

[文章编号] 1671-587X(2024)04-1150-06

DOI:10.13481/j.1671-587X.202404031

间皮瘤患者¹⁸F-FDG PET/CT影像学表现及其在诊断中的应用

赵爽言, 赵红光, 林秋玉, 焦本蒸, 林承赫
(吉林大学第一医院核医学科, 吉林 长春 130021)

[摘要] **目的:** 分析胸膜和腹膜间皮瘤患者¹⁸F-氟代脱氧葡萄糖正电子发射扫描/计算机断层扫描(¹⁸F-FDG PET/CT)影像学表现, 以期提高对该病的诊断水平。**方法:** 回顾性分析经病理证实的22例胸膜和腹膜间皮瘤患者(其中恶性间皮瘤21例, 良性间皮瘤1例)¹⁸F-FDG PET/CT影像资料和免疫组织化学结果, 对其影像表现和葡萄糖代谢特征进行归纳总结。**结果:** 恶性胸膜间皮瘤患者多表现为单侧胸膜弥漫性增厚伴放射性摄取增高, 厚度为1.0~10.6 cm, 平均半定量最大标准摄取值(SUV_{max})为10.1, 其中半数以上并发少量胸腔积液; 恶性腹膜间皮瘤患者多数表现为腹膜、网膜和肠系膜弥漫增厚伴放射性摄取增高, 厚度为1.2~6.6 cm, 平均SUV_{max}为8.4, 其中半数以上并发大量胸腔积液。恶性间皮瘤患者除原发部位外其他转移部位出现结节状、条片状和团块状不同程度异常放射性摄取17例, 考虑为转移灶, 平均SUV_{max}为7.4, 大部分以病灶周围淋巴结转移为主, 恶性胸膜间皮瘤患者可见骨骼和肌肉转移, 恶性腹膜间皮瘤患者未见骨骼和肌肉转移。1例良性胸膜间皮瘤患者表现为双侧胸膜弥漫性增厚, 厚度约3.5 cm, 未见明确异常放射性摄取, 并发少量胸腔积液。**结论:** 胸膜和腹膜间皮瘤患者¹⁸F-FDG PET/CT影像学表现具有一定的特征性, 通过其胸膜和腹膜增厚方式及厚度、有无氟代脱氧葡萄糖(FDG)摄取及摄取程度可初步判断间皮瘤的良恶性, 对间皮瘤临床早期诊断有一定的参考价值。PET/CT全身显像可确定间皮瘤患者有无其他部位转移, 对临床分期有一定的帮助。

[关键词] 间皮瘤; 体层摄影术; ¹⁸F脱氧葡萄糖; 正电子发射扫描/计算机断层扫描

[中图分类号] R734.3; R735.5 **[文献标志码]** A

Imaging findings of ¹⁸F-FDG PET/CT in mesothelioma patients and its application in diagnosis

ZHAO Shuangyan, ZHAO Hongguang, LIN Qiuyu, JIAO Benzhen, LIN Chenghe
(Department of Nuclear Medicine, First Hospital, Jilin University, Changchun 130021, China)

ABSTRACT Objective: To analyze the imaging manifestations of ¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography (¹⁸F-FDG PET/CT) in the patients with pleural and peritoneal mesothelioma, and to enhance the diagnostic accuracy for this disease. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on the ¹⁸F-FDG PET/CT imaging and immunohistochemical results of 22 patients confirmed pleural and peritoneal mesothelioma (21 malignant and 1 benign) by pathology. The imaging features and glucose metabolism characteristics were summarized. **Results:** The majority of the patients with malignant pleural mesothelioma presented with unilateral pleural diffuse thickening accompanied by increased radiotracer uptake, and the thicknesses were ranged from 1.0 to 10.6 cm and the average

[收稿日期] 2023-11-04

[基金项目] 科技部重大项目(2008ZX-00); 吉林省科技厅科研基金资助项目(20075150)

[作者简介] 赵爽言(1997-), 女, 吉林省长春市人, 在读硕士研究生, 主要从事PET/CT诊断方面的研究。

[通信作者] 林承赫, 主任医师, 教授, 博士研究生导师(E-mail: linchh1967@163.com)

semi-quantitative maximum standard uptake value (SUV_{max}) was 10.1. Over half of these patients also had a small amount of pleural effusion. The patients with malignant peritoneal mesothelioma mostly showed diffuse thickening of the peritoneum, omentum, and mesentery with increased radiotracer uptake, and the thicknesses were from 1.2 to 6.6 cm and the average SUV_{max} was 8.4, and over half of these patients had a significant amount of abdominal ascites. Besides the primary sites, nodular, striated, and mass-like abnormal radiotracer uptakes were observed in other metastatic sites in 17 cases of malignant mesothelioma, suggesting metastasis, and the average SUV_{max} was 7.4, predominantly surrounding lymph node metastasis. Bone and muscle metastases were visible in the patients with malignant pleural mesothelioma, while no such metastasis were seen in those with malignant peritoneal mesothelioma. One patient with benign pleural mesothelioma presented with bilateral pleural diffuse thickening approximately 3.5 cm thick, without significant abnormal radiotracer uptake and with a minor pleural effusion. **Conclusion:** The ¹⁸F-FDG PET/CT imaging manifestations of pleural and peritoneal mesothelioma exhibit the distinctive characteristics. The mode and thickness of pleural and peritoneal thickening, the presence and degree of ¹⁸F-fluorodeoxyglucose uptake, can preliminarily differentiate between benign and malignant mesothelioma, thus providing valuable references for the early clinical diagnosis of mesothelioma. PET/CT based on whole-body imaging can determine whether there are other sites of metastasis, which is helpful for clinical staging.

KEYWORDS Mesothelioma; Tomography; ¹⁸F deoxyglucose; Positron emission tomography/computed tomography

恶性间皮瘤是一种罕见的间皮细胞恶性肿瘤, 既往研究^[1-2]显示: 恶性间皮瘤主要与石棉暴露及其产生的慢性炎症反应有关, 其特点是恶性程度高、生存期短和死亡率高, 早期临床表现不典型, 多发生于胸膜, 少数患者可出现于腹膜、心包和睾丸鞘膜等^[2]。恶性间皮瘤确诊主要依靠病理, 但病理检查为有创操作, 且等待结果时间较长。常规影像学检查包括计算机断层扫描 (computed tomography, CT) 平扫及增强扫描等, 但仅根据病变影像学形态特征或强化方式难以判断间皮瘤的良恶性。正电子发射扫描/CT (positron emission tomography/CT, PET/CT) 是一项非侵入性检查技术, 可通过肿瘤有无糖代谢反映其良恶性程度, 并可基于全身显像对恶性肿瘤进行术前分期^[3]。以往国内外间皮瘤相关研究多数为恶性胸膜间皮瘤或恶性腹膜间皮瘤 CT 影像学特征, 较少有胸膜和腹膜良恶性间皮瘤的 PET/CT 影像学及糖代谢特征方面的研究。本研究收集 22 例经病理证实为间皮瘤的患者, 对其¹⁸F-氟代脱氧葡萄糖 PET/CT (¹⁸F-fluorodeoxyglucose PET/CT, ¹⁸F-FDG PET/CT) 影像表现进行回顾性分析, 以期提高对该病的早期诊断水平。

1 资料与方法

1.1 研究对象 收集 2018 年 4 月—2023 年 2 月于

本院就诊的间皮瘤患者 22 例, 其中男性 11 例, 女性 11 例, 年龄 47~76 岁, 平均年龄 65.3 岁。所有病例均经过手术或病理证实为间皮瘤, 其中良性间皮瘤 1 例, 恶性间皮瘤 21 例。恶性间皮瘤中恶性胸膜间皮瘤 15 例, 恶性腹膜间皮瘤 4 例, 恶性胸膜和腹膜间皮瘤 2 例。

1.2 临床表现 恶性胸膜间皮瘤患者多有胸部症状, 其中胸痛 4 例, 胸闷 1 例, 咳嗽 6 例, 气短 2 例, 呼吸困难 3 例, 背部疼痛 2 例, 确诊前已发现胸腔积液 2 例。恶性腹膜间皮瘤患者以腹部症状为主, 通常表现为腹部相应部位疼痛和包块, 其中腹痛 2 例, 体检时发现且无任何不适症状和体征 1 例, 腹部包块 1 例。恶性胸膜和腹膜间皮瘤 2 例患者中腹泻和腹胀 1 例, 体质量减轻且确诊前已发现胸腔积液 1 例。1 例良性胸膜间皮瘤患者无明显不适, 因偶然发现腹股沟淋巴结肿大就诊检查时发现。病程 1 周~1 年。其中 21 例患者无石棉接触史, 1 例有粉尘接触史 31 年。

1.3 检查方法 采用德国 Siemens Biograph 16HR PET/CT 仪器进行检查, ¹⁸F-FDG 由本科回旋加速器制备, 放化纯度 >95%。患者空腹 6 h 以上, 空腹血糖 <7.8 mmol·L⁻¹, 按体质量静脉注射 ¹⁸F-FDG 4.44~5.55 MBq·kg⁻¹, 注射后静卧休息 50~70 min, 排尿后行 PET/CT 显像, 扫描范围自

颅顶至股骨近段。先行CT扫描,电压120 kV,电流180 mA,以每个圆周0.4 s采集,层厚3.75 mm。PET采集选用三维采集模式,取6~8个床位,胸腹部每个床位2 min。采集完成后以CT数据对PET图像进行衰减校正,由MedEX影像工作站自动完成图像重建和融合。

1.4 图像分析 由2名有经验的PET/CT诊断医生分别对显像结果进行判读。目测出现¹⁸F-FDG异常浓聚部位,采用感兴趣区(region of interest, ROI)技术,测量病灶大小和半定量最大标准摄取值(maximum standardized uptake value, SUV_{max})。 SUV_{max} 由工作站自动测得:标准摄取值(standardized uptake value, SUV) = 局部ROI平均放射性活度(MBq)/体质量(g), SUV_{max} 为局部ROI的SUV最大值。

2 结果

2.1 间皮瘤患者CT影像表现 大多数间皮瘤患者均有不同程度的胸膜或腹膜增厚(图1~3)。
①胸膜或腹膜增厚的部位和形态:17例恶性胸膜间皮瘤患者(包括2例恶性胸膜和腹膜间皮瘤患者)均有胸膜增厚,其中右侧8例,左侧8例,同时累及双侧1例(图1A)。6例恶性腹膜间皮瘤患者(包括2例恶性胸膜和腹膜间皮瘤患者)腹膜、网膜和肠系膜增厚4例,病灶呈局限性结节或肿块者2例(图2A)。1例良性胸膜间皮瘤者表现为双侧胸膜增厚(图3A)。21例恶性间皮瘤形态表现为单纯结节状7例,结节和条片状6例,结节和团块状6例,单纯团块状1例,呈饼样1例。
②胸膜或腹膜增厚的范围及厚度:弥漫性胸膜增厚15例(相当于累及多个肺叶范围),局限性胸膜增厚2例(仅累及一个肺叶范围)。1例良性胸膜间皮瘤者表现为弥漫性胸膜增厚。弥漫性腹膜增厚4例(累及腹膜、网膜和肠系膜),局限性腹膜增厚2例(仅累及腹膜、网膜或肠系膜)。恶性胸膜间皮瘤患者胸膜增厚为1.0~10.6 cm。恶性腹膜间皮瘤腹膜增厚为1.2~6.6 cm。良性胸膜间皮瘤患者胸膜增厚约为3.5 cm。
③胸膜或腹膜增厚的密度特征:恶性胸膜间皮瘤患者中14例病灶以实性成分为主,2例病灶为实性伴钙化,1例病灶为实性伴中心液化坏死。1例病灶良性胸膜间皮瘤患者病灶为实性伴钙化。恶性腹膜间皮瘤患者中5例病灶为实性,1例病灶为囊实性混合以囊性成分为主。CT值为13.5~52.0 HU,平均CT值为32.3 HU。其中11例

患者行增强CT检查,增强CT显示:8例恶性胸膜间皮瘤和3例恶性腹膜间皮瘤患者病灶存在不同程度强化,增强CT值为40~70 HU,平均增强CT值为52.7 HU。

恶性胸膜间皮瘤患者中12例有胸腔积液,其中少量胸腔积液9例(积液占据一侧胸腔的1/3以下),大量胸腔积液3例(积液占据一侧胸腔2/3以上);并发心包积液3例。1例良性胸膜间皮瘤患者双侧胸腔少量积液。恶性腹膜间皮瘤患者中3例有腹腔积液,其中少量腹腔积液1例(较局限的水样低密度带),大量腹腔积液(全腹腔内脏器周围均被水样密度区包绕)2例。

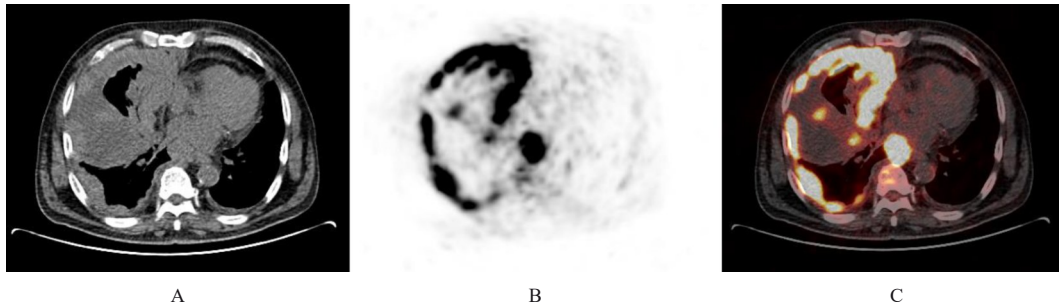
2.2 间皮瘤患者¹⁸F-FDG PET/CT影像表现

①原发病灶的放射性摄取:恶性胸膜间皮瘤病灶 SUV_{max} 为6.2~18.4,平均 SUV_{max} 为10.1(图1B和1C);恶性腹膜间皮瘤病灶 SUV_{max} 为3.2~11.7,平均 SUV_{max} 为8.4(图2B和2C)。1例良性间皮瘤者未见明确异常放射性摄取(图3B和3C)。恶性间皮瘤患者PET/CT表现为胸膜或腹膜弥漫性或局限性增厚伴放射性摄取不同程度增高(图4), SUV_{max} 为3.2~18.4,平均 SUV_{max} 为9.6。
②转移病灶放射性摄取:21例恶性间皮瘤患者中,PET/CT表现除原发部位外其他部位出现不同程度异常放射性摄取17例,考虑为转移灶,其中并发肺内转移3例,并发淋巴结转移8例,并发骨转移3例,并发其他部位转移(胸壁肌间隙、膈上、膈肌、肝脏、胆囊和臀大肌)8例;转移灶 SUV_{max} 为1.1~18.8,平均 SUV_{max} 为7.4。其中恶性胸膜间皮瘤患者发生转移13例,以病灶周围区域淋巴结转移为主,可见骨骼和肌肉转移;恶性腹膜间皮瘤患者发生转移4例,以病灶周围区域淋巴结转移为主,未见骨骼和肌肉转移。

3 讨论

恶性间皮瘤患者临床症状、体征和影像学表现缺乏特异性,早期通过常规的CT和磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)等影像学检查对病灶的形态学评估较难以明确诊断。¹⁸F-FDG PET/CT可通过对肿瘤进行代谢和形态学联合评估,明显提高了诊断准确性^[4]。对该病的早期准确诊断评估有助于延缓疾病进展,延长患者生存时间。

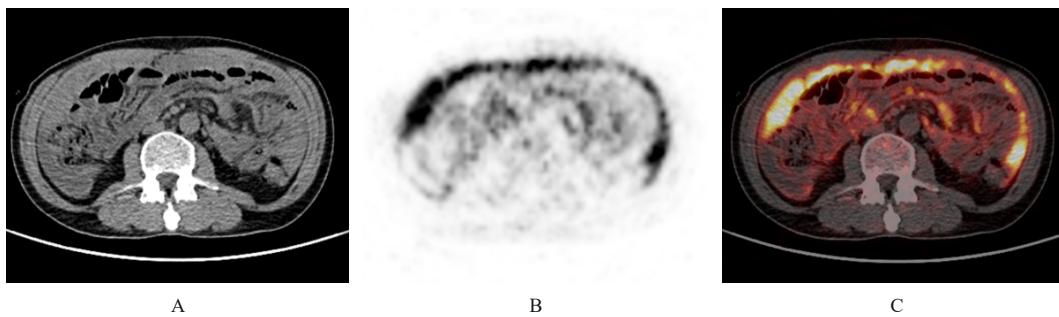
CARBONE等^[5]研究发现:恶性间皮瘤患者最常见发病年龄为50~70岁,男性比女性更多见,比例为4:1,其发病率2020年占全球新发恶性肺



A: Transverse CT of pleura; B: Transverse PET of pleura; C: Transverse PET/CT of pleura.

图1 恶性胸膜间皮瘤患者¹⁸F-FDG PET/CT影像

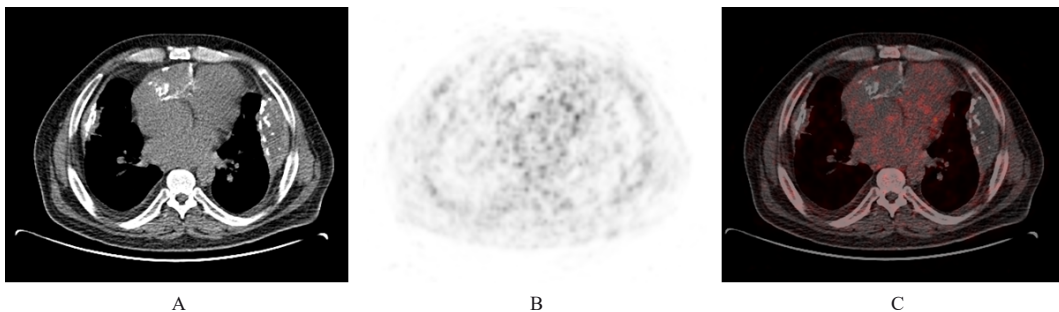
Fig. 1 Images of ¹⁸F-FDG PET/CT of one patient with malignant pleural mesothelioma



A: Transverse CT of peritoneal; B: Transverse PET of peritoneal; C: Transverse PET/CT of peritoneal.

图2 恶性腹膜间皮瘤患者¹⁸F-FDG PET/CT影像

Fig. 2 Images of ¹⁸F-FDG PET/CT of one patient with malignant peritoneal mesothelioma



A: Transverse CT of pleura; B: Transverse PET of pleura; C: Transverse PET/CT of pleura.

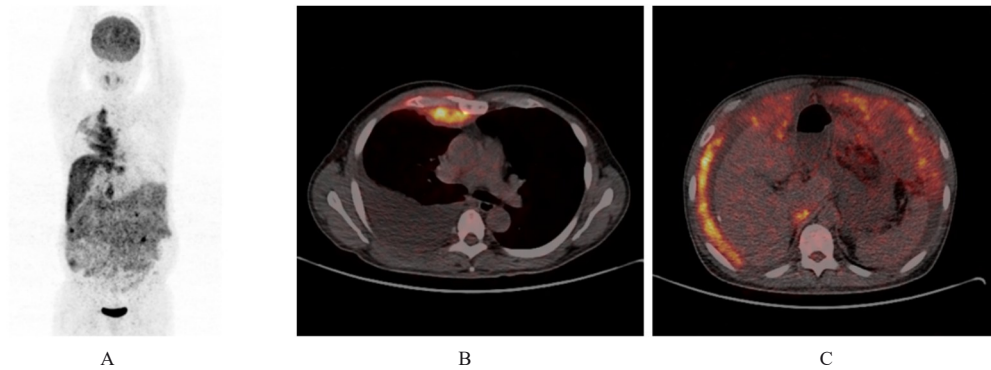
图3 良性胸膜间皮瘤患者¹⁸F-FDG PET/CT影像

Fig. 3 Images of ¹⁸F-FDG PET/CT of one patient with benign pleural mesothelioma

瘤的0.2%，死亡病例占全球恶性肿瘤死亡病例的0.3%。本研究中，男性患者10例，女性患者11例，男女比例相近，年龄为49~76岁，所有患者均否认石棉接触史，与以往研究比较稍有差异，可能与其地域差异和收集样本数量较少有关。

恶性间皮瘤发生于胸膜者多见，发病率占有恶性间皮瘤的81%左右。胸膜增厚和（或）胸腔积液是最常见的CT表现，且以单侧胸膜侵犯为

主^[6]。本研究中17例为恶性胸膜间皮瘤，其中16例为单侧发病，1例为双侧发病，与文献报道一致。在大多数患者中，胸膜增厚表现为周围（环状）胸膜受累伴多发性结节，胸膜厚度大于1.0 cm对该病的诊断有特征性意义^[7]。本研究中94.1%（16/17）恶性胸膜间皮瘤患者表现为结节状胸膜增厚，且多呈弥漫分布，胸膜增厚均 ≥ 1.0 cm。良性胸膜间皮瘤患者胸膜厚度为3.5 cm，可能与良



A: PET maximum density projection; B: Transverse PET of pleura; C: Transverse PET/CT of peritoneal.

图4 恶性胸膜和腹膜间皮瘤患者¹⁸F-FDG PET/CT影像

Fig. 4 Images of ¹⁸F-FDG PET/CT of one patient with malignant pleural and peritoneal mesothelioma

性病变症状较轻或无症状进而就诊时病程已较长有关。胸膜增厚在增强CT中通常会有强化,肿块较大时可并发囊变和坏死,呈不均匀强化,由于本组病例中大部分胸膜增厚呈弥漫结节样,少有肿块及囊变坏死,因此大部分均匀强化,小部分呈欠均匀强化。恶性胸膜间皮瘤常并发胸腔积液,文献^[8]报道以大量胸腔积液多见,本研究中大部分为少量胸腔积液,与文献报道不一致。由于恶性胸膜间皮瘤与石棉沉着有关,因此胸膜可出现钙化。本研究中有3例出现胸膜钙化,1例为良性胸膜间皮瘤,2例为恶性胸膜间皮瘤,患者均无石棉接触史。有文献^[9]报道:胸膜钙化以良性病变或结核性胸膜炎居多,但仍有较少恶性胸膜间皮瘤可出现钙化。

恶性腹膜间皮瘤发病率约占所有恶性间皮瘤的8%左右,病灶多呈弥漫性分布,单发较为少见,多局限于腹腔内,很少有其他器官转移^[10],表现为肠系膜、大网膜和腹膜增厚,伴腹腔积液和腹部肿块等^[9]。本研究中6例恶性腹膜间皮瘤中66.7%病灶表现为结节样、团块样和饼样,呈弥漫性分布,33.3%呈局限性分布,与上述文献报道大致相符;增强CT显示:增厚的腹膜强化程度不一,无特征性强化。文献^[10]报道恶性腹膜间皮瘤出现腹腔积液者较为少见,本研究中恶性腹膜间皮瘤并发腹腔积液患者约占50%,其中少量腹腔积液占33.3%,大量腹腔积液占66.7%,与以往文献比较稍有差异。

PET/CT根据¹⁸F-FDG摄取差异,可以有效区分良恶性间皮瘤和确定疾病程度。本研究22例患者中,21例恶性间皮瘤患者病灶处可见异常放射性摄取增高,1例良性间皮瘤患者未见明确异常

放射性摄取。BÉNARD等^[11]研究显示:可采用 SUV_{max} 大于2.0来区分良性和恶性间皮瘤,该方法的敏感性、特异性和总体准确性分别为91%、100%和92%。本研究中恶性间皮瘤者 SUV_{max} 均大于2.0,与文献^[11]报道相符。

PET/CT基于全身显像能很好地反映纵隔、胸壁和膈肌受累情况及胸内、胸外淋巴结病变和远处转移^[12]。50%恶性间皮瘤病例累及纵隔淋巴结^[13]。本研究结果显示:发生转移的13例恶性胸膜间皮瘤患者主要以肺门和纵隔淋巴结转移多见,约占76.9%,其中发生肺门淋巴结转移者5例,发生纵隔淋巴结转移者5例,二者比例相近。50%~80%恶性间皮瘤患者在尸检中时可见胸外转移^[13],可累及肺、肝、脾、肾上腺、淋巴结、骨和脑。本研究中10例恶性间皮瘤患者同时并发胸外转移,约占76.9%;4例发生转移的恶性腹膜间皮瘤患者中仅1例发生膈上淋巴结转移,其余多为腹腔和腹膜后淋巴结转移,无骨骼及肌肉转移。

恶性胸膜间皮瘤需与胸膜转移瘤和胸膜结核鉴别,三者均有FDG摄取,但恶性间皮瘤以单侧胸膜不规则增厚多见,肺内转移和肋骨破坏少见,而胸膜转移瘤常有明显原发灶FDG摄取和双侧胸膜不规则增厚。YAMAMURO等^[6]研究显示:除恶性病外,其他良性胸膜疾病在PET/CT显像中也有¹⁸F-FDG摄取,包括胸膜炎和良性石棉相关斑块等。胸膜结核常有结核病史,通常胸膜增厚 ≤ 1.0 cm,呈广泛弧形或带状增厚,密度较均匀增高,且钙化多见;腹膜间皮瘤常需与腹膜转移癌、浆液性腹膜癌、淋巴瘤和结核性腹膜炎等鉴别,其中腹膜转移癌多有胃肠道原发灶FDG摄取,常伴有肝转移和淋巴结肿大,而腹膜间皮瘤病灶主体位于腹膜,呈

囊实性改变, 可伴钙化; 浆液性腹膜癌通常起源于盆腔附件; 淋巴瘤通常表现为淋巴结弥漫性肿大伴FDG摄取; 结核性腹膜炎特征为腹膜呈条片样且光滑均匀增厚和腹水高密度影等。ERASMUS等^[14]研究证实: PET/CT基于全身显像的优势, 较其他影像学检查能检测到更广泛的病变, 对多种疾病的鉴别诊断及分期具有重要的临床意义, 此外还可指导穿刺活检部位, 提高活检阳性率。

综上所述,¹⁸F-FDG PET/CT全身显像对于间皮瘤的良恶性诊断及分期有重要的价值, 该结论有待于扩大样本量和引入更多良性对照后进一步证实。

利益冲突声明:

所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:

赵爽言参与文献检索、论文设计和论文撰写, 赵爽言、林秋玉和焦本蒸参与图像整理、数据收集和分析, 赵爽言和赵红光参与论文结果分析和讨论, 林承赫参与论文写作指导和论文修改。

[参考文献]

- [1] KATZ S I, STRAUS C M, ROSHKOVAN L, et al. Considerations for imaging of malignant pleural mesothelioma: a consensus statement from the international mesothelioma interest group [J]. *J Thorac Oncol*, 2023, 18(3): 278-298.
- [2] LOPCIE, CASTELLO A, MANSIL. FDG PET/CT for staging and restaging malignant mesothelioma [J]. *Semin Nucl Med*, 2022, 52(6): 806-815.
- [3] GERBAUDO V H, KATZ S I, NOWAK A K, et al. Multimodality imaging review of malignant pleural mesothelioma diagnosis and staging [J]. *PET Clin*, 2011, 6(3): 275-297.
- [4] YILDIRIM H, METINTAS M, ENTOK E, et al. Clinical value of fluorodeoxyglucose-positron emission tomography/computed tomography in differentiation of malignant mesothelioma from asbestos-related benign pleural disease: an observational pilot study [J]. *J Thorac Oncol*, 2009, 4(12): 1480-1484.
- [5] CARBONE M, ADUSUMILLI P S, ALEXANDER H R, et al. Mesothelioma: scientific clues for prevention, diagnosis, and therapy [J]. *CA Cancer J Clin*, 2019, 69(5): 402-429.
- [6] YAMAMURO M, GERBAUDO V H, GILL R R, et al. Morphologic and functional imaging of malignant pleural mesothelioma [J]. *Eur J Radiol*, 2007, 64(3): 356-366.
- [7] 贺伟, 潘纪成, 周新华, 等. CT在恶性胸膜间皮瘤诊断中的价值 [J]. *临床放射学杂志*, 2007, 26(11): 1096-1099.
- [8] 罗良平, 张缨, 林志超, 等. 恶性胸膜间皮瘤的CT诊断与鉴别诊断 [J]. *中国医学影像技术*, 2005, 21(8): 1226-1229.
- [9] BARATTI D, KUSAMURA S, DERACO M. Circulating CA125 and diffuse malignant peritoneal mesothelioma [J]. *Eur J Surg Oncol*, 2009, 35(11): 1198-1199.
- [10] BRIDDA A, PADOAN I, MENCARELLI R, et al. Peritoneal mesothelioma: a review [J]. *Med Gen Med*, 2007, 9(2): 32.
- [11] BÉNARD F, STERMAN D, SMITH R J, et al. Metabolic imaging of malignant pleural mesothelioma with fluorodeoxyglucose positron emission tomography [J]. *Chest*, 1998, 114(3): 713-722.
- [12] 戴倩, 王梦, 黄钢. 基于¹⁸F-FDG PET/CT影像学组学的非小细胞肺癌病理亚型分类 [J]. *中国医学物理学杂志*, 2023, 40(4): 416-422.
- [13] KITAJIMA K, DOI H, KURIBAYASHI K. Present and future roles of FDG-PET/CT imaging in the management of malignant pleural mesothelioma [J]. *Jpn J Radiol*, 2016, 34(8): 537-547.
- [14] ERASMUS J J, TRUONG M T, SMYTHE W R, et al. Integrated computed tomography-positron emission tomography in patients with potentially resectable malignant pleural mesothelioma: staging implications [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2005, 129(6): 1364-1370.