

❖ 妇产科影像学

 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP SPECT/CT in diagnosis of pelvic insufficiency fracture of cervical cancer after radiotherapyZHANG Rusen¹, ZHANG Linqi¹, HE Qiao², LI Wei¹,LI Wen¹, REN Zhigang¹, ZHANG Shuxu³

(1. Department of Nuclear Medicine, 3. Center of Radiotherapy, Cancer Center of Guangzhou

Medical University, Guangzhou 510095, China; 2. Department of Nuclear

Medicine, the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen

University, Guangzhou 510055, China)

[Abstract] **Objective** To explore the value of $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP SPECT/CT in diagnosis of pelvic insufficiency fracture (PIF) of cervical cancer after radiotherapy. **Methods** Whole body scan (WBS) and $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP SPECT/CT data of 37 suspected PIF patients with cervical cancer after radiotherapy were retrospectively analyzed. The diagnosis standard of PIF was based on radiologic investigation, clinical information and follow up for at least 12 months. The efficiency in diagnosis of PIF was compared between WBS and SPECT/CT. **Results** Among 37 patients (50 pelvic lesions), 42 PIF lesions were diagnosed in 30 patients. The diagnostic sensitivity, specificity and accuracy of WBS diagnosis of PIF were 45.24% (19/42), 50.00% (4/8) and 46.00% (23/50), while of SPECT/CT diagnosis of PIF were 92.86% (39/42), 75.00% (6/8) and 90.00% (45/50), respectively. The diagnostic sensitivity and accuracy of SPECT/CT were significantly higher than those of WBS ($\chi^2 = 22.28, 22.24$, both $P < 0.01$), and no significant difference of specificity was found between WBS and SPECT/CT ($P = 0.31$). **Conclusion** $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP SPECT/CT can be used for diagnosis of PIF.

[Keywords] uterine cervical neoplasms; fracture, stress; pelvis; tomography, emission-computed, single-photon; radionuclide imaging

DOI:10.13929/j.1003-3289.201806029

 **$^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP SPECT/CT 诊断宫颈癌放疗后
骨盆不全骨折**张汝森^{1*}, 张林启¹, 何巧², 李伟¹, 李雯¹, 任志刚¹, 张书旭³

(1. 广州医科大学附属肿瘤医院核医学科, 3. 放疗中心, 广东 广州 510095;

2. 中山大学附属第一医院核医学科, 广东 广州 510055)

[摘要] **目的** 探讨 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP SPECT/CT 诊断宫颈癌放疗后骨盆不全骨折(PIF)的价值。**方法** 回顾性分析 37 例宫颈癌放疗后疑似 PIF 患者的全身显像(WBS)和骨盆 SPECT/CT 断层融合显像资料。以影像学资料、临床资料及随访(>12 个月)结果作为最终诊断 PIF 的标准,比较 WBS、SPECT/CT 对 PIF 的诊断效能。**结果** 37 例患者共 50 个骨盆病灶,最终诊断 PIF 42 个(30 例)。WBS 诊断 PIF 的灵敏度为 45.24%(19/42),特异度 50.00%(4/8),准确率 46.00%(23/50);SPECT/CT 诊断 PIF 的灵敏度为 92.86%(39/42),特异度 75.00%(6/8),准确率 90.00%(45/50);SPECT/CT 诊断宫颈癌放疗后 PIF 的灵敏度及准确率均高于 WBS($\chi^2 = 22.28, 22.24$, P 均 < 0.01),但二者特异度差异无统计学意义($P =$

[基金项目] 广东省教育厅特色创新项目(2016KTSCX116)、广州市科技计划项目(A201804010297)。

[第一作者] 张汝森(1965—),男,河南商丘人,硕士,主任医师。研究方向:肿瘤核医学。

[通信作者] 张汝森,广州医科大学附属肿瘤医院核医学科,510095。E-mail: zhangrusen2015@163.com

[收稿日期] 2018-06-07 **[修回日期]** 2018-10-09

0.31)。结论 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP SPECT/CT 可用于诊断宫颈癌放疗后 PIF。

[关键词] 宫颈肿瘤;骨折,应力性;骨盆;体层摄影术,发射型计算机,单光子;放射性核素显像

[中图分类号] R683.3; R817.4 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2019)02-0222-04

骨盆不全骨折 (pelvic insufficiency fracture, PIF) 属于应力性骨折,主要为病理性因素造成骨弹性抵抗力减弱,使骨盆不能承受正常或生理性作用力而引起,常发生于绝经后骨质疏松及宫颈癌骨盆放疗后女性患者^[1-3]。MRI 是诊断宫颈癌放疗后 PIF 最常用的方法,可清晰显示 PIF 病变区脂肪变性、骨髓出血及水肿,但对显示骨折线不敏感,极易误诊为骨转移瘤^[4]。全身显像 (whole body scan, WBS) 可用于诊断 PIF,灵敏度高,但特异性低^[5]。SPECT/CT 可全面显示解剖结构和功能图像,常用于肿瘤性疾病的诊断,但其对宫颈癌放疗后 PIF 的诊断价值鲜见大宗病例报道^[5-6]。本研究探讨 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP SPECT/CT 对宫颈癌放疗后 PIF 的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2014 年 7 月—2016 年 10 月于广州医科大学附属肿瘤医院接受诊疗的 37 例宫颈癌放疗后疑似 PIF 患者的资料,年龄 36~73 岁,平均 (55.9±8.8) 岁;主要表现为下腰部及臀部剧烈疼痛,行走时加重。纳入标准:明确诊断为宫颈癌,接受宫颈癌盆腔放疗;随访至少 12 个月。排除标准:放疗前已诊断骨转移;既往骨盆骨折病史。

1.2 仪器与方法 采用 Philips Precedence SPECT/CT 扫描仪,低能高分辨型准直器及 6 排螺旋 CT 机。扫描前 2~4 h 于静脉注射 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP 20 mCi。嘱患者排空膀胱后仰卧,先行 WBS,以双探头行前、后位同时采集,能峰 140 keV,窗宽 20%,矩阵 256×1 024,速度 20 cm/min。若发现核素浓聚灶且无法定性,则对该部位进行 SPECT/CT 断层扫描。SPECT/CT 扫描前先行 CT 定位扫描,管电压 120 keV,管电流 130 mA,FOV 220 mm×220 mm,层厚 5 mm,层间距 2.5 mm;然后行 SPECT 扫描,矩阵 128×128,连续采集 360°,双探头各旋转 180°,步进 6°,每帧 30 s。

1.3 图像分析 由 2 名核医学科主治医师和 1 名放射科主治医师以独立、盲法阅读所有图像;意见不一致时经共同讨论给出最终诊断。采用 Philips Jet Steam Workspace 软件进行 SPECT/CT 图像融合。WBS 诊断标准:①PIF,伴骶骨“H”征或半“H”征;②不确定,可能 PIF 或骨转移瘤;③骨转移瘤,全身骨骼见≥3 个不对称核素浓聚灶,不伴骨盆“H”征或半“H”征。

SPECT/CT 诊断标准:①PIF,核素浓聚部位的 CT 图像存在骨折线和/或骨质硬化;②不明确,核素浓聚部位的 CT 图像无特征性改变,可能 PIF 或骨转移瘤;③骨转移瘤,核素浓聚部位的 CT 图像存在成骨性或溶骨性改变等骨质破坏征象。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 19.0 统计分析软件。以影像学、临床资料及随访(>12 个月)情况等综合结果作为诊断 PIF 的金标准,采用四格表法计算 WBS、SPECT/CT 诊断宫颈癌放疗后 PIF 的灵敏度、特异性及准确率。采用 χ^2 检验比较 WBS 与 SPECT/CT 对宫颈癌放疗后 PIF 诊断效能的差异。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

37 例患者共发现 50 个骨盆病灶,最终诊断 PIF 42 个(30 例,图 1),骨转移瘤 8 个(7 例,图 2)。42 个 PIF 病灶中,位于骶骨 23 个、耻骨支 5 个、髌臼 5 个、坐骨 4 个、下腰椎 3 个、股骨颈及髌骨各 1 个;CT 示骨质硬化 33 个(33/42, 78.57%),骨折线 19 个(19/42, 45.24%),溶骨性改变 4 个(4/42, 9.52%)。

WBS 共发现 44 个骨盆病灶,诊断 PIF 23 个(最终诊断为 PIF 19 个、骨转移瘤 4 个)、骨转移瘤 4 个(最终均诊断为骨转移瘤)、不确定 17 个(最终均诊断为 PIF),漏诊 6 个(最终均诊断为 PIF)。SPECT/CT 共发现 50 个骨盆病灶,无漏诊,诊断 PIF 41 个(最终诊断为 PIF 39 个、骨转移瘤 2 个)、骨转移瘤 6 个(最终均诊断为骨转移瘤)、不确定 3 个(最终均诊断为 PIF)。SPECT/CT 诊断宫颈癌放疗后 PIF 的灵敏度及准确率均高于 WBS ($\chi^2=22.28, 22.24, P$ 均 <0.01),但二者特异性比较差异无统计学意义 ($\chi^2=1.07, P=0.31$);见表 1。

表 1 WBS、SPECT/CT 诊断宫颈癌放疗后 PIF 的效能比较 [% (个)]

方法	灵敏度	特异度	准确率
WBS	45.24(19/42)	50.00(4/8)	46.00(23/50)
SPECT/CT	92.86(39/42)	75.00(6/8)	90.00(45/50)
χ^2 值	22.28	1.07	22.24
P 值	<0.01	0.31	<0.01

3 讨论

宫颈癌放疗后 PIF 易发生在绝经后骨质疏松妇女,

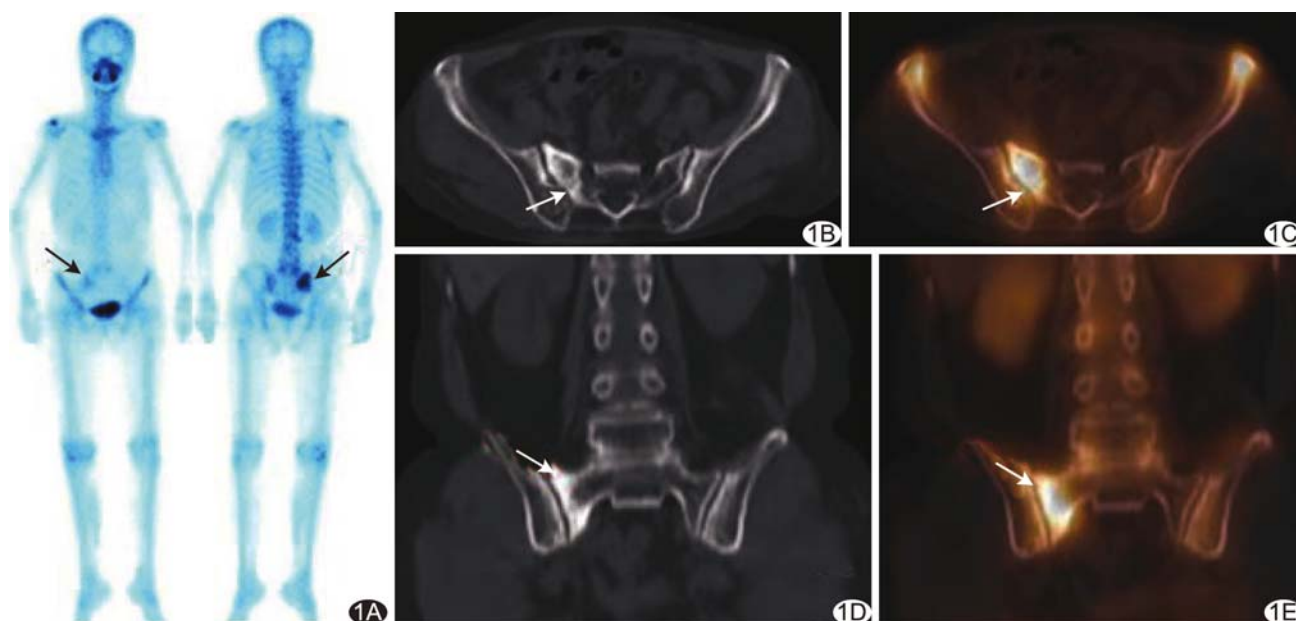


图1 患者64岁,宫颈癌放疗后PIF A. WBS示骶骨半“H”征(箭); B. CT轴位图像示骶骨右侧骨折线(箭); C. SPECT/CT融合图像示骶骨右侧局部核素浓聚(箭); D. CT冠状位图像示骶骨右侧骨质硬化(箭); E. SPECT/CT融合图像示骶骨右侧核素浓聚(箭)

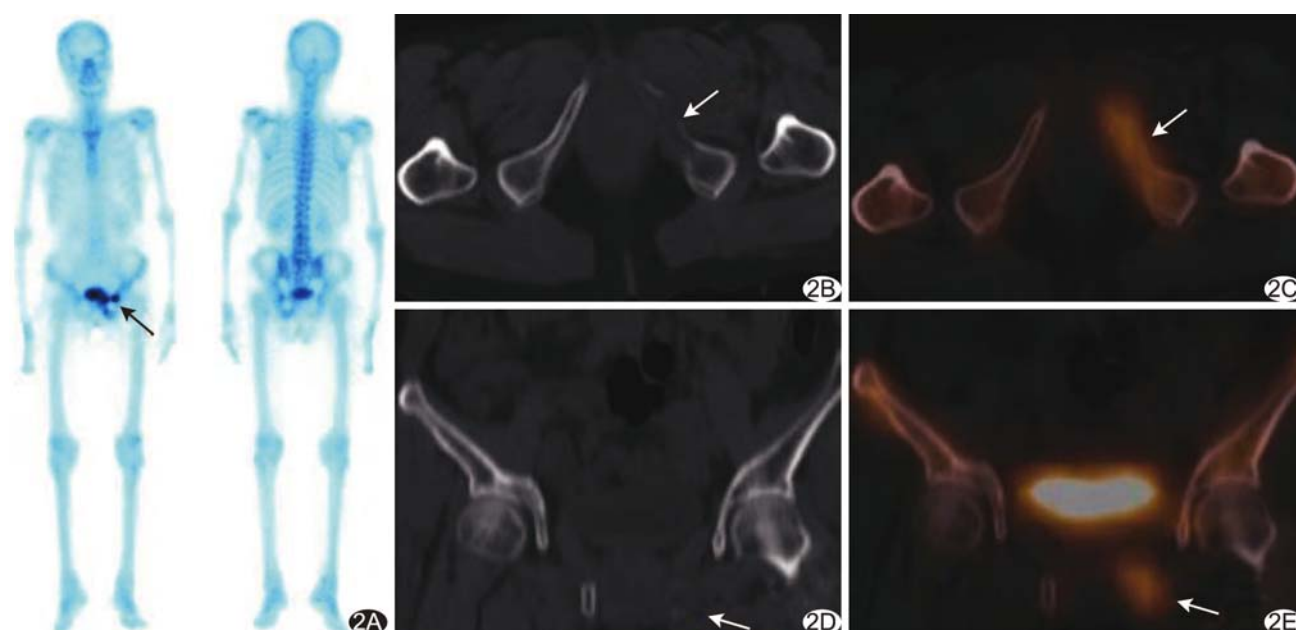


图2 患者62岁,宫颈癌放疗后骨转移瘤 A. WBS示左耻骨核素浓聚(箭); B. CT轴位图像示左耻骨溶骨性骨质破坏(箭); C. SPECT/CT融合图像示左耻骨局部核素浓聚(箭); D. CT冠状位图像示左耻骨溶骨性骨质破坏(箭); E. SPECT/CT融合图像示左耻骨核素浓聚(箭)

其中骨质疏松是骨折的根本原因,放疗是其重要诱发因素,可在骨质疏松的基础上促进PIF发生。骶骨是身体的主要承重骨,承受脊柱传导来的大部分压力,是PIF最常见发生部位^[1,7-8]。PIF常发生于宫颈癌放疗后3个月至3年,且为新出现病灶,故常被误诊为骨转移,明确诊断PIF对确定治疗方案非常重要。临床实践发现,宫颈癌放疗后PIF诊断应尽量避免穿刺活检,因为活检可减少放疗区域骨盆血液供应,加剧骨营

养缺失,导致局部继发性感染或坏死^[9],故目前主要采用综合多种影像学检查结果并紧密结合临床表现诊断PIF。本研究纳入37例宫颈癌放疗后出现下腰部及臀部剧烈疼痛、疑似PIF患者,根据影像学资料(CT、MRI及SPECT/CT等)、临床资料及随访(>12个月)观察,最终明确诊断PIF30例(骨盆病灶42个),其中54.76%(23/42)的病灶位于骶骨,其次为耻骨支及髌白,与既往报道^[10-11]结果一致。

WBS 显示“H”征或半“H”征,是 PIF 具有一定特异性的表现,指 WBS 示双侧骶骨翼及骶骨体对称性核素浓聚呈类似字母 H 形,但其出现概率并不高,约占所有 PIF 病灶的 20%~40%^[5-6,10]。本组 42 个 PIF 病灶中,19 个(19/42,45.24%)WBS 显示“H”征或半“H”征,高于既往研究^[5-6,10]报道,主要原因在于本研究将半“H”征也作为 PIF 的定性诊断依据。在骶髂关节炎、关节退行性变及骨转移等病变中也可见“H”征或半“H”征,致 WBS 诊断 PIF 时出现假阳性^[10]。本组 8 个骨转移瘤病灶中,4 个(4/8,50.00%)因在 WBS 上显示“H”征或半“H”征而被误诊为 PIF。另外,WBS 是平面显像,当骨盆骨与膀胱重叠或病灶核素浓聚程度与周围正常骨相似时,均可能造成假阴性结果而致漏诊。本研究中 WBS 漏诊 6 个骨盆病灶,1 个原因为膀胱影与耻骨病灶重叠,5 个为核素浓聚程度与周围正常骨相似。

既往研究^[12]报道,CT 对于显示 PIF 病灶内骨折线、骨质增生硬化、骨质破坏及软组织肿块等非常敏感,对诊断及鉴别诊断 PIF 有较高应用价值,但 CT 诊断 PIF 早期改变的敏感度不高。本研究中 78.57%(33/42)PIF 病灶伴骨质硬化,45.24%(19/42)病灶见骨折线,少数病灶(9.52%,4/42)有溶骨性改变而易被误诊为骨转移瘤。SPECT/CT 通过融合显像技术将 SPECT 功能显像与 CT 解剖显像有效结合,可对全身骨显像发现的阳性病灶进行精确定位,并清晰显示病灶精细结构,有助于提高诊断效能,已广泛应用于诊断 WBS 不确定病灶^[13-15]。本研究 37 例宫颈癌放疗后 50 个疑似 PIF 病灶中,WBS 诊断准确率仅为 46.00%(23/50),加行 SPECT/CT 融合显像后诊断准确率提高至 90.00%(45/50),显著高于单纯 WBS($P < 0.01$),且 SPECT/CT 诊断宫颈癌放疗后 PIF 的灵敏度亦高于 WBS($P < 0.01$),提示 SPECT/CT 对宫颈癌放疗后 PIF 的诊断效能高于 WBS。本组 3 个单发 PIF 病灶伴溶骨性改变被 SPECT/CT 诊断为不确定。既往研究^[16]认为宫颈癌骨转移瘤以溶骨性改变为主,提示临床发现宫颈癌放疗后疑似 PIF 患者出现溶骨性改变时,需与骨转移瘤鉴别。

综上所述,^{99m}Tc-MDP SPECT/CT 可用于诊断宫颈癌放疗后 PIF,其诊断灵敏度及准确率均高于 WBS。但本研究样本量小,且为回顾性研究,有待扩大样本量、结合多模态影像技术等进行前瞻性分析以进一步观察。

[参考文献]

- [1] Oh D, Huh SJ. Insufficiency fracture after radiation therapy. *Radiat Oncol J*, 2014,32(4):213-220.
- [2] Bazire L, Xu H, Foy JP, et al. Pelvic insufficiency fracture (PIF) incidence in patients treated with intensity-modulated radiation therapy (IMRT) for gynaecological or anal cancer: single-institution experience and review of the literature. *Br J Radiol*, 2017,90(1073):20160885.
- [3] 杨洪娟,书阿克,努尔江,等.宫颈癌调强放疗后骨盆衰竭骨折的发生率及影响因素分析. *中华放射医学与防护杂志*, 2017,37(3):193-198.
- [4] Mueller D, Schaeffeler C, Baum T, et al. Magnetic resonance perfusion and diffusion imaging characteristics of transient bone marrow edema, avascular necrosis and subchondral insufficiency fractures of the proximal femur. *Eur J Radiol*, 2014,83(10):1862-1869.
- [5] Lapina O, Tiskevicius S. Sacral insufficiency fracture after pelvic radiotherapy: A diagnostic challenge for a radiologist. *Medicina (Kaunas)*, 2014,50(4):249-254.
- [6] Al-faham Z, Rydberg JN, Oliver Wong CY. Use of SPECT/CT with ^{99m}Tc-MDP bone scintigraphy to diagnose sacral insufficiency fracture. *J Nucl Med Technol*, 2014,42(3):240-241.
- [7] 冯仕庭,孟俊非.机能不全性骨折的影像学进展. *国外医学放射学杂志*, 2004,27(4):238-241.
- [8] Uezono H, Tsujino K, Moriki K, et al. Pelvic insufficiency fracture after definitive radiotherapy for uterine cervical cancer: Retrospective analysis of risk factors. *J Radiat Res*, 2013,54(6):1102-1109.
- [9] Ikushima H, Osaki K, Furutani S, et al. Pelvic bone complications following radiation therapy of gynecologic malignancies: Clinical evaluation of radiation-induced pelvic insufficiency fractures. *Gynecol Oncol*, 2006,103(3):1100-1104.
- [10] Fujii M, Abe K, Hayashi K, et al. Honda sign and variants in patients suspected of having a sacral insufficiency fracture. *Clin Nucl Med*, 2005,30(3):165-169.
- [11] Lyders EM, Whitlow CT, Baker MD, et al. Imaging and treatment of sacral insufficiency fractures. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2010,31(2):201-210.
- [12] Cabarrus MC, Ambekar A, Lu Y, et al. MRI and CT of insufficiency fractures of the pelvis and the proximal femur. *AJR Am J Roentgenol*, 2008,191(4):995-1001.
- [13] Zhang L, He Q, Li W, et al. The value of ^{99m}Tc-methylene diphosphonate single photon emission computed tomography/computed tomography in diagnosis of fibrous dysplasia. *BMC Med Imaging*, 2017,17(1):46.
- [14] 张斌青,刘云,郭会利,等.^{99m}Tc-MDP SPECT/CT 诊断钳夹型髋关节撞击综合征. *中国医学影像技术*, 2017,33(1):106-109.
- [15] 张林启,覃艺芳,李伟,等.常规 SPECT/CT 断层融合显像诊断高危前列腺癌患者骨转移. *中国医学影像技术*, 2017,33(2):260-264.
- [16] Makino H, Nishio S, Tsubamoto H, et al. Treatment and prognosis of bone metastasis from cervical cancer (KCOG-G1202s). *Obstet Gynaecol Res*, 2016,42(6):701-706.