



· 论 著 ·

# SPECT/CT与MRI对鼻咽癌颅底骨侵犯诊断价值的比较

钟锦绣<sup>1</sup>, 付德顺<sup>1</sup>, 陶绪长<sup>2</sup>, 李海峰<sup>1</sup>, 田安<sup>1</sup>, 陈志军<sup>1</sup>

1. 江西省肿瘤医院核医学科, 江西 南昌 330029 ;  
2. 南昌大学第三附属医院核医学科, 江西 南昌 330008

[摘要] 目的: 探讨单光子发射计算机断层显像 (single-photon emission computed tomography, SPECT) /CT及磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 对鼻咽癌 (nasopharyngeal carcinoma, NPC) 颅底骨侵犯 (skull-base bone invasion, SBBI) 的诊断价值。方法: 回顾性分析83例 (男性57例, 女性26例; 年龄为16~72岁) 初诊未治且由病理学检查证实的NPC患者, 比较头颅<sup>99m</sup>Tc-MDP SPECT/CT图像与鼻咽部MRI图像。另设正常对照10例, 仅进行头颅SPECT/CT。计算SPECT/CT图像矢状面颅底异常浓集最高计数区域与高位颈椎体处比值 (L/S), L/S>1视为SBBI。以临床和鼻咽MRI检查结果为金标准, 计算SPECT/CT及MRI判断颅底骨侵犯的灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值。结果: 随访确诊为NPC SBBI的患者有64例。MRI检查真阳性64例, 假阳性1例, 真阴性18例; SPECT/CT检查真阳性60例, 假阳性3例, 真阴性16例, 假阴性4例。61例患者在MRI和SPECT/CT上均表现为SBBI。MRI诊断NPC SBBI的灵敏度、特异度、漏诊率及误诊率分别为100%、94.74%、0及5.26%; SPECT/CT的相应指标分别为93.75%、84.21%、6.25%及15.79%。结论: SPECT/CT与MRI诊断NPC SBBI具有相似的诊断效能, 但对各骨的诊断效能不同, 尤其在颞骨诊断上有差异。

[关键词] 鼻咽癌; 颅底骨侵犯; CT; 磁共振成像

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2019.01.010

中图分类号: R739.62; R739.63 文献标志码: A 文章编号: 2096-6210(2019)01-0046-06

**Comparative study of SPECT/CT and MRI in detecting skull-base bone invasion of nasopharyngeal carcinoma** ZHONG Jinxiu<sup>1</sup>, FU Deshun<sup>1</sup>, TAO Xuchang<sup>2</sup>, LI Haifeng<sup>1</sup>, TIAN An<sup>1</sup>, CHEN Zhijun<sup>1</sup> (1. Department of Nuclear Medicine, Jiangxi Cancer Hospital, Nanchang 330029, Jiangxi Province, China; 2. Department of Nuclear Medicine, Nanchang University Third Affiliated Hospital, Nanchang 330008, Jiangxi Province, China)

Correspondence to: CHEN Zhijun E-mail: zhijunchen369@163.com

[Abstract] **Objective:** To evaluate the value of single-photon emission computed tomography (SPECT)/CT and magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis of skull-base bone invasion (SBBI) in the patients with nasopharyngeal carcinoma (NPC). **Methods:** Eighty-three first-visit NPC patients (57 males, 26 females; age range 16-72 years) were enrolled in this retrospective study. The patients underwent SPECT/CT and MRI to confirm whether the skull base was invaded. <sup>99m</sup>Tc-MDP SPECT and MRI were performed in one week. The region of interest (ROI) was drawn on the area of the suspected skull base and the upper cervical vertebral body on the slices. A lesion-to-spine ratio (L/S) was calculated. L/S>1 indicated malignant. The sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and accuracy of the two imaging modalities were calculated. **Results:** Sixty-four NPC patients were found SBBI in follow-up imaging. The diagnostic sensitivity, specificity, missed diagnosis rate and misdiagnosis rate of MRI were 100%, 94.74%, 0, 5.26%, respectively. The correspondence parameters of SPECT/CT were 93.75%, 84.21%, 6.25%, 15.79%, respectively. There was no significant difference in the diagnostic efficiency between the two imaging modalities ( $\chi^2=1.37$ ,  $P=0.242$ ). **Conclusion:** SPECT/CT and MRI have similar diagnostic efficiency in detecting SBBI. MRI can detect more lesions than SPECT/CT, but SPECT/CT has potential advantages in detecting tiny bone lesions in the skull.

[Key words] Nasopharyngeal carcinoma; Skull-base bone invasion; CT; Magnetic resonance imaging

鼻咽癌 (nasopharyngeal carcinoma, NPC) 为头颈部常见恶性肿瘤, 好发于中国南方地区, 如广东、江西, 占比高达15%~18%, 男女比例约为3:1<sup>[1-2]</sup>。NPC常发生于咽隐窝及鼻咽腔顶后壁, 解剖位置隐藏极深, 周边组织如神经、血管、骨质等常易受侵, 不易早期发现, 就诊时病变多处于进展期 (T<sub>3</sub>或T<sub>4</sub>)。李贻卓等<sup>[3]</sup>发现, NPC颅底受侵高达65.51%, 常侵犯枕骨斜坡、蝶窦及蝶鞍。临床诊断主要依赖影像学检查, 一般不做病理学诊断, 加上骨质受侵类型多样, 侵犯骨质的方向、范围和程度不同, 因此精确判定颅底骨是否受侵对临床分期有重要意义, 在是否增加放疗照射剂量、扩大靶区照射范围及增加化疗药物等方面起关键作用, 而不恰当的治疗方案与肿瘤局部复发、远处转移及预后密切相关。

目前常用的颅底检查主要是影像学检查, 通过CT、磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI)、全身显像 (whole body imaging, WBI)、单光子发射计算机断层显像 (single-photon emission computed tomography, SPECT)/CT及正电子发射断层显像 (positron emission tomography, PET)/CT<sup>[4]</sup>来显示NPC颅底骨质受累情况, 了解肿瘤病灶范围, 可为正确放疗提供其他方法难以提供的直观影像学资料。本研究比较SPECT/CT与MRI在NPC颅底检查中的应用。

## 1 资料和方法

### 1.1 临床资料

回顾性分析2015年3月—2016年10月于江西省肿瘤医院就诊的317例NPC住院患者的资料。排除标准: ①治疗后未进行复查和治疗前、后影像学资料不全的100余例; ②有明显金属伪影的4例; ③非初诊患者100余例。

共83例患者纳入研究, 根据美国癌症联合会 (American Joint Committee on Cancer, AJCC) 标准, 其中T<sub>3</sub>期68例, T<sub>4</sub>期15例。所有患者均为初诊患者, 检查前未接受任何治疗, 并经医院

伦理委员会批准同意, 签署SPECT/CT及MRI检查知情同意书后行SPECT/CT、MRI平扫和增强扫描, 两种检查间隔时间不超过1周。所有患者均经鼻咽镜活检病理学确诊, 接受根治性放疗 (常规于面颈联合+颈前切线, 70~75 Gy), 放疗结束1个月后进行MRI平扫、增强及扩散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI)。患者年龄16~72岁, 平均年龄 (49.3 ± 11.7) 岁。其中男性57例, 年龄16~72岁, 平均年龄 (49.6 ± 11.5) 岁; 女性26例, 年龄23~70岁, 平均年龄 (49.5 ± 11.8) 岁。

将患者进行如下分组: NPC颅底侵犯阳性63例, NPC颅底侵犯阴性20例。另设10例健康者为对照。

### 1.2 检查方法

#### 1.2.1 SPECT检查

采用德国Siemens公司Symbia T2双探头SPECT/CT仪, 配低能通用型准直器。患者准备按骨扫描常规检查, 静脉注射740~1110 MBq <sup>99m</sup>Tc-亚甲基二膦酸盐 (methylene diphosphonate, MDP) 3~4 h后全身显像, 进床速度为18 cm/min。头颅SPECT结合定位CT扫描: 将患者头颅可疑病灶静置于探头视野中心, 仪器自动采集, 矩阵128 × 128, 放大倍数为1.0, 双探头各旋转180°, 共采集32帧, 每帧20~30 s。然后行CT检查, 扫描参数: 电压130 kV, 螺距2, 层厚2~5 mm。最后利用SPECT/CT附带的专用软件, 将SPECT断层图像和CT解剖图像进行融合。

#### 1.2.2 MRI检查

采用美国GE公司HDI-1.5T超导型磁共振设备, 应用头颈部联合线圈, 扫描范围自额窦至第三颈椎水平。常规扫描采集序列为横断位T1加权像、T2加权脂肪抑制像, 矢状位T1加权像, 冠状位T2加权像。参数: T1加权像重复时间 (repetition time, TR) 400~500 ms, 回波时间 (echo time, TE) 10~20 ms; T2加权脂肪抑制像SPIR序列的TR为2 000~2 500 ms, TE为100 ms)。横断位层厚5.0 mm, 间距1.0 mm; 冠状位及矢状位层厚4.5 mm, 间距0.5 mm; 扫描野

220 mm, 矩阵 $260 \times 280$ 。所有患者均行钆喷酸葡胺 (gadolinium-diethylenetriamine pentaacetic acid, Gd-DTPA) 增强扫描, 经肘静脉注射Gd-DTPA, 剂量 $0.1 \text{ mmol/kg}$ , 流率 $2.5 \text{ mL/s}$ , 行横断位、冠状位及矢状位T1WI增强扫描, 参数同上。根据鼻黏膜及垂体强化程度判断增强效果, 全部满意。MRI与SPECT/CT检查时扫描体位相同。

### 1.2.3 图像处理及分析

用FLASH 3D法重建SPECT图像, 得到横断面、冠状面及矢状面三维图像, 然后与定位CT图像结合 (每层厚 $5 \text{ mm}$ )。由2名从事10年以上核医学或MRI工作的医师阅片, 共同分析, 意见不一致时协商统一。在所得SPECT矢状位图像中, 于颅底骨质放射性分布最高层面 (L) 与高位颈椎体 (C1-C3, S) 处勾画大小相同的感兴趣区 (region of interest, ROI), 计算L/S。L/S值参考Chan等<sup>[5]</sup>的报道。0级与1级 ( $L/S \leq 1$ ): 考虑颅底骨质结构完整, 未见明确侵犯和轻微的骨膜反应; 2级 [ $L/S > 1$ 或 $L/S \leq 1$ 但同机CT (调为骨窗后) 于2个断层连续2个以上层面出现骨质破坏]: 考虑颅底骨侵犯 (skull-base bone invasion, SBBI); WBI示颅面区显示异常放射性核素浓聚或不对称显像考虑异常。浓聚部位的定位依据Israel等<sup>[6]</sup>的报道。对所有患者随访6~12个月, 根据临床、鼻咽MRI结果明确最终诊断。SPECT/CT判断SBBI的方法: SPECT为颅底骨质放射性核素分布较对侧或邻近正常骨质增浓 (异常浓聚灶) 或明显稀疏甚至缺损; 颅底骨皮质中断, 骨小梁稀疏缺损、骨质增生硬化及软组织肿块代替正常骨质结构。MRI诊断SBBI的标准: T1WI上呈低信号, 增强扫描明显强化, 则判定为SBBI; 否则判为阴性。SBBI的最终判断参考Jadvar等<sup>[7]</sup>的方法, 以复查的MRI为“最终判断标准”, 分析最初的SPECT/CT和MRI对NPC患者SBBI的诊断效能。

### 1.3 统计学处理

采用SPSS 19.0软件, 对原始数据进行统计学处理。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 $t$ 检验, 计数资料采用 $\chi^2$ 检验,  $P < 0.05$ 为差异

有统计学意义。

## 2 结 果

对照组中, 颅底骨质未见明确放射性分布浓聚, 且示踪剂分布略淡于上位颈椎体, L/S值为 $0.915 \pm 0.397$ 。病变组中, 头颅显像示SBBI者 (阳性组), 其颅底骨质放射性分布增浓, 示踪剂分布高于上位颈椎体 (图1); 头颅显像示颅底骨无侵犯者 (阴性组), 其颅底骨质放射性分布减淡, 示踪剂分布低于上位颈椎体。阳性组与阴性组的L/S值分别为 $2.05 \pm 0.876$ 和 $0.529 \pm 0.218$ , 差异有统计学意义 ( $t=0$ ,  $P < 0.01$ )。

比较SPECT和MRI诊断结果与随访结果, 随访确诊SBBI 64例, MRI检查真阳性64例, 假阳性1例, 真阴性18例, SPECT/CT检查真阳性60例, 假阳性3例, 真阴性16例, 假阴性4例。MRI诊断SBBI的灵敏度为100% (64/64), 特异度为94.74% (18/19), 漏诊率为0 (0/64), 误诊率为5.26% (1/19); SPECT/CT诊断SBBI的灵敏度为93.75% (60/64), 特异度为84.21% (16/19), 漏诊率6.25% (4/64), 误诊率为15.79% (3/19); MRI诊断SBBI的灵敏度、特异度高于SPECT/CT, 漏诊率、误诊率低于SPECT/CT (表1)。

83例NPC中, 随访确诊SBBI共64例。MRI诊断蝶骨受累的灵敏度为85.93%, 低于SPECT/CT的90.63%, 但差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); MRI诊断颞骨受累的灵敏度为73.44%, 高于SPECT/CT的53.13%, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); MRI诊断枕骨受累的灵敏度为89.06%, 高于SPECT/CT的82.81%, 但差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ , 表2)。

83例NPC患者中, 头颅SPECT/CT诊断SBBI的阳性率与MRI差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。诊断不一致的6例患者接受随访, 其中1例假阳性患者以后确诊为SBBI阴性, 4例假阴性患者经MRI随访示为阳性。

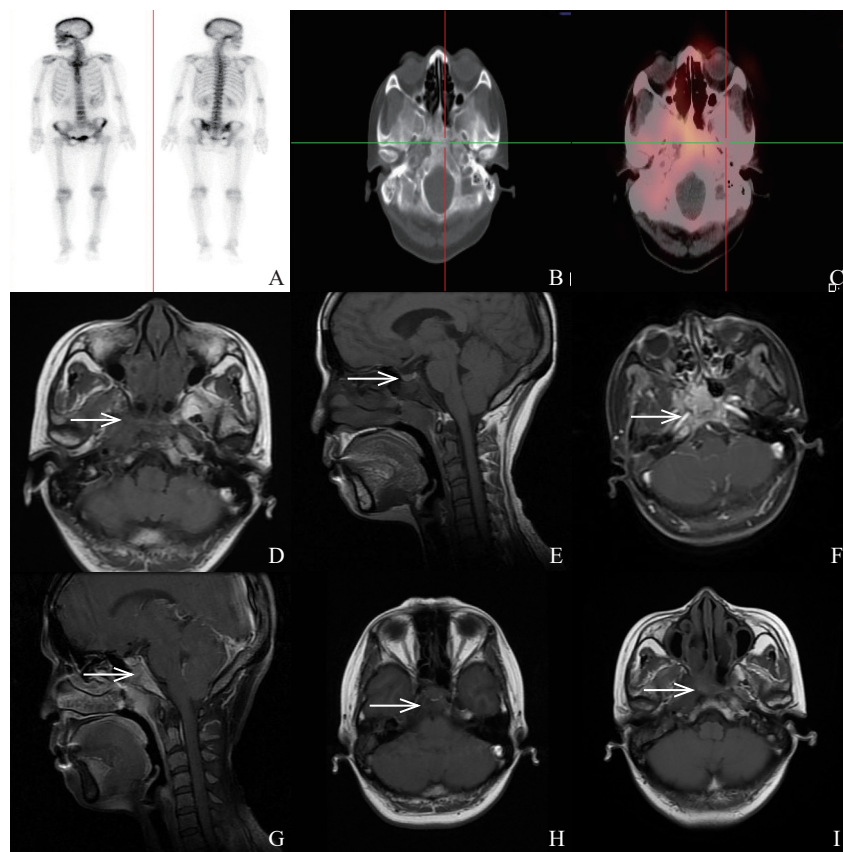


图1 NPC患者, 33岁, 女性

A~G为治疗前, H~I为治疗后。A: 全身骨扫描示颅底骨质核素浓聚灶; B: CT扫描示骨质未见明显破坏; C: SPECT扫描示枕骨底部及斜坡核素浓聚; D~E: T1WI横断面示枕骨底部部长T1, 矢状位示斜坡呈长T1; F~G: MRI增强扫描示枕骨斜坡强化; H: T1WI横断面示枕骨底部部长T1 (治疗后4个月); I: T1WI横断面示枕骨底部部长T1, 范围较前明显减小 (治疗后16个月)

表1 SPECT和MRI诊断结果与随访结果的比较

检查方式	诊断结果	随访结果		合计
		阳性	阴性	
MRI	阳性	64	1	65
	阴性	0	18	18
SPECT/CT	阳性	60	3	63
	阴性	4	16	20

表2 SPECT/CT和MRI检查颅底骨质各部位受累情况

组别	蝶骨	颞骨	枕骨
MRI	85.93% (55/64)	73.44% (47/64)	89.06% (57/64)
SPECT/CT	90.63% (58/64)	53.13% (34/64)	82.81% (53/64)

根据中国NPC 2008分期, MRI已被确立为鼻咽癌T、N分期的首要影像学检查手段和诊断依据, 其扫描规范参照中国NPC 2008分期<sup>[8]</sup>。CT可作为诊断肿瘤侵犯颅底骨质结构的重要补充手段。

MRI在NPC诊断方面具有极大的优势: 可清晰显示颅底侵犯部位、范围和骨髓变化, 尤其能较早显示骨质破坏前的骨髓变化。Zhang等<sup>[9]</sup>研究认为, MRI诊断SBBI的灵敏度为96.7%, 而CT为66.7%, MRI显著高于CT。随着影像学技术的不断发展, 其临床应用也面临挑战。SPECT/CT是SPECT与CT融合产生的影像, SPECT图像显示局部骨骼对显像剂的摄取, 与该部位血流量和骨盐代谢水平成正比。SPECT/CT是在全身骨扫描的基础上加脏器断层扫描。李伟等<sup>[10]</sup>研究认为, NPC侵犯颅底首先引发的是颅底骨质代谢异常活跃, 当骨盐代谢变化达5%~15%时<sup>[11]</sup>, 可能导致病变部位<sup>99m</sup>Tc-MDP骨显像剂摄取增多而形成放射性浓集的“热区”, 反之形成放射性分布缺损的“冷区”。也有人认为, 骨钙流失>1%时即可在SPECT上显示异常<sup>[12]</sup>, 而CT图像可显示容易忽略的骨转移瘤细微改变, 两者结合可发挥各自优势, 有利于实现并推动精准医疗, 为患者带来福音。本研究探讨NPC患者颅底显像阳性在SPECT/CT与MRI上的不同表现, 比较两种检查的诊断意义。

本研究结果显示, SPECT/CT和MRI检测NPC患者SBBI均具有很高的灵敏度、特异度和准确率。枕骨斜坡是SBBI最好发部位。在SPECT/CT检出SBBI的解剖位点中, 居前的分别为蝶骨、枕骨及颞骨, MRI分别为枕骨、蝶骨及颞骨, 与李贻卓等<sup>[3]</sup>提到的侵犯模式基本一致。在侵犯的5个方向中, 最多的为向上和向后上侵犯, 其次是向前和向外上, 最少为向后下, 枕骨底部受侵最常见, 斜坡、翼突基底、翼突内侧板及岩尖破坏紧随其后。

本研究MRI检查中有1例假阳性和0例假阴性, 其诊断SBBI的灵敏度高。此例假阳性的产生与图像质量、信号干扰、报告医师诊断水平有

关。误判原因如下: SBBI位于蝶骨翼突, 翼突体积小, 骨质最薄, 形态不规则, 病变信号混杂, 不利于影像观察, 因此受侵骨质与肿瘤均表现为高信号, 导致MRI医师难以诊断。此外, 若合并其他良性骨质病变, 如中耳炎、慢性鼻窦炎及放疗所致颅底骨坏死等也是导致假阳性的原因。

本研究SPECT/CT检查中有4例假阴性和3例假阳性, 表明其易漏诊。假阴性的产生可能与图像质量差(低剂量CT分辨率低, SPECT图像欠清)、报告医师诊断水平有关。未能准确判断的原因如下: 成骨修复骨质的速度慢于破骨速度, 赶不上破骨细胞对正常组织的破坏速度。此外, 姚红霞等<sup>[11]</sup>提到假阳性也可能由良性病变所致: 原发肿瘤浸润邻近血管、软组织; 外照射后骨质内血管发生一系列病理性改变, 如炎症反应、内膜肿胀、血管栓塞、骨黏膜水肿渗出, 逐渐造成颅底骨质局限性血供减少, 最终导致微循环障碍。

本研究中L/S阈值的设定: 按照严格的要求选择10例对照进行勾画并计算各自L/S值, 同时进行描述性统计学计算, 其范围上限为0.915, 因此参照文献<sup>[13]</sup>将L/S>1作为诊断阈值是客观、切实可行的。

头颈部SPECT/CT矢状位重建融合图像利用CT重建技术, 在不增加费用的前提下即可得到相当于头颈部局部静态显像, 利用半定量分析方法获得L/S值, 能大致诊断SBBI, 方法简单, 阈值设定也客观可行, 值得在临床上推广。

综上所述, MRI检出的颅底骨质病灶多于SPECT/CT, 但发现翼突上病灶的能力低于SPECT/CT。由此可见, MRI显示颅底细微骨质(如翼突、犁骨等)处病灶存在缺陷, 而SPECT/CT可发挥CT的优势, 显示骨质微小病变的变化, 且SPECT/CT只是在全身骨扫描的基础上进行, 无需另外注射药物(但增加检查费用, 除非两项断层扫描均免费), 因此将SPECT/CT与MRI结合, 可取长补短, 提供更准确的影像学诊断, 发挥更积极的作用。

## [参 考 文 献]

- [1] ABDEL KHALEK ABDEL RAZEKA, KING A. MRI and CT of nasopharyngeal carcinoma [J]. AJR Am J Roentgenol, 2012, 198(1): 11-18.
- [2] YI W, LI X, LIU Z, et al. A risk score model for the metastasis of level Ib lymph node based on the clinicopathological features of nasopharyngeal carcinoma in a large sample [J]. Mol Clin Oncol, 2014, 2(5): 789-797.
- [3] 李贻卓, 吴沛宏, 黄子林, 等. 应用MRI探讨鼻咽癌的分布及其颅底侵犯的规律 [J]. 中华医学杂志, 2010, 90(47): 3347-3350.
- [4] 乐亚丽, 陈雨, 陈跃, 等.  $^{18}\text{F}$ -NaF PET/CT与MRI在鼻咽癌颅底骨质受侵中的对比研究 [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2016, 36(1): 34-38.
- [5] CHAN K W, MERRICK M V, MITCHELL R. Bone SPECT to assess mandibular invasion by intraoral squamous-cell carcinomas [J]. J Nucl Med, 1996, 37(1): 42-45.
- [6] ISRAEL O, JERUSHALMI J, FRENKEL A. Normal and abnormal single photon emission computed tomography of the skull: comparison with planar scintigraphy [J]. J Nucl Med, 1988, 29(8): 1341-1346.
- [7] JADVAR H, DESAI B, JI L, et al. Prospective evaluation of  $^{18}\text{F}$ -NaF and  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in detection of occult metastatic disease in biochemical recurrence of prostate cancer [J]. Clin Nucl Med, 2012, 37(7): 637-643.
- [8] 中国鼻咽癌临床分期工作委员会. 鼻咽癌'92分期修订工作报告 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2009, 18(1): 2-6.
- [9] ZHANG S X, HAN P H, ZHANG G Q, et al. Comparison of SPECT/CT, MRI and CT in diagnosis of skull base bone invasion in nasopharyngeal carcinoma [J]. Biomed Mater Eng, 2014, 24(1): 1117-1124.
- [10] 李伟, 张汝森, 张林启, 等. 鼻咽癌颅底骨侵犯CT漏诊MR和SPECT/CT诊断价值比较 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2016, 23(7): 446-451.
- [11] 姚红霞, 刘生, 张金山. 鼻咽癌 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP SPECT/CT颅底显像阳性的探讨 [J]. 影像诊断与介入放射学, 2009, 18(5): 225-227.
- [12] 董科, 楼菁菁, 刘江, 等. SPECT/CT融合显像对肺癌胸壁骨侵犯的诊断价值 [J]. 中国临床医学影像杂志, 2014, 25(5): 332-335.
- [13] LAUENSTEIN T C, GOEHDE S C, HERBORN C U, et al. Whole-body MR imaging: evaluation of patients for metastases [J]. Radiology, 2004, 233(1): 139-148.

(收稿日期: 2018-09-26 修回日期: 2018-11-28)