

^{18}F -FDG PET/CT 显像对非创伤性单侧声带麻痹病因的诊断价值

郑炯 马兆鑫

上海市东方医院吉安医院耳鼻咽喉科, 江西省吉安市 343000

通信作者: 郑炯, Email: xhyy1101@hotmail.com

【摘要】目的 探讨 ^{18}F -脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT显像对非创伤性单侧声带麻痹(UVCP)病因的诊断价值,并比较不同病因病灶的放射性摄取。**方法** 回顾性分析2016年1月至2018年12月期间上海市东方医院吉安医院收治的62例非创伤性UVCP患者[男49例、女13例,年龄(61.7±12.8)岁;左侧声带麻痹43例、右侧19例]的临床资料,以病理、影像学检查或随访结果为标准,分析PET/CT显像对UVCP原发病因的诊断效能。比较不同病因患者的声带最大标准摄取值(SUV_{max}),采用两独立样本 t 检验处理数据。**结果** 根据判断标准,62例患者UVCP病因为:恶性肿瘤44例、炎症反应16例、颈静脉体瘤1例和特发性因素1例。PET/CT显像对UVCP病因诊断的准确性为90.32%(56/62),正确诊断恶性肿瘤病因44例、炎症反应病因11例和颈静脉体瘤病因1例。62例患者中,29例声带麻痹侧 SUV_{max} 升高,归为直接侵犯组(按确诊病因进一步分为肿瘤组12例和非肿瘤组17例),余33例健侧升高者归为非直接侵犯组。直接侵犯组患侧声带 SUV_{max} 高于健侧(9.97 ± 5.21 与 2.43 ± 0.62 ; $t = 8.14, P < 0.01$);肿瘤组患侧声带与健侧(14.92 ± 3.91 与 2.84 ± 0.54)、非肿瘤组患侧声带与健侧相比(6.48 ± 2.48 与 2.14 ± 0.50),差异均有统计学意义(t 值:9.94和7.93,均 $P < 0.01$)。非直接侵犯组患侧声带 SUV_{max} 明显低于其健侧(1.89 ± 0.35 与 6.97 ± 2.63 ; $t = 11.44, P < 0.01$)。直接侵犯组患侧与非直接侵犯组健侧间摄取有差异($t = 2.86, P < 0.01$),肿瘤组患侧与非肿瘤组患侧、非直接侵犯组健侧间摄取也存在差异(t 值:7.46和6.07,均 $P < 0.01$),但后两者差异无统计学意义($t = 0.51, P > 0.05$)。**结论** ^{18}F -FDG PET/CT显像对非创伤性UVCP病因诊断具有较高价值,患侧及健侧声带不同的放射性摄取为临床提供了较为准确的病因分析信息。

【关键词】 声带麻痹;正电子发射断层显像术;体层摄影术,X线计算机;脱氧葡萄糖

基金项目: 江西省卫生健康委员会科技计划项目(20187310)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2020.01.004

Value of pathogenic diagnosis of ^{18}F -FDG PET/CT imaging in non-traumatic unilateral vocal cord paralysis

Zheng Jiong, Ma Zhaoxin

Department of otolaryngology, Ji'an Hospital, Shanghai Oriental Hospital, Ji'an 343000, China

Corresponding author: Zheng Jiong, Email: xhyy1101@hotmail.com

【Abstract】Objective To evaluate the diagnostic value of ^{18}F -fluorodeoxyglucose (FDG) PET/CT imaging in non-traumatic unilateral vocal cord paralysis (UVCP) and compare the radioactive uptake in different lesions. **Methods** Clinical data of 62 patients (49 males, 13 females; age: (61.7±12.8) years) with non-traumatic UVCP (43 cases of left vocal cord paralysis and 19 cases of right) admitted to Ji'an Hospital from January 2016 to December 2018 were analyzed retrospectively. Pathological results, imaging or follow-up results were considered as the standard of final diagnosis. The diagnostic efficacy of PET/CT imaging for the primary cause was analyzed. The maximum standardized uptake values (SUV_{max}) of vocal cord in patients with different etiology were compared by independent-sample t test. **Results** According to the final diagnosis, the primary causes of UVCP were as follows: malignant tumors ($n = 44$), inflammation ($n = 16$), glomus jugulare tumor ($n = 1$) and idiopathic UVCP ($n = 1$). The diagnostic accuracy of PET/CT imaging for the primary cause was 90.32% (56/62); 44 cases were correctly diagnosed as malignant tumors, while 11 cases as inflammation, and 1 case as glomus jugulare tumor. Among 62 patients, 29 patients had increased SUV_{max} in the affected side (direct invasion group; further divided into tumor group ($n = 12$) and non-tumor group ($n = 17$)), and other 33 patients had increased SUV_{max} in the healthy side (indirect invasion group). SUV_{max} of the affected vocal cord in direct invasion group was higher than that in the healthy side (9.97 ± 5.21 vs 2.43 ± 0.62 ; $t = 8.14, P < 0.01$). The differences between affected side and healthy side in the tumor group (14.92 ± 3.91 vs 2.84 ± 0.54) and the non-tumor group (6.48 ± 2.48 vs 2.14 ± 0.50) were

statistically significant (t values: 9.94, 7.93, both $P < 0.01$). In the indirect invasion group, SUV_{max} in the affected side of vocal cord was significantly lower than the healthy side (1.89 ± 0.35 vs 6.97 ± 2.63 ; $t = 11.44$, $P < 0.01$). There were significant differences in radioactive uptake between affected side of direct invasion group and healthy side of indirect invasion group ($t = 2.86$, $P < 0.01$), affected sides of tumor group and non-tumor group ($t = 7.46$, $P < 0.01$), affected side of tumor group and healthy side of indirect invasion group ($t = 6.07$, $P < 0.01$). But the radioactive uptake difference between affected side of non-tumor group and healthy side of indirect invasion group was not statistically significant ($t = 0.51$, $P > 0.05$). **Conclusions** ^{18}F -FDG PET/CT imaging has high diagnostic value in pathogenic diagnosis of non-traumatic UVCP. The different radioactive uptake of vocal cords in the affected side and the healthy side provides more accurate etiological information for clinical analysis.

【Key words】 Vocal cord paralysis; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Deoxyglucose

Fund program: Science and Technology Planning Project of Health Commission of Jiangxi Province (20187310)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2020.01.004

单侧声带麻痹 (unilateral vocal cord paralysis, UVCP) 是由于支配声带运动的迷走神经及其分支喉返神经功能紊乱, 导致一侧声带失去正常张力、运动减弱或固定, 该病在耳鼻咽喉科临床中较常见^[1]。其症状为不同程度的声音嘶哑、误吸咳嗽、运动气促等, 严重影响患者的社会交流和生活质量。UVCP 发病与肿瘤、创伤、感染及特发性因素有关, 原发病因的寻找是整个诊疗过程的关键, 但病因诊断相对困难。本研究分析了 62 例排除创伤性因素的 UVCP 患者的临床和影像学资料, 以探讨 ^{18}F -脱氧葡萄糖 (fluorodeoxyglucose, FDG) PET/CT 显像对明确本病病因的临床价值。

资料与方法

1. 临床资料。回顾性分析 2016 年 1 月至 2018 年 12 月间上海市东方医院吉安医院耳鼻咽喉科经治的采用 ^{18}F -FDG PET/CT 显像寻找 UVCP 病因的患者资料, 包括年龄、性别、病灶位置等。询问病史, 排除外伤和医源性创伤因素及 3 个月内失访者。共 62 例患者纳入研究, 其中男 49 例、女 13 例, 年龄 27~89 (61.7 ± 12.8) 岁; 左侧声带麻痹 43 例, 右侧 19 例; 主诉均为声嘶, 病程小于 3 个月。所有患者经纤维喉镜或电子喉镜证实为 UVCP 后, 行 PET/CT 显像寻找病因。本研究符合《赫尔辛基宣言》的原则。

2. PET/CT 显像及图像判读。采用上海联影医疗科技有限公司生产的 Umi 510 PET/CT 仪, ^{18}F -FDG 由上海原子科兴药业有限公司提供, 放化纯 $> 95\%$ 。PET: 96 环, 轴向视野 236 mm; CT: 16 层/24 排。所有患者均禁食 6 h 以上, 注射前空腹血糖在正常范围内, 按患者体质量静脉注射 ^{18}F -FDG 3.7 MBq/kg, 注射后患者保持平静状态并禁声, 1 h 后行全身 PET/CT 显像。CT 扫描电流 150 mA, 电压 140 kV, 层厚 3 mm,

PET 采集 5 个床位, 3 min/床位。采用随机配套系统对 PET 和 CT 图像进行重建、融合, 层厚 2.44 mm。

所有显像结果由 2 位副主任医师以上职称的核医学科医师盲法独立阅片, 目测法结合半定量法进行分析。计算最大标准摄取值 (maximum standardized uptake value, SUV_{max}) 后给出诊断意见, 结论不一致时协商解决或科室集体讨论统一。

3. 最终病因判断。于 PET/CT 显像同期 (1 周内) 行血常规、C 反应蛋白、肝肾功能、胸部 CT、颈部 MRI、腹部 B 超等筛查, 对有临床症状、体征和阳性检查结果者增行头颅 CT、食管造影、纤维胃结肠镜、病理活组织检查等; 肿瘤以病理、免疫组织化学结果为标准, 炎性病变更依据病毒、细菌感染病史, 实验室检查结果及诊断性抗感染治疗效果判定, 并临床随访 3~6 个月。

4. 统计学处理。采用 IBM SPSS 19.0 软件进行数据分析, 符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。组间 SUV_{max} 的比较采用两独立样本 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

根据判断标准, 62 例患者 UVCP 病因为: 恶性肿瘤 44 例 [肺癌 19 例, 喉及下咽癌 (图 1) 12 例, 食管癌 6 例, 鼻咽癌 (图 2)、胃癌、甲状腺癌各 2 例, 颌下腺癌 1 例]、炎性反应 16 例、颈静脉体瘤 1 例和特发性因素 1 例。PET/CT 诊断中, 考虑原发病因为恶性肿瘤 49 例、炎性反应 12 例、颈静脉体瘤 1 例。PET/CT 正确诊断恶性肿瘤病因 44 例、炎性反应病因 11 例和颈静脉体瘤病因 1 例; 其对 UVCP 原发病因诊断的准确性为 90.32% (56/62)。

49 例 PET/CT 病因诊断为恶性肿瘤的患者中, 有 3 例最终诊断为肺部感染, 抗感染治疗后症状、

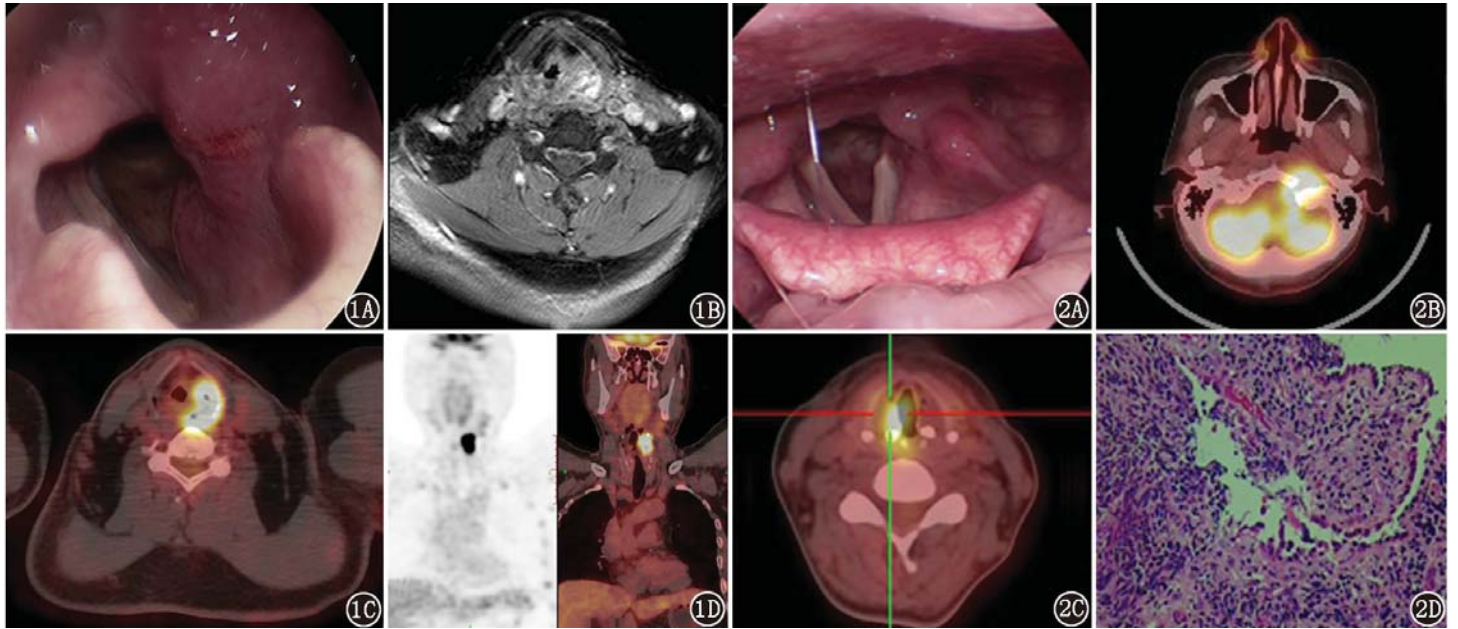


图 1 左侧下咽部鳞状细胞癌患者(男,65岁,声嘶3个月,加重1个月伴咽喉疼痛)电子喉镜及影像学检查图。1A.电子喉镜下见左侧梨状窝内侧面、杓状软骨、室带、喉室区域肿胀膨隆,左侧声带麻痹,右侧声带光滑,运动良好;1B.增强MRI提示左侧梨状窝占位;1C,1D.喉部水平位(1C)和上半身冠状位(1D) ^{18}F -脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT显像示下咽部左侧壁明显增厚软组织影,咽腔形态不规整,左侧梨状窝隐窝变形,放射性摄取异常增高,最大标准摄取值(SUV_{max})为23.2,左侧声带 SUV_{max} 为19.1,右侧为2.7,考虑左下咽癌,后经活组织检查证实

图 2 鼻咽癌患者(女,45岁,声嘶伴头痛2个月;2年前诊断鼻咽癌,经放化疗后治愈)电子喉镜及影像学检查和病理图。2A.电子喉镜下见鼻咽左侧呈放疗及化疗后改变,未见明显菜花样新生物,双侧声带光滑,左侧松弛固定,右侧活动良好;2B. ^{18}F -FDG PET/CT显像示鼻咽癌放化疗后,左侧鼻咽壁深部增厚软组织影,FDG代谢异常增高,考虑为活性肿瘤组织,伴颅底骨局部受累,肿瘤经颈静脉孔侵犯后颅窝;2C.右侧声带FDG代谢增高, SUV_{max} 为9.4,左侧为1.79,提示左侧声带麻痹、右侧声带代偿性紧张性改变;2D.活组织检查病理证实鼻咽癌复发(HE $\times 400$)

体征消失;1例淋巴瘤和1例盆腔恶性肿瘤虽经病理证实,但未找到相应的迷走及喉返神经压迫侵犯的证据,后续抗感染治疗中声带运动恢复正常,考虑恶性肿瘤所致上呼吸道免疫力下降,继发感染后引起声带麻痹。12例PET/CT病因诊断为炎性反应患者的血常规分析示,4例中性粒细胞升高,3例淋巴细胞或单核细胞升高;CT提示4例肺部感染。对12例均予以抗感染治疗并随访观察3~6个月,其中11例UVCP恢复正常(图3),1例未见好转,且全面检查未明确病因,考虑为特发性UVCP(图4)。

PET/CT显像中,29例患者麻痹侧声带 SUV_{max} 升高,提示病变位于患侧声带或喉部,直接导致声带麻痹,将其列为直接侵犯组,余33例健侧升高者归为非直接侵犯组。另将直接侵犯组按最终确诊病因分为肿瘤组12例(喉及下咽癌12例)和非肿瘤组17例(炎性反应16例+特发性因素1例)。直接侵犯组患侧声带 SUV_{max} 高于健侧(9.97 ± 5.21 与 2.43 ± 0.62 ; $t = 8.14$, $P < 0.01$);肿瘤组患侧声带与其健侧(14.92 ± 3.91 与 2.84 ± 0.54)、非肿瘤组患侧与其健侧(6.48 ± 2.48 与 2.14 ± 0.50)差异均有统计学意义($t = 9.94$ 和 7.93 ,均 $P < 0.01$);非直接侵犯组患侧声带 SUV_{max} 低于其健侧(1.89 ± 0.35 与 6.97 ± 2.63 ; $t =$

11.44 , $P < 0.01$)。另外,直接侵犯组患侧与非直接侵犯组健侧间($t = 2.86$, $P < 0.01$),肿瘤组患侧与非肿瘤组患侧($t = 7.46$, $P < 0.01$)、非直接侵犯组健侧间($t = 6.07$, $P < 0.01$)的差异均有统计学意义,但非肿瘤组患侧与非直接侵犯组健侧间无明显差异($t = 0.51$, $P > 0.05$)。

讨 论

引起UVCP的病因复杂多样,由于支配声带的迷走神经及其分支喉返神经行程长、解剖结构复杂、周围器官较多,从大脑皮质、脑干网状结构到颈部、胸腔,其行走区域、神经通路和喉部本身的各种病变均能导致声带麻痹,临床诊治有一定困难。文献显示,除外明确的医源性损伤,头颈胸部肿瘤是UVCP的最主要病因^[2-4]。本研究数据与之相符,肿瘤直接或间接因素占比达72.58%(45/62),其中肺癌占30.65%(19/62),喉及下咽癌占19.35%(12/62),食管癌占9.68%(6/62),鼻咽癌、胃癌、甲状腺癌各占3.23%(2/62),颈静脉体瘤、颌下腺癌各占1.61%(1/62)。病毒感染、炎性反应也是常见的UVCP致病因素,李海霞等^[5]报道Hunt综合征和本病有密切关联。本研究中,炎性反应占比25.81%(16/62)。

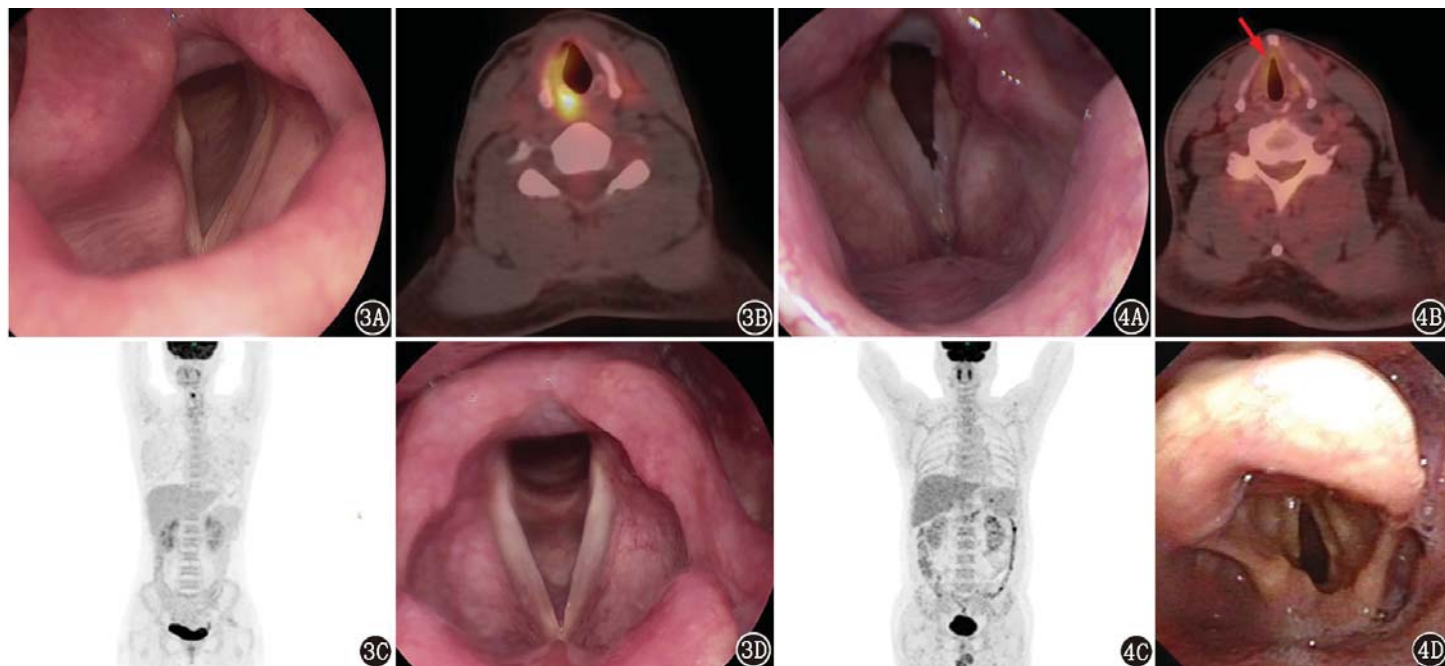


图 3 炎性病变患者(男,55岁,声音嘶哑1个月,伴胸背痛、咽痛,无发热、鼻塞、咳嗽等)电子喉镜及影像学检查图。3A.电子喉镜提示右侧声带麻痹,未见新生物;3B. ^{18}F -脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT显像示右侧声带及周围软组织放射性摄取增高,最大标准摄取值(SUV_{max})为10.1,考虑为局部炎性反应;3C.全身PET显像(包括脑)未见明显FDG代谢异常增高肿瘤性病灶;抗感染治疗2周后症状缓解,定期随访6个月无声嘶;3D.6个月后复查电子喉镜双侧声带光滑,活动佳

图 4 左侧声带麻痹患者(男,53岁,声音嘶哑1周,无发热、鼻塞、咽痛、咳嗽等)电子喉镜及影像学检查图。4A.电子喉镜提示左侧声带麻痹,喉新生物?4B. ^{18}F -FDG PET/CT显像示左侧声带近口咽部略松弛,右侧声带放射性摄取较左侧稍增高, SUV_{max} 为3.3(箭头示),左侧为1.98,声带区未见明确肿瘤性病灶;4C.全身PET显像(包括脑)未见明显FDG代谢异常增高肿瘤性病灶,同期相关临床检查未发现明显异常;予抗感染治疗1周后症状无缓解,随访6个月后声嘶无改善;4D.再次纤维喉镜检查仍诊断左侧声带麻痹,考虑为特发性

除上述外,本研究还有1例(1.61%)特发性UVCP。另外,Cherif等^[6]报道局部放疗或化疗也可引起喉返神经或颈胸段迷走神经病变。

明确原发病对UVCP的治疗十分重要,系统性筛查有其临床必要性。喉镜检查可以直接观察声带形态、运动等,但对于查找非声带本身的病因存在局限性^[7]。常规影像学方法(CT、MRI等)无法同时提供延髓、颅底、颈部、肺部、食管、心脏、甲状腺或甲状旁腺以及腹部等广泛区域的诊断信息,常有漏诊、误诊或延误诊断的相关报道^[8-9];而多部位高频率的筛查易导致患者产生厌烦抵触情绪,延误治疗时机。PET/CT显像在疾病临床诊断、分期、转移、预后等方面发挥着重要作用,对于症状不典型、病因多样化、解剖关系复杂的疾病更具有优势。本研究中,PET/CT显像对UVCP病因诊断的准确性为90.32%(56/62)。49例经PET/CT诊断为恶性肿瘤和1例颈静脉体瘤占位的患者中,47例(94%)经病理及进一步影像检查证实。有1例淋巴瘤和1例盆腔恶性肿瘤患者的临床资料不支持肿瘤作为UVCP的原发病因,但患者通过显像获得了更重要的医疗信息,明显获益。46例确诊恶性肿瘤病因的患者中,21例PET/CT显像发现远处转移,这为设计合理有效的

治疗方案提供了依据。刘瑶等^[10]既往亦报道PET/CT显像可为声音嘶哑患者的临床诊疗提供重要信息。PET/CT全身显像在寻找远处原发病因和决定治疗策略方面具有优势。

在安静状态下,正常声带呈对称性摄取, $\text{SUV}_{\text{max}} < 2.0$ ^[10]。本研究中,直接侵犯组双侧声带 SUV_{max} 均有升高,但无论是否是由肿瘤因素引起,患侧 SUV_{max} 均明显高于健侧;非直接侵犯组健侧的FDG摄取增多,患侧则无异常变化。这是因为患侧声带运动障碍,葡萄糖消耗降低,健侧代偿性活动对葡萄糖的需求增加所致。组间比较显示,肿瘤组患侧 SUV_{max} 的升高较非肿瘤组患侧及非直接侵犯组健侧明显。在高代谢的恶性肿瘤细胞内,异常增殖导致葡萄糖摄取过度,往往是正常细胞的2~10倍, ^{18}F -FDG高度浓聚于肿瘤组织内,且与恶性程度呈正相关,病灶恶性程度越高,局部代谢越活跃,浓聚程度就越高。上述数据上的差异有助于判断UVCP的原发病因,也为初步评估病灶性质提供了可靠依据。

本研究中有3例肺部感染的患者被误诊为肺癌。大多数学者将标准摄取值(standardized uptake value, SUV) >2.5 作为良恶性的鉴别界限^[11-13],该法简单直观,但目前并无统一的标准和指南来划分

良恶性。 $^{18}\text{F-FDG}$ 不是肿瘤特异性显像剂, 炎性病变充血、创伤出血、血糖含量、肌肉活动等都会导致假阳性的发生。因此, 部分学者认为 SUV_{max} 只能代表机体某个区域代谢的活跃程度^[14]。

综上, PET/CT 对单侧非创伤性声带麻痹的诊断具有较高的临床价值, 并能有效地缩短诊断流程, 其为病因寻找、远处转移、性质判定等多方面提供了重要参考。如何更合理地界定病灶的良恶性、代偿性升高的 SUV_{max} 是否会随着病程的延长逐渐降低等, 有待扩大样本量后进一步分析和研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Bonilla-Velez J, Small M, Bonilla-Escobar FJ, et al. Voice and swallowing outcomes of unilateral vocal fold paralysis: comparing younger adult and geriatric patients[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2018, 158(5): 904-911. DOI:10.1177/0194599818756310.
- [2] Pei YC, Li HY, Chen C, et al. Disease characteristics and electromyographic findings of nonsurgery-related unilateral vocal fold paralysis[J]. *Laryngoscope*, 2017, 127(6): 1381-1387. DOI: 10.1002/lary.26329.
- [3] 许栋岳, 李克勇. 单侧声带麻痹的病因及治疗[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2016, 30(5): 423-426. DOI:10.13201/j.issn.1001-1781.2016.05.028.
Xu DY, Li KY. Cause and treatment of unilateral vocal cord paralysis[J]. *J Clin Otorhinolaryngol Head Neck Surg(China)*, 2016, 30(5): 423-426. DOI:10.13201/j.issn.1001-1781.2016.05.028.
- [4] Woo P, Isseroff TF, Parasher A, et al. Laryngeal electromyographic findings in patients with vocal fold motion asymmetry[J]. *Laryngoscope*, 2016, 126(8): E273-277. DOI:10.1002/lary.26059.
- [5] 李海霞, 张靓冉, 胡海丽. 累及迷走神经的不典型 Hunt 综合征 3 例[J]. *中国耳鼻咽喉头颈外科*, 2018, 25(5): 271-272. DOI:10.16066/j.1672-7002.2018.05.014.
Li HX, Zhang LR, Hu HL. Atypical Hunt syndrome involving the vagus nerve: report of 3 cases[J]. *Chin Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2018, 25(5): 271-272. DOI:10.16066/j.1672-7002.2018.05.014.
- [6] Cherif S, Danino S, Yoganathan K. Autonomic neuropathy resulting in recurrent laryngeal nerve palsy in an HIV patient with Hodgkin lymphoma receiving vinblastine and antiretroviral therapy[J]. *Int J STD AIDS*, 2015, 26(3): 206-208. DOI:10.1177/0956462414534396.
- [7] Bäck LJJ, Rekola J, Raitinen L, et al. The feasibility of NBI in patients with suspected upper airway lesions: a multicenter study[J]. *Laryngoscope*, 2017, 127(8): 1821-1825. DOI:10.1002/lary.26526.
- [8] 管进, 李进让. 临床应警惕以单侧声带麻痹为首发表现的纵隔转移癌[J]. *临床误诊误治*, 2014, 27(10): 22-24. DOI:10.3969/j.issn.1002-3429.2014.10.008.
Guan J, Li JR. Mediastinum metastatic tumor first presented with unilateral vocal fold paralysis: a caution to clinicians[J]. *Clin Misdiag Misther*, 2014, 27(10): 22-24. DOI:10.3969/j.issn.1002-3429.2014.10.008.
- [9] Hamdan AL, Khalifee E, Tabet G. Unilateral vocal fold paralysis in Parkinson disease: case report and review of the literature[J]. *J Voice*, 2018, 32(6): 763-766. DOI:10.1016/j.jvoice.2017.09.007.
- [10] 刘瑶, 冯菲, 张建, 等. 声音嘶哑患者的全身 $^{18}\text{F-FDG}$ PET/CT 显像分析[J]. *医学影像学杂志*, 2015, 25(5): 776-782.
Liu Y, Feng F, Zhang J, et al. The performance of $^{18}\text{F-FDG}$ PET/CT in patients complaining with hoarseness[J]. *J Med Imaging*, 2015, 25(5): 776-782.
- [11] 吴增杰, 边甜甜, 王艳丽, 等. $^{18}\text{F-FDG}$ PET/CT 显像 $\text{SUV}_{\text{max}} > 2.5$ 的病灶数及肿瘤代谢体积对多发性骨髓瘤预后评估的价值[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2016, 36(1): 44-47. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.01.011.
Wu ZJ, Bian TT, Wang YL, et al. Prognostic value of the number of lesions with $\text{SUV}_{\text{max}} > 2.5$ and metabolic tumor volume assessed by $^{18}\text{F-FDG}$ PET/CT imaging in patients with multiple myeloma[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2016, 36(1): 44-47. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.01.011.
- [12] Law WP, Maggacis N, Jeavons SJ, et al. Concordance of $^{18}\text{F-FDG}$ PET uptake in tumor and normal tissues on PET/MRI and PET/CT[J]. *Clin Nucl Med*, 2017, 42(3): 180-186. DOI:10.1097/RLU.0000000000001514.
- [13] Lee SJ, Paeng JC, Goo JM, et al. Comparative characteristics of quantitative indexes for $^{18}\text{F-FDG}$ uptake and metabolic volume in sequentially obtained PET/MRI and PET/CT[J]. *Nucl Med Commun*, 2017, 38(4): 333-339. DOI:10.1097/MNM.0000000000000655.
- [14] Schwartz DL, Ford E, Rajendran J, et al. FDG-PET/CT imaging for preradiotherapy staging of head-and-neck squamous cell carcinoma[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2005, 61(1): 129-136. DOI:10.1016/j.ijrobp.2004.03.040.

(收稿日期:2019-07-16)