

# MSCT 和<sup>18</sup>F-FDG PET-CT 显像对食管癌术前分期诊断的价值

李 爽, 吕维富, 汪世存, 潘 博, 倪 明

**摘要** 经内镜和病理证实并接受手术治疗的 182 例食管癌患者入组, 患者均在术前 1 周接受多层螺旋 CT (MSCT) 和氟代脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描 CT (<sup>18</sup>F-FDG PET-CT) 扫描, 结合图像信息, 记录其术前分期, 并与术后病理结果比较。MSCT 与<sup>18</sup>F-FDG PET-CT 扫描对判断 T 分期准确率的差异无统计学意义 ( $\chi^2 = 0.540$ ,  $P = 0.463$ ), 而<sup>18</sup>F-FDG PET-CT 扫描对判断 N 分期的灵敏度、特异度及准确率均高于 MSCT ( $P < 0.05$ ); 术前 MSCT 扫描检测 T、N 分期与术后病理一致性差 ( $Kappa = 0.376$ ,  $Kappa = 0.317$ ,  $P < 0.01$ ), 而术前<sup>18</sup>F-FDG PET-CT 扫描检测 N 分期与术后病理高度一致 ( $Kappa = 0.750$ ,  $P < 0.01$ )。

**关键词** 食管肿瘤; 体层摄影术; 肿瘤分期; 诊断; 评价研究

中图分类号 R 730.44; R 735.1; R 814.42; R 817.4

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2014)10-1495-04

常规的食管癌扫描手段难以提供准确的术前分

期, 而多层螺旋 CT (multi-slice computer tomography, MSCT) 和氟代脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描 CT (<sup>18</sup>F-FDG positron emission tomography combined computed tomography, <sup>18</sup>F-FDG PET-CT) 借助其良好的组织分辨率能显示食管轮廓变化、确定食管腔外肿瘤侵犯程度及淋巴结转移情况<sup>[1]</sup>, 但目前对食管癌临床分期价值尚存争议。现收集经纤维食管镜证实并接受手术治疗的食管癌患者 182 例, 回顾性分析 MSCT 及<sup>18</sup>F-FDG PET-CT 扫描图像并进行 TNM 分期, 与术后病理分期进行对比分析, 以评价 MSCT 和<sup>18</sup>F-FDG PET-CT 在食管癌分期中的价值。

## 1 材料与方法

**1.1 病例资料** 回顾性分析安徽医科大学附属省立医院 2009 年 1 月~2013 年 1 月经纤维食管镜和病理活检证实且资料完整的 182 例食管癌患者的临床资料, 患者均接受手术治疗。患者的主要症状为进行性吞咽困难, 或伴呕吐、胸背痛、消瘦、声音嘶哑等。患者均在术前 1 周内行 MSCT 及<sup>18</sup>F-FDG PET-CT 扫描并作出临床分期, 术前均未接受过抗肿瘤治疗。182 例患者中, 男 155 例, 女 27 例, 年龄 35~90

2014-03-19 接收

基金项目: 安徽省卫生厅医学科研课题计划 (编号: 13ZC020)

作者单位: 安徽医科大学附属省立医院影像科, 合肥 230001

作者简介: 李 爽, 女, 硕士研究生;

吕维富, 男, 教授, 主任医师, 硕士生导师, 责任作者, E-mail: lwf99@126.com

## The preparation of titanium surface coated with double-layers nanotubes and the determination of its biological activity

Sun Lei, Xia Rong, Xu Jiliang, et al

(Dept of Stomatology, The Second Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230601)

**Abstract** Two-step electrochemical anodic oxidation method was applied to prepare nanotube on titanium surface. Smooth titanium samples were regarded as a control group. Surface morphology, elemental composition, three-dimensional topography, and the roughness were observed and analyzed by field emission scanning electron microscope, X-ray energy dispersive spectroscopy and atomic force microscopy, respectively. The mouse bone marrow mesenchymal stem cells (BMSCs) were cultured to determine the biological activity *in vitro*. The results showed that double honeycomb titania nanotube arrays were successfully prepared. The elements in the surface of nanotubes composed of titanium and oxygen. The roughness of nanotube group was greater than that in smooth group with significant difference ( $P < 0.05$ ). The surface of nanotube group promoted BMSCs adhesion, proliferation and differentiation.

**Key words** titanium; nanotubes; anodic oxidation; bone marrow mesenchymal stem cells; biological activity

( $65.3 \pm 9.6$ ) 岁;位于颈段 9 例,胸上段 13 例,胸中段 58 例,胸下段 102 例;术后病理:鳞癌 147 例,腺癌 21 例,腺鳞癌 9 例,小细胞癌 4 例,黏膜类癌 1 例;高分化 30 例,中分化 110 例,低分化 42 例;共清扫 3 089 枚淋巴结,平均每例清扫 16.97 枚。术前 TNM 分期根据非手术治疗食管癌临床分期修改方案确定<sup>[2]</sup>,术后病理分期则根据国际抗癌联盟(UICC)修订的第 7 版标准(2009 年)确定<sup>[3]</sup>。

**1.2 检查设备与方法** ① MSCT 扫描:采用 GE light speed VCT 64 层螺旋 CT 机(扫描参数:管电压 120 kV,电流 80~150 mA,层厚 4.25 mm,矩阵  $512 \times 512$ )。扫描前 1 周内患者避免行食管钡餐造影检查。扫描时常规仰卧位,扫描范围自锁骨上至肋膈角水平连续扫描,增强扫描采用高压注射器以 2.5 ml/s 的流率经肘静脉注射碘佛醇 60~100 ml(按体质量 1.5~2.0 ml/kg),注药后 30 s 开始扫描,重建层厚 0.625 mm,层间隔 0.5 mm,应用多平面重建进行图像后处理并测量淋巴结的短径;②  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 扫描:采用 Siemens 公司 Biography Sensation 16 HR PET-CT 机,显像剂由 RDS Eclipse RD 加速器生产,自动计算机控制的化学处理控制模块合成,高压液相层析测定, $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 放化纯度  $>95\%$ ;检查前患者禁食 6 h 以上,末梢血糖控制在  $(3.10 \sim 6.66) \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ,静脉注射  $^{18}\text{F}$ -FDG(按体质量 5.55~7.40 MBq/kg),静息 1 h 后开始扫描,范围从头顶至大腿中部,PET 和 CT 数据传输至 Wizard 工作站,由软件实现 CT、PET 及 PET-CT 同机融合的冠状位、横断位及矢状位三维断层图像,由 2 名经验丰富的核医学医师勾画感兴趣区并计算 PET-CT 图像上病灶最大标准摄取值(maximum standard uptake value,  $\text{SUV}_{\text{max}}$ )。

**1.3 图像分析** ① MSCT 及  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 图像分别由 2 位经验丰富的高年资影像科医师盲法阅图,

MSCT 图像经薄层多平面重建从冠状、矢状等多方位观察;PET-CT 图像在工作站上直接阅片,观察横断、矢状、冠状面图像。② MSCT 图像:按照食管壁厚度  $>4.0 \text{ mm}$  为异常增厚,淋巴结短径  $\geq 10.0 \text{ mm}$  为淋巴结转移的标准进行综合评价<sup>[4]</sup>,记录每例患者食管壁的厚度、转移淋巴结的部位、数目并测量每枚淋巴结的短径。③  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 图像:原发肿瘤及转移淋巴结采用肉眼和  $\text{SUV}_{\text{max}}$  半定量法, $\text{SUV}_{\text{max}} > 2.5$  考虑阳性,记录每例患者病灶的部位、数目及测量病灶的  $\text{SUV}_{\text{max}}$ ,MSCT 和 PET-CT 的诊断结果均以 2 位医师同时认可为准。见图 1、2。

**1.4 TNM 分期标准** 手术患者的 TNM 分期以术后病理结果为“金标准”。

**1.5 统计学处理** 采用 SPSS 17.0 统计软件进行分析,对一般资料采用描述性分析,率的比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法,分组资料的一致性采用 Kappa 检验( $\leq 0.40$  为一致性差,0.40~0.75 为中度一致, $\geq 0.75$  为高度一致),Kappa 值的检验采用  $t$  检验,检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

**2.1 分期** 182 例食管癌患者的 TNM 临床分期中:I 期 58 例,II 期 92 例,III 期 32 例;术后病理分期中: $T_1$  期 32 例, $T_2$  期 41 例, $T_3$  期 65 例, $T_4$  期 44 例; $N_0$  期 68 例, $N_1$  期 71 例, $N_2$  期 43 例。

**2.2 MSCT 和  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 扫描检测 T、N 分期的效能** MSCT 扫描对食管癌术前 T、N 分期诊断的准确率分别为 54.4% (99/182) 和 55.5% (101/182),PET-CT 扫描对食管癌术前 T、N 分期诊断准确率分别为 50.5% (92/182) 和 83.5% (152/182),见表 1、2;MSCT 扫描判断  $T_4$  的准确率低于 PET-CT ( $\chi^2 = 3.880, P < 0.05$ ),MSCT 及 PET-CT 扫描判断  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  及 T 分期的准确率差异均无统计学意义。

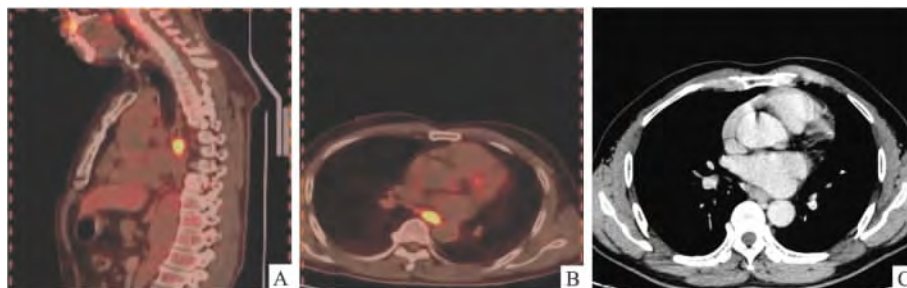
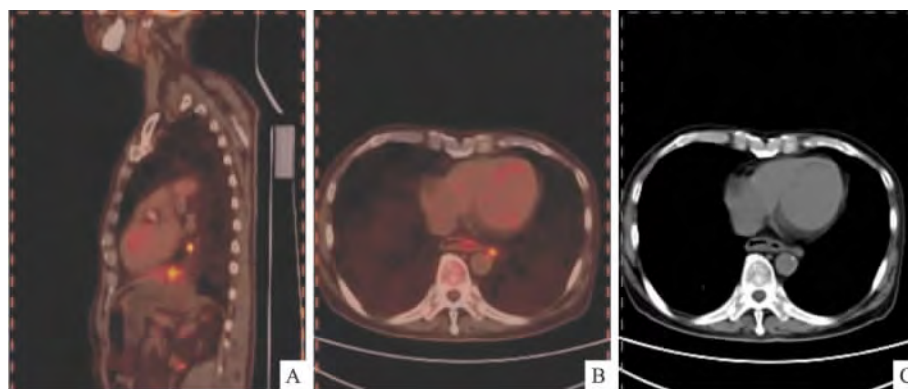


图 1  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 及 MSCT 增强扫描显示食管癌图像

A:PET-CT 矢状位:食管中段放射性摄取异常增高区;B:PET-CT 横断位:食管中段放射性摄取异常增高区;C:MSCT 增强扫描:中段食管管壁不均匀增厚

图2  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 及 MSCT 扫描显示食管旁淋巴结图像

A: PET-CT 矢状位: 中段食管旁淋巴结放射性摄取异常增高; B: PET-CT 横断位: 中段食管旁淋巴结放射性摄取异常增高; C: MSCT 扫描: 中段食管旁淋巴结短径 < 10.0 mm

表1 术前 MSCT 及  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 扫描诊断 T 分期的准确性

病理 T 分期	术前 MSCT T 分期(n)				准确率 (%)	术前 PET-CT T 分期(n)				准确率 (%)
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	
T <sub>1</sub>	10	13	9	0	31.3	9	15	6	2	28.1
T <sub>2</sub>	15	11	13	2	26.8	21	7	10	3	17.1
T <sub>3</sub>	3	17	40	5	61.5	8	13	33	11	50.8
T <sub>4</sub>	1	1	4	38	86.4	0	0	1	43	97.7
合计	31	41	65	45	54.4	39	35	49	59	50.5

表2 术前 MSCT 及  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 扫描诊断 N 分期的准确性

病理 N 分期	术前 MSCT N 分期(n)			准确率 (%)	术前 PET-CT N 分期(n)			准确率 (%)
	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>		N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	
N <sub>0</sub>	33	29	6	48.5	59	4	5	86.8
N <sub>1</sub>	24	39	8	54.9	11	53	7	74.6
N <sub>2</sub>	3	11	29	67.4	0	3	40	93.0
合计	60	79	43	55.5	70	60	52	83.5

( $\chi^2 = 0.075, 1.139, 1.531, 0.540, P > 0.05$ ), PET-CT 扫描判断 N<sub>0</sub>、N<sub>1</sub>、N<sub>2</sub> 及 N 分期的准确率均高于 MSCT ( $\chi^2 = 22.711, 6.050, 8.871, 32.242, P < 0.05$ )。

**2.3 MSCT 和  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 扫描检测 T、N 分期与术后病理的一致性** 术前 MSCT 和 PET-CT 扫描诊断食管癌 T、N 分期的准确率、敏感性及其一致性检验结果, 见表 3。术前 MSCT 扫描检测的 T、N 分期与术后病理一致性差 (Kappa = 0.376  $t = 7.673, P < 0.01$ ; Kappa = 0.317  $t = 5.466, P < 0.01$ ); 术前 PET-CT 扫描检测的 T 分期与术后病理一致性差 (Kappa = 0.335  $t = 7.128, P < 0.01$ ), 术前 PET-CT 扫描检测 N 分期与术后病理高度一致 (Kappa = 0.750  $t = 17.857, P < 0.01$ ), 其检测 N 分期的灵敏度及特异度均高于 MSCT ( $\chi^2 = 12.070, 22.711, P < 0.05$ )。

表3 术前 MSCT 及  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 扫描诊断 T、N 分期的信效度和一致性检验

分期	扫描方式	灵敏度 (%)	特异度 (%)	准确率 (%)	Kappa*
T	MSCT	—	—	54.4	0.376
	PET-CT	—	—	50.5	0.335
N	MSCT	59.6	48.5	55.5	0.317
	PET-CT	80.7	86.8	83.5	0.750

\* MSCT 与 PET-CT 组分别与术后病理分期结果比较

### 3 讨论

国外研究<sup>[5]</sup>表明:  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 对食管癌的诊断和分期优于消化道造影、MSCT 等影像检查方法, 但目前存在异议。 $^{18}\text{F}$ -FDG 在体内参与葡萄糖代谢, 恶性肿瘤葡萄糖率高, 表现为高代谢病灶, 体外应用  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 扫描可以显示肿瘤原发灶, 但  $^{18}\text{F}$ -FDG 作为非特异示踪剂,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT 往往不能明确显示 < 5 mm 的病灶, 而食管壁无浆膜层, 厚度 ≤ 4 mm, PET-CT 对 T<sub>1</sub> ~ T<sub>3</sub> 期原发肿瘤容易产生假阴性显像<sup>[6]</sup>; 食管癌的病理 T 分期是以肿瘤浸润管壁的解剖层次作为标准, MSCT 不能准确判断食管的病变长度及浸润深度, 对判断 T 分期的准确率欠佳。本研究显示: MSCT 检测诊断 T 分期及 T<sub>1</sub> ~ T<sub>3</sub> 的准确率与 PET-CT 间的差异无统计学意义, 两种扫描手段与术后病理结果的一致性较差, 这与 Plathow et al<sup>[7]</sup> 及 Tanabe et al<sup>[8]</sup> 的报道相符。

对于发生淋巴结转移的食管癌患者, 术前采取相应的影像学检查可以做出有效诊断, Roedl et al<sup>[9]</sup> 报道术前 PET-CT 扫描判断 N 分期的灵敏度为 88.3%, 特异度为 81.0%, 准确率为 89%; van Vliet et al<sup>[10]</sup> 的 Meta 分析结果提示: MSCT 及 PET-CT 诊断区域淋巴结转移的敏感度和特异度分别为 50%、57% 和 83%、85%, 本研究结果与之相符, 可能由

于 $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT对高摄取灶的准确定位;而本研究的MSCT扫描诊断淋巴结转移的信效度和一致性较差可能是由于:①本研究诊断淋巴结转移标准是淋巴结短径 $\geq 10.0\text{ mm}$ ,但炎症或反应性增生的淋巴结可超过 $10.0\text{ mm}$ ,MSCT易受部分容积效应影响,难以清晰显示淋巴结的形态及强化特点,有报道提示只有12%的转移淋巴结 $\phi > 10.0\text{ mm}$ <sup>[11]</sup>;②食管淋巴系统丰富,食管癌可以发生双向性转移及跳跃性转移,即使未被检测到,淋巴结也可能已转移;③N期是以转移淋巴结计数进行分期的,转移淋巴结可因肿大融合而不能有效分开或术中一个淋巴结碎成数块等而影响淋巴结的准确计数,因此在术前临床评估时确定淋巴结转移枚数存在困难。

### 参考文献

- [1] Gondi V, Bradley K, Mehta M, et al. Impact of hybrid fluorodeoxyglucose positron-emission tomography/computed tomography on radiotherapy planning in esophageal and non-small-cell lung cancer [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2007 67(1):187-95.
- [2] 中国非手术治疗食管癌临床分期专家小组. 非手术治疗食管癌的临床分期标准(草案) [J]. *中华放射肿瘤学杂志* 2010 19(3):179-80.
- [3] Edge S B, Compton C C. The American Joint Committee on Cancer: the 7th edition of the AJCC cancer staging manual and the future of TNM [J]. *Ann Surg Oncol* 2010 17(6):1471-4.
- [4] Yoon S K, Jung J I, Park M J, et al. Multidetector CT assessment of lymph node size for nodal staging in patients with potentially operable squamous esophageal cancer and the  $^{18}\text{F}$ -FDG positron emission tomography CT correlation [J]. *J Korean Soc Radiol* 2010 62(3):235-43.
- [5] Thureau K, Palmes D, Franzius C, et al. Impact of PET-CT on primary staging and response control on multimodal treatment of esophageal cancer [J]. *World J Surg* 2011 35(3):608-16.
- [6] Chen T W, Yang Z G, Li Y, et al. Quantitative assessment of first-pass perfusion of oesophageal squamous cell carcinoma using 64-section MDCT: initial observation [J]. *Clin Radiol* 2009 64(1):38-45.
- [7] Plathow C, Staab A, Schmaehl A, et al. Computed tomography, positron emission tomography, positron emission tomography/computed tomography and magnetic resonance imaging for staging of limited pleural mesothelioma: initial results [J]. *Invest Radiol* 2008 43(10):737-44.
- [8] Tanabe S, Naomoto Y, Shirakawa Y, et al.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT contributes to more accurate detection of lymph nodal metastasis from actively proliferating esophageal squamous cell carcinoma [J]. *Clin Nucl Med* 2011 36(10):854-9.
- [9] Roedl J B, Blake M A, Holalkere N S, et al. Lymph node staging in esophageal adenocarcinoma with PET-CT based on a visual analysis and based on metabolic parameters [J]. *Abdom Imaging* 2009 34(5):610-7.
- [10] van Vliet E P, Heijenbroek-Kal M H, Hunink M G, et al. Staging investigations for oesophageal cancer: a meta-analysis [J]. *Br J Cancer* 2008 98(3):547-57.
- [11] Sandha G S, Severin D, Postema E, et al. Is positron emission tomography useful in locoregional staging of esophageal cancer? Results of a multidisciplinary initiative comparing CT, positron emission tomography and EUS [J]. *Gastrointest Endosc* 2008 67(3):402-9.

## Diagnostic and application value of MSCT and $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT scans in preoperative staging of esophageal cancer

Li Shuang, Lv Weifu, Wang Shicun, et al

(Dept of Medical Imaging, The Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001)

**Abstract** The clinical data obtained from 182 cases with esophageal cancer proved by pathology endoscopy were retrospectively analyzed, which were treated with surgery. Multi-slice computer tomography (MSCT) and  $^{18}\text{F}$ -FDG positron emission tomography combined computed tomography ( $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT) scans were underwent for the patients within one week before treatment; combined with the images to record the preoperative MSCT and  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT staging, TNM staging of the patients with operation was compared with post-operative pathological results based on various imaging findings. In comparison to post-operative pathological results, the difference between accuracy of T staging diagnosed by MSCT and PET-CT was no significance ( $P < 0.05$ ), but the sensitivity, specificity and accuracy of regional lymph node metastases diagnosed by PET-CT had an advantage over that by MSCT ( $P < 0.05$ ). The Kappa values for MSCT scans in T and N staging diagnosis were not ideal (Kappa  $< 0.40$ ,  $P < 0.01$ ), but it was favorable for preoperative PET-CT scans in N staging diagnosis (Kappa  $> 0.40$ ,  $P < 0.01$ ).

**Key words** esophagus neoplasms; tomography; neoplasm staging; diagnosis; evaluation studies