

❖ 头颈部影像学

Comparative analysis of PET/CT and PET/MR image characteristics of head and neck squamous cell carcinoma

BAI Le, CHENG Yong, TANG Yongjin, LING Xueying*

(Medical Imaging Center, the First Affiliated Hospital of Jinan University, Guangzhou 510630, China)

[Abstract] **Objective** To investigate PET/CT and PET/MR characteristics of head and neck squamous cell carcinoma (HNSCC). **Methods** Totally 40 patients with HNSCC underwent whole body ^{18}F -FDG PET/CT and MR scans of head and neck before anti-tumor treatment. PET positive lesions of HNSCC, including primary lesions and lymph nodes were evaluated by 2 radiologists independently. Then the imaging quality, fusion quality, lesion conspicuity and lesion characteristics were assessed based on PET/CT, PET/MR T1WI and PET/MR T2WI. **Results** Ninety PET positive lesions in all 40 patients were evaluated, including 40 primary lesions and 50 lymph nodes. Similar imaging quality and fusion quality of PET/CT, PET/MR T1WI and PET/MR T2WI were obtained without statistical difference (both $P > 0.05$). For the lesion conspicuity, PET/MR T1WI and PET/MR T2WI demonstrated significantly better than PET/CT in positive primary lesions and lymph nodes (all $P < 0.05$). For the characteristics of positive primary lesions, PET/MR T2WI provided more information than PET/CT in 29 lesions, equal to PET/CT in 4 lesions, and less than PET/CT in 7 lesions. **Conclusion** The application of PET/MR in HNSCC is feasible, being superior to PET/CT in indication of lesions in head and neck area.

[Key words] Positron emission tomography; Magnetic resonance imaging; Carcinoma, squamous cell; Head and neck neoplasms

DOI: 10.13929/j.1003-3289.201702038

对比分析头颈部鳞状细胞癌 PET/CT 与 PET/MR 特征

白 乐, 程 勇, 唐勇进, 凌雪英*

(暨南大学附属第一医院医学影像中心, 广东 广州 510630)

[摘 要] **目的** 探讨头颈部鳞状细胞癌(HNSCC)的 PET/CT 及 PET/MR 特征。**方法** 纳入未经抗肿瘤治疗的头颈部鳞状细胞癌患者 40 例, 所有患者均接受 PET/CT 及头颈部 MR 检查。由 2 名观察者独立观察 PET 阳性病灶, 包括阳性原发灶及阳性淋巴结; 并对 PET/CT、PET/MR T1WI 及 PET/MR T2WI 的图像质量、融合准确度、病灶清晰度、病灶特征等进行评分。分析 2 名观察者间的一致性。**结果** 40 例患者共 90 个 PET 阳性病灶, 包括阳性原发灶 40 个、阳性淋巴结 50 个。PET/CT、PET/MR T1WI 及 PET/MR T2WI 在图像质量及融合准确度方面差异均无统计学意义(P 均 > 0.05); 在显示阳性原发灶及阳性淋巴结的清晰度方面, PET/MR T1WI 及 PET/MR T2WI 均优于 PET/CT (P 均 < 0.05)。40 个阳性原发灶中, PET/MR T2WI 对 29 个原发灶的特征显示多于 PET/CT, 4 个原发灶与 PET/CT 相仿, 7 个

[第一作者] 白乐(1990—), 女, 湖北黄冈人, 硕士, 医师。研究方向: 医学影像诊断。E-mail: 1071046798@qq.com

[通信作者] 凌雪英, 暨南大学附属第一医院医学影像中心, 510630。E-mail: lingxueying@163.com

[收稿日期] 2017-02-10 **[修回日期]** 2017-09-21

原发灶较 PET/CT 少。**结论** PET/MR 在 HNSCC 诊断中的应用是可行的,在显示头颈部局部病灶时较 PET/CT 更具优势。

【关键词】 正电子发射型体层摄影术;磁共振成像;癌,鳞状细胞;头颈部肿瘤

【中图分类号】 R739.6; R817.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-3289(2017)11-1641-06

头颈部恶性肿瘤的发病率居全身恶性肿瘤的前 10 位^[1],其中多数为起源于黏膜上皮的鳞状细胞癌^[2]。由于头颈部解剖结构复杂,因此早期诊断头颈部肿瘤较困难。PET/MR 作为先进的影像学设备,其结合了 PET 独特的代谢功能信息和 MR 高软组织分辨率的解剖信息,在临床应用中具有极大的潜力^[3]。目前 PET/MR 在临床中的应用尚处于初步探索阶段,国内对头颈部恶性肿瘤的 PET/MR 研究报道较少。本研究采用 PET/CT、PET/MR 多模式显像系统对头颈部鳞状细胞癌(head and neck squamous cell carcinoma, HNSCC)的表现进行分析,旨在为 PET/MR 应用于头颈部疾病的诊断积累经验。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2014 年 10 月—2016 年 3 月于我院未经抗肿瘤治疗并接受全身¹⁸F-FDG PET/CT 及头颈部 MR 扫描的患者 40 例,其中男 30 例,女 10 例,年龄 24~73 岁,中位年龄 51.5 岁。所有患者均经病理确诊,其中鼻咽癌 30 例、颊癌 2 例、舌癌 2 例、下咽癌 2 例、牙龈癌 2 例、上颌窦癌 1 例、扁桃体癌 1 例。

1.2 仪器与方法 采用 GE Discovery 750 3.0T MR 扫描仪,8 通道头颈联合线圈,行头颈部 MR 扫描,扫描序列包括轴位及矢状位 FSE T1WI、轴位及冠状位 FRFSE T2WI、轴位 SS-EPI DWI,其中轴位各序列扫描参数:FSE T1WI,TR 466 ms,TE 14.1 ms,FOV 20 cm,矩阵 288×224;FRFSE T2WI,TR 3 877 ms,TE 81.3 ms,FOV 20 cm,矩阵 288×256;SS-EPI DWI,TR 3 000 ms,TE 80 ms,FOV 24 cm,矩阵 128×128,b 值分别为 0、800 s/mm²;各序列轴位扫描层厚均为 3.5 mm,层间隔均为 0.5 mm。矢状位 FSE T1WI 扫描参数:TR 350 ms,TE 13.8 ms,FOV 26 cm,矩阵 320×256,层厚 4.0 mm,层间隔 0.5 mm。冠状位 FRFSE T2WI 扫描参数:TR 3 023 ms,TE 108.2 ms,FOV 26 cm,矩阵 288×256,层厚 4.0 mm,层间隔 0.5 mm。头颈部 MR 扫描时长约 15 min。

头颈部 MR 扫描完成后,采用 GE Discovery Elite 690 全身 PET/CT 机行全身 PET/CT 检查,扫描范围自颅顶至股骨上段。PET 显像剂为¹⁸F-FDG(广州原子高科同位素医药有限公司),放化纯度>95%。所有患者检查前禁食 4~6 h,血糖控制在 4.0~

11.1 mmol/L。¹⁸F-FDG 注射剂量为 3.70~5.55 MBq/kg 体质量,注射后 45~90 min 进行扫描,平均扫描 7 个床位,110 秒/床位。CT 采集条件:管电压 140 kV,电流 115~180 mA,扫描层厚 3.75 mm。经衰减校正后,采用自适应统计迭代重建算法得到 PET 图像。

1.3 图像分析 通过 GE AW 4.6 后处理工作站对 PET、CT、MR 图像进行融合。首先由 2 名观察者基于 PET/CT 及 PET/MR 观察¹⁸F-FDG PET 阳性病灶的个数及位置,有分歧时经协商达成一致意见。PET 阳性病灶包括阳性原发灶及阳性淋巴结。阳性原发灶定义为病灶¹⁸F-FDG 浓聚区的最大标准摄取值(maximum standardized uptake value, SUV_{max})高于周围本底组织^[4],生理性摄取不计入内。阳性淋巴结为可疑转移性淋巴结,并满足以下参考标准:①PET SUV_{max}>2.5^[5];②CT 或 MR 上短径大于 1.0 cm,或形态为圆形、不规则形,或淋巴结内有囊变坏死^[6]。

而后 2 名医师分别对 PET/CT、PET/MR T1WI、PET/MR T2WI 的图像质量、融合准确度、病灶清晰度进行记录并评分。根据图像有无伪影及伪影是否影响病灶观察,对图像质量进行评分:2 分,无图像伪影;1 分,轻度图像伪影但对病灶观察并无影响;0 分,图像伪影严重且影响病灶的观察^[7]。根据 PET 图像与 CT 图像或 MR 图像中病灶及解剖结构是否匹配,对融合准确度进行评分:2 分,图像匹配程度高;1 分,图像匹配程度一般;0 分,图像匹配差^[8]。根据 CT 或 MR 轴位图像中病灶边界勾画程度,对病灶清晰度进行评分:3 分,>75%的病灶边界可以勾画;2 分,50%~75%的病灶边界可以勾画;1 分,25%~49%的病灶边界可以勾画;0 分,<25%的病灶边界可以勾画^[9]。根据 PET/CT、PET/MR T1WI 及 PET/MR T2WI 能否对阳性病灶提供更多的诊断信息,包括解剖定位、边界显示、骨质破坏范围、病灶相邻组织浸润情况及淋巴结是否伴有坏死等,对病灶特征进行观察并记录^[10]。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 19.0 统计分析软件,以 Kappa 一致性分析评价 2 名观察者的一致性,Kappa 值<0.40 表示一致性差,0.40~0.75 表示一致性较好,>0.75 表示一致性好。PET/CT、PET/MR T1WI、PET/MR T2WI 图像质量、融合准确度及

病灶清晰度评分的比较采用多个样本比较的 *Friedman* *M* 检验,进一步两两比较采用 *q* 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

通过 PET/CT 及 PET/MR 共同评价¹⁸ F-FDG PET 阳性病灶 90 个,其中原发灶 40 个、淋巴结 50 个。HNSCC 原发灶 SUV_{max} 为 4.79 ~ 25.87,平均 (12.74 ± 5.33) ,最大长径 1.61 ~ 6.23 cm,平均 (2.90 ± 1.05) cm。阳性淋巴结 SUV_{max} 为 3.61 ~ 20.54,平均 (8.20 ± 4.03) ,短径 1.01 ~ 4.97 cm,平均 (1.55 ± 0.65) cm。50 个阳性淋巴结中,14 个位于咽后间隙(14/50,28.00%)、36 个位于颈部其他部位(36/50,72.00%)。

2.1 一致性分析 2 名观察者评估 PET/CT、PET/MR T1WI 和 PET/MR T2WI 图像质量、融合准确度、病灶清晰度的一致性见表 1。

表 1 2 名观察者评估 3 种成像模式图像质量、融合准确度、病灶清晰度的一致性(Kappa 值)

指标	PET/CT	PET/MR T1WI	PET/MR T2WI
图像质量	0.93	0.93	1.00
融合准确度	0.66	0.64	0.64
病灶清晰度	0.50	0.65	0.52

2.2 图像质量 3 种成像模式的图像质量情况见表 2。PET/CT、PET/MR T1WI 及 PET/MR T2WI 图像质量为 0 分者,主要是口腔金属植入物产生伪影而影响病灶观察。3 种成像模式间图像质量评分差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

2.3 融合准确度 3 种成像模式的融合准确度情况见表 2。2 名观察者对 PET/CT 及 PET/MR T2WI 的融合准确度均无评为 0 分者,即无融合较差的病例。3 种成像模式间融合准确度差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

2.4 病灶清晰度 3 种成像模式的病灶清晰度情况见表 2。PET/CT、PET/MR T1WI、PET/MR T2WI 对阳性原发灶及阳性淋巴结的评分差异均有统计学意义(P 均 < 0.01),见表 3。两两比较显示,PET/MR T1WI、PET/MR T2WI 对阳性原发灶清晰度的显示优于 PET/CT(P 均 < 0.01),见图 1、2; PET/MR T1WI、PET/MR T2WI 对阳性淋巴结清晰度的显示优于 PET/CT(P 均 < 0.05),见图 1。

2.5 病灶特征 共 40 个阳性原发灶中,PET/MR T1WI 对 7 个原发灶的特征显示多于 PET/CT,26 个原发灶与 PET/CT 相仿,7 个原发灶较 PET/CT 少; PET/MR T2WI 对 29 个原发灶的特征显示多于 PET/CT(图 2),4 个原发灶与 PET/CT 相仿,7 个原

表 2 3 种成像模式的图像质量、融合准确度、病灶清晰度情况

成像模式	图像质量(例, $n=40$)			融合准确度(例, $n=40$)			病灶清晰度(个, $n=90$)			
	0 分	1 分	2 分	0 分	1 分	2 分	0 分	1 分	2 分	3 分
PET/CT										
观察者 1	3	5	32	0	0	40	19	27	15	29
观察者 2	3	6	31	0	1	39	31	24	8	27
PET/MR T1WI										
观察者 1	3	5	32	0	3	37	3	12	21	54
观察者 2	3	6	31	1	3	36	1	12	25	52
PET/MR T2WI										
观察者 1	1	8	31	0	2	38	1	0	6	83
观察者 2	1	8	31	0	4	36	1	0	3	86

表 3 3 种成像模式间图像质量、融合准确度、病灶清晰度评分比较[分,中位数(上、下四分位数)]

成像模式	图像质量	融合准确度	病灶清晰度	
			原发灶	淋巴结
PET/CT	2(2,2)	2(2,2)	0(0,1)	3(3,3)
PET/MR T1WI	2(2,2)	2(2,2)	2(1,2.75)	3(3,3)
PET/MR T2WI	2(2,2)	2(2,2)	3(3,3)	3(3,3)
χ^2 值	1.14	4.67	67.78	38.99
<i>P</i> 值	0.57	0.10	< 0.01	< 0.01

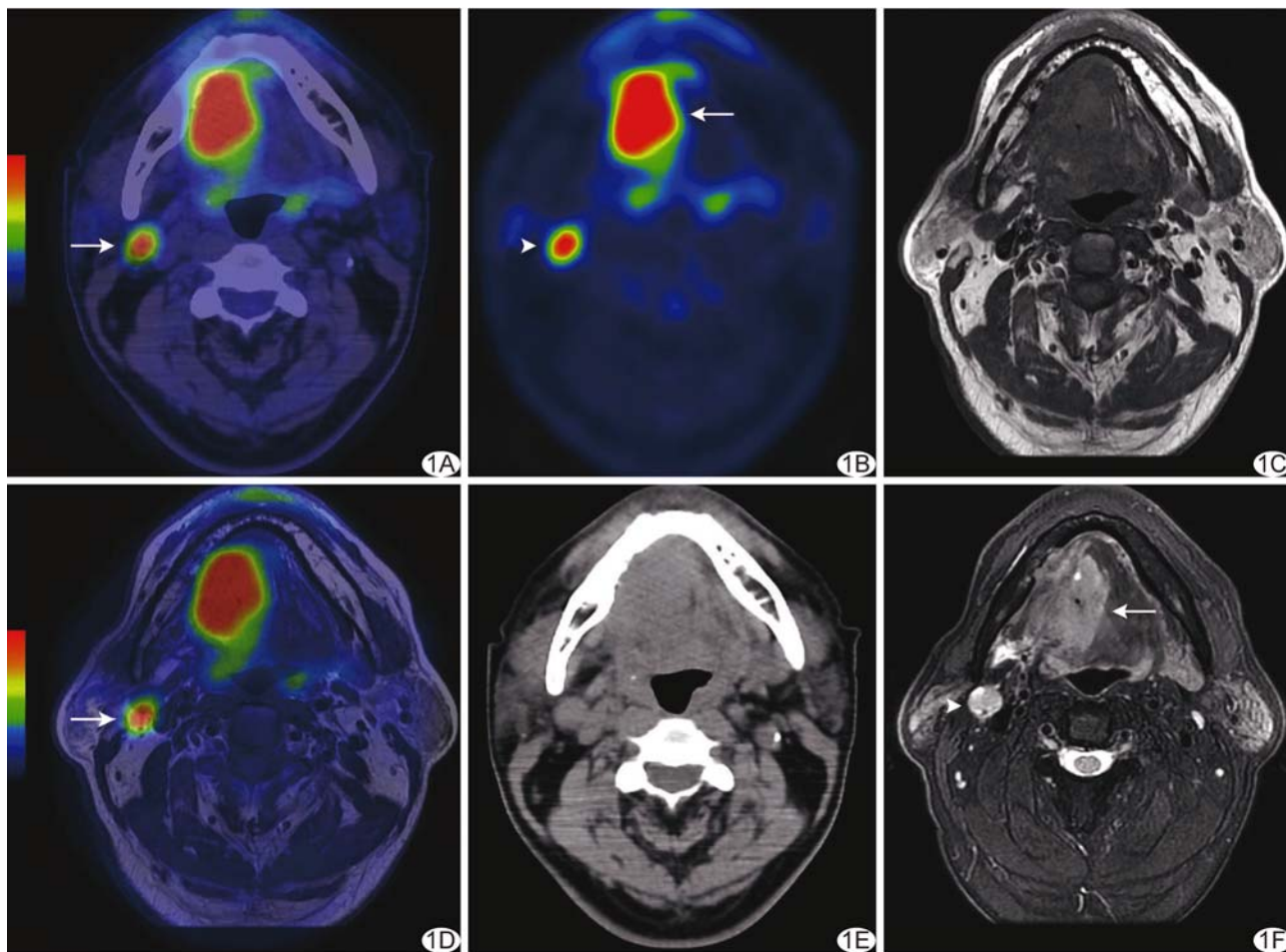


图 1 患者男, 60 岁, 舌癌 A. PET/CT 示原发灶位于舌右侧并见右侧颈部转移性淋巴结(箭); B. PET 示原发灶($SUV_{max}=14.53$, 箭)及右侧颈部转移性淋巴结($SUV_{max}=10.16$, 箭头)代谢增高; C. MR T1WI 显示原发灶小部分病灶边界; D. PET/MR 示原发灶位于舌右侧并见右侧颈部转移性淋巴结(箭); E. CT 无法显示原发灶边界; F. MR T2WI 可清晰显示原发灶(箭)及右侧颈部转移性淋巴结(箭头)的边界, 且可见淋巴结内坏死

发灶较 PET/CT 少。50 个阳性淋巴结中, PET/MR T1WI 对 12 个淋巴结的特征显示多于 PET/CT, 37 个淋巴结与 PET/CT 相仿, 1 个淋巴结较 PET/CT 少; PET/MR T2WI 对 17 个淋巴结的特征显示多于 PET/CT(图 1), 32 个淋巴结与 PET/CT 相仿, 1 个淋巴结较 PET/CT 少。

3 讨论

PET 根据示踪剂来反映组织的代谢信息, 对病灶的解剖结构显示不清; 而 CT 在病灶的定位、大小、边界及病灶与周围组织关系的显示方面更具优势。PET/CT 则将 PET 的功能代谢信息与 CT 的解剖结构信息相结合, 有利于病灶的准确诊断^[11]。研究^[12-13]表明, 相对于单纯 PET 或 CT, PET/CT 对多种肿瘤的分期更加准确。随着 PET/CT 在临床的应用, 其也逐渐暴露出辐射剂量大、软组织分辨率差等局限性。

与 CT 相比, MR 具有更高的软组织对比度, 能多序列及功能成像且无电离辐射^[14-15]。因此, 在解剖结构复杂的头颈部的应用中, PET/MR 具有极大潜力。

本研究结果表明, PET/CT、PET/MR T1WI、PET/MR T2WI 的图像质量相似, 这与国外研究报道基本一致^[8, 16-17], 但不同研究显示引起 PET/CT 与 PET/MR 图像伪影的原因不同。Varoquaux 等^[16]研究发现 PET/CT 及 PET/MR 的图像伪影均主要由口腔内的金属植入物引起, 本研究与之相符; Kuhn 等^[17]及 Queiroaz 等^[8]研究认为 PET/CT 的图像伪影主要在舌骨上区域, 由口腔的金属植入物引起, 而 PET/MR 的图像伪影主要由患者的自主运动、呼吸及吞咽活动引起。这种差异的原因可能是 Kuhn 等^[17]及 Queiroaz 等^[8]采用增强 PET/CT 与增强 PET/MR, 整个扫描时间相对较长, 在扫描过程中患者更易产生自

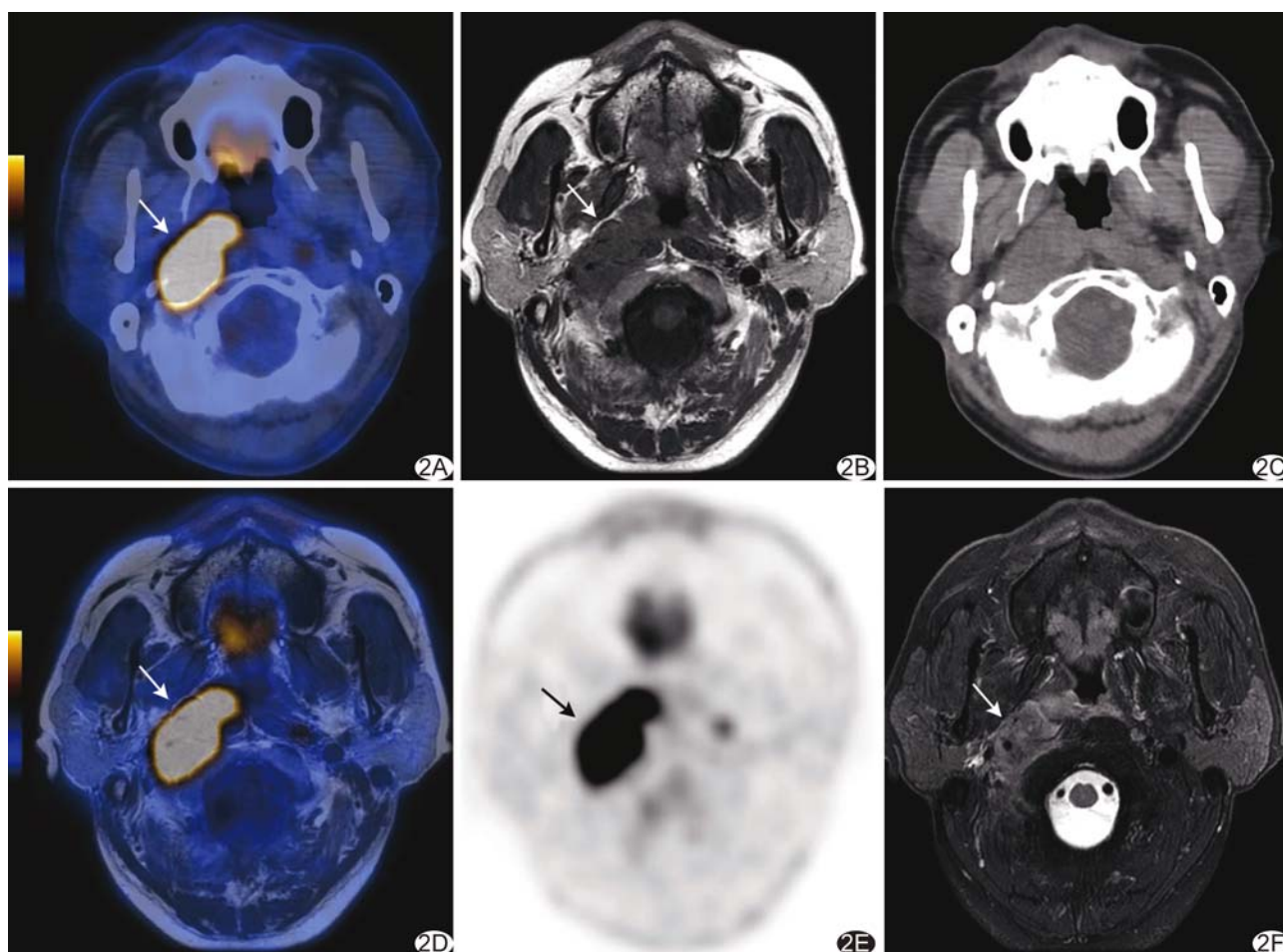


图2 患者男,39岁,鼻咽癌 A. PET/CT示原发灶位于鼻咽右侧(箭); B. MR T1WI可清晰显示原发灶边界(箭)并可见病灶包绕颈内血管; C. CT无法明确原发灶边界; D. PET/MR示原发灶位于鼻咽右侧(箭); E. PET示原发灶($SUV_{max} = 25.87$)代谢增高(箭); F. MR T2WI可清晰显示原发灶边界(箭)并可见病灶包绕颈内血管

主或自主运动。此外,本研究纳入的病例中75.00%(30/40)为鼻咽癌,鼻咽部位置较深且固定,而Queiroaz等^[8,17]的研究以口咽癌、下咽癌及喉癌为主,位置相对较低且易受呼吸、吞咽运动的影响,这也可能是观察到的图像伪影不同的原因之一。

PET与MR能准确融合也是PET/MR在头颈部恶性肿瘤中应用的前提。本研究对多模式成像所获得的融合图像进行分析,结果表明PET/CT及PET/MR的图像融合准确度均较高,与国外的研究结果一致^[8]。在病灶清晰度方面,本研究结果表明无论是阳性原发灶还是阳性淋巴结,PET/MR T1WI及PET/MR T2WI均优于PET/CT。Huang等^[18]对口腔颌面部鳞状细胞癌的图像特征进行观察,结果同样表明PET/MR较PET/CT对原发灶显示更清晰。Kuhn等^[17]对比分析增强PET/MR及增强PET/CT对头颈部恶性肿瘤及淋巴结的清晰度,结果表明增强

PET/MR T1WI在头颈部恶性肿瘤的清晰度优于PET/MR T2WI,二者均优于增强PET/CT;增强PET/CT、增强PET/MR T1WI、PET/MR T2WI对头颈部淋巴结的清晰度相似。对于淋巴结,本研究结果与其他研究不同的原因可能是本研究中28.00%(14/50)的淋巴结为咽后淋巴结,咽后间隙解剖位置较深,除了脂肪组织,还有颈内动、静脉经过,CT平扫难以区分淋巴结与周围组织,MRI具有较高的软组织分辨率,且有血管流空效应,对咽后淋巴结的显示要优于CT^[19]。此外,本研究未行增强扫描,这也可能是与其他研究结果有所不同的原因。

对于HNSCC原发灶的病灶特征,本研究发现在40个阳性原发灶中,PET/MR T2WI对29个原发灶的特征显示多于PET/CT,主要是由于MR具有较高的软组织分辨率,对病灶邻近组织器官的受累及范围及病灶内部特征能较CT提供更多的信息,而这对于

头颈部的肿瘤的诊断及分期非常重要。对于淋巴结的病灶特征,本研究中 PET/MR T2WI 对 32 个淋巴结的特征显示与 PET/CT 相仿。另有研究^[17]表明,增强 PET/MR T1WI、PET/MR T2WI 及增强 PET/CT 在转移性淋巴结病灶特征的显示方面并无差异。

综上所述,本研究通过多模式成像比较 PET/CT、PET/MR T1WI 及 PET/MR T2WI 的图像质量、融合准确度、病灶清晰度、病灶特征等,结果表明 PET/MR 在 HNSCC 诊断中的应用是可行的,且较 PET/CT 更具优势。

[参考文献]

- [1] Ferlay J, Shin HR, Bray F, et al. Estimates of worldwide burden of cancer in 2008: GLOBOCAN 2008. *Int J Cancer*, 2010, 127(12):2893-2917.
- [2] Curado MP, Hashibe M. Recent changes in the epidemiology of head and neck cancer. *Cur Opin Oncol*, 2009, 21(3):194-200.
- [3] 程勇,白乐,尚靖杰,等. 肝脏局灶性病变¹⁸F-FDG PET/CT 与 PET/MR 比较分析. *中国医学影像技术*, 2017, 33(1):61-65.
- [4] Tatsumi M, Isohashi K, Onishi H, et al. ¹⁸F-FDG PET/MRI fusion in characterizing pancreatic tumors: Comparison to PET/CT. *Int J Clin Oncol*, 2011, 16(4):408-415.
- [5] Antoch G, Vogt FM, Freudenberg LS, et al. Whole-body dual-modality PET/CT and whole-body MRI for tumor staging in oncology. *JAMA*, 2003, 290(24):3199-3206.
- [6] van den Brekel MW. Lymph node metastases: CT and MRI. *Eur J Radiol*, 2000, 33(3):230-238.
- [7] Minamimoto R, Levin C, Jamali M, et al. Improvements in PET Image Quality in Time of Flight (TOF) Simultaneous PET/MRI. *Mol Imaging Bio*, 2016, 18(5):776-781.
- [8] Queiroz MA, Hullner M, Kuhn F, et al. PET/MRI and PET/CT in follow-up of head and neck cancer patients. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2014, 41(6):1066-1075.
- [9] Appenzeller P, Mader C, Huellner MW, et al. PET/CT versus body coil PET/MRI: How low can you go? *Insights Imaging*, 2013, 4(4):481-490.
- [10] 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.
- [11] 孙涛,韩善清,汪家旺. PET/CT 成像原理、优势及临床应用. *中国医学物理学杂志*, 2010, 27(1):1581-1582, 1587.
- [12] Czernin J, Allen-Auerbach M, Schelbert HR. Improvements in cancer staging with PET/CT: Literature-based evidence as of September 2006. *J Nucl Med*, 2007, 48(Suppl 1):78S-88S.
- [13] Branstetter Bft, Blodgett TM, Zimmer LA, et al. Head and neck malignancy: Is PET/CT more accurate than PET or CT alone? *Radiology*, 2005, 235(2):580-586.
- [14] Catalano OA, Rosen BR, Sahani DV, et al. Clinical impact of PET/MR imaging in patients with cancer undergoing same-day PET/CT: Initial experience in 134 patients—a hypothesis-generating exploratory study. *Radiology*, 2013, 269(3):857-869.
- [15] Hu Z, Yang W, Liu H, et al. From PET/CT to PET/MRI: Advances in instrumentation and clinical applications. *Mol Pharm*, 2014, 11(11):3798-809.
- [16] Varoquaux A, Rager O, Poncet A, et al. Detection and quantification of focal uptake in head and neck tumours: (¹⁸F)-FDG PET/MR versus PET/CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2014, 41(3):462-475.
- [17] Kuhn FP, Hullner M, Mader CE, et al. Contrast-enhanced PET/MR imaging versus contrast-enhanced PET/CT in head and neck cancer: How much MR information is needed? *J Nucl Med*, 2014, 55(4):551-558.
- [18] Huang SH, Chien CY, Lin WC, et al. A comparative study of fused FDG PET/MRI, PET/CT, MRI, and CT imaging for assessing surrounding tissue invasion of advanced buccal squamous cell carcinoma. *Clin Nucl Med*, 2011, 36(7):518-525.
- [19] 苏勇,赵充,谢传森,等. 鼻咽癌咽后淋巴结转移的 CT、MRI 和 PET-CT 诊断的对比研究. *癌症*, 2006, 25(5):521-525.

消 息

《中国医学影像技术》作者投稿请登录本刊网站(www. cjmit. com)主页,点击左上角“作者登录”进入,第一次投稿需完成作者注册;专家审稿请点击“审稿登录”进入。

为了便于广大作者、读者查阅本刊文献,本站提供从 1985 年起的过刊和现刊的全文检索。