

# $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 在主动脉腔内修复术后血管移植物感染诊断中的应用

任方远<sup>1</sup> 左长京<sup>1</sup> 汪建华<sup>2</sup> 孙高峰<sup>1</sup> 程超<sup>1</sup> 董爱生<sup>1</sup> 杨剑<sup>1</sup>

<sup>1</sup>海军军医大学附属长海医院核医学科,上海 200433;<sup>2</sup>宁波大学 PET-CT 中心 315300

通信作者:左长京, Email: changjing.zuo@qq.com;汪建华, Email: zhangyb\_lanzhou@163.com

**【摘要】** 目的 研究主动脉腔内修复术(EVAR)后血管移植物感染(PVGIs)的 $^{18}\text{F}$ -脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT 表现及其诊断价值。方法 回顾性分析 2011 年 10 月至 2017 年 1 月 27 例行 PET/CT 检查的 EVAR 术后患者资料[男 22 例,女 5 例,年龄 21~77(平均 42)岁],其中 11 例确诊为 PVGIs (PVGIs 组),余 16 例为阴性组。总结 2 组 PET/CT 表现,比较 PVGIs 组 PET/CT 和主动脉 CT 血管成像(CTA)的检出情况。采用两样本  $t$  检验、Fisher 确切概率法比较数据。结果 PVGIs 组 11 例患者在 PET/CT 上均表现为血管支架及周围环形、局限性 FDG 明显摄取,早期显像最大标准摄取值( $\text{SUV}_{\text{max}}$ )为  $14.9\pm 3.3$ (10.8~21.8),9 例延迟显像  $\text{SUV}_{\text{max}}$  为  $13.8\pm 3.4$ (10.6~19.1)。阴性组表现为支架及周围 FDG 不摄取或轻度摄取,早期显像  $\text{SUV}_{\text{max}}$  为  $1.7\pm 0.8$ (1.0~2.9),6 例延迟显像  $\text{SUV}_{\text{max}}$  为  $1.6\pm 0.7$ (1.1~2.5),均低于 PVGIs 组( $t=12.6, 11.8$ , 均  $P<0.001$ )。PVGIs 组 5 例患者主动脉 CTA 诊断为移植物感染,余 6 例未见明确感染征象,检出率为 5/11,低于 PET/CT 检出率( $P<0.05$ )。6 例阴性组患者其他区域有异常 FDG 摄取,最后被证实为感染性病变( $n=3$ )和恶性肿瘤( $n=3$ )。结论 与主动脉 CTA 相比, $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 可更灵敏、准确地发现和诊断 EVAR 术后 PVGIs。

**【关键词】** 主动脉疾病;外科手术;人工血管;感染;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

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.03.003

## Value of $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in diagnosis of prosthetic vascular graft infection after endovascular aortic repair

Ren Fangyuan<sup>1</sup>, Zuo Changjing<sup>1</sup>, Wang Jianhua<sup>2</sup>, Sun Gaofeng<sup>1</sup>, Cheng Chao<sup>1</sup>, Dong Aisheng<sup>1</sup>, Yang Jian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Nuclear Medicine, Changhai Hospital, Navy Medical University, Shanghai 200433, China;

<sup>2</sup>PET-CT center of Ningbo University, Ningbo 315300, China

Corresponding authors: Zuo Changjing, Email: changjing.zuo@qq.com; Wang Jianhua, Email: zhangyb\_lanzhou@163.com

**【Abstract】 Objective** To study the features and clinical value of  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose (FDG) PET/CT in prosthetic vascular graft infections (PVGIs) after endovascular aortic repair (EVAR). **Methods** Data of 27 patients (22 males and 5 females, age range: 21–77 years, average age: 42 years) who underwent PET/CT imaging after EVAR from October 2011 to January 2017 were studied retrospectively. A total of 11 cases were finally diagnosed as PVGIs (PVGIs group), and the remaining 16 cases were defined as the negative group. PET/CT imaging features were compared between two groups. The detection rates of PET/CT and aortic CT angiography (CTA) for PVGIs were calculated and compared. Two-sample  $t$  test and Fisher exact test were used for data analysis. **Results** Significant uptake of FDG around the stents was detected by PET/CT in all patients in PVGIs group. The maximum standardized uptake value ( $\text{SUV}_{\text{max}}$ ) of 11 patients in early imaging was  $14.9\pm 3.3$  (10.8–21.8) and that of 9 patients in delayed imaging was  $13.8\pm 3.4$  (10.6–19.1). Six patients of the negative group underwent the delayed imaging. No uptake or mild uptake of FDG around the stents was observed in negative group, with the  $\text{SUV}_{\text{max}}$  of  $1.7\pm 0.8$  (1.0–2.9) in early imaging and  $1.6\pm 0.7$  (1.1–2.5) in delayed imaging.  $\text{SUV}_{\text{max}}$  in negative group was significantly lower than that in PVGIs group ( $t$  values: 12.6 and 11.8, both  $P<0.001$ ). Five patients in PVGIs group were diagnosed as graft infections by the aortic CTA, while the remaining 6 cases showed no definitive infection signs on aortic CTA. The detection rate of aortic CTA was 5/11, which was significantly lower than that of PET/CT ( $P<0.05$ ). In negative group, 6 patients had abnormal FDG uptakes in other areas and were finally confirmed as infectious lesions ( $n=3$ ) or malignant tumors ( $n=3$ ). **Conclusion** Compared with aortic CTA,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT is more sensitive and accurate in detection and diagnosis of PVGIs after EVAR.

**【Key words】** Aortic disease; Surgical procedures, operative; Blood vessel prosthesis; Infection;

Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Deoxyglucose

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.03.003

主动脉腔内修复术(endovascular aortic repair, EVAR)因其微创、术后并发症较少等特点,已得到临床医师和患者的认可。血管移植物感染(prosthetic vascular graft infections, PVGIs)是 EVAR 术后少见但后果严重的并发症,文献报道 PVGIs 的发生率在 1.5%左右,但 PVGIs 患者死亡率却高达 35%~50%<sup>[1-2]</sup>。另外,对于 EVAR 术后发热患者,除考虑 PVGIs 外,尚需与其他原因所致发热鉴别,因不同病因对应的临床处置存在巨大差异。因此,及时、正确诊断 PVGIs 对临床决策至关重要。

<sup>18</sup>F-脱氧葡萄糖(fluorodeoxyglucose, FDG)PET/CT 除用于肿瘤诊疗外,亦可用于活动性感染病灶的检出<sup>[3]</sup>。国外有临床应用研究肯定了 PET/CT 对 PVGIs 的诊断价值<sup>[4-5]</sup>,但国内只有个案报道<sup>[6]</sup>。PET/CT 表现与 PVGIs 临床诊治的关系尚待进一步探索,笔者回顾性分析本院相关病例,总结报道如下。

### 资料与方法

1.患者一般情况。研究符合《赫尔辛基宣言》的原则。自 2011 年 10 月至 2017 年 1 月,共有 27 例 EVAR 后患者于本院行 PET/CT 检查,其中男 22 例,女 5 例,年龄 21~77(平均 42)岁。按照 2016 年专家协作组制定的 PVGIs 诊断标准<sup>[7]</sup>,有 11 例确诊为 PVGIs(PVGIs 组),余 16 例为阴性组。2 组基本情况见表 1,随访时间为 6 个月至 3 年。

PVGIs 组中,6 例移植物感染发生在 EVAR 后 1 个月以内,4 例发生在手术后 3 个月以内,1 例发生在手术后半年。有 1 例患者有 2 次 EVAR 史。血培养或脓液培养或取出的血管移植物培养结果:致病菌为金黄色葡萄球菌(2 例)、肠球菌(1 例)、腐生葡萄球菌(1 例)、铜绿假单胞菌(1 例)、沙门菌(1 例),克雷伯杆菌、白念珠菌混合感染 1 例,1 例诊断为真菌病但未明确具体何种真菌,余 3 例培养阴性。11 例中 7 例行手术治疗,手术方法包括:全胸腹主动脉转换术、腋-双股动脉人工血管旁路术+腹主动脉瘤和脾

切除术、腋-双股动脉人工血管旁路术+腹主动脉瘤移植物取出术+腹主动脉旷置术。

2.影像学检查。PVGIs 组所有患者均行主动脉 CT 血管成像(CT angiography, CTA)检查,其中 4 例为患者自带外院 CTA 图像,PET/CT 和 CTA 检查的间隔时间平均为 12(2~23)d。阴性组中 5 例行主动脉 CTA 检查。

(1)PET/CT 检查。显像设备为德国 Siemens Biograph 64 PET/CT 仪,<sup>18</sup>F-FDG 由上海原子科兴药业有限公司提供,放化纯>95%。患者检查前禁食 6 h 以上,注射<sup>18</sup>F-FDG 前测量手指毛细血管血糖浓度并留置套管针,血糖应<11.1 mmol/L。按体质量静脉注射<sup>18</sup>F-FDG 3.70~5.55 MBq/kg,患者静息 45~60 min 后行常规 PET/CT 显像,PET 采集 6~7 个床位,2 min/床位,层厚 3 mm。延迟显像于注射后 100~130 min 实施,采集 1~2 个床位,参数同前。同步 CT 采集条件:电流 140 mA、电压 120 kV、时间 18.67~21.93 s、层厚 3 mm。采集数据经 Multimodality 后处理工作站 TrueD 系统行图像重建、融合,形成冠状面、横断面、矢状面断层图像及 PET 三维投影图像。测量并记录移植物及周围的最大标准摄取值(maximum standardized uptake value, SUV<sub>max</sub>),同时观察全身其他部位有无异常放射性摄取,当发现异常 FDG 浓聚时,记录病灶的部位、数量、摄取状况及 CT 征象。由 2 位具有高级职称的核医学科医师共同阅读 PET/CT 图像,判断有无 PVGIs,诊断标准:移植物及周围<sup>18</sup>F-FDG 摄取明显,SUV<sub>max</sub>≥8.0,对应层面 CT 图上为低或等密度灶<sup>[5]</sup>。

(2)CTA 检查。本院 CTA 设备为日本 Toshiba Aquilion one 320 排 CT 机,采用螺旋扫描方式,视野(field of view, FOV) 50 cm,扫描层厚 0.5 mm,重建间隔 0.5 mm,扫描范围自胸廓入口至耻骨联合水平。采取仰卧位足先进,扫描时使用双筒高压注射器,以 5 ml/s 的速率经肘静脉注入 80~100 ml 非离

表 1 主动脉腔内修复术(EVAR)后血管移植物感染(PVGIs)组与阴性组临床基本情况

组别	性别(例)		年龄(岁)	EAVR 部位(例)			症状(例)			
	男	女		胸 <sup>a</sup>	腹 <sup>a</sup>	胸 <sup>a</sup> +腹 <sup>a</sup>	发热	腹或腰背部痛	其他	无症状
PVGIs 组	9	2	52.8±19.9	2	7	2	10	1	0	0
阴性组	13	3	50.4±21.3	3	11	2	2	5	5	4
检验值 <sup>b</sup>	-		0.25	0.17			16.6			
P 值	1.00		0.80	0.92			0.01			

注:<sup>a</sup> 胸、腹分别代表胸主动脉和腹主动脉;<sup>b</sup> 年龄比较为 t 值,余为  $\chi^2$  值;“-”表示无数据,采用 Fisher 确切概率法

子型对比剂碘普罗胺(370 mg I/ml),并以相同的速率注射生理盐水 40 ml,采用触发阈自动触发扫描。延迟扫描 25~40 s 后,再次按前述参数和范围扫描,获得静脉期图像。将原始图像导入 Vitrea FX 图像后处理工作站进行重建、分析。由 2 位高级职称放射科医师共同阅读图像,判断有无 PVGIs,诊断标准:移植物周围气体影及渗出性改变、液体聚集;脓肿形成;瘤壁增厚或软组织密度影伴强化(强化定义为增强后 CT 值与平扫相比增加 15 HU 及以上)<sup>[7]</sup>。

3.统计学处理。采用 SPSS 16.0 软件,符合正态分布的计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示。PVGIs 组和阴性组的年龄、SUV<sub>max</sub> 采用两样本 *t* 检验比较,2 组性别组成、CTA 与 PET/CT PVGIs 检出率比较采用 Fisher 确切概率法,2 组 EVAR 部位和症状采用  $\chi^2$  检验比较。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

### 结 果

PVGIs 组 11 例患者在 PET/CT 上均表现为血管支架及周围环形、局限性<sup>18</sup>F-FDG 摄取明显,检出率为 11/11;早期显像 SUV<sub>max</sub> 为 14.9±3.3(10.8~21.8),9 例延迟显像 SUV<sub>max</sub> 为 13.8±3.4(10.6~19.1)。阴性组主要表现为支架及周围 FDG 不摄取或轻度摄取,早期显像 SUV<sub>max</sub> 为 1.7±0.8(1.0~2.9),6 例延迟 SUV<sub>max</sub> 为 1.6±0.7(1.1~2.5)。PVGIs 组早期、延迟显像 SUV<sub>max</sub> 均明显高于阴性组(*t* = 12.6、11.8,均 *P* < 0.001)。典型病例图像见图 1~4。

PVGIs 组 5 例患者主动脉 CTA 诊断为移植物感染,主要表现为瘤壁增厚或软组织密度影伴强化(*n* = 4,图 2),移植物周围气体影并渗出性改变(*n* = 1,图 3),余 6 例未见明确感染征象(图 1C)。主动脉 CTA 的 PVGIs 检出率为 5/11,明显低于 PET/CT 检出率(*P* < 0.05)。阴性组 6 例其他区域有异常 FDG 摄取,其中 3 例被证实为感染性病变,另 3 例经病理证实为恶性肿瘤(胃癌、肾盂尿路上皮癌、肺腺癌)。1 例患者 PET/CT 图上见移植物周围小气泡影,但局部无 FDG 异常摄取,结合 EVAR 后时间较短(1 周),考虑可能与手术有关,最后排除 PVGIs(图 4)。

随访期间 PVGIs 组 2 例死亡,死因为 PVGIs 致多器官功能衰竭、主动脉瘤破裂。阴性组 3 例死亡,其中 2 例死于恶性肿瘤广泛转移,1 例死于脑血管意外。

### 讨 论

EVAR 后 PVGIs 常见的病原体为葡萄球菌、链球菌、大肠埃希菌等,少数为真菌。但有约 30% 的 PVGIs 患者细菌培养结果为阴性<sup>[8-10]</sup>。本组病例中有 3 例病原微生物培养结果为阴性。目前对 PVGIs 的诊断主要依靠症状、实验室检查结果和影像学表现综合考虑。文献报道约 30% 的 PVGIs 患者没有典型的发热或败血症症状,本研究亦有 1 例无发热症状<sup>[8-11]</sup>。主动脉 CTA 是目前 EVAR 后随访复查的主要影像学技术。若主动脉 CTA 发现移植物周围渗出性改变、气体或脓肿形成,瘤壁及移植物周围软组织

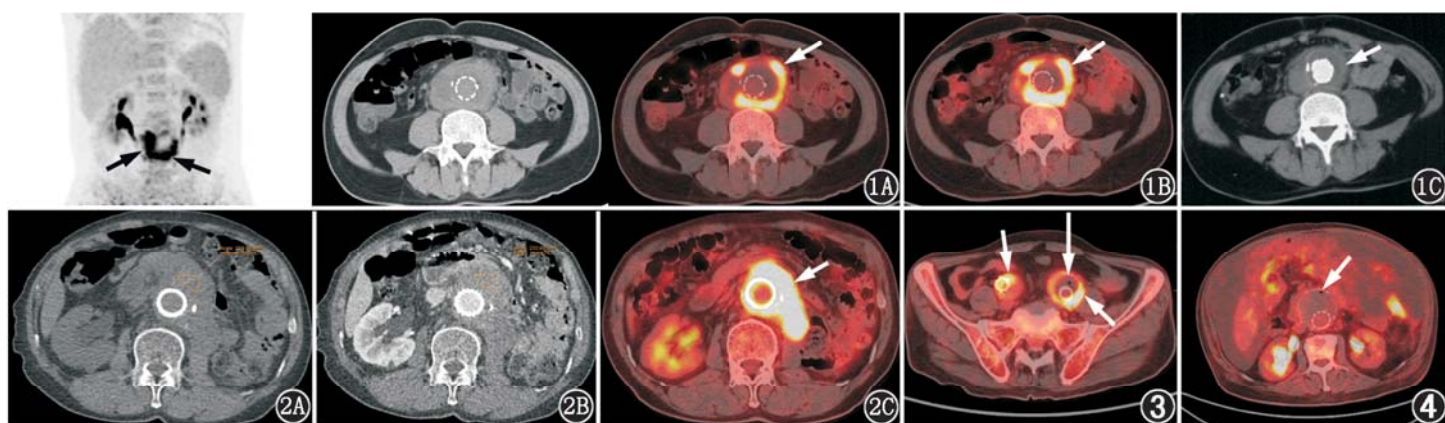


图 1 腹主动脉瘤患者(男,56 岁)影像学检查图。患者主动脉腔内修复术(EVAR)后 46 d 发生血管移植物感染(PVGIs),保守治疗 1 个月康复出院。1A. <sup>18</sup>F-脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT 早期显像示支架及周围不均匀环形 FDG 明显摄取(箭头示),最大标准摄取值(SUV<sub>max</sub>)为 11.8;1B. PET/CT 延迟显像示病灶(箭头示)SUV<sub>max</sub> 为 19.1;1C. 主动脉 CT 血管成像(CTA)示支架形态完好,未见明确感染征象(箭头示)

图 2 腹主动脉瘤患者(男,72 岁)影像学检查图。患者 EVAR 后 3 个月确诊为 PVGIs。2A. 主动脉 CT 平扫图像血管移植物周围软组织影 CT 值为 45.7 HU;2B. 主动脉 CTA 示血管移植物周围软组织影强化,CT 值为 78.7 HU;2C. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 早期显像示支架及周围不均匀环形 FDG 摄取明显(箭头示)

图 3 腹主动脉瘤患者(男,74 岁)<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像图。患者 EVAR 后 2 个月确诊为 PVGIs,行腋-双股动脉人工血管旁路术+腹主动脉瘤移植物取出术+腹主动脉旷置术。支架及周围 FDG 摄取明显(短箭头示),SUV<sub>max</sub> 为 17.2,其内可见小气泡影(长箭头示),考虑与感染有关

图 4 腹主动脉瘤和胃癌并胃周淋巴结、肠系膜广泛转移患者(男,68 岁)<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像图。EVAR 后 1 周,临床排除 PVGIs。支架及周围未见明显 FDG 摄取,SUV<sub>max</sub> 为 1.4,其内可见小气泡影(箭头示),考虑与手术有关

有强化,则可考虑为 PVGIs<sup>[9-11]</sup>。本研究 PVGIs 组中 5 例患者主动脉 CTA 表现与此类似,但余 6 例 CTA 未见上述典型的感染征象。这可能是由于 CTA 为形态学范畴的影像学技术,而且从移植物感染发生到 CTA 检查发现典型的移植物感染征象需要经过一段较长时间的病原体繁殖侵袭期,该方法对于 PVGIs 检出具有一定的局限性和滞后性<sup>[5,10-11]</sup>。

与主动脉 CTA 检出 11 例中的 5 例相比,本研究中 PVGIs 组患者支架及周围均有明显的 FDG 异常摄取,提示 PET/CT 可更灵敏、准确地检出 PVGIs,这对制定诊治计划、控制病情进展具有重要的临床意义<sup>[4-5,12]</sup>。但也有研究表明,少数未发生 PVGIs 的血管移植物可以表现为较明显的 FDG 摄取,但其 FDG 摄取主要沿血管移植物弥漫性条形分布,而且 SUV<sub>max</sub> 也普遍低于 PVGIs<sup>[13]</sup>。因此,对于 EVAR 术后血管移植物表现为 FDG 摄取者,要仔细分析其影像学表现和 FDG 摄取特点,并结合临床,以正确诊断。

移植物周围气体影被认为是主动脉 CTA 诊断 PVGIs 的重要征象之一。本研究 PVGIs 组中有 1 例于术后 2 个月出现此征象,PET/CT 显示局部 FDG 明显摄取,最后确诊为 PVGIs。阴性组中亦有 1 例移植物周围见小气泡影,但 PET/CT 未见 FDG 异常摄取,综合考虑可能与手术有关,最后排除 PVGIs。因此,主动脉 CTA 上出现该征象,需要密切结合临床,PET/CT 检查有助于明确诊断。

EVAR 后出现发热时,除考虑 PVGIs 外,尚需鉴别其他病因所致发热。PET/CT 可提供全身病变的位置、数目、分布、形态学改变及显像剂摄取等多种信息,这对疾病的诊断与鉴别有重要意义<sup>[3]</sup>。本研究中 3 例疑为 PVGIs 者最终被证实为其他部位或全身性感染,PET/CT 均有阳性发现,且病变均远离移植物,排除 PVGIs,这为临床制订科学合理的治疗计划提供了科学依据。另有 3 例其他区域有异常<sup>18</sup>F-FDG 摄取者,经病理证实为恶性肿瘤。

总之,本研究提示,与传统的主动脉 CTA 相比,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 可更加灵敏、准确地发现和诊断 EVAR 后 PVGIs。本研究的不足之处在于 PVGIs 病例数较少,有待以后进一步积累病例,总结经验。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

[1] Lyons OT, Patel AS, Saba P, et al. A 14-year experience with aortic endograft infection: management and results[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2013, 46(3): 306-313. DOI:10.1016/j.ejvs.2013.04.021.

[2] Hobbs SD, Kumar S, Gilling-Smith GL. Epidemiology and diagno-

sis of endograft infection[J]. J Cardiovasc Surg (Torino), 2010, 51(1): 5-14.

[3] 李原,王茜,王龙. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 在疑诊起搏器置入相关感染的定位及病因学诊断中的应用[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2017, 37(5): 284-288. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2017.05.007.

Li Y, Wang Q, Wang L. Localization and etiologic diagnosis of suspected pacemaker-related infection with <sup>18</sup>F-FDG PET/CT[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2017, 37(5): 284-288. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2017.05.007.

[4] Husmann L, Sah BR, Scherrer A, et al. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT for therapy control in vascular graft infections; a first feasibility study[J]. J Nucl Med, 2015, 56(7): 1024-1029. DOI:10.2967/jnumed.115.156265.

[5] Tokuda Y, Oshima H, Araki Y, et al. Detection of thoracic aortic prosthetic graft infection with <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography[J]. Eur J Cardiothoracic Surg, 2013, 43(6): 1183-1187. DOI:10.1093/ejcts/ezs693.

[6] 丁焕宇,江敏纯,罗淞元,等. 主动脉夹层腔内修复术后血管移植物感染 1 例[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2017, 3(3): 825-826. DOI:10.19418/j.cnki.issn2096-0646.2017.03.26.

Ding HY, Jiang MC, Luo SY, et al. Vascular graft infection after aortic endovascular repair in one case with aortic dissection[J]. J Vasc Endovasc Surg, 2017, 3(3): 825-826. DOI:10.19418/j.cnki.issn2096-0646.2017.03.26.

[7] Lyons OT, Baguneid M, Barwick TD, et al. Diagnosis of aortic graft infection: a case definition by the management of aortic graft infection collaboration (MAGIC)[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2016, 52(6): 758-763. DOI:10.1016/j.ejvs.2016.09.007.

[8] 殷恒伟,王冕,李梓伦,等. 腹主动脉瘤腔内修复术后支架感染诊治分析[J]. 中华医学杂志, 2016, 96(30): 2410-2414. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.30.009.

Yin HH, Wang M, Li ZL, et al. Management of endo-graft infection following endovascular repair of abdominal aortic aneurysm[J]. Natl Med J China, 2016, 96(30): 2410-2414. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.30.009.

[9] Fatima J, Duncan AA, de Grandis E, et al. Treatment strategies and outcomes in patients with infected aortic endografts[J]. J Vasc Surg, 2013, 58(2): 371-379. DOI:10.1016/j.jvs.2013.01.047.

[10] 沈洋,赵文军,李飞,等. 胸主动脉腔内修复术后移植物感染二例[J]. 中华普通外科杂志, 2017, 32(6): 534-535. DOI:10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2017.06.026.

Shen Y, Zhao WJ, Li F, et al. Two cases of prosthetic graft infection after thoracic aortic endovascular repair[J]. Chin J Gen Surg, 2017, 32(6): 534-535. DOI:10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2017.06.026.

[11] Smeds MR, Duncan AA, Harlander-Locke MP, et al. Treatment and outcomes of aortic endograft infection[J]. J Vasc Surg, 2016, 63(2): 332-340. DOI:10.1016/j.jvs.2015.08.113.

[12] Bruggink JL, Glaudemans AW, Saleem BR, et al. Accuracy of FDG-PET-CT in the diagnostic work-up of vascular prosthetic graft infection[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2010, 40(3): 348-354. DOI:10.1016/j.ejvs.2010.05.016.

[13] Keidar Z, Pirmisashvili N, Leiderman M, et al. <sup>18</sup>F-FDG uptake in noninfected prosthetic vascular grafts: incidence, patterns, and changes over time[J]. J Nucl Med, 2014, 55(3): 392-395. DOI:10.2967/jnumed.113.128173.

(收稿日期:2018-09-07)