

## ·临床研究·

# $^{18}\text{F}$ -FDG 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP 显像诊断多发性骨髓瘤骨病的对比研究

宋烈晶<sup>1</sup> 徐海青<sup>1</sup> 陆克义<sup>2</sup> 方丽娟<sup>1</sup>

<sup>1</sup>安徽医科大学附属安庆医院核医学科 246003; <sup>2</sup>山西医科大学第一医院核医学科, 太原 030001

通信作者: 徐海青, Email: 1527479270@qq.com

**【摘要】目的** 对比研究 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -亚甲基二膦酸盐( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP)SPECT 全身骨显像对多发性骨髓瘤骨病(MBD)的诊断价值。**方法** 回顾性分析 2015 年 4 月至 2018 年 5 月在安徽医科大学附属安庆医院经临床确诊的 29 例多发性骨髓瘤初治患者, 其中, 男性 18 例、女性 11 例, 年龄 39~81(60.14±10.41)岁。所有患者均于两周内先后行 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 显像及 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP SPECT 全身骨显像, 对比分析 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP SPECT 显像检出的骨异常改变, 对两种显像方法检出 MBP 例数的比较采用配对资料的 $\chi^2$  检验。**结果** 29 例多发性骨髓瘤患者均伴发 MBP,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 显像阳性者 28 例(骨骼局灶型摄取显像剂 18 例, 弥漫型骨髓摄取 1 例, 混合型摄取 9 例),  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP SPECT 骨显像阳性 21 例(表现为骨骼单发或多发放射性浓聚灶), 阳性符合率分别为 96.6%(28/29)和 72.4%(21/29), 差异有统计学意义( $\chi^2=5.0, P<0.05$ )。**结论**  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 显像比 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP SPECT 全身骨显像对 MBP 的探测更为灵敏, 且对骨髓浸润及髓外侵犯亦具有良好的诊断效能。

**【关键词】** 多发性骨髓瘤骨病; 正电子发射断层显像计算机体层摄影术; 体层摄影术, 发射型计算机, 单光子; 氟脱氧葡萄糖 F18; 99m 锝美罗酸盐

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.04.002

## Comparative study of $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT and $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP whole body bone scan for multiple myeloma bone disease detection

Song Liejing<sup>1</sup>, Xu Haiqing<sup>1</sup>, Lu Keyi<sup>2</sup>, Fang Lijuan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Nuclear Medicine, Anqing Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Anqing 246003, China; <sup>2</sup>Department of Nuclear Medicine, the First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China

Corresponding author: Xu Haiqing, Email: 1527479270@qq.com

**【Abstract】Objective** To compare the diagnostic value of  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose (FDG) PET/CT and  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -methylene diphosphonic acid ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP) SPECT whole body bone scan in detecting of multiple myeloma bone disease (MBD). **Methods** The retrospective study enrolled 18 male and 11 female multiple myeloma (MM) patients, aged 39-81 years (mean, 60.14±10.41 years) and clinically diagnosed from April 2015 to May 2018 in Anqing hospital affiliated to Anhui medical university.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT and  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP SPECT were performed two weeks apart, and  $\chi^2$  test was used in comparing abnormal bone changes detected by  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT and  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP SPECT. **Results**  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT and  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP SPECT accurately diagnosed 28 and 21 MM patients, respectively. Eighteen patients were focal, one patient was diffuse, and nine patients were mixed on the  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT images. Twenty-one MM patients were found single, that is, multiple bones accumulated the agent abnormally on  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP SPECT images. The positive match rate of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT and  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP SPECT were 96.6% (28/29) and 72.4% (21/29), respectively. The differences between the sensitivities of the two methods were significant. **Conclusion** The results indicate that  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT is more sensitive than  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP SPECT in detecting MBD in patients with MM

and has a significant diagnostic value for bone marrow involvement and extramedullary disease.

**【Key words】** multiple myeloma bone disease; Positron emission tomography computed tomography; Tomography, emission-computed, single-photon; Fluorodeoxyglucose F18; Technetium Tc99m medronate

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.04.002

多发性骨髓瘤(multiple myeloma, MM)是一种常伴有溶骨性骨质破坏的血液系统恶性疾病,它主要通过骨髓内单克隆浆细胞异常增殖及M蛋白的过量表达而致病。多发性骨髓瘤骨病(multiple myeloma bone disease, MBD)是MM患者的典型临床表现,骨和骨髓系统是其最主要的受累部位。在其他器官遭受侵犯前,往往已有50%的MM患者发生骨骼系统受累,因此早期诊断MBD尤为重要。在过去几十年间,临床主要通过传统的影像学方法(X线、CT及MRI等)来判定骨骼病变,2014年国际骨髓瘤工作组指南中也曾建议可采用低剂量CT反映骨病程度<sup>[1]</sup>。有资料表明两个及以上溶骨性病灶即预示病变已进展至Ⅲ期(Durie-Salmon分期),且预后较差<sup>[2]</sup>。

然而,CT等传统的影像学方法反映的只是形态学信息,对MBD的诊断及判断预后的价值有限,核医学显像为功能成像,能够较早地诊断MBD以及更好地评估预后。本研究采用<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像及<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP SPECT全身骨显像对MBD的诊断效能进行对比分析,旨在为临床更好地诊疗提供帮助。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析2015年4月至2018年5月在安徽医科大学附属安庆医院血液内科确诊的MM初治患者29例,多为MMⅡ~Ⅲ期(Durie-Salmon分期)<sup>[3]</sup>,年龄39~81(60.14±10.41)岁,其中男性18例、女性11例。26例(89.7%,26/29)患者曾以骨痛就诊。所有患者均参照中国MM诊治指南诊断标准(2017)<sup>[3]</sup>入组:①骨髓单克隆浆细胞比例≥10%;②血清和(或)尿中出现单克隆M蛋白;③终末器官损害中任一条(高钙血症;血红蛋白低于正常下限20 g/L或<100 g/L;肌酐清除率<40 mL/min或肌酐>177 μmol/L;1处或多处有溶骨性病变)。所有患者均于安庆医院核医学科两周内

分别行<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像及<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP SPECT全身骨显像,显像前均告知所有患者或家属相关注意事项并签署了知情同意书。

### 1.2 实验室资料

29例患者中有27例(男性17例、女性10例)有贫血症状,白细胞及血小板减低的分别为9例、14例,3例患者出现高钙血症,10例患者出现肾功能损害。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像

<sup>18</sup>F-FDG注射液由南京江原安迪科公司提供,放射化学纯度>90%,放射性浓度≥370 MBq/mL。PET/CT仪为德国Siemens公司的Biograph mCT。患者检查前禁食6 h以上,控制血糖<6.1 mmol/L,按体重静脉注射<sup>18</sup>F-FDG 7.4 MBq/kg,静息平卧60 min后排空膀胱,行PET/CT扫描。显像范围为颅顶至股骨上1/3,头颅与体部分开采集,扫描体部时患者双臂上举抱肘于身体两侧,先行64层螺旋CT扫描(管电压120 kV、电流140 mA,层厚1.2 mm);再行PET同机采集(采集7~8个床位,1.5 min/床位),分别以CT数据衰减校正及迭代法重建、融合图像。

#### 1.3.2 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP SPECT全身骨显像

钼铈发生器由原子高科股份有限公司提供,北京欣科思达医药科技有限公司提供MDP试剂盒,由安庆医院核医学科核药房自行合成<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP注射液,放射化学纯度>95%。采集仪器为美国GE公司双探头Infinia SPECT仪,配以低能高分辨准直器。患者检查前静脉注射<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP 925 MBq,饮水1000~1500 mL,注药3 h后排空膀胱,取仰卧位,行全身前后及后前位同时连续采集15.5 min,扫描速度为0.15 m/min。所得数据由GE Xeleris工作站生成图像。

### 1.4 图像分析和结果判定

所有入组患者均在骨髓活检两周后显像,以避免穿刺活检造成的假阳性。由2位副高级职称的核医

学科医师共同阅片,当出现分歧时由第3位具有30年以上工作经验的医师阅片后统一意见。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像以PET影像中骨骼或骨髓放射性高于纵隔血池或高代谢ROI的SUV<sub>max</sub>≥2.5判定为异常<sup>[4]</sup>,根据MM侵犯骨骼系统摄取<sup>18</sup>F-FDG的表现,将之分为4种类型:阴性、局灶型、弥漫型及混合型(图1)。<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP SPECT全身骨显像以骨骼出现放射性浓聚、减低或缺损为异常,同时参考临床病史及相关资料。

比较<sup>18</sup>F-FDG PET/CT和<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP SPECT显像检出的骨异常改变,并以PET同机CT结果为参照。

### 1.5 统计学方法

患者相关数据均导入SPSS 17.0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,计数资料以百分率表示。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT和<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP SPECT两种显像方法检出MBD例数的比较采用配对资料的 $\chi^2$ 检验, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT与<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP SPECT全身显像结果

本研究29例患者中<sup>18</sup>F-FDG PET显像阳性者28例(96.6%),PET显像假阴性1例(同机CT影像表现为多发穿凿样及虫噬样骨质破坏)。28例阳性患者中局灶型骨骼摄取显像剂18例[SUV<sub>max</sub>为5.7~17.2(11.9±6.1)],弥漫型骨髓摄取1例(SUV<sub>max</sub>为5.7),混合型摄取9例[SUV<sub>max</sub>为2.7~11.4(6.9±2.6)]。同机CT上主要表现为多发、边界清晰的溶骨性破坏区,其中12例表现为虫蚀样、穿凿样骨质破坏,以颅骨及椎体常见;4例于胸骨、肋骨及四肢长骨处,骨质破坏呈膨胀性改变;2例伴有骨

旁软组织肿块形成;4例长骨髓密度增高;还有6例未见明显骨质破坏,仅伴椎体骨质疏松样改变。

29例MM患者中<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP SPECT全身骨显像阳性22例,均表现为骨骼单发或多发放射性浓聚灶,其中假阳性1例(为外伤骨折后造成的肋骨放射性摄取增高);7例患者为假阴性。

### 2.2 两种显像结果比较

两种显像方法诊断29例MM患者的阳性符合率分别为96.6%(28/29)和72.4%(21/29),差异有统计学意义( $\chi^2=5.0, P < 0.05$ )。两种显像均判定为阳性者21例,<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP SPECT全身骨显像阳性患者表现为骨骼单发或多发的放射性摄取增高,而<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像既可表现为骨骼的代谢增高,也可表现为骨髓的放射性异常浓聚,亦或兼而有之(图2)。1例<sup>18</sup>F-FDG PET/CT阳性显像表现为胸腰椎体多发骨质破坏伴放射性局灶性摄取,而<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP SPECT全身骨显像仅表现为双膝关节部位的放射性浓聚,经膝关节周围软组织穿刺活检示淀粉样蛋白沉着(图3)。1例<sup>18</sup>F-FDG PET/CT和<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MDP SPECT骨代谢显像均表现为阴性,回顾病史发现该患者血常规三系均显著降低,骨髓呈明显抑制状态。在29例MM患者的<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像中还发现3例(10.3%)伴有髓外淋巴结(SUV<sub>max</sub>为6.1)及肝脾(SUV<sub>max</sub>为7.0)浸润(图4)。

## 3 讨论

MM为血液系统中发病率排名第三的恶性肿瘤,极少发生于30岁以下患者,有文献报道,每十万人中约4.3例会发生MM<sup>[5]</sup>。MBD作为MM患者的特征性临床表现,常常伴随病理性骨折、脊髓压迫及高钙血症等骨相关事件,由骨损害导致的骨相关事件,不仅严重影响患者的生活质量,甚至

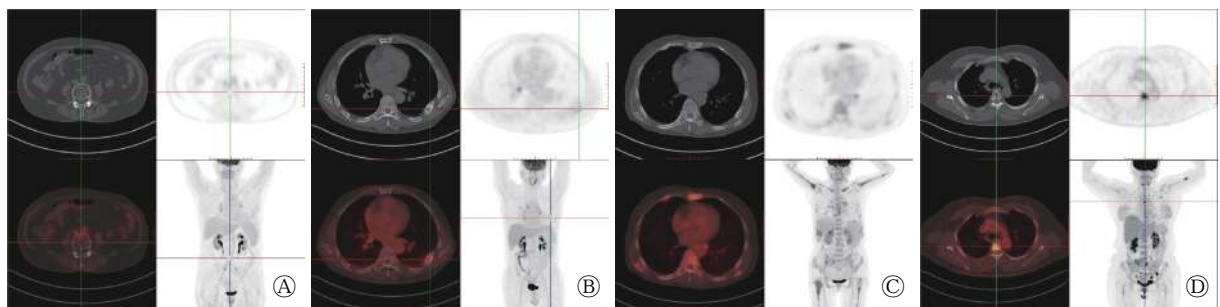


图1 多发性骨髓瘤侵犯骨骼系统后对<sup>18</sup>F-FDG摄取的显像分型PET/CT图 图中,A:阴性;B:局灶型;C:弥漫型;D:混合型。FDG:氟脱氧葡萄糖。

Fig. 1 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT patterns of the multiple myeloma after invasion of the skeletal system

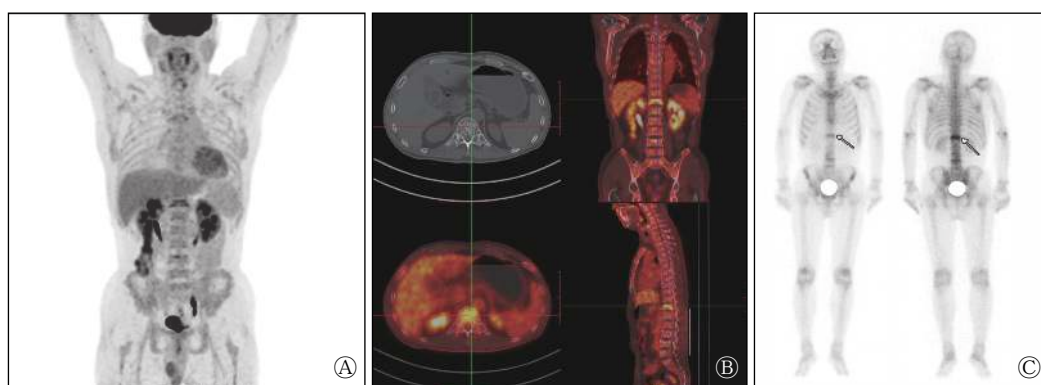


图2 多发性骨髓瘤患者(男性, 45岁)的 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT及 $^{99\text{Tc-m}}$ -MDP SPECT全身骨显像图 图中, A~B:  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT显像表现为全身骨髓 $^{18}\text{F}$ -FDG代谢弥漫性增高( $\text{SUV}_{\text{max}}=4.1$ )及T12椎体骨质破坏伴 $^{18}\text{F}$ -FDG代谢局灶性增高( $\text{SUV}_{\text{max}}=6.3$ ); C:  $^{99\text{Tc-m}}$ -MDP SPECT全身骨显像仅表现为T12椎体骨盐代谢增高。FDG: 氟脱氧葡萄糖; PET/CT: 正电子发射断层显像计算机体层摄影术; MDP: 亚甲基二膦酸盐; SPECT: 单光子发射计算机体层摄影术;  $\text{SUV}_{\text{max}}$ : 最大标准化摄取值。

Fig. 2  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT imaging and  $^{99\text{Tc-m}}$ -MDP SPECT whole-body bone scintigraphy in multiple myeloma patient (male, 45 years old)

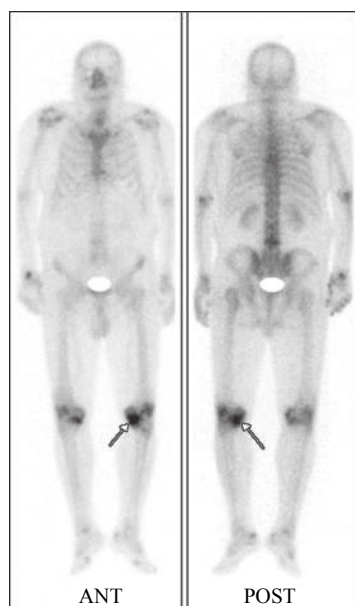


图3 多发性骨髓瘤患者(男性, 72岁)的 $^{99\text{Tc-m}}$ -MDP SPECT全身骨显像图 图中显示双膝关节周围放射性摄取增高, 余全身骨骼未见异常放射性分布区, 后经左膝关节周围软组织穿刺活检(箭头)证实为骨髓瘤淀粉样变性。MDP: 亚甲基二膦酸盐; SPECT: 单光子发射计算机体层摄影术。

Fig. 3  $^{99\text{Tc-m}}$ -MDP whole-body bone scintigraphy in multiple myeloma patient (male, 72 years old)

还会威胁患者生命, 其临床症状主要表现为骨痛, 约1/2~2/3的MM患者因骨痛而就诊<sup>[6]</sup>, 本研究中年骨痛患者高达89.7%, 且大多数患者(93.1%)伴有贫血症状, 这说明对于同时出现不明原因骨痛和贫血的老年患者, 有必要行相关检查以排除MM。

影像学方法在MBD评估中起着关键作用, 其形态学成像多为溶骨性病变, 然而结构变化滞后于疾病的功能改变, 当骨盐损失超过50%时才能被

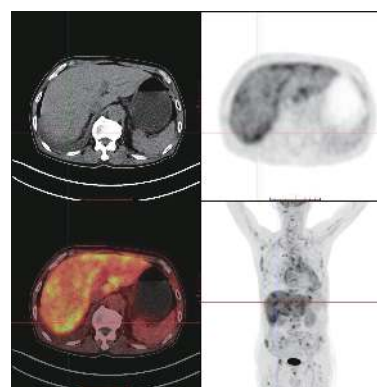


图4 多发性骨髓瘤患者(男性, 67岁)的 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT显像图 图中显示多发性骨髓瘤伴肝脏浸润。FDG: 氟脱氧葡萄糖; PET/CT: 正电子发射断层显像计算机体层摄影术。

Fig. 4  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT imaging in multiple myeloma patient (male, 67 years old)

X线探出, 常规X线及CT检查对早期溶骨性病变的探测性能有限, MRI虽已被证实能较为灵敏地探测MM早期病变, 但在临床实践中, MRI只被用来局部成像, 其中以脊椎及骨盆成像的应用较为普遍, 此外MRI检查还受限于患者应无金属植入且没有幽闭恐惧症等<sup>[7]</sup>。

核医学功能性成像有助于早期诊断MBD, 且用于核素显像的示踪剂吸收剂量低, 对人体辐射小, 适于全身显像。由于 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT利用肿瘤细胞及其所处环境对葡萄糖具有高代谢的特性, 故此类显像比MRI或CT能提供更多信息<sup>[1]</sup>。多个研究结果表明,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT对诊断MM骨损害的灵敏度及特异度为80%~100%<sup>[8-10]</sup>。本研究结果也证实,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT显像对于MBD的探测比 $^{99\text{Tc-m}}$ -MDP骨显像更为灵敏, 且能探测骨髓

浸润及髓外病变(10.3%),与Lu等<sup>[11]</sup>报道的约有10%的髓外侵犯相符,此外同机CT亦能反映骨质密度的改变,对MBD的诊断具有增益价值。

在本研究中,<sup>99m</sup>Tc-MDP SPECT全身骨显像探测MBD的灵敏度为75.0%,仅呈现约10%的阳性病灶,与前期研究结果一致<sup>[12]</sup>。在本研究中,骨显像还发现1例骨外摄取MDP(淀粉样蛋白沉积于膝关节),还有许多关于MM骨外摄取报道<sup>[13-14]</sup>,此类发现可指导临床医师尽早采取积极的治疗方案,改善患者预后。

总之,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT与<sup>99m</sup>Tc-MDP SPECT骨扫描适用于全身显像,能够早期发现MBD,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像对MBD的探测相比<sup>99m</sup>Tc-MDP SPECT全身骨显像更为灵敏,且对骨髓浸润及髓外侵犯具有良好的诊断效能。然而受制于检查费用昂贵等因素,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT全身显像尚未广泛应用于临床,对于放射学检查阴性而仍存在局灶性疼痛的MM患者,以及在对MBD的随访中,<sup>99m</sup>Tc-MDP SPECT全身骨显像也具有一定的临床价值。在有条件的情况下,应结合两种方法做出合理的诊断,以便为临床诊治提供更多帮助。

**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** 宋烈晶负责命题的提出、设计,研究过程的实施,相关数据的获取、分析,论文的撰写等;徐海青负责方法的建立以及论文的审阅;陆克义负责论文的审阅以及最终版本的修订;方丽娟负责数据的获取及论文的校对。

## 参 考 文 献

- [1] Rajkumar SV, Dimopoulos MA, Palumbo A, et al. International Myeloma Working Group Updated criteria for the diagnosis of multiple myeloma[J]. *Lancet Oncol*, 2014, 15(12): e538-e548. DOI: 10.1016/S1470-2045(14)70442-5.
- [2] Durie BGM. The role of anatomic and functional staging in myeloma: description of Durie/Salmon plus staging system[J]. *Eur J Cancer*, 2006, 42(11): 1539-1543. DOI: 10.1016/j.ejca.2005.11.037.
- [3] 中国医师协会血液科医师分会,中华医学会血液学分会,中国医师协会多发性骨髓瘤专业委员会.中国多发性骨髓瘤诊治指南(2017年修订)[J].*中华内科杂志*, 2017, 56(11): 866-870. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2017.11.021. Chinese Hematology Association, Chinese Society of Hematology, Chinese Myeloma Committee-Chinese Hematology Association. The guidelines for the diagnosis and management of multiple myeloma in China (2017 revision)[J]. *Chin J Intern Med*, 2017, 56(11): 866-870. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2017.11.021.
- [4] Breyer III RJ, Mulligan ME, Smith SE, et al. Comparison of imaging with FDG PET/CT with other imaging modalities in myeloma[J]. *Skeletal Radiol*, 2006, 35(9): 632-640. DOI: 10.1007/s00256-006-0127-z.
- [5] Engelhardt M, Kleber M, Udi J, et al. Consensus statement from European experts on the diagnosis, management, and treatment of multiple myeloma: from standard therapy to novel approaches[J]. *Leuk Lymphoma*, 2010, 51(8): 1424-1443. DOI: 10.3109/10428194.2010.487959.
- [6] 中华医学会血液学分会.多发性骨髓瘤骨病诊治指南[J].*中华血液学杂志*, 2011, 32(10): 721-723. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2727.2011.10.023. Chinese Society of Hematology. The guidelines for the diagnosis and management of multiple myeloma bone disease[J]. *Chin J Hematol*, 2011, 32(10): 721-723. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2727.2011.10.023.
- [7] Narquin S, Ingrand P, Azais I, et al. Comparison of whole-body diffusion MRI and conventional radiological assessment in the staging of myeloma[J/OL]. *Diagn Interv Imaging*, 2013, 94(6): 629-636[2018-08-20].<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23683788>. DOI: 10.1016/j.diii.2013.01.005.
- [8] Dammacco F, Rubini G, Ferrari C, et al. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT: a review of diagnostic and prognostic features in multiple myeloma and related disorders[J]. *Clin Exp Med*, 2015, 15(1): 1-18. DOI: 10.1007/s10238-014-0308-3.
- [9] Moon SH, Choi WH, Yoo IR, et al. Prognostic Value of Baseline <sup>18</sup>F-Fluorodeoxyglucose PET/CT in Patients with Multiple Myeloma: A Multicenter Cohort Study[J]. *Korean J Radiol*, 2018, 19(3): 481-488. DOI: 10.3348/kjr.2018.19.3.481.
- [10] Fonti R, Salvatore B, Quarantelli M, et al. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT, <sup>99m</sup>Tc-MIBI, and MRI in Evaluation of Patients with Multiple Myeloma[J]. *J Nucl Med*, 2008, 49(2): 195-200. DOI: 10.2967/jnumed.107.045641.
- [11] Lu YY, Chen JH, Lin WY, et al. FDG PET or PET/CT for Detecting Intramedullary and Extramedullary Lesions in Multiple Myeloma: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. *Clin Nucl Med*, 2012, 37(9): 833-837. DOI: 10.1097/RLU.0b013e31825b2071.
- [12] Murthy NJ, Rao H, Friedman AS. Positive findings on bone scan in multiple myeloma[J]. *South Med J*, 2000, 93(10): 1028-1029. DOI: 10.1097/00007611-200093100-00018.
- [13] 陈婷,刘超,邓智勇.多发性骨髓瘤双肺弥漫性摄取<sup>99m</sup>Tc-MDP一例[J].*国际放射医学核医学杂志*, 2018, 42(1): 87-89. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.01.017. Chen T, Liu C, Deng ZY. Diffuse bilateral pulmonary uptake <sup>99m</sup>Tc-MDP in a patient with multiple myeloma: a case report[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2018, 42(1): 87-89. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.01.017.
- [14] Zhang SM, Chen Y, Huang ZW, et al. Significant <sup>99m</sup>Tc-MDP but Unimpressive <sup>18</sup>F-NaF Gastric Activity in a Patient with Multiple Myeloma[J]. *Clin Nucl Med*, 2016, 41(9): 740-742. DOI: 10.1097/RLU.0000000000001311.

(收稿日期: 2018-08-21)