分别为 49.12%(28/57)、67.24%(39/58)、15/16、95.12%(39/41)。64 例经局部治疗后明确诊断为复发转移灶 95 个,其中单纯前列腺床复发 22 例(34.38%)、单纯淋巴结转移 23 例(35.94%)、单纯骨转移 7 例(10.94%)、多区域转移 12 例(18.75%),骨转移比例(18.75%,12/64)明显低于前列腺床复发和淋巴结转移[均 50.00%(32/64);均 $P=0.002$]。结论 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 在前列腺癌根治术后 BCR 患者中具有较高的检出率,尤其是在 PSA 水平较高患者中。前列腺床和淋巴结是 BCR 患者主要转移部位,而骨转移相对较少,为今后 BCR 患者更精准治疗方案的选择提供了理论依据。

【关键词】 前列腺肿瘤;复发;前列腺特异膜抗原;同位素标记;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

基金项目:国家自然科学基金(92259103)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20240627-00231

Detection rate of ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT and distribution characteristics of lesions in patients with biochemical recurrence after radical prostatectomy for prostate cancer

Chen Qiaochu, Wang Yining, Zhou Xiang, Wang Cheng, Zhao Haitao, Wan Liangrong, Chen Ruohua, Liu Jianjun

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

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

【Abstract】 Objective To evaluate the detection rate and distribution characteristics of lesions in patients with biochemical recurrence (BCR) after radical prostatectomy for prostate cancer by ^{68}Ga -prostate specific membrane antigen (PSMA)-11 PET/CT. **Methods** From January 2020 to March 2024, ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT examination results of 172 patients (age (69.4±6.5) years) with BCR after radical prostatectomy in Renji Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine were retrospectively analyzed. The relationship between prostate specific antigen (PSA) levels and ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT detection rate was explored. The location and quantity of lesions detected by ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT were analyzed in BCR patients with clear location after local treatment, and data were analyzed by Fisher exact test. **Results** The detection rate of ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT in patients with BCR was 70.35%(121/172). The positive detection rate increased with the increase of PSA level, with detection rates of 0.2 $\mu\text{g/L}$ ≤PSA<0.5 $\mu\text{g/L}$, 0.5 $\mu\text{g/L}$ ≤PSA<1.0 $\mu\text{g/L}$, 1.0 $\mu\text{g/L}$ ≤PSA<1.5 $\mu\text{g/L}$ and PSA≥1.5 $\mu\text{g/L}$ groups of 49.12%(28/57), 67.24%(39/58), 15/16 and 95.12%(39/41), respectively. After local treatment, 64 cases were diagnosed with 95 recurrent and metastatic lesions. Among them, 22(34.38%) had simple prostate bed recurrence, 23(35.94%) had simple lymph node metastasis, 7(10.94%) had simple bone metastasis, and 12(18.75%) had multi regional metastasis. The proportion of bone metastasis (18.75%,12/64) was signifi-

cantly lower than that of prostate bed recurrence and lymph node metastasis (both 50.00% (32/64); both $P=0.002$). **Conclusions** ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT has a high detection rate in patients with BCR after radical prostatectomy, especially in patients with high PSA levels. The lesions are mainly distributed in the prostate bed and lymph nodes, while bone metastases are relatively rare, which provide a theoretical basis for the selection of more accurate treatment plans for BCR patients in the future.

【Key words】 Prostatic neoplasms; Recurrence; Prostate-specific membrane antigen; Isotope labeling; Gallium radioisotopes; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed

Fund program: National Natural Science Foundation of China (92259103)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20240627-00231

前列腺癌是全球男性常见的恶性肿瘤之一,在中国男性泌尿生殖系统恶性肿瘤中发病率居首位^[1-2]。约 27%~53% 的前列腺癌患者在根治性切除术后 10 年内会出现生化复发(biochemical recurrence, BCR)^[3],而其中约 40% 的患者因未能及时治疗而发展为难以治愈的转移性疾病^[4],因此早期检出复发病灶对后续治疗至关重要。然而,常规影像学检查(如 CT、MRI 和全身骨扫描)检测早期复发病灶灵敏度有限^[5-6]。近年来,以 PSMA 为导向的前列腺癌 BCR 的检查有了飞速的进步,包括 ^{18}F -前列腺特异膜抗原(prostate specific membrane antigen, PSMA) PET、 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -联胍尼克酰胺(hydrazinonicotinamide, HYNIC)-PSMA SPECT/CT^[7-8];而自 2012 年首次报道 ^{68}Ga -PSMA PET/CT 以来,这种新技术在诊断前列腺癌病变方面展现出更高的灵敏度^[9-10]。尽管如此,关于 ^{68}Ga -PSMA PET/CT 在国内前列腺癌术后 BCR 患者群体中的检出情况及病灶分布特点的研究仍然较少。本研究利用单中心回顾性研究评估 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 在前列腺癌 BCR 患者中的阳性病灶检出率及分布特征,以期为临床诊断和治疗决策提供更多依据。

资料与方法

1. 研究对象。本研究回顾性纳入 2020 年 1 月至 2024 年 3 月期间在上海交通大学医学院附属仁济医院接受 ^{68}Ga -PSMA PET/CT 检查的前列腺癌患者共 1 901 例。纳入标准:(1)经组织病理学证实的前列腺癌患者,且接受前列腺癌根治术治疗;(2)连续 2 次血清前列腺特异抗原(prostate specific antigen, PSA) $>0.2\ \mu\text{g}/\text{L}$ 。排除标准:(1)不具有完整的标准化随访资料(包括距根治术时间、初始病理、PSA 数据、后续治疗方案等);(2)存在其他已确诊恶性肿瘤。最终纳入 172 例前列腺癌根治术后 BCR 患者,年龄(69.4 \pm 6.5)岁。本研究经上海交通大学医学院附属仁济医院伦理委员会批准(批准号:2018-104),所有患者签署知情同意书。

2. PET/CT 显像。患者静脉注射 ^{68}Ga -PSMA-11

(按体质量 1.85~1.95 MBq/kg;本院制备),静息 60 min 后进行 PET/CT 扫描。常规扫描(上海联影医疗科技股份有限公司 uMI780;德国 Siemens 公司 Biograph mCT)范围为颅顶至大腿根部(纵向视野 300 mm),采用分步拍摄技术(每个床位 3 min);全身扫描(上海联影医疗科技股份有限公司 uEXPLORER)范围为颅顶至足部(纵向视野 194 cm),采用三维 LIST 模式连续扫描 5 min。CT 扫描参数:120 kV,自动毫安电流,层厚 3 mm。PET 图像经 CT 衰减校正后采用 TrueD 算法迭代重建,获得多轴向 PET/CT 融合图像。

3. 图像分析。2 位经验丰富的核医学科医师独立分析图像。根据判读原则评估 ^{68}Ga -PSMA PET/CT 图像^[11]:除泪腺、唾液腺、肝、肾、尿道、胃肠道等部位的生理性摄取外,排除炎症反应等良性病变,其他部位出现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,CT 检查发现有异常病灶者,判定为阳性病灶。通过勾画 ROI 对复发病灶或转移灶进行半定量分析,计算 SUV_{max} 评估病灶摄取程度。

4. 检查后随访。所有患者进行后续随访,随访信息包括:(1)检查后的治疗方案,包括手术或活组织检查、放疗、内分泌治疗等;(2)后续影像学检查包括 CT、MRI、骨扫描、PET/CT 等;(3)患者治疗以后的 PSA 变化情况。

5. 统计学处理。采用 IBM SPSS 21.0 软件进行数据分析,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 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,2 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验,多组间比较采用 Kruskal-Wallis 秩和检验;定性资料以频数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

结果

1. 临床资料。172 例患者的体质量指数为(24.8 \pm 3.7) kg/m^2 ,血清 PSA 为 0.7(0.4, 1.4) $\mu\text{g}/\text{L}$, Gleason 评分(Gleason score, GS)为 7(7, 8)分,国际泌尿病理学会(International Society of Urological Pathology, ISUP)分级 3(3, 4)级。

2. ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 阳性检出率和 PSA 水平关系。172 例患者中,121 例(70.35%)至少存在 1 个 ^{68}Ga -PSMA-11 阳性病灶。阳性检出率随 PSA 水平升高而升高, $0.2\ \mu\text{g/L} \leq \text{PSA} < 0.5\ \mu\text{g/L}$ 、 $0.5\ \mu\text{g/L} \leq \text{PSA} < 1.0\ \mu\text{g/L}$ 、 $1.0\ \mu\text{g/L} \leq \text{PSA} < 1.5\ \mu\text{g/L}$ 、 $\text{PSA} \geq 1.5\ \mu\text{g/L}$ 组阳性检出率分别为 49.12% (28/57)、67.24% (39/58)、15/16、95.12% (39/41)。

有阳性病灶患者的 PSA 为 $0.8(0.5, 2.2)\ \mu\text{g/L}$, 明显高于无病灶患者 [$0.4(0.3, 0.6)\ \mu\text{g/L}$; $z = -5.81$, $P < 0.001$]; 2 组患者的 ISUP 分级差异无统计学意义 [3(3, 4) 和 3(2, 4) 级; $z = -1.48$, $P = 0.139$], 从根治术至 PSMA 显像的时间差异也无统计学意义 [25(13, 42) 和 23(13, 33) 个月; $z = -1.19$, $P = 0.234$]。典型病例见图 1、2。

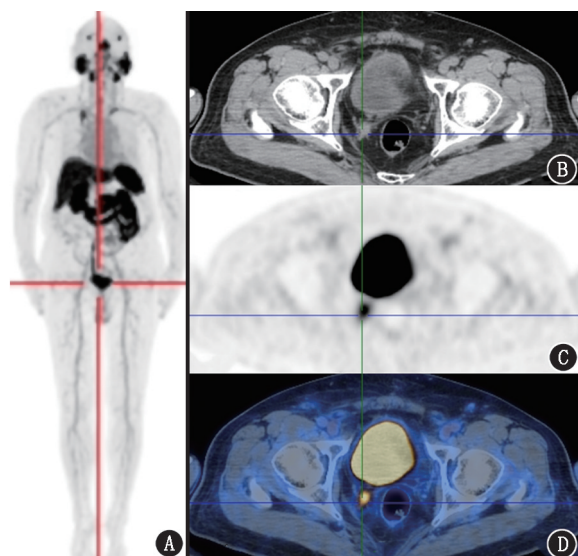


图 1 前列腺癌根治术后生化复发患者 [75 岁, 检查前前列腺特异抗原 (PSA) = $1.2\ \mu\text{g/L}$, Gleason 评分 (GS) = 7 分, 国际泌尿病理学会 (ISUP) 分级为 3 级] ^{68}Ga -前列腺特异膜抗原 (PSMA)-11 PET/CT 显像图。最大密度投影 (MIP) 图 (A)、CT (B)、PET (C)、PET/CT 融合 (D) 图像示右侧髂外血管旁 PSMA 高摄取病灶

3. ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 检出转移灶部位分析。通过随访, 121 例 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 检出阳性患者中, 56 例通过系统的雄激素剥夺治疗 (androgen deprivation therapy, ADT) 后的 PSA 下降或结合影像学检查证实存在 BCR; 64 例经局部放疗后 PSA 下降 ($< 0.2\ \mu\text{g/L}$) 或行淋巴结清扫术后经过病理证实存在 BCR 且明确诊断为复发转移灶。64 例经局部治疗后明确诊断为复发转移灶 95 个, 其中单纯前列腺床复发 22 例 (34.38%), 单纯淋巴结转移 23 例 (35.94%); 其中盆腔内 21 例, 盆腔内外均有 2 例,

盆腔外淋巴结均为腹主动脉旁淋巴结, 单纯骨转移 7 例 (10.94%); 多区域转移 12 例 (18.75%), 包括前列腺床复发伴盆腔淋巴结转移 7 例、前列腺床复发伴骨转移 3 例、盆腔淋巴结转移伴骨转移 2 例。骨转移比例 (18.75%, 12/64) 明显低于前列腺床复发和淋巴结转移 [均 50.00% (32/64); 均 $P = 0.002$]。

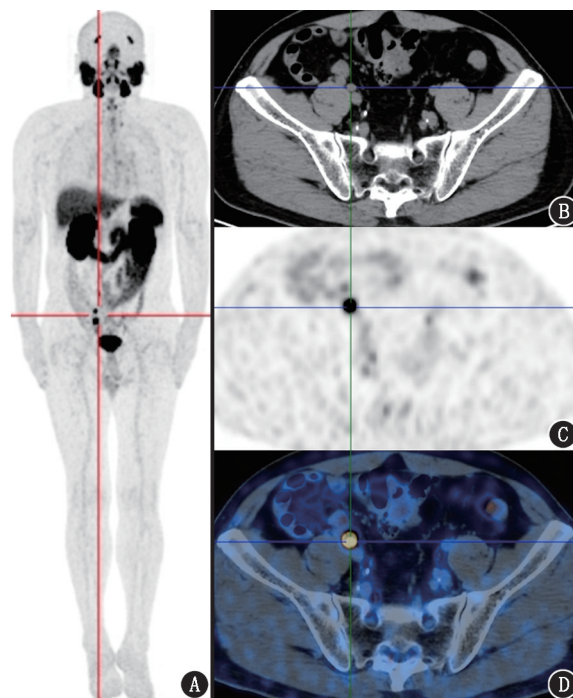


图 2 前列腺癌根治术后生化复发患者 (65 岁, 检查前 PSA = $1.1\ \mu\text{g/L}$, GS = 7 分, ISUP 分级为 3 级) ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT 显像图。MIP 图 (A)、CT (B)、PET (C)、PET/CT 融合 (D) 图像示右侧髂外血管旁 PSMA 高摄取病灶

95 个复发转移病灶的 SUV_{max} 为 $14.29(9.17, 44.23)$; 其中前列腺床灶 35 个、淋巴结转移 46 个、骨转移 14 个, SUV_{max} 分别为 $14.29(9.17, 44.23)$ 、 $10.96(4.00, 13.90)$ 、 $10.69(5.47, 29.70)$, 三者间差异无统计学意义 ($H = 0.23$, $P = 0.890$)。

64 例患者中, 32 例患者至少有 1 个病理性淋巴结摄取, 其中 21 例 (65.62%) 仅累及盆腔淋巴结 (包括髂总、髂外、髂内、闭孔和骶前淋巴结)、2 例 (6.25%) 合并盆腔和盆腔外淋巴结转移 (均为腹主动脉旁)、7 例 (21.88%) 合并盆腔淋巴结受累和前列腺床复发、2 例 (6.25%) 合并盆腔淋巴结受累和骨转移。

讨 论

前列腺癌术后 BCR 患者的病变定位一直是传统影像学检查的难题。因此, 当患者术后 PSA 升高时, 现有的治疗方案 (如激素治疗或放射治疗) 可能会错过病灶或导致过度治疗。研究表明, 在前列腺

癌 BCR 患者中,PSMA PET/CT 的诊断效能优于多参数 MRI、骨扫描等其他技术^[12-13]。

本研究中,前列腺癌 BCR 患者的⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/CT 检出率为 70.35% (121/172),且检出患者的 PSA 水平明显高于未检出患者 ($z = -5.81, P < 0.001$),这与既往研究结果相符^[14]。此外,检出率随 PSA 水平升高而升高,即使 $0.2 \mu\text{g/L} \leq \text{PSA} < 0.5 \mu\text{g/L}$ 时,检出率依旧高达 49.12% (28/57),这意味着当患者出现早期 BCR 时,尽早进行 PSMA PET/CT 有助于识别早期病灶,以及时进行后续治疗。

除此以外,早期研究普遍认为前列腺癌细胞倾向于早期直接转移至骨骼^[15]。本研究对前列腺癌 BCR 患者的部位进行了深入分析,发现最常见的复发转移部位是盆腔内淋巴结和前列腺床,骨转移检出率仅为 18.75% (12/64)。这一发现强调了仅依靠 MRI 或骨扫描定位病灶的局限性,因为大部分转移病灶实际上位于盆腔内外淋巴结,而常规影像学检查对微小淋巴结病灶的检出能力较低。同时,这一结果也补充了既往研究观点,即高危前列腺癌患者在根治术前骨髓中很少发现播散性肿瘤细胞^[16]。

此外,PSMA PET/CT 为 BCR 患者的精准治疗提供了新的可能。在有病理性淋巴结摄取的患者中,65.62% (21/32) 仅累及盆腔淋巴结。这一结果为相当一部分患者提供了针对盆腔的非系统性定向治疗(如立体定向体部放射治疗)的机会,有助于避免不必要的全身治疗(内分泌治疗等)。本研究结果与既往研究相一致^[17-18],表明 PSMA PET 在全球多个人群中具有广泛的潜在适用性。

本研究存在以下局限性。首先,样本量相对有限,需要更大规模的多中心前瞻性研究进一步验证;其次,尽管有研究表明⁶⁸Ga-PSMA PET 在盆腔淋巴结转移检测中具有较高的特异性^[19],但本研究由于许多病灶较小,因此并未采取手术病理证实,而是采用了非手术的综合方式证实(包括局部放疗、ADT 后 PSA 下降,后续影像学检查),因此严谨性有待进一步提高。

⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/CT 在前列腺癌根治术后 BCR 患者中具有较高的检出率,尤其是在 PSA 水平较高的患者中;病灶主要分布在前列腺床和淋巴结,而骨转移相对较少,为今后 BCR 患者更精准治疗方案的选择提供了理论依据。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 陈翹楚:研究实施、数据采集、论文撰写;王一宁:数据采集、统计学分析;周翔:论文修改;王成、赵海涛、万良荣:数据采

集;陈若华:数据分析与解释、研究指导;刘建军:研究设计与指导、论文修改、经费支持

参 考 文 献

- [1] Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, et al. Cancer statistics, 2022 [J]. CA Cancer J Clin, 2022, 72(1): 7-33. DOI:10.3322/caac.21708.
- [2] 李星,曾晓勇.中国前列腺癌流行病学研究进展[J].肿瘤防治研究, 2021, 48(1): 98-102. DOI:10.3971/j.issn.1000-8578.2021.20.0370.
Li X, Zeng XY. Advances in epidemiology of prostate cancer in China[J]. Cancer Res Prev Treat, 2021, 48(1): 98-102. DOI: 10.3971/j.issn.1000-8578.2021.20.0370.
- [3] Van den Broeck T, van den Bergh RCN, Arfi N, et al. Prognostic value of biochemical recurrence following treatment with curative intent for prostate cancer: a systematic review [J]. Eur Urol, 2019, 75(6): 967-987. DOI:10.1016/j.eururo.2018.10.011.
- [4] van der Toom EE, Axelrod HD, de la Rosette JJ, et al. Prostate-specific markers to identify rare prostate cancer cells in liquid biopsies [J]. Nat Rev Urol, 2019, 16(1): 7-22. DOI: 10.1038/s41585-018-0119-5.
- [5] Alipour R, Azad A, Hofman MS. Guiding management of therapy in prostate cancer: time to switch from conventional imaging to PSMA PET? [J]. Ther Adv Med Oncol, 2019, 11: 1758835919876828. DOI:10.1177/1758835919876828.
- [6] Hugosson J, Månsson M, Wallström J, et al. Prostate cancer screening with PSA and MRI followed by targeted biopsy only [J]. N Engl J Med, 2022, 387(23): 2126-2137. DOI:10.1056/NEJMoa2209454.
- [7] 姜一逸,刘芙蓉,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.
- [8] 赵尊,武新宇,李博,等. ⁹⁹Tc^m-HYNIC-PSMA SPECT/CT 在前列腺癌生化复发中的临床价值 [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(4): 230-234. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230621-00182.
Zhao Z, Wu XY, Li B, et al. Clinical value of ⁹⁹Tc^m-HYNIC-PSMA SPECT/CT in biochemical recurrence of prostate cancer [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(4): 230-234. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230621-00182.
- [9] Huo H, Shen S, He D, et al. Head-to-head comparison of ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/CT and ⁶⁸Ga-PSMA-11 PET/MRI in the detection of biochemical recurrence of prostate cancer: summary of head-to-head comparison studies [J]. Prostate Cancer Prostatic Dis, 2023, 26(1): 16-24. DOI:10.1038/s41391-022-00581-y.
- [10] 周文瑶,张俊.前列腺癌 PSMA PET 显像剂研究进展 [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2020, 40(12): 755-760. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20191202-00284.
Zhou WY, Zhang J. Research progress of PSMA PET tracers for prostate cancer [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2020, 40(12): 755-760. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20191202-00284.
- [11] 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.
- [12] De Visschere P, Standaert C, Fütterer JJ, et al. A systematic review on the role of imaging in early recurrent prostate cancer [J]. Eur Urol Oncol, 2019, 2 (1): 47-76. DOI: 10.1016/j.euo.2018.09.010.
- [13] 邹思娟, 宋双, 陈利星, 等. ^{68}Ga -PSMA-617 PET/CT 与 MRI 对中高危前列腺癌诊断和分期的对比 [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2020, 40 (12): 710-715. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20200616-00233.
- Zou SJ, Song S, Chen LX, et al. Comparison of ^{68}Ga -PSMA-617 and MRI in diagnosis and staging of primary prostate cancer [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2020, 40 (12): 710-715. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20200616-00233.
- [14] Rowe SP, Campbell SP, Mana-Ay M, et al. Prospective evaluation of PSMA-targeted ^{18}F -DCFPyL PET/CT in men with biochemical failure after radical prostatectomy for prostate cancer [J]. J Nucl Med, 2020, 61 (1): 58-61. DOI: 10.2967/jnumed.119.226514.
- [15] Rebello RJ, Oing C, Knudsen KE, et al. Prostate cancer [J]. Nat Rev Dis Primers, 2021, 7 (1): 9. DOI: 10.1038/s41572-020-00243-0.
- [16] Chalfin HJ, Glavaris SA, Malihi PD, et al. Prostate cancer disseminated tumor cells are rarely detected in the bone marrow of patients with localized disease undergoing radical prostatectomy across multiple rare cell detection platforms [J]. J Urol, 2018, 199 (6): 1494-1501. DOI: 10.1016/j.juro.2018.01.033.
- [17] Byrne K, Eade T, Kneebone A, et al. Delineating sites of failure following post-prostatectomy radiation treatment using ^{68}Ga -PSMA-PET [J]. Radiother Oncol, 2018, 126 (2): 244-248. DOI: 10.1016/j.radonc.2017.10.022.
- [18] Schmuck S, Nordlohne S, von Klot CA, et al. Comparison of standard and delayed imaging to improve the detection rate of [^{68}Ga] PSMA I&T PET/CT in patients with biochemical recurrence or prostate-specific antigen persistence after primary therapy for prostate cancer [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2017, 44 (6): 960-968. DOI: 10.1007/s00259-017-3669-5.
- [19] Horn T, Krönke M, Rauscher I, et al. Single lesion on prostate-specific membrane antigen-ligand positron emission tomography and low prostate-specific antigen are prognostic factors for a favorable biochemical response to prostate-specific membrane antigen-targeted radioguided surgery in recurrent prostate cancer [J]. Eur Urol, 2019, 76 (4): 517-523. DOI: 10.1016/j.eururo.2019.03.045.

(收稿日期: 2024-06-27)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊对来稿中关于统计学处理的要求

关于统计学方法:

1. 统计学符号: 统计学符号按 GB/T 3358.1—2009《统计学词汇及符号》的有关规定, 一律采用斜体排印。

2. 资料的表达与描述: 用 $\bar{x} \pm s$ 表达近似服从正态分布的定量资料, 用 $M(Q_1, Q_3)$ 或 $M(IQR)$ 表达呈偏态分布的定量资料; 用统计表时, 要合理安排纵横标目, 并将数据的含义表达清楚; 用统计图时, 所用统计图的类型应与资料性质相匹配, 并使数轴上刻度值的标法符合数学原则; 用相对数时, 分母不宜小于 20, 要注意区分百分率与百分比。

3. 统计学分析方法的选择: 对于定量资料, 应根据所采用的设计类型、资料所具备的条件和分析目的, 选用合适的统计学分析方法; 对于定性资料, 应根据所采用的设计类型、定性变量的性质和频数所具备的条件及分析目的, 选用合适的统计学分析方法。对于回归分析, 应结合专业知识和散布图, 选用合适的回归类型; 对具有重复实验数据检验回归分析资料, 不应简单化处理; 对于多因素、多指标资料, 要在一元分析的基础上, 尽可能运用多元统计分析方法, 以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系做出全面、合理的解释和评价。

4. 统计结果的解释和表达: 当 $P < 0.05$ (或 $P < 0.01$) 时, 应描述为对比组之间的差异有统计学意义, 而不应描述为对比组之间具有显著性 (或非常显著性) 差异; 应写明所用统计分析方法的具体名称、统计量和 P 的具体值 (如: $t = 3.45$, $\chi^2 = 4.68$, $F = 6.79$ 等); 统计量精确到小数点后 2 位, P 值精确到小数点后 3 位; P 值为 0.000 时应写为 $P < 0.001$ 而不写 $P = 0.000$ 。当涉及总体参数估计 (如总体均数、总体率、RR 值、OR 值、HR 值等) 时, 在给出显著性检验结果 (统计量、 P 值) 的同时, 给出 95% 置信区间。

本刊编辑部