

论 著

18F-FDG PET/MR全身显像在儿童肾母细胞瘤分期中的应用价值*

沈 阳¹ 许远帆² 梁江涛²
孙黎清³ 湛海波^{4,*}1.南京大学医学院附属苏州医院核医学科
(江苏 苏州 215153)2.杭州全景医学影像诊断中心
(浙江 杭州 310002)

3.光福人民医院放射科 (江苏 苏州 215200)

4.南京大学医学院附属苏州医院放疗科
(江苏 苏州 215153)

【摘要】目的 分析和探讨¹⁸F-FDG PET/MR全身显像在儿童肾母细胞瘤(WT)分期中的应用价值。方法 回顾性分析本中心2018年1月至2021年6月收治的77例WT患儿临床资料,分为治疗前组(n=40)和治疗后组(n=37),均进行¹⁸F-FDG PET/MR全身显像检查,观察肿瘤的大小、形态、信号特征,与周围组织的关系,病灶原发灶ROI最大标准摄取值(SUVmax),转移情况及其分期特征。结果 治疗前组右肾、左肾单发分别为20例(50.00%)、17例(42.50%),2例(5.00%)发生在两肾,1例(2.50%)发生于肾外,病灶最大径多为上下径,最大径(10.25±4.12)cm,其中8例(20.00%)跨中线,SUVmax值为(13.58±6.74),肿块边界光滑清楚有假包膜的28例(70.00%),肿瘤内密度不均,有坏死、出血、囊变的26例(65.00%),28例(70.00%)可见“残肾征”,8例(20.00%)为全肾侵犯型;40例治疗前例患儿包括I期3例(7.5%),II期5例(12.5%),III期14例(35.0%),IV期16例(40.0%),V期2例(5.0%),PET/MR显像后,治疗前组有15例(37.50%)分期发生改变,其中11例(27.5%)由III期提高到IV期,4例(10.00%)由II期提高到IV期,37例治疗后组患儿在PET/MR显像后有12例(32.40%)分期发生改变,其中7例(18.92%)由0期提高到IV期,2例(5.40%)由III期提高到IV期,3例(8.10%)因PET/MR摄取阴性而降低分期,两组PET/MR显像前、后分期比较,差异均有统计学意义(P<0.05);治疗前组和治疗后组淋巴结转移分别为21例(52.50%)、12例(32.43%),远处转移分别为17例(42.50%)、10例(27.00%)。结论 ¹⁸F-FDG PET/MRI对WT分期的诊断价值优于临床分期,在探查肿瘤周围侵犯和远处转移更具优势,明显提高了肿瘤原始分期及再分期的准确性。

【关键词】儿童;肾母细胞瘤;
¹⁸F-FDG PET/MR全身显像;临床分期

【中图分类号】R179

【文献标识码】A

【基金项目】浙江省医药卫生科技计划项目
(2024KY1428)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.02.040

Application Value of ¹⁸F-FDG PET/MR Whole Body Imaging in the Staging of Wilms Tumor in Children*SHEN Yang¹, XU Yuan-fan², LIANG Jiang-tao², SUN Li-qing³, CHEN Hai-bo^{4,*}.

1.Department of Nuclear Medicine, The Affiliated Suzhou Hospital of Nanjing University Medical School, Suzhou 215153, Jiangsu Province, China

2.Hangzhou Panoramic Medical Imaging Diagnosis Center, Hangzhou 310002, Zhejiang Province, China

3.Department of Radiology, Guangfu People's Hospital, Suzhou 215200, Jiangsu Province, China

4.Department of Radiotherapy, The Affiliated Suzhou Hospital of Nanjing University Medical School, Suzhou 215153, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze and discuss the application value of ¹⁸F-FDG PET/MR whole body imaging in the staging of Wilms tumor (WT) in children. **Methods** The clinical data of 77 children with WT in our center from January 2018 to June 2021 were retrospectively analyzed. The children were divided into pre-treatment group (n=40) and post-treatment group (n=37). All children underwent ¹⁸F-FDG PET/MR whole body imaging. The tumor size, shape, signal characteristics, relationship with surrounding tissue, maximum standard uptake value (SUVmax) of the primary lesion ROI, metastasis status and staging characteristics were observed. **Results** In pre-treatment group, 20 cases (50.00%) occurred in single right kidney, 17 cases (42.50%) occurred in single left kidney, 2 cases (5.00%) occurred in both kidneys and 1 case (2.50%) occurred outside the kidney, and the maximum diameter of the lesion was mostly upper-lower diameter, and the maximum diameter was (10.25±4.12) cm. Among them, 8 cases (20.00%) crossed the midline, and the SUVmax value was (13.58±6.74). There were 28 cases (70.00%) with smooth and clear pseudocapsule, 26 cases (65.00%) with uneven density, necrosis, hemorrhage and cystic degeneration, 28 cases (70.00%) with “remnant kidney sign”, and 8 cases (20.00%) of whole kidney invasion type. 40 cases of children before treatment included 3 cases of stage I (7.5%), 5 cases of stage II (12.5%), 14 cases of stage III (35.0%), 16 cases of stage IV (40.0%) and 2 cases of stage V (5.0%). After PET/MR imaging, 15 cases (37.50%) in pre-treatment group had staging changes, of which 11 cases (27.5%) were increased from stage III to stage IV and 4 cases (10.00%) were increased from stage II to stage IV. Among 37 children in post-treatment group, 12 cases (32.40%) had staging changes after PET/MR imaging, of which 7 cases (18.92%) were risen from stage 0 to stage IV, 2 cases (5.40%) were increased from stage III to stage IV, and 3 cases (8.10%) were decreased due to negative PET/MR uptake. There was a statistically significant difference in the staging between both groups before and after PET/MR imaging (P<0.05). There were 21 cases (52.50%) of lymph node metastasis and 17 cases (42.50%) of distant metastasis in pre-treatment group and 12 cases (32.43%) and 10 cases (27.00%) in post-treatment group respectively. **Conclusion** The diagnostic value of ¹⁸F-FDG PET/MRI for WT staging is better than that of clinical staging. It has more advantages in detecting peritumoral invasion and distant metastasis, and significantly improves the accuracy of original staging and re-staging of tumor.

Keywords: Children; Wilms Tumor; ¹⁸F-FDG PET/MR Whole Body Imaging; Clinical Staging

肾母细胞瘤(wilms tumor, WT)是儿童常见肾肿瘤,虽然普遍认为WT患儿生存率较高,但数据显示,我国儿童WT的生存期中位数为22个月^[1]。诊断较晚和复发率高是提高我国WT患儿死亡率的重要原因,因此需提高WT的诊断准确性。影像学检查是WT诊断评估的首选方法,常规使用超声、CT、MRI均能够明确肿瘤位置、大小等信息,但由于儿童腹膜较薄、淋巴结较小等原因^[2],常规影像学检查手段在肿瘤分期的评估方面表现出一定局限。PET/MR是将正电子发射断层扫描(positron emission computed tomography, PET)和磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)相结合的一种新型多模态成像技术。氟代脱氧葡萄糖(fludeoxyglucose, ¹⁸F-FDG)是PET检查最常用的显像剂, PET通过构建¹⁸F-FDG在体内的分布情况来获取组织代谢信息^[3]。¹⁸F-FDG PET/MR能同时采集PET和MRI数据,既能够得到更为清晰的软组织成像,分析病灶分子代谢情况,做出更准确的诊断,也能够避免患儿受到电离辐射的影响,安全性更高^[4]。¹⁸F-FDG PET/MR全身显像在评估WT远程转移方面具有优势,但目前尚无相关报道。基于此,本文探讨了¹⁸F-FDG PET/MR全身显像在WT分期中的应用价值,旨在提高WT诊断的准确性,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 分析本中心2018年1月至2021年6月收治的77例肾母细胞瘤患儿临床资料。

纳入标准:患儿年龄1~5岁;经组织病理学检查确诊为肾母细胞瘤^[5];具备完整的¹⁸F-FDG PET/MR全身显像结果和临床病理资料。排除标准:合并其他恶性肿瘤;成像结果欠佳或¹⁸F-FDG PET/MRI参数疑似存在偏差。治疗前组男18例,女22例,年龄(2.15±0.47)岁,治疗后组男17例,女20例,年龄(2.35±0.54)岁。

【第一作者】沈 阳,男,主治医师,主要研究方向:核医学。E-mail: shenpang115@163.com

【通讯作者】湛海波,男,主管技师,主要研究方向:放疗。E-mail: 330577399@qq.com

1.2 检查方法 ¹⁸F-FDG PET/MR全身显像：采用PET/MR成像系统对患儿进行全身显像，嘱咐患儿及监护人在检查前24 h避免剧烈运动，检查前禁食4~6 h，注射显像剂前需控制血糖低于7.8 mmol/L，排空膀胱或更换尿布，对于不能配合检查的患儿应在检查前30 min给予药物镇静。显像剂为¹⁸F-FDG，注射剂量为3.7 MBq/kg，注射60 min后，患儿取仰卧位进行全身成像。扫描序列包括轴位Ax LAVA-Flex，轴位、冠状位Ax T2 fs propeller，轴位Ax DWI序列，层厚6 mm，层间距1 mm，FOV 400 mm，DWI序列b值分别为0、800 s/mm²。PET采用有序子集最大期望法进行重建，再采用飞行时间信息重建和点扩展函数进行图像校正，检查时间共需40~60 min。

将图像数据传输至工作站，由2位经验丰富的影像学专家进行分析。根据成像信号和FDG摄取情况勾画感兴趣区，观察肿瘤大小、形态、信号特征、与周围组织的关系、转移情况，根据测量病灶原发灶ROI最大标准摄取值(SUVmax)，评估肿瘤分期，评价标准^[5]：0期，未观察到肿瘤病灶；I期，肿瘤局限于肾脏；II期，肿瘤浸润至肾外血管或周围器官；III期，肿瘤转移至肾门、主动脉周淋巴结，肿瘤腹膜弥漫浸润；IV期，肿瘤血道转移或远处淋巴结转移；V期，双肾原发肿瘤。

1.3 统计学方法 统计学分析采用SPSS 24.0软件，计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，组间比较用独立样本t检验，计数资料用n(%)表示，组内比较用 χ^2 检验，等级资料用Wilcoxon秩和检验，P<0.05表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 治疗前组肾母细胞瘤影像学特征 ¹⁸F-FDG PET/MR显像结果

显示，40例治疗前组患儿中，20例(50.00%)肿瘤发生在右肾，17例(42.50%)在左肾，2例(5.00%)发生在两肾，1例(2.50%)发生于肾外(椎管内)，病灶最大径(10.25±4.12)cm，多为上下径，其中8例(20.00%)跨中线，SUVmax值为(13.58±6.74)，肿块边界光滑清楚有假包膜的28例(70.00%)；肿瘤内密度不均，有坏死、出血、囊变的26例(65.00%)；28例(70.00%)可见“残肾征”，8例(20.00%)为全肾侵犯型。

表1 治疗前组PET/MR显像前、后分期比较(n=40)

时间	肾母细胞瘤分期				
	I期	II期	III期	IV期	V期
PET/MR显像前	3(7.50)	5(12.50)	14(35.00)	16(40.00)	2(5.00)
PET/MR显像后	3(7.50)	1(2.50)	3(7.50)	31(77.50)	2(5.00)
Z值/P值	8.140/0.004				

2.2 两组PET/MR显像前、后分期比较 40例治疗前组患儿在PET/MR显像后有15例(37.50%)分期发生改变，其中11例(27.5%)由III期提高到IV期，4例(10.00%)由II期提高到IV期，37例治疗后组患儿在PET/MR显像后有12例(32.40%)分期发生改变，其中7例(18.92%)由0期提高到IV期，2例(5.40%)由III期提高到IV期，3例(8.10%)因PET/MR摄取阴性而降低分期，两组PET/MR显像前、后分期比较，差异均有统计学意义(P<0.05)，见表1、2。

2.3 两组肿瘤转移情况 ¹⁸F-FDG PET/MR显像结果显示，治疗前组和治疗后组淋巴结转移分别为21例(52.50%)、12例(32.43%)，远处转移分别为17例(42.50%)、10例(27.00%)，具体分布见表3。

2.4 典型病例 见图1。

表2 治疗后组PET/MR显像前、后分期比较(n=37)

时间	肾母细胞瘤分期				
	0期	I期	II期	III期	IV期
PET/MR显像前	27(72.97)	2(5.41)	2(5.41)	3(8.11)	3(8.11)
PET/MR显像后	20(54.05)	2(5.41)	2(5.41)	2(5.41)	11(29.73)
Z值/P值	3.911/0.048				

表3 两组肿瘤转移情况

肿瘤转移	治疗前组(n=40)	治疗后组(n=37)
肾静脉/下腔静脉内癌栓	5(12.50)	/
淋巴结转移	21(52.50)	12(32.43)
远程转移		
肺转移	9(22.50)	6(16.22)
骨转移	8(20.00)	2(5.40)
肝转移	2(5.00)	1(2.70)
脑转移	2(5.00)	1(2.70)

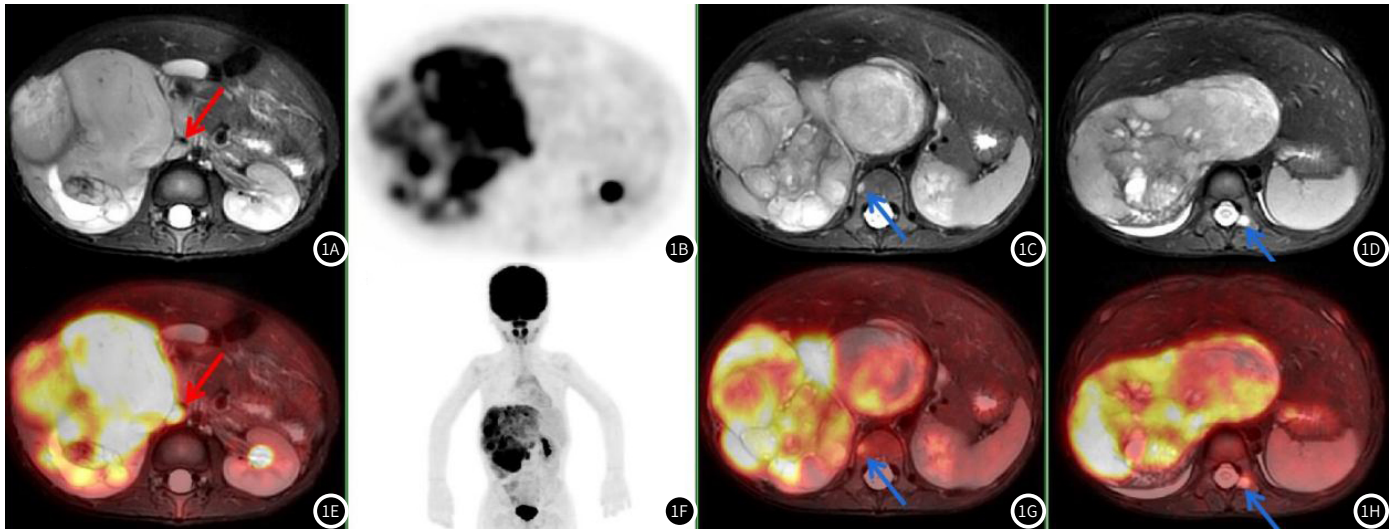


图1A~图1J 典型病例。患儿，男，4岁。右肾可见巨大的混合信号团，FDG摄取增加。病变压迫周围结构，如肝脏、下腔静脉等，可见“残余肾征”。图1A、1E红箭头为淋巴结转移，图1C、1D、1G、1H蓝色箭头为骨转移。

3 讨论

WT是儿童最常见的腹部恶性肿瘤，通常见于5岁以下儿童，主要为单侧发病，部分学者认为本病可能基因丢失、突变，或胚胎发育时，间叶组织的胚基细胞分化障碍所致，但本病的具体病因尚不明确^[6]。本研究中，40例治疗前组患儿中，20例(50.00%)肿瘤发生在右肾，17例(42.50%)在左肾，2例(5.00%)发生在两肾，1例(2.50%)发生于肾外(椎管内)，徐基昕等^[7]报道的38例WT患儿中左、右侧单发率分别为44.74%、47.36%，双侧为7.89%，与本研究结果相近。虽然WT发于肾外较为少见，但Karim等^[8]报道了椎管内WT的病例。本研究中，治疗前组病灶最大径(10.25±4.12)cm，多为上下径，其中8例(20.00%)跨中线，SUVmax值为(13.58±6.74)，肿块边界光滑清楚有假包膜的28例(70.00%)；肿瘤内密度不均，有坏死、出血、囊变的26例(65.00%)；28例(70.00%)可见“残肾征”，8例(20.00%)为全肾侵犯型，与既往报道的WT影像学征象一致^[9]。分析认为，MRI能够提供更高的软组织分辨率，因此在识别WT征象上更具优势；PET参数SUVmax值反映了病灶对¹⁸F-FDG的摄取情况，通常情况下SUVmax值越高表明病灶的代谢较高，恶性风险越高^[10]，既往研究发现^[11]，18例初诊WT患儿平均SUVmax值为(5.5±3.2)，且其中4例患儿在经新辅助化疗后SUVmax值显著降低，表明SUVmax值可作为WT病情和临床疗效评估的参考指标，因此¹⁸F-FDG PET/MR能够结合MRI和PET的优点，准确识别WT征象，对WT的诊断评估有较高的参考价值。

超声、CT等常规影像学检查虽然能为WT分期提供有效信息，但基于自身局限以及儿童患者体型较小等因素，诊断WT淋巴结转移、远程转移的敏感性欠佳，分期评估准确率仍有待提高^[12]。PET是通过获取病灶代谢情况来评估病灶恶性风险，但部分良性肿瘤也表现为FDG高摄取，恶性肿瘤也存在FDG低摄取情况，仍可能出现假阳性或假阴性^[13]。本研究中，治疗前组患儿在PET/MR显像后11例(27.5%)由III期提高到IV期，4例(10.00%)由II期提高到IV期，治疗后组患儿在PET/MR显像后7例(18.92%)由0期提高到IV期，2例(5.40%)由III期提高到IV期，3例(8.10%)因PET/MR摄取阴性而降低分期，两组PET/MR显像前、后分期存在显著差异，表明¹⁸F-FDG PET/MR提高了WT的原始分期及再分期的准确性。分析原因，PET/MR对骨髓等软组织的成像分辨率较高，能够显示WT边界与肾组织及肾外组织的复杂结构；研究认为病灶对¹⁸F-FDG的摄取与其恶性程度相关，肿瘤恶性程度高，其对局部的浸润能力和远程转移能力更强^[14]，PET/MR可通过¹⁸F-FDG获取病灶代谢信息，因此对WT浸润范围和转移风险的评估更加准确；对患儿进行全身显像，可一次性识别病灶的远程转移，避免多次检查^[15]，减少患儿药物镇静次数，因此在本研究中部分治疗前、后患儿在PET/MR显像后检出WT远程转移，诊断为IV期。¹⁸F-FDG PET/MR虽然具有安全性高，成像清晰，诊断更为准确的优势，但其缺点在于检查时间较长，而儿童体型较小，采用¹⁸F-FDG PET/MR全身扫描的时间也普遍低于60min，比常规影像学方法在满足诊断需求的前提下更快地完成检查^[16]，因此本文认为¹⁸F-FDG PET/MR在未来儿科肿瘤的诊断评估方面具有更高的临床价值。

综上所述，¹⁸F-FDG PET/MRI对WT分期的诊断价值优于临床分期，在探查肿瘤周围侵犯和远处转移更具优势，明显提高了肿瘤的原始分期及再分期的准确性。本研究的局限性在于仅采用常规MRI序列，未进行增强扫描，且WT患儿样本量较小，未来将开展进一步研究。

参考文献

- [1] Tan X, Wang J, Tang J, et al. A Nomogram for predicting cancer-specific survival in children with wilms tumor: a study based on SEER Database and external validation in China[J]. Front Public Health, 2022, 10: 829840.
- [2] 胡文, 张雅, 陈东, 等. CT在儿童肾母细胞瘤临床分期的价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(4): 104-105, 109.
- [3] Vali R, Alessio A, Balza R, et al. SNMMI procedure standard/EANM practice guideline on pediatric ¹⁸F-FDG PET/CT for Oncology 1.0[J]. J Nucl Med, 2021, 62(1): 99-110.
- [4] Pedersen C, Aboian M, McConathy JE, et al. PET/MRI in pediatric neuroimaging: primer for clinical practice[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2022, 43(7): 938-943.
- [5] 中国抗癌协会小儿肿瘤专业委员会. 儿童肾母细胞瘤诊断治疗建议(CCCG-WT-2016)[J]. 中华儿科杂志, 2017, 55(2): 90-94.
- [6] Zheng H, Liu J, Pan X, et al. Biomarkers for patients with Wilms tumor: a review[J]. Front Oncol, 2023, 13: 1137346.
- [7] 徐基昕, 段勇涛, 李彦格, 等. 基于儿童肾母细胞瘤-2016诊疗规范的单中心疗效分析(附38例)[J]. 现代肿瘤医学, 2022, 30(4): 685-689.
- [8] Karim A, Shaikhyzada K, Abulkhanova N, et al. Pediatric extra-renal nephroblastoma (wilms' tumor): a systematic case-based review[J]. Cancers (Basel), 2023, 15(9): 2563.
- [9] 胡文, 郝跃文. 儿童肾母细胞瘤的CT特征[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(5): 117-118+132.
- [10] 周子晴, 程勇, 唐勇进, 等. 口腔鳞状细胞癌⁽¹⁸⁾F-FDG PET/MR与PET/CT对比分析[J]. 医学研究杂志, 2023, 52(2): 149-153.
- [11] 唐怡云, 王辉, 秦臻, 等. PET/CT在儿童肾母细胞瘤分期及再分期中的诊断价值[J]. 上海交通大学学报: 医学版, 2013, 33(10): 1372-1375.
- [12] Balis F, Green DM, Anderson C, et al. Wilms tumor (nephroblastoma), version 2. 2021, NCCN clinical practice guidelines in oncology[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2021, 19(8): 945-977.
- [13] 高欣, 冯刚, 孙明祥, 等. 一体化¹⁸F-FDG PET/MRI用于诊断胰腺肿瘤[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(1): 83-87.
- [14] Pang L, Mao W, Zhang Y, et al. Comparison of ¹⁸F-FDG PET/MR and PET/CT for pretreatment TNM staging of hilar cholangiocarcinoma[J]. Abdom Radiol (NY), 2023, 48(8): 2537-2546.
- [15] 张水花, 张景, 肖健敏, 等. ¹⁸F-FDG PET/MRI表观扩散系数预测儿童神经母细胞瘤转移灶活性的价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2021, 29(8): 831-836.
- [16] 梁江涛, 李峰, 王芳晓, 等. ⁽¹⁸⁾F-FDG PET/MRI全身显像在儿童神经母细胞瘤分期中的应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(10): 2072-2077.

(收稿日期: 2024-01-20)

(校对编辑: 翁佳鸿)