

❖ 妇产科影像学

PET/MRI fusion in diagnosis of intra-pelvic recurrence of gynecological tumor

LI Shaodong, GAO Jingjing, HU Chunfeng, LI Jiangshan, XU Kai*

(Department of Radiology, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221002, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the fusion of PET and MRI in detecting intra-pelvic recurrence of gynecological tumor. **Methods** PET/CT imaging and MRI data of 38 patients with gynecological tumors were retrospectively analyzed. PET imaging and MRI imaging were fused, and the value of fused PET/MRI, pelvic MRI and PET/CT in detecting intra-pelvic recurrence, metastasis were compared. **Results** Of all 38 cases, 23 patients had recurrence or metastasis. Sensitivity, specificity and accuracy of fused PET/MRI in detecting recurrence or metastasis were high, and the accuracy of fused PET/MRI in diagnosis of local recurrence was significantly better than that of MRI (94.73% vs 73.68%, $P=0.025$). **Conclusion** Fused PET/MRI combines the individual advantages of MRI and PET, and is a valuable technique for assessment of intra-pelvic recurrence of gynecological cancers.

[Key words] Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Magnetic resonance imaging; Genital neoplasms, female; Recurrence

DOI:10.13929/j.1003-3289.2016.10.022

PET/MRI 融合图像诊断妇科恶性肿瘤盆腔复发

李绍东, 高晶晶, 胡春峰, 李江山, 徐 凯*

(徐州医科大学附属医院影像科, 江苏 徐州 221002)

[摘要] **目的** 探讨 PET/MRI 融合图像诊断妇科肿瘤术后盆腔复发、转移的效能。**方法** 回顾性分析 38 例妇科恶性肿瘤患者术后 PET/CT、盆腔 MRI 图像, 并进行 PET 与 MRI 图像的融合, 比较 PET/CT、盆腔 MRI 及 PET/MRI 融合诊断盆腔局部复发、转移的价值。**结果** 38 例患者中 23 例有肿瘤复发、转移, PET/MRI 融合图像诊断盆腔复发、转移有较高的敏感度、特异度和准确率, 且 PET/MRI 融合诊断盆腔局部复发的准确率高于 MRI (94.73% vs 73.68%, $P=0.025$)。**结论** PET/MRI 融合结合了 PET 和 MRI 的优势, 在诊断妇科肿瘤患者盆腔复发、转移中具有重要的价值。

[关键词] 正电子发射断层显像术; 体层摄影术; X 线计算机; 磁共振成像; 生殖器肿瘤; 女性; 复发

[中图分类号] R445; R737.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2016)10-1555-05

妇科恶性肿瘤普遍恶性程度较高, 而且术后容易复发, 严重威胁女性健康, 因此手术后及早发现肿瘤复发, 可以提高患者的生存率, 明显改善预后。由于手术及放疗后, 患者腹盆腔失去正常解剖结构, 故传统影像学方法早期诊断妇科肿瘤复发的价值有

限。PET/CT 能够提供基于解剖结构基础上的代谢信息, 且成像速度快、灵敏度高, 目前已广泛应用于检测肿瘤的复发。但全身低剂量 CT 扫描降低了空间分辨率, 尤其在盆腔, 相比较之下, MRI 具有优良的软组织分辨率、多平面成像等优点。目前一体化 PET/MRI 的临床应用尚未得到推广, 本研究重点探讨 PET/MRI 融合图像诊断妇科恶性肿瘤复发和转移的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 连续收集 2014 年 1 月—2016 年 1 月

[第一作者] 李绍东 (1969—), 男, 江苏沛县人, 硕士, 主任医师。研究方向: 胸腹部影像诊断。E-mail: LSDD6911@163.com

[通信作者] 徐凯, 徐州医科大学附属医院影像科, 221002。

E-mail: xkpaper@163.com

[收稿日期] 2016-04-22 **[修回日期]** 2016-07-27

疑似妇科肿瘤术后复发的患者 38 例。患者年龄 28~72 岁,中位年龄 64 岁。其中宫颈癌 18 例、卵巢癌 18 例、子宫内膜癌 2 例,所有患者术后均接受 PET/CT 和盆腔 MR 检查(前后相隔<2 周)。肿瘤复发、转移的确诊依据为再次手术或活检病理结果、CT 与 MRI 等影像学结果及临床资料。所有 PET/CT 显像阴性者随访时间均>6 个月。

1.2 仪器与方法 PET/CT 检查:采用 GE Discovery T690 PET/CT 机。患者禁食 6~8 h,测量空腹血糖,保证血糖水平在正常范围内。扫描范围从头顶到大腿中段。静脉注射¹⁸F-FDG 4 MBq/kg 体质量,静卧 60 min 后嘱患者排空膀胱后开始进行 PET/CT 扫描。CT 扫描参数:管电压 120 kV,管电流 120 mA,层厚 3.75 mm,层间距 3.27 mm,重建算法为滤波反投影法(filtered back projection, FBP)。PET 扫描层厚 3.3 mm,层间距 3.27 mm,重建算法为 VUE Point HD+FX。对于肠壁的可疑转移可在注射 FDG 后 2 h 加做局部延迟显像。盆腔 MR 检查:采用 GE Discovery 750w 3.0T MR 扫描仪,体部 8 通道相控阵线圈。检查前禁食 5~6 h。扫描范围为两侧髂前上棘连线到耻骨联合。T1WI 采用肝脏容积快速三维成像序列(liver acquisition with volume acceleration, LAVA):TR 5.0 ms,TE 1.8 ms,层厚 4 mm,FOV 38 cm,矩阵 128×128。轴位 T2 Propeller 及轴位 T2 脂肪抑制 Propeller;TR 5 000~8 000 ms,TE 60~90 ms,层厚 4~5 mm,FOV 38 cm,矩阵 128×128。矢状位、冠状位 T2 FSE;TR 3 000 ms,TE 90 ms,层厚 4~5 mm,FOV 38 cm,矩阵 128×128。轴位脂肪抑制 DWI 序列;TR 6 200 ms,TE 66 ms,b=0,1 000 s/mm²,层厚 5 mm,层间距 2 mm,视野 380 mm×380 mm,矩阵 128×128,激励次数 1 次,扫描时间 1 min 14 s。

1.3 图像分析 采用 GE AW4.6 工作站显示 PET/CT 的图像融合,然后将 CT 和 MRI 图像进行配准后对 PET 图像和 MRI 图像进行轴位(T1WI、T2WI)及矢状位融合和显示。

由 2 名经验丰富的影像诊断医师按照 MRI、PET/CT 及 PET/MRI 融合图像三组的顺序依次分析,最终以达成一致的意見作为诊断结果。重点分析有无局部复发、淋巴结转移、骨转移及腹膜播散。肿瘤复发或转移的诊断标准:PET 图像上出现高于周围组织的 FDG 异常浓聚区且相应 CT 图像可见病灶诊断为肿瘤复发或转移;MRI 图像上淋巴结短径>8 mm,边界模糊,信号不均则被诊断为转移^[1];淋巴结只要

出现 FDG 的异常浓聚均考虑为转移灶,即使淋巴结短径<10 mm^[2]。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 16.0 统计分析软件。采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验法比较 MRI、PET/CT 和 PET/MRI 诊断肿瘤复发或转移的敏感度、特异度和准确率。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

38 例患者中,23 例确诊有肿瘤复发、转移,其中 10 例经手术及病理结果证实,13 例根据影像学及临床资料随访结果判断。38 例患者中,局部复发 14 例(14/38,36.84%,图 1)、盆腔淋巴结转移 10 例(10/38,26.32%)、骨转移 3 例(3/38,7.89%,图 2)及腹膜转移 5 例(5/38,13.16%,图 3)。三种图像诊断妇科肿瘤复发、转移的诊断效能见表 1。其中,PET/MRI 诊断局部复发的准确率高于 MRI($P=0.025$)。

表 1 妇科肿瘤复发、转移的盆腔 MRI、PET/CT 与 PET/MRI 融合诊断效能[% (例)]

复发及转移	盆腔 MRI	PET/CT	PET/MRI 融合
局部复发($n=14$)			
敏感度	50.00(7/14)	78.57(11/14)	85.71(12/14)
特异度	87.50(21/24)	95.83(23/24)	100(24/24)
准确率	73.68(28/38)	92.11(35/38)	94.73(36/38)
盆腔淋巴结转移($n=10$)			
敏感度	70.00(7/10)	80.00(8/10)	90.00(9/10)
特异度	92.86(26/28)	92.86(26/28)	100(28/28)
准确率	86.84(33/38)	89.47(34/38)	97.37(37/38)
骨转移($n=3$)			
敏感度	66.67(2/3)	66.67(2/3)	100(3/3)
特异度	100(35/35)	100%(35/35)	100(35/35)
准确率	97.37(37/38)	97.37(37/38)	100(38/38)
腹膜转移($n=5$)			
敏感度	80.00(4/5)	60.00(3/5)	60.00(3/5)
特异度	100(33/33)	96.97(32/33)	100(33/33)
准确率	97.37(37/38)	92.11(35/38)	94.74(36/38)

3 讨论

妇科恶性肿瘤是一种严重危害女性身体健康的疾病,该病早期诊断困难、术后复发率高。研究^[3]报道卵巢癌复发者高达 35%~72%,如病变完全切除,5 年生存率为 27.5%。本研究中 60.53%(23/38)患者出现复发或转移,因此及时检出术后复发转移灶对指导进一步治疗非常重要。PET/CT 可提高病灶的定位准确率,但全身的低剂量扫描降低了 CT 的分辨率。MRI 具有良好的软组织分辨率,其诊断软组织肿块及二次探查术中肉眼可见小肿块的能力优于 CT,但受周围肠管、脏器被膜及毗邻结构的信号强度影响,MRI

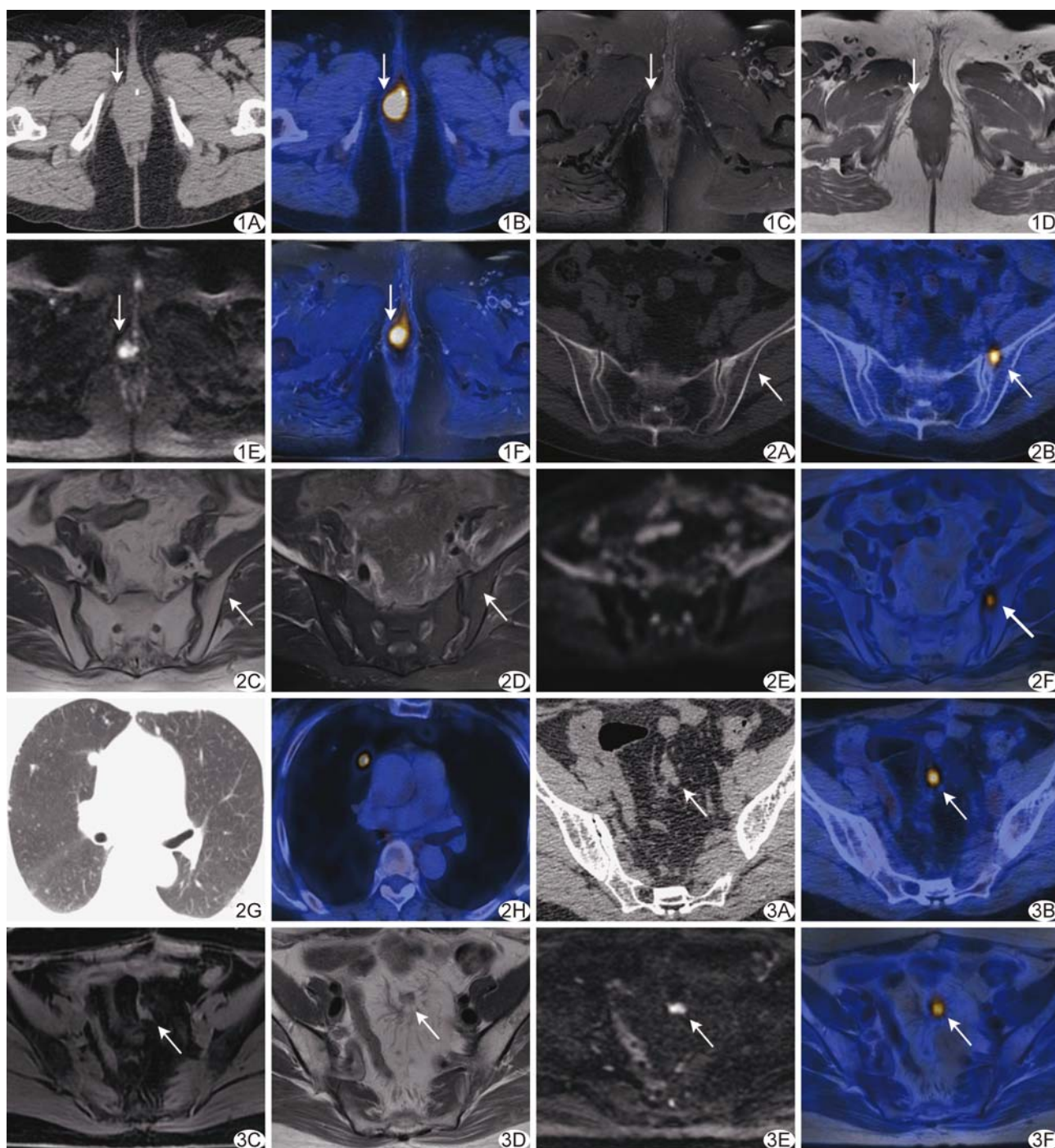


图 1 患者女, 54 岁, 宫颈癌术后局部复发(箭) A. CT 示会阴右侧软组织影增厚; B. PET/CT 显示病灶 FDG 摄取明显增高; C、D. T2WI 脂肪抑制病灶呈高信号, T1WI 呈等信号; E. 当 $b=1\,000\text{ s/mm}^2$ 时 DWI 示弥散受限; F. PET/MRI 融合图示会阴右侧病灶 FDG 摄取明显增高

图 2 患者女, 57 岁, 子宫内膜癌术后骨盆转移(箭)、两肺转移 A. CT 示左侧髂骨近关节面处骨质膨胀, 骨质密度增高; B. PET/CT 示病灶 FDG 摄取明显增高; C、D. T1WI 呈稍低信号, T2WI 脂肪抑制呈稍高信号; E. 当 $b=1\,000\text{ s/mm}^2$ 时 DWI 示病灶弥散未明显受限, 病灶较小且近关节面 MR 检查漏诊; F. PET/MRI 融合图示病灶 FDG 摄取明显增高; G、H. 胸部 CT、PET/CT 示两肺多发转移灶, FDG 摄取明显增高

图 3 患者女, 53 岁, 卵巢癌术后腹膜转移(箭) A. CT 盆腔内示可疑结节样影; B. PET/CT 示 FDG 摄取增高, 误诊为肠管的生理性摄取; C、D. T1WI、T2WI 病灶呈等信号, 邻近腹膜纠集; E. 当 $b=1\,000\text{ s/mm}^2$ 时 DWI 示弥散受限, 明确为病灶; F. PET/MRI 融合图示病灶 FDG 摄取明显增高, 结合 MR 检查, 考虑为腹膜转移

诊断小转移灶的敏感度降低^[4]。因此兼具显示病灶代谢信息和解剖结构的 PET/MRI 成为理想的检测设备,但目前全身的 PET/MRI 仍处于临床应用的发展初期,部分学者^[5-7]发现, PET/MRI 在中枢系统、乳腺疾病的诊断及术后随访方面表现出良好的效能,甚至优于 PET/CT。本研究将 PET 与盆腔 MRI 进行手动融合,结果显示 PET/MRI 融合图像检测妇科肿瘤盆腔局部复发、淋巴结转移、骨转移及腹膜转移方面均有较高的敏感度、特异度和准确率。

与 CT 相比, MRI 图像能够提供更加精确的定位信息。在本研究中 PET/MRI 融合诊断妇科肿瘤盆腔局部复发的准确率高于 MRI (94.73% vs 73.68%, $P=0.025$), 提示与 MRI 相比, PET/MRI 融合可以提高妇科肿瘤局部复发的诊断准确率。在 Kitajima 等^[8]研究显示, 53.3% (16/30) 妇科恶性肿瘤患者治疗后发生复发或转移; 而 PET/MRI 融合检测盆腔复发和转移的敏感度、特异度和准确率高于同机 PET/CECT (PET/contrast-enhanced CT)、PET/CT 及盆腔增强 MRI 检查, 而且 PET/MRI 融合与 PET/CT 诊断盆腔局部复发的敏感度及准确率的差异均有统计学意义 (87.5% vs 50.0%, 93.9% vs 73.3%, P 均 <0.05)。

本研究中 PET/MRI 融合图像、同机 PET/CT 与盆腔 MRI 诊断妇科肿瘤术后盆腔淋巴结转移的敏感度、特异度和准确率差异无统计学意义。本研究 PET/CT 对可疑淋巴结的判断主要依靠视觉诊断, 未进行标准摄取值 (standard uptake value, SUV) 及淋巴结直径大小的测量。MRI 诊断淋巴结转移主要依据大小、淋巴结的形态、信号及 DWI 序列上水分子弥散情况。本研究 MRI 采用淋巴结短径 >8 mm 作为判断淋巴结转移的临界值。Yuan 等^[9]的一项关于卵巢癌术后 Meta 分析发现, PET/CT 诊断淋巴结转移的敏感度、特异度高于 MRI (73.2% vs 54.7%、96.7% vs 88.3%)。Kitajima 等^[8]研究中, PET/MRI 融合与 PET/CT 诊断淋巴结转移方面的敏感度、特异度和准确率差异无统计学意义。而 Kim 等^[10]发现在 79 例宫颈癌患者中, PET/MRI 融合图像诊断盆腔及腹主动脉旁淋巴结转移的敏感度、特异度和 ROC 曲线下面积为 54.2%, 92.7% 和 0.735, PET/CT 为 44.1%, 93.9% 和 0.690, 两者 ROC 曲线下面积差异有统计学意义 ($P=0.045$)。

本项研究中共 3 例患者发生盆腔骨转移, 5 例发生腹膜转移, 在评价盆腔骨转移及腹膜转移方面,

PET/MRI 融合图像、同机 PET/CT 与盆腔 MRI 的价值相当, 差异均无统计学意义。Yang 等^[11]对 145 个研究的荟萃分析中, 比较了 PET、CT 和 MRI 诊断骨转移的价值。以每个患者为研究对象时, 合并敏感度 PET、CT、MRI 分别为 89.7%、72.9% 和 90.6%, PET=MRI $>$ CT (“=”表示差异无统计学意义, “ $>$ ”表示显著升高); 合并特异度估计依次为 96.8%、94.8%、81.4%, PET=CT=MRI。腹膜转移是妇科肿瘤常见的转移方式, 转移灶可发生在腹膜腔的任何位置, 常见于子宫直肠陷窝、膀胱旁间隙/表面浆膜、结肠旁沟、大网膜、小肠系膜根部、右膈下/肝周间隙、左膈下/脾周间隙等部位^[12]。妇科肿瘤患者术后, 盆腔失去正常的解剖结构, 影像学检查对于腹膜的小病灶、粟粒样转移的检测存在一定的困难。

本研究的局限性: ①只探讨了 PET/MRI 融合图像诊断妇科肿瘤盆腔局部复发的价值, 未能对患者的全身情况进行评估, 因此不能进行 PET/CT 与 PET/MRI 全面比较。②部分病例以包括影像学检查在内的临床随访结果为诊断金标准。有研究^[13-14]显示 PET/CT 在探测卵巢癌术后复发转移中, 当以包括影像学检查在内的临床随访结果为诊断金标准时, PET/CT 诊断效能很高, 灵敏度为 73%~100%, 特异度为 71%~100%, 准确率为 83%~100%, 而当以组织病理学结果为金标准时, PET/CT 的诊断效能相对较低^[15]。可能的原因是影像学检查对小病灶的检出率有限, 尤其是腹膜的粟粒样转移灶。

综上所述, PET/MRI 融合图像诊断妇科肿瘤患者盆腔复发、转移具有重要的诊断价值, 可以提高单独 MRI 检测局部复发的准确率。

[参考文献]

- [1] Brown G, Richards CJ, Bourne MW, et al. Morphologic predictors of lymph node status in rectal cancer with use of high-spatial-resolution MR imaging with histopathologic comparison. *Radiology*, 2003, 227(2):371-377.
- [2] Kim DJ, Kim JH, Ryu YH, et al. Nodal staging of rectal cancer: High-resolution pelvic MRI versus 18 F-FDG PET/CT. *J Comput Assist Tomogr*, 2011, 35(5):531-534.
- [3] 吴湖炳, 王全师, 王明芳, 等. PET/CT 显像在探测卵巢癌术后复发、转移中的应用. *中华核医学杂志*, 2006, 26(4):197-200.
- [4] 陈香, 赵晋华, 宋建华, 等. 18 F-FDG PET/CT 在探测卵巢癌术后复发及转移中的价值. *中国医学计算机成像杂志*, 2013, 19(4):376-380.
- [5] Yang ZL, Zhang LJ. PET/MRI of central nervous system: Cur-

- rent status and future perspective. Eur Radiol, 2016, 15. [Epub ahead of print].
- [6] Catalano OA, Nicolai E, Rosen BR, et al. Comparison of CE-FDG-PET/CT with CE-FDG-PET/MR in the evaluation of osseous metastases in breast cancer patients. Br J Cancer, 2015, 112: 1452-1460.
- [7] Sawicki LM, Grueneisen J, Schaarschmidt BM, et al. Evaluation of (18)F-FDG PET/MRI, (18)F-FDG PET/CT, MRI, and CT in whole-body staging of recurrent breast cancer. Eur J Radiol, 2016, 85(2):459-465.
- [8] Kitajima K, Suenaga Y, Ueno Y, et al. Value of fusion of PET and MRI in the detection of intra-pelvic recurrence of gynecological tumor: Comparison with ¹⁸F-FDG contrast-enhanced PET/CT and pelvic MRI. Ann Nucl Med, 2014, 28(1):25-32.
- [9] Yuan Y, Gu ZX, Tao XF, et al. Computer tomography, magnetic resonance imaging, and positron emission tomography for detection of metastatic lymph nodes in patients with ovarian cancer: A meta analysis. Eur J Radiol, 2012, 81(5):1002-1006.
- [10] Kim SK, Choi HJ, Park SY, et al. Additional value of MR/PET fusion compared with PET/CT in the detection of lymph node metastases in cervical cancer patients. Eur J Cancer, 2009, 45:2103-2109.
- [11] Yang HL, Liu T, Wang XM, et al. Diagnosis of bone metastases: A meta-analysis comparing ¹⁸F-FDG-PET, CT, MRI and bone scintigraphy. Eur Radiol, 2011, 21(12):2604-2617.
- [12] 曲延峻, 赵小阳, 董丽娜, 等. 超声诊断卵巢癌腹膜及大网膜转移. 中国医学影像技术, 2010, 26(7):1334-1336.
- [13] Kitajima K, Ueno Y, Suzuki K, et al. Low-dose non-enhanced CT versus full-dose contrast enhanced CT in integrated PET/CT scans for diagnosing ovarian cancer recurrence. Eur J Radiol, 2012, 81(11):3557-3562.
- [14] Mangili G, Picchio M, Sironi S, et al. Integrated PET/CT as a first-line re-staging modality in patients with suspected recurrence of ovarian cancer. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2007, 34(5):658-666.
- [15] Sironi S, Messa C, Mangili G, et al. Integrated FDG PET/CT in patients with persistent ovarian cancer: Correlation with histologic findings. Radiology, 2004, 233(2):433-440.

《五官头颈病变 CT 与 MR 对比临床应用》已出版

由南昌大学第一附属医院龚洪翰教授、江西省肿瘤医院徐仁根主任医师、上海交通大学医学院附属苏州九龙医院沈海林教授任主编,人民卫生出版社出版的《五官头颈病变 CT 与 MR 对比临床应用》一书已出版,并在全国发行。本书采用 CT 与 MR 对比的方式进行撰写,对五官头颈部同一疾病,在同一时间、同一层面进行扫描的 CT 与 MR 所见进行对比,通过大量疾病的 CT 与 MR 图像对比,让读者更好地理解 CT 与 MR 两种不同成像技术在五官头颈病变应用的优势与限度。本书既适用于影像专业诊断人员,也适用于眼科、耳鼻咽喉-头颈外科及口腔科专业人员。

本书是龚洪翰教授任总主编的《CT 与 MR 对比临床应用系列丛书》的第五部,其他四部分分别为《颅脑病变 CT 与 MR 对比临床应用》、《胸部病变 CT 与 MR 对比临床应用》、《腹部病变 CT 与 MR 对比临床应用》及《骨骼肌肉病变 CT 与 MR 对比临床应用》。

《五官头颈病变 CT 与 MR 对比临床应用》一书为 16 开精装本,全书约 130 万字。定价 178 元,全国新华书店均有销售,也欢迎来函来电向我院购买,免费邮寄。联系人:徐珍珍;地址:南昌市永外正街 17 号,南昌大学第一附属医院;邮编:330006;联系电话:0791-88693825 或 88692582,传真:0791-88623153。邮箱:1059245012@qq.com。