

❖腹部影像学

Comparative analysis of ^{18}F -FDG PET/CT and PET/MR in focal liver lesionsCHENG Yong¹, BAI Le², SHANG Jingjie¹, TANG Yongjin¹, GUO Bin¹,
GONG Jian¹, LING Xueying¹, XU Hao^{1*}(1. Department of Nuclear Medicine, 2. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of
Jinan University, Guangzhou 510630, China)

[Abstract] **Objective** To compare the clinical value of ^{18}F -FDG PET/CT and PET/MR in focal liver lesions (FLLs). **Methods** The data of clinic, ^{18}F -FDG whole-body PET/CT, and upper abdomen MR imaging of 41 patients with FLLs were analyzed retrospectively. The detection rates of CT, MRI, PET, PET/CT and PET/MR were compared. **Results** In 41 FLLs patients, there were 69 liver lesions, and the number of benign lesions, hepatocellular carcinoma and metastasis was 22, 17 and 30 respectively. The detection rates of CT, MRI, PET, PET/CT and PET/MR were 72.46% (50/69), 94.20% (65/69), 55.07% (38/69), 79.71% (55/69) and 100% (69/69). The detection rate of PET/MR was significantly higher than that of PET/CT on liver benign lesions (100% [22/22] vs 59.09% [13/22]) and hepatocellular carcinoma (100% [17/17] vs 70.59% [12/17], both $P < 0.05$), in addition, the detection rate of PET/MR and PET/CT on liver metastasis were also 100% (30/30). **Conclusion** PET/MR has high detection rate and clinical value in FLLs.

[Key words] Focal liver lesions; Magnetic resonance imaging; Positron-emission tomography

DOI:10.13929/j.1003-3289.201606173

肝脏局灶性病变 ^{18}F -FDG PET/CT 与 PET/MR 比较分析程 勇¹, 白 乐², 尚靖杰¹, 唐勇进¹, 郭 斌¹, 弓 健¹, 凌雪英¹, 徐 浩^{1*}

(1. 暨南大学附属第一医院核医学科, 2. 放射科, 广东 广州 510630)

[摘要] **目的** 比较 ^{18}F -FDG PET/CT 与 PET/MR 显像对肝脏局灶性病变(FLLs)的临床应用价值。**方法** 回顾性分析 41 例 FLLs 患者的临床资料、 ^{18}F -FDG 全身 PET/CT 及上腹部 MR 扫描图像。比较 CT、MRI、PET、PET/CT 及 PET/MR 对 FLLs 的检出率。**结果** 41 例 FLLs 患者中共检出 69 个病灶, 包括肝脏良性病灶 22 个、肝细胞癌(HCC)17 个、转移瘤 30 个。CT、MRI、PET、PET/CT 及 PET/MR 对 FLLs 的总体检出率分别为 72.46% (50/69)、94.20% (65/69)、55.07% (38/69)、79.71% (55/69) 及 100% (69/69)。PET/MR 对肝脏良性病灶及 HCC 的检出率(22/22, 100%; 17/17, 100%)均高于 PET/CT(13/22, 59.09%; 12/17, 70.59%; P 均 <0.05), 二者对转移瘤的检出率均为 100% (30/30)。**结论** PET/MR 对 FLLs 的检出率较高, 具有良好的临床应用价值。

[关键词] 肝脏局灶性病变; 磁共振成像; 正电子发射型体层摄影术

[中图分类号] R817; R735.7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2017)01-0061-05

肝脏局灶性病变(focal liver lesions, FLLs)在临床较常见, 准确地检测和定性诊断对临床方案的选择、

治疗及患者预后具有重要意义。CT、MRI、PET/CT 等是检测和诊断 FLLs 的重要手段, 目前新型影像学检查技术, 如正电子发射断层显像/磁共振成像(positron emission tomography/magnetic resonance imaging, PET/MR)亦得到了广泛关注。本研究回顾性分析接受 PET/CT、PET/MR 多模式扫描的 FLLs 患

[第一作者] 程勇(1987—), 男, 湖北十堰人, 硕士, 医师。研究方向: 临床核医学。E-mail: 445647617@qq.com

[通信作者] 徐浩, 暨南大学附属第一医院核医学科, 510630。

E-mail: txh@jnu.edu.cn

[收稿日期] 2016-06-30 **[修回日期]** 2016-11-22

者资料,探讨 PET/MR 在 FLLs 中的临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2012 年 11 月—2015 年 5 月于我院同时接受¹⁸F-FDG 全身 PET/CT 检查与上腹部 MR 检查的 FLLs 患者 41 例,男 32 例,女 9 例,年龄 50~66 岁,平均(58.2±5.7)岁。其中肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)患者 19 例,其中 2 例为术后患者;肝脏良性病变患者 9 例;肝转移瘤患者 13 例。HCC 及良性病变患者经手术、穿刺病理或影像随访证实,肝转移瘤患者均有明确的原发肿瘤病史及影像检查随访证实。

1.2 仪器与方法 采用 PET/CT、PET/MR 多模式系统进行扫描^[1]。PET/CT:采用 GE Discovery Elite 690 扫描仪,患者空腹 6 h 以上,控制空腹血糖为 4.0~11.1 mmol/L,于安静状态下注射¹⁸F-FDG 3.70~5.55 MBq/kg 体质量,45~60 min 后行常规 PET/CT 检查,采集条件:电压 140 keV,电流 115~180 mA,扫描层厚 3.75 mm,层间距 3.27 mm,矩阵 512×512。PET 发射扫描,每例患者平均扫描 7 个床位,110 秒/床位。经 CT 衰减校正后,采用自适应统计迭代重建算法获得 PET 图像。

MRI:采用 GE Discovery 750 3.0T MR 扫描仪,腹部专用线圈,扫描序列为三维肝脏容积快速成像(liver acquisition with volume acceleration, LAVA)序列,TR 3.7 ms,TE 1.7 ms,带宽 166.7 kHz,翻转角 12°,FOV 40 cm×40 cm,矩阵 256×170,层厚 4.0 mm,重叠层间距 2 mm;轴位 T2W propeller 序列,TR 7 500 ms,TE 77 ms,带宽 83.3 kHz,FOV 38 cm×38 cm,矩阵 320×320,NEX 2.5,层厚 4.0 mm,层间距 0.4 mm,加速因子 2.00 Ph;轴位 DWI,TR 8 500 ms,TE 80 ms,层厚 4.0 mm,层间距 0.4 mm,FOV 40 cm×40 cm,矩阵 128×128,NEX 1,b 值 0、800 s/mm²。

1.3 图像分析 将 PET、CT、MRI 数据传至 GE AW 4.6 后处理工作站,运用随机自带软件行多模式融合后获得 PET/CT、PET/MR 图像,由 2 名有经验的医师对不同模式图像进行分析,意见不同时经协商达成一致。阳性病灶定义为病灶 FDG 摄取高于周围正常肝组织,CT 或 MRI 为异常密度或信号的病灶^[2]。以目测法先评估并比较 PET、CT 及 MRI 的病灶,然后再比较 PET/CT、PET/MR 图像。PET 图像分析采用视觉观

察并测定最大标准摄取值(maximum standardized uptake value, SUV_{max}),采用勾画 ROI 体积法(volume of interest, VOI)自动测得病灶的 SUV_{max}。测量并记录病灶最长径,若 PET 阳性病灶在 CT 及 MRI 上均不可测量,则为不可测量病灶。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 13.0 统计分析软件,采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法比较不同组间对病灶检出率的差异, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

经病理或随访证实,41 例患者共 69 个肝脏病灶,其中肝良性病灶 22 个(肝囊肿 8 个,肝血管瘤 7 个,肝局灶性结节增生 4 个,肝脓肿、肉芽肿性病变及肝结核各 1 个),病灶大小 0.81~6.20 cm,平均(2.21±1.53)cm;HCC 17 个,病灶大小 1.21~10.86 cm,平均(4.77±3.06)cm;肝转移瘤 30 个,病灶大小 0.80~5.77 cm,平均(2.79±1.45)cm。

CT、MRI、PET、PET/CT 及 PET/MR 对 FLLs 的检出率分别为 72.46%(50/69)、94.20%(65/69)、55.07%(38/69)、79.71%(55/69)及 100%(69/69)。不同模式图像对肝脏病灶检出率见表 1。肝脏良性病灶:PET 检测出 2 个病灶,分别为肝脓肿及肉芽肿性病变;PET/MR 对肝脏良性病灶的检出率(22/22,100%)高于 PET/CT(13/22,59.09%),差异有统计学意义($P=0.001$)。HCC:PET 仅可检出 8 个病灶,PET/MR 对 HCC 的检出率(17/17,100%)高于 PET/CT(12/17,70.59%; $P=0.044$),见图 1。肝转移瘤:PET 的检出率为 93.33%(28/30),其中 2 个转移灶 PET 未见放射性浓聚而无法明确显示(图 2),PET/CT 与 PET/MR 的检出率均为 100%(30/30)。

本组中共 4 个不可测量病灶,其中 1 个为 HCC 术后经皮肝穿刺胆道引流,肝脏与引流管相交处见 FDG 异常浓聚,CT 及 MRI 未见病灶;另 3 个为消化道肿瘤术后肝脏转移,FDG 异常浓聚,CT、MR 扫描及化疗后随访 MR 增强扫描(4~20 个月)未见病灶(图 3)。

3 讨论

FLLs 是由炎症、代谢异常或组织异常增生等导致

表 1 肝脏病灶不同模式图像检出率[个(%)]

类别	CT	MRI	PET	PET/CT	PET/MR
良性病灶($n=22$)	12(54.55)	21(95.45)	2(9.09)	13(59.09)	22(100)
HCC($n=17$)	12(70.59)	17(100)	8(47.06)	12(70.59)	17(100)
转移瘤($n=30$)	26(86.67)	27(90.00)	28(93.33)	30(100)	30(100)
合计($n=69$)	50(72.46)	65(94.20)	38(55.07)	55(79.71)	69(100)

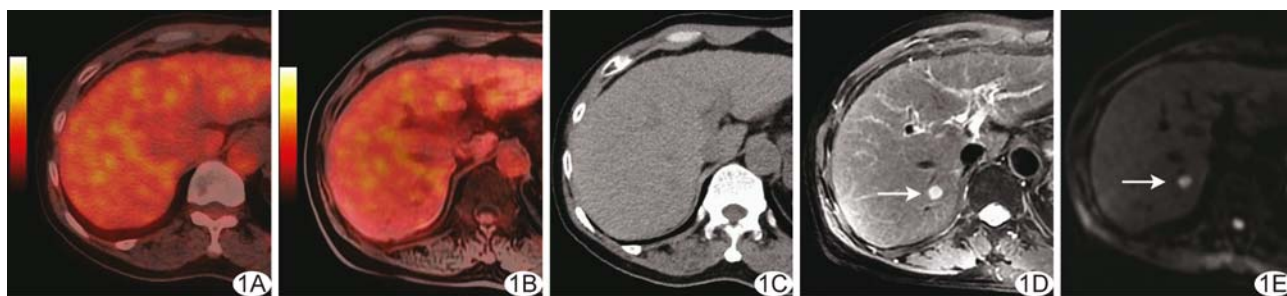


图1 患者男,50岁,HCC 肝右后叶下段结节,PET/CT(A)及 PET/MR(B)未见代谢增高灶,CT呈等密度(C),T2WI(D)、DWI(E)可清晰显示结节 (箭示病灶)

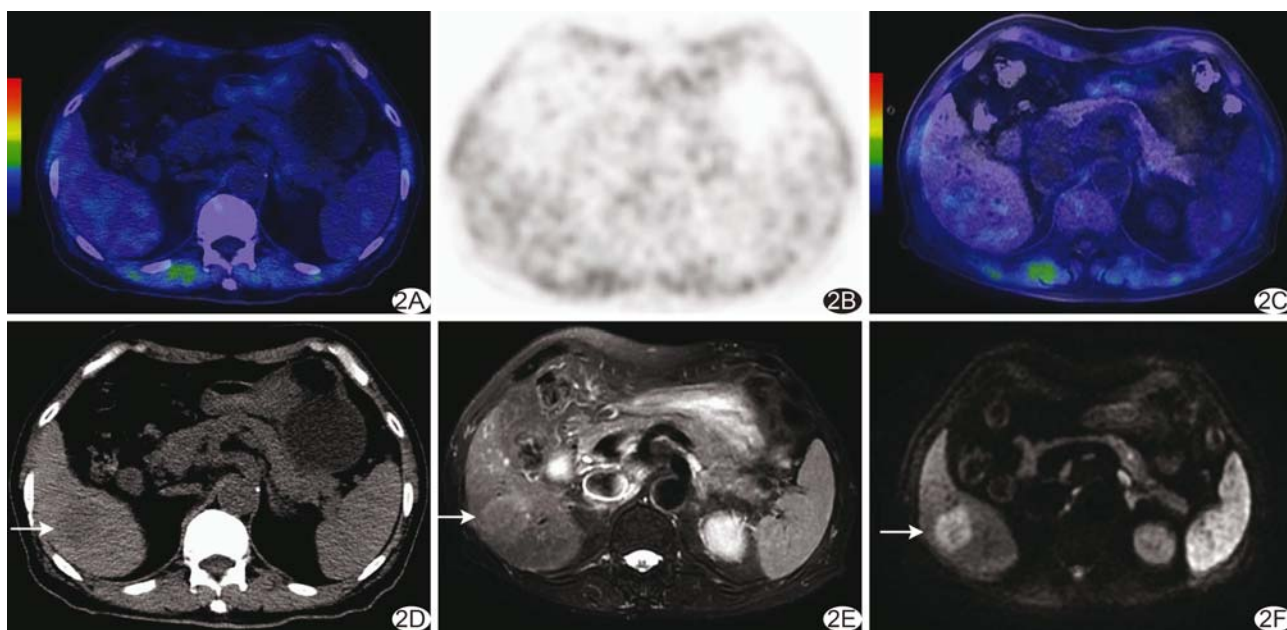


图2 患者男,75岁,肝脏转移瘤 肝右后叶见不规则肿块,PET/CT(A)、PET(B)、PET/MR(C)未见代谢增高灶,CT示低密度肿块,边界不清(D);T2WI呈等高信号(E),DWI高信号(F) (箭示病灶)

的肝脏发生的局部病理改变,包括发生于肝脏的各种良性、恶性肿瘤及非肿瘤性病变^[3]。PET/MR作为新型影像技术结合PET的功能影像信息及MRI良好的解剖定位信息,在肿瘤影像的临床应用中有良好的前景^[4-5]。无论PET/MR一体机还是分体机,在肝脏扫描应用中均可获得良好的图像质量,且可清晰地显示病灶^[6-7]。

¹⁸F-FDG PET诊断肿瘤良恶性的依据是病灶内肿瘤细胞与正常组织细胞间的葡萄糖代谢活性差异,恶性肿瘤代谢常呈异常增高表现。¹⁸F-FDG是葡萄糖的同分异构体,其磷酸化后生成葡萄糖-6-磷酸,不能参与下一步代谢而滞留在细胞中。正常肝组织和高分化HCC中的葡萄糖-6-磷酸酶水平较高,造成¹⁸F-FDG去磷酸化而游离出肿瘤细胞,HCC细胞摄取FDG通

常与正常肝组织相同,导致PET部分结果表现为假阴性,因此PET/CT对HCC的诊断敏感度较低^[8-13]。而部分HCC在CT平扫上为等密度灶,造成PET/CT常无法显示病灶。

Tian等^[2]比较了PET/CT及PET/MR对不同部位的良恶性病灶检出率,对于上腹部(肝脏、胆、脾脏)良恶性病灶的总体检出率分别为81.36%(48/59)、100%(59/59),本组病例结果与其相近,PET/CT及PET/MR检出率分别为79.71%(55/69)及100%(69/69)。

本研究显示PET/CT对良性病灶的检出率为59.09%(13/22),而PET/MR对良性病灶的检出率则高达100%(22/22),因MRI较CT有更好的软组织分辨力,可更清晰地显示病灶。

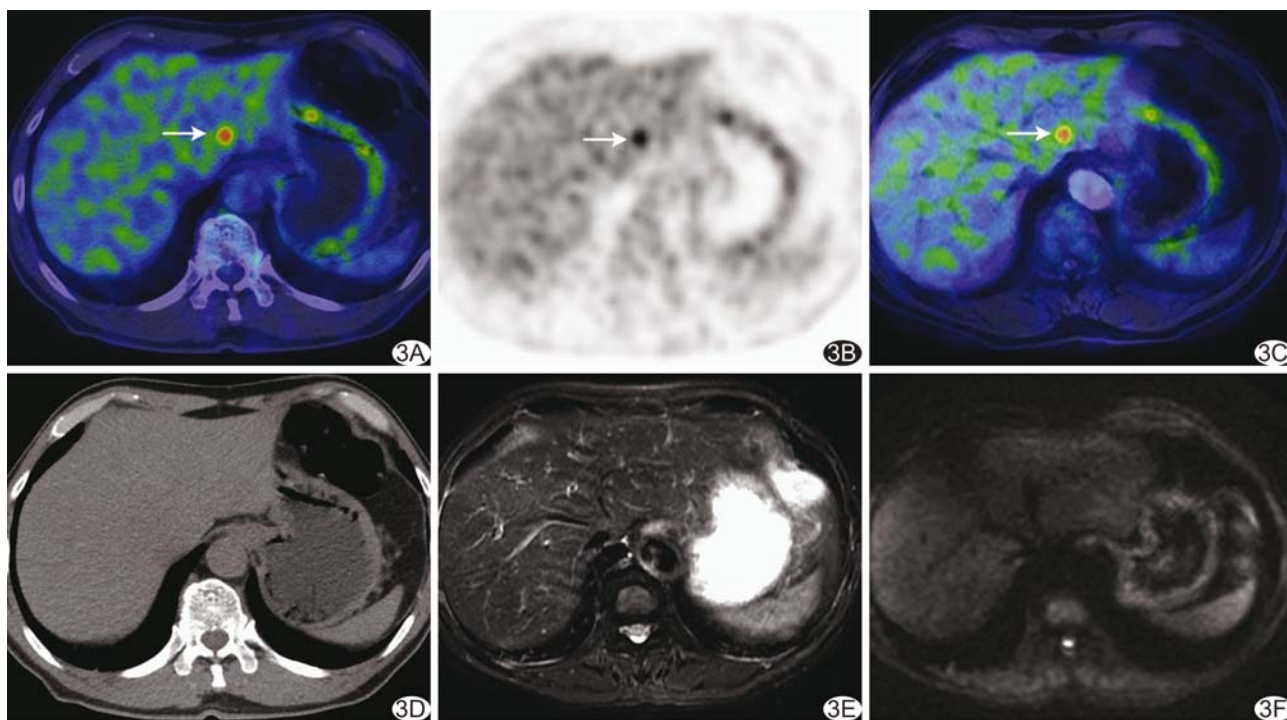


图3 患者男,60岁,结肠癌术后6个月 PET/CT(A)、PET(B)、PET/MR(C)见代谢增高灶, $SUV_{max}=4.72$,CT(D)、T2WI(E)、DWI(F)均未见病灶(箭示病灶)

本研究显示 PET 对 HCC 的检出率为 47.06% (8/17),与既往研究^[8-9,13]报道接近。其原因是分化好的 HCC 细胞中葡萄糖-6-磷酸酶活性较高,细胞内¹⁸F-FDG 含量低,常无放射性浓聚,导致 PET 对 HCC 诊断的假阴性。部分 HCC 在 CT 上表现为低密度肿块,因此 PET/CT 可提高 HCC 的检出率 (12/17, 70.59%)。MRI 较 CT 的组织分辨率高,PET/MR 结合了 PET 代谢信息及 MRI 精确的解剖定位则能检测到更多的 HCC (17/17, 100%)。但因 PET/MR 对 HCC 尚无诊断标准,其对 HCC 的诊断效能未见相关报道,但本研究提示 PET/MR 可检测出更多的病灶,为 PET/MR 在 HCC 的应用提供了初步依据。

本研究显示 PET 对肝脏转移瘤的检出率为 93.33% (28/30),与相关研究^[8,14-15]报道一致。肝脏转移瘤由于癌细胞去磷酸化水平较低,¹⁸F-FDG 代谢明显高于周围正常肝细胞,显像阳性率较高。PET 通过功能显像可以检测出 CT 或 MRI 不能发现的病灶,而 CT 或 MRI 则亦可根据病灶形态学变化显示 PET 阴性病灶(图 2)。本组中 PET/CT 及 PET/MR 对肝脏转移瘤的检出率均为 100% (30/30),但 PET/MR 可更清晰地显示病灶的边界并能提供更多信息^[6-7],且 PET/MR 对肝脏转移瘤的诊断准确率及敏感度均较 PET/CT 高^[16-17]。

本研究的不足:样本量相对较少,未行 CT 及 MR 增强扫描,因此仅比较了不同模式的检出率。既往关于 PET/CT 对肝脏病变诊断能力的研究^[8-9,11,13]多根据 PET 的 SUV 设定良恶性的诊断标准,因 PET/MR 临床应用起步较晚,尚无肝脏病变的诊断标准,未能进一步探讨其诊断效能。

综上所述,PET/MR 对肝脏病灶的检出率高于 PET/CT,PET/MR 对受检者的辐射剂量也较 PET/CT 小,表明其在肝脏肿瘤影像上具有良好的应用前景。

[参考文献]

- [1] Veit-Haibach P, Kuhn FP, Wiesinger F, et al. PET-MR imaging using a tri-modality PET/CT-MR system with a dedicated shuttle in clinical routine. *MAGMA*, 2013, 26(1):25-35.
- [2] Tian J, Fu L, Yin D, et al. Does the novel integrated PET/MR offer the same diagnostic performance as PET/CT for oncological indications? *PLoS One*, 2014, 9(6):e90844.
- [3] 王蓉. 超声造影在肝脏局灶性病变定性诊断中的价值. *长江大学学报(自科版)*, 2014, 11(36):86-88.
- [4] Pichler BJ, Kolb A, Nägele T, et al. PET/MR: Paving the way for the next generation of clinical multimodality imaging applications. *J Nucl Med*, 2010, 51(3):333-336.

- [5] Ratib O, Beyer T. Whole-body hybrid PET/MR: Ready for clinical use? *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2011, 38(6):992-995.
- [6] Beiderwellen K, Gomez B, Buchbender C, et al. Depiction and characterization of liver lesions in whole body [^{18}F]-FDG PET/MR. *Eur J Radiol*, 2013, 82(11):e669-e675.
- [7] Kuhn FP, Crook DW, Mader CE, et al. Discrimination and anatomical mapping of PET-positive lesions: Comparison of CT attenuation-corrected PET images with coregistered MR and CT images in the abdomen. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 40(1):44-51.
- [8] 王洋洋, 王振光, 李大成, 等. ^{18}F -FDG PET/CT 诊断原发性肝癌和肝转移瘤的价值. *中国医学影像技术*, 2015, 31(1):77-81.
- [9] Khan MA, Combs CS, Brunt EM, et al. Positron emission tomography scanning in the evaluation of hepatocellular carcinoma. *J Hepatol*, 2000, 32(5):792-797.
- [10] 胡裕效, 朱虹, 张宗军, 等. ^{18}F -脱氧葡萄糖 PET/CT 显像在原发性肝细胞癌中的应用研究. *中国医学影像学杂志*, 2007, 15(3):182-185.
- [11] 徐白萱, 田嘉禾, 何义杰, 等. FDG PET 在肝脏恶性肿瘤诊断中的应用. *中华核医学杂志*, 2002, 22(3):139-140.
- [12] Wudel LJ Jr, Delbeke D, Morris D, et al. The role of [^{18}F] fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging in the evaluation of hepatocellular carcinoma. *Am Surg*, 2003, 69(2):117-124.
- [13] 艾书跃, 吴建伟, 吕毛古, 等. ^{18}F -FDG PET/CT 显像在肝脏恶性肿瘤的初步应用. *临床肿瘤学杂志*, 2007, 12(4):279-281.
- [14] Patel S, McCall M, Ohinmaa A, et al. Positron emission tomography/computed tomographic scans compared to computed tomographic scans for detecting colorectal liver metastases: A systematic review. *Ann Surg*, 2011, 253(4):666-671.
- [15] Maffione AM, Lopci E, Bluemel CA, et al. Diagnostic accuracy and impact on management of (^{18}F)-FDG PET and PET/CT in colorectal liver metastasis: A meta-analysis and systematic review. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2015, 42(1):152-163.
- [16] Beiderwellen K, Geraldo L, Ruhlmann V, et al. Accuracy of [^{18}F] FDG PET/MR for the detection of liver metastases. *PLoS One*, 2015, 10(9):e0137285.
- [17] Reiner CS, Stolzmann P, Husmann L, et al. Protocol requirements and diagnostic value of PET/MR imaging for liver metastasis detection. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2014, 41(4):649-658.

《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。