

# $^{18}\text{F}$ -FDG 全身 PET/CT 2 小时显像探测大动脉炎病灶的价值

蔡丹杰 迪丽比热·阿迪力 石洪成

复旦大学附属中山医院核医学科、复旦大学核医学研究所、上海市影像医学研究所, 上海 200032

通信作者: 石洪成, Email: shi.hongcheng@zs-hospital.sh.cn

**【摘要】** 目的 探讨 $^{18}\text{F}$ -FDG 全身 PET/CT 半剂量 2 h 显像在大动脉炎(TA)活动性病灶探测中的价值。方法 回顾性分析 2020 年 1 月至 2021 年 6 月在复旦大学附属中山医院行全身 PET/CT 半剂量 2 h 显像的 55 例 TA 患者[男 13 例、女 42 例,年龄(34.3±13.9)岁]的临床与影像学资料。TA 根据美国风湿病学会(ACR)标准诊断。按照美国国立卫生研究院(NIH)标准将患者分为活动期 TA 与非活动期 TA 组。病灶  $\text{SUV}_{\max} \geq (\text{肝脏 } \text{SUV}_{\max} - 0.1)$  定义为活动性病灶。同一血管节段有多个病灶者,只选  $\text{SUV}_{\max}$  最高者。病灶的靶本比为病灶  $\text{SUV}_{\max}$ /血池  $\text{SUV}_{\max}$ 。使用两独立样本  $t$  检验或 Mann-Whitney  $U$  检验分析 2 组间肝脏、血池  $\text{SUV}_{\max}$  以及病灶靶本比的差异。结果 活动期与非活动期 TA 组分别有 39 和 16 例患者,活动性病灶数分别为 363 和 137 个。2 组肝脏  $\text{SUV}_{\max}$  分别为  $1.93 \pm 0.45$  与  $1.95 \pm 0.35$ ,血池  $\text{SUV}_{\max}$  分别为  $0.75(0.63, 0.98)$  与  $0.90(0.77, 1.01)$ ,差异均无统计学意义( $t = 0.20, P = 0.846; z = -1.45, P = 0.148$ );病灶的靶本比分别为  $3.09(2.36, 4.24)$  和  $2.57(2.24, 3.25)$ ,差异有统计学意义( $z = 4.05, P < 0.001$ )。结论 全身 PET/CT 半剂量 2 h 显像在 TA 患者中有着较好的病灶靶本比,在活动期与非活动期 TA 患者中均能灵敏地检测到血管壁炎性病灶。

**【关键词】** Takayasu 动脉炎;全身成像;正电子发射断层显像术;体层摄影术,X 线计算机;氟脱氧葡萄糖 F18

**基金项目:**上海市临床重点专科项目(shslczdzk03401);促进市级医院临床技能与临床创新能力三年行动计划项目(SHDC2020CR3079B)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220301-00058

## Value of $^{18}\text{F}$ -FDG total-body PET/CT 2-hour imaging in detection of Takayasu arteritis

Cai Danjie, Dilibire Adili, Shi Hongcheng

Department of Nuclear Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University; Nuclear Medicine Institute of Fudan University; Shanghai Institution of Medical Imaging, Shanghai 200032, China

Corresponding author: Shi Hongcheng, Email: shi.hongcheng@zs-hospital.sh.cn

**【Abstract】 Objective** To investigate the value of total-body PET/CT 2 h imaging with half-dose  $^{18}\text{F}$ -FDG in the detection of active lesions of Takayasu arteritis (TA). **Methods** Fifty-five patients with TA (13 males, 42 females, age: (34.3±13.9) years), who accepted 2 h total-body  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT scan with half-dose activity in Zhongshan Hospital, Fudan University between January 2020 and June 2021, were retrospectively enrolled. TA was diagnosed according to the American College of Rheumatology (ACR) criteria. Patients were categorized into active TA group and inactive TA group based on the National Institutes of Health (NIH) criteria. Lesions with  $\text{SUV}_{\max} \geq (\text{liver } \text{SUV}_{\max} - 0.1)$  were defined as active lesions. If multiple lesions occurred in one artery segment, only the lesion with the highest  $\text{SUV}_{\max}$  was chosen. Lesion-to-blood  $\text{SUV}_{\max}$  ratio was calculated. The independent-sample  $t$  test or Mann-Whitney  $U$  test was used to analyze the liver  $\text{SUV}_{\max}$ , blood pool  $\text{SUV}_{\max}$  and lesion-to-blood ratio between those 2 groups. **Results** A total of 363 active lesions were found in 39 patients with active TA and 137 lesions were found in 16 patients with inactive TA. The liver  $\text{SUV}_{\max}$  ( $1.93 \pm 0.45$  vs  $1.95 \pm 0.35$ ;  $t = 0.20, P = 0.846$ ) and blood pool  $\text{SUV}_{\max}$  ( $0.75(0.63, 0.98)$  vs  $0.90(0.77, 1.01)$ ;  $z = -1.45, P = 0.148$ ) of patients with active and those with inactive TA were not significantly different. The lesion-to-blood ratio in active TA group was higher than that in inactive TA group ( $3.09(2.36, 4.24)$  vs  $2.57(2.24, 3.25)$ ;  $z = 4.05, P < 0.001$ ). **Conclusions** Total-body PET/CT 2 h imaging has qualified lesion-to-blood ratio in TA imaging. Inflammatory lesions of vascular wall can be detected sensitively in both patients with active TA and those with inactive TA.

**【Key words】** Takayasu arteritis; Whole body imaging; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Fluorodeoxyglucose F18

**Fund program:** Shanghai Municipal Key Clinical Specialty (shslczdk03401); Clinical Research Plan of SHDC (SHDC2020CR3079B)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220301-00058

大动脉炎 (Takayasu arteritis, TA) 是一种慢性非感染性血管炎,常累及主动脉及其一级分支。早期病灶常表现为血管壁的炎性反应与水肿,后期表现为血管壁增厚,管腔狭窄,常伴有头痛、乏力、视力模糊、间隙性跛行等缺血症状<sup>[1-2]</sup>。临床上普遍使用美国风湿病学会 (American College of Rheumatology, ACR) TA 诊断标准与美国国立卫生研究院 (National Institutes of Health, NIH) TA 活动性评价标准进行诊断与活动性判别<sup>[3-4]</sup>。标准数字减影血管造影、彩色多普勒超声、CT 血管造影、磁共振血管造影等可以显示血管腔狭窄、闭塞<sup>[5-7]</sup>。

近年来,研究发现 PET/CT 代谢显像在 TA 诊断、疗效及预后的评估等方面有着重要的作用<sup>[8-9]</sup>。全身 PET/CT (total-body PET/CT) 具有 194 cm 的轴向视野和超高系统灵敏度,较常规 PET/CT 具有更多的优势<sup>[10]</sup>,其在低剂量扫描、快速扫描等方面的临床应用价值被肯定<sup>[11-12]</sup>。本研究就<sup>18</sup>F-FDG 全身 PET/CT 半剂量 2 h 显像在 TA 的探测与评价中的价值进行探索。

## 资料与方法

1. 研究对象。回顾性分析 2020 年 1 月至 2021 年 6 月间临床诊断为 TA、在复旦大学附属中山医院核医学科行全身 PET/CT 半剂量 2 h 显像的 55 例患者,其中男 13 例,女 42 例,年龄 (34.3±13.9) 岁。入选标准:(1) 符合 1990 年 ACR 大血管炎分类标准<sup>[3]</sup>;(2) 在 PET/CT 检查的 1 周内检测 C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP)、红细胞沉降率 (erythrocyte sedimentation rate, ESR)、球蛋白、WBC 计数、PLT、白细胞介素-6 (interleukin 6, IL-6)、肿瘤坏死因子- $\alpha$  (tumor necrosis factor- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ )、血清淀粉样蛋白 A (serum amyloid A protein, SAA) 等实验室检查指标。排除患有恶性肿瘤等慢性消耗性疾病的患者。本研究通过复旦大学附属中山医院伦理委员会批准 (批准号: B2019-160R)。

2. PET/CT 显像。<sup>18</sup>F-FDG 由南京江原安迪科正电子研究发展有限公司提供,放化纯  $\geq 95\%$ 。全身 PET/CT 显像仪 (uEXPLORER) 及其配套的后处理工作站 (uWS-MI) 和处理软件为上海联影医疗科技有限公司产品。患者检查前 24 h 内避免剧烈运动、禁食 6 h 以上,血糖  $\leq 11.0$  mmol/L。按体质量静脉

注射<sup>18</sup>F-FDG 1.85 MBq/kg<sup>[13]</sup>,注射后患者静坐休息 2 h,然后平卧于检查床上,双手置于体侧自然下垂,进行全身 PET/CT 图像采集。CT 采集条件:管电压 120 kV,管电流 140 mA,层厚 0.5 mm;PET 采集选择三维模式,每例患者采集 15 min,范围自头顶到足底。图像重建:采用有序子集最大期望值迭代法 (ordered-subsets expectation maximization, OSEM)、飞行时间 (time of flight, TOF) 和点扩散函数 (point-spread function, PSF) 重建,进行 3 次迭代、20 个子集,矩阵 192×192,层厚 1.443 mm,高斯滤波 3 mm。

3. PET 影像分析。由 1 位核医学科医师于血管壁病灶处手动勾画直径为 10 mm 的 ROI,测量病灶的 SUV<sub>max</sub>,用 SUV<sub>v</sub> 表示。在主动脉弓层面勾画直径为 10 mm 的 ROI,测量血池本底 SUV<sub>max</sub>,用 SUV<sub>b</sub> 表示。在肝脏右后叶的上、中、下 3 个层面避开大血管与肝脏病变分别勾画直径 20 mm 的 ROI,测定 SUV<sub>max</sub>,取其平均值,以 SUV<sub>L</sub> 表示。

主动脉及其主要分支被分为 26 段,分别为:左、右颈总动脉,左、右锁骨下动脉,左、右肺动脉,左、右肾动脉,左、右髂总动脉,左、右股动脉,左、右腘动脉,左、右胫前动脉,左、右胫后动脉,头臂干,升主动脉,主动脉弓,肺动脉干,胸主动脉,腹主动脉,腹腔干和肠系膜上动脉<sup>[14]</sup>。SUV<sub>v</sub>  $\geq$  (SUV<sub>L</sub> - 0.1) 的病灶为阳性病灶。1 个节段血管有多个病变,只选择 SUV<sub>max</sub> 最高者。病灶的靶本比为 SUV<sub>v</sub>/SUV<sub>b</sub> 比值。

4. 活动期 TA 判别。根据 1994 年 NIH 标准,满足以下 2 个或 2 个以条目,即为活动期 TA:(1) 全身特征,如发热或肌肉骨骼问题 (除外其他原因);(2) ESR 增加;(3) 血管缺血或炎性反应特征,如跛行、脉搏减弱或消失、血管杂音、血管性疼痛和上下肢血压不对称;(4) 具有典型的血管造影特征<sup>[4]</sup>。PET 图像上的阳性病灶,被认为是 TA 活动性病灶。

5. 统计学处理。使用 IBM SPSS 26.0 软件进行统计分析。符合正态分布的定量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,非正态分布资料用  $M(Q_1, Q_3)$  表示,用两独立样本  $t$  检验或 Mann-Whitney  $U$  检验比较活动期 TA 与非活动期 TA 患者间的资料差异。定性资料以频数 (%) 表示,组间比较行  $\chi^2$  检验。Spearman 秩相关用于分析病灶 SUV<sub>max</sub> 与实验室检查指标的相关性。 $P < 0.05$  为差异或相关性有统计学意义。

## 结 果

1. 临床资料分析。纳入的 55 例患者中活动期 TA 组与非活动期 TA 组各有 39 例和 16 例, 2 组中分别有 22、10 例患者在 PET/CT 显像时持续接受糖皮质激素或联合免疫抑制剂治疗; 分别有 16 例和 4 例患者未行治疗; 分别有 1 例和 2 例治疗史不详。活动期 TA 组患者的 ESR、球蛋白、血小板水平高于非活动组(表 1)。

2. 病灶分析。全身<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 示, 每例 TA 患者均有活动性病灶(图 1, 2)。活动期 TA 组与非活动期 TA 组病灶数分别为 363 和 137 个, 每个病

例平均病灶数分别为 9.3 和 8.6 个; 主动脉及其一级分支的病灶数分别为 237 (65.3%, 237/363) 和 90 (65.7%, 90/137) 个; 膈动脉及其以下的病灶数分别为 33 (9.1%, 33/363) 和 16 (11.7%, 16/137) 个。2 组 SUV<sub>L</sub> 分别为 1.93±0.45 和 1.95±0.35, 差异不具有统计学意义( $t=0.20, P=0.846$ ); SUV<sub>B</sub> 差异也无统计学意义[0.75(0.63, 0.98) 和 0.90(0.77, 1.01)];  $z=-1.45, P=0.148$ ]。活动期 TA 组与非活动期 TA 组病灶靶本比分别为 3.09(2.36, 4.24) 和 2.57(2.24, 3.25), 差异有统计学意义( $z=4.05, P<0.001$ )。在活动期 TA 组中, SUV<sub>V</sub> 最低者仅为 1.20 (SUV<sub>L</sub> =

表 1 2 组大动脉炎(TA)患者的临床资料比较

组别	例数	年龄 (岁; $\bar{x}\pm s$ )	性别(例)		身高 (cm; $\bar{x}\pm s$ )	体质量 (kg; $\bar{x}\pm s$ )	BMI (kg/m <sup>2</sup> ; $\bar{x}\pm s$ )	血糖[mmol/L; $M(Q_1, Q_3)$ ]	注射剂量(MBq; $\bar{x}\pm s$ )	ESR[mm/1 h; $M(Q_1, Q_3)$ ]
			女	男						
活动期 TA	39	33.7±14.6	30	9	165.1±6.5	58.9±10.7	21.7±3.7	5.1(4.7, 5.8)	113.5±23.9	19.0(7.0, 32.0)
非活动期 TA	16	35.8±12.4	12	4	163.5±9.1	59.9±11.1	22.4±3.5	5.5(5.2, 6.1)	115.4±21.1	9.2(3.0, 15.8)
检验值		0.51 <sup>a</sup>	26.32 <sup>b</sup>		0.60 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	0.65 <sup>a</sup>	-1.63 <sup>c</sup>	0.28 <sup>a</sup>	2.43 <sup>c</sup>
P 值		0.612	0.749		0.552	0.757	0.518	0.102	0.783	0.015

组别	例数	球蛋白 (g/L; $\bar{x}\pm s$ )	CRP[mg/L; $M(Q_1, Q_3)$ ]	PLT[×10 <sup>9</sup> /L; $M(Q_1, Q_3)$ ]	WBC 计数 (×10 <sup>9</sup> /L; $\bar{x}\pm s$ )	TNF-α[ng/L; $M(Q_1, Q_3)$ ]	IL-6[ng/L; $M(Q_1, Q_3)$ ]	SAA[mg/L; $M(Q_1, Q_3)$ ]
非活动期 TA	16	23.3±4.2	3.8(0.5, 5.6)	217.5(175.5, 231.8)	7.7±2.4	11.9(5.9, 24.2)	4.0(2.8, 5.2)	6.9(3.7, 16.3)
检验值		2.35 <sup>a</sup>	-0.71 <sup>c</sup>	1.97 <sup>c</sup>	0.30 <sup>a</sup>	-0.06 <sup>c</sup>	1.78 <sup>c</sup>	1.03 <sup>c</sup>
P 值		0.023	0.481	0.048	0.765	0.956	0.075	0.303

注: BMI 为体质指数, CRP 为 C 反应蛋白(正常参考值范围: 0~3 mg/L), ESR 为红细胞沉降率(正常参考值范围: <20 mm/1 h), IL-6 为白细胞介素-6(正常参考值范围: <3.4 ng/L), SAA 为血清淀粉样蛋白 A(正常参考值范围: 0~6.4 mg/L), TNF-α 为肿瘤坏死因子-α(正常参考值范围: <8.1 ng/L); 球蛋白、PLT、WBC 计数正常参考值范围分别为 20~40 g/L、(125~350)×10<sup>9</sup>/L、(3.5~9.5)×10<sup>9</sup>/L; <sup>a</sup> 为  $t$  值, <sup>b</sup> 为  $\chi^2$  值, <sup>c</sup> 为  $z$  值

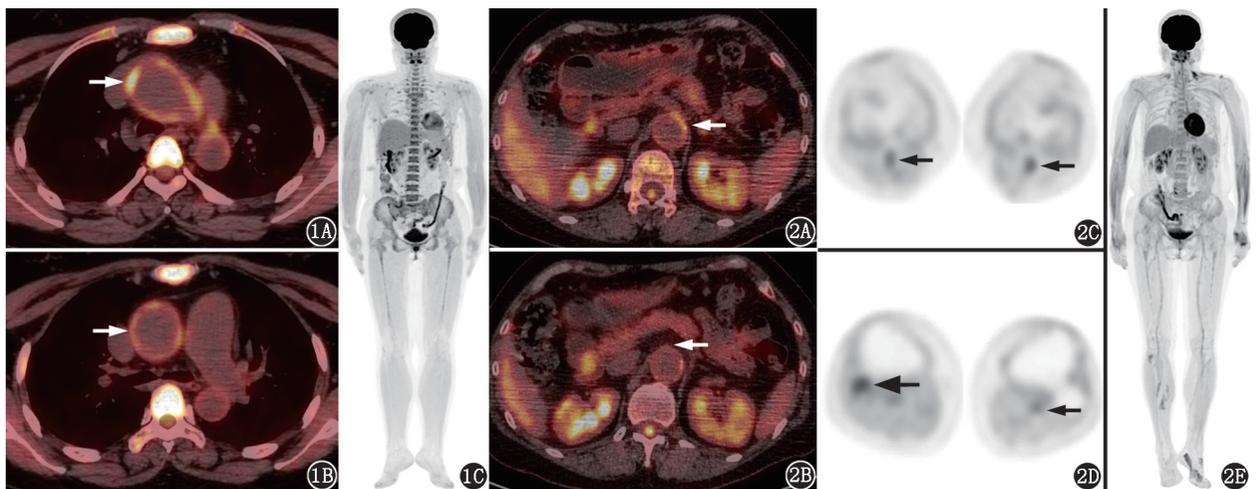


图 1 非活动期大动脉炎(TA)患者(女, 39 岁)全身<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像图。1A. 横断面 PET/CT 图上可见升主动脉病灶, SUV<sub>max</sub> = 3.43 (箭头示); 1B. 正常升主动脉节段, 血管壁 SUV<sub>max</sub> = 1.92 (箭头示); 1C. 全身最大密度投影(MIP)图, 肝脏 SUV<sub>max</sub> (SUV<sub>L</sub>) = 2.24, 血池 SUV<sub>max</sub> (SUV<sub>B</sub>) = 0.82 图 2 活动期 TA 患者(女, 60 岁)全身<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像图。2A. 横断面 PET/CT 图上可见示腹主动脉病灶, SUV<sub>max</sub> = 3.00 (箭头示); 2B. 病灶毗邻正常血管节段, SUV<sub>max</sub> = 1.84 (箭头示); 2C. 横断面 PET 图示左(SUV<sub>max</sub> = 2.50)、右(SUV<sub>max</sub> = 2.05)侧膈动脉均见病灶(箭头示); 2D. 横断面 PET 图示右腔前动脉见病灶, SUV<sub>max</sub> = 3.20 (大箭头示), 左腔前动脉正常, SUV<sub>max</sub> = 1.64 (小箭头示); 2E. 全身 MIP 图, SUV<sub>L</sub> = 2.13, SUV<sub>B</sub> = 1.17

1.26), 靶本比为 2.22(1.20/0.54)。

活动期 TA 组患者  $SUV_v$  为 2.65(2.27, 3.21), 与 ESR( $r_s=0.54, P<0.001$ )、CRP( $r_s=0.49, P=0.002$ )、IL-6( $r_s=0.42, P=0.009$ )、SAA( $r_s=0.41, P=0.001$ ) 相关; 与球蛋白、白细胞、血小板、TNF- $\alpha$  均无相关性( $r_s$  值: -0.08~0.17, 均  $P>0.05$ )。非活动期 TA 组患者  $SUV_v$  为 2.56(2.30, 3.10), 与上述实验室检查指标均不相关( $r_s$  值: -0.14~0.29, 均  $P>0.05$ )。

## 讨 论

全身 PET/CT 具有 194 cm 的轴向视野, 灵敏度约为传统 PET/CT(轴向视野 15~30 cm) 的 40 倍, 能够实现半剂量以及 1/10 剂量的显像<sup>[11,15]</sup>; 或使用常规剂量延迟 10 h 显像, 获得满足诊断需求的图像<sup>[16]</sup>。

活动性 TA 的病理特点是血管壁炎性反应。病灶能否在 PET/CT 图像上显示取决于其对显像剂的摄取程度, 及其与血液本底的对比度。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 是评价活动性炎性反应的有效方法<sup>[7]</sup>, 能够明确活动期 TA 的诊断, 为临床使用激素类药物提供重要佐证。患者接受糖皮质激素或联合免疫抑制剂治疗后, 病灶对<sup>18</sup>F-FDG 的摄取会降低, 出现假阴性, 但不会导致假阳性<sup>[17-18]</sup>。因此, 本研究中, 尽管活动期 TA 和非活动期 TA 组分别有 22 和 10 例患者在 PET/CT 显像期间接受糖皮质激素联合免疫抑制剂治疗, 但是并不影响研究结果。

显像剂注射剂量与血液本底相关, 随着时间的推移, 血液本底逐渐降低, 病灶的摄取会逐步增加。本研究借助于全身 PET/CT 的高灵敏度优势, 使用常规注射剂量的一半并进行 2 h 显像, 以提升病灶与血池间的对比度, 进而提高病灶检出率。另外, 由于部分病灶糖代谢程度并不高, 受血管搏动影响, 常规 PET 早期显像难以充分显示病灶, 而本研究采用了每床位 15 min 的采集时间, 以提升探测病变的效能。研究结果显示, 全身 PET/CT 采集 45~60 s 的图像, 与常规数字 PET/CT 每床位采集 2~3 min 的图像质量相当<sup>[19]</sup>。本研究中, 摄取程度最低的病灶  $SUV_v$  仅为 1.20, 病灶与血池的靶本比为 2.22, 这彰显了全身 PET/CT 高灵敏度的优势; 并且, 得益于长轴向视野, 所有受检者的腘动脉及其以下血管均得以显示, 在此区域内发现的病灶分别占活动期 TA 和非活动期 TA 组病灶的 9.1% 和 11.7%, 提示对于此常规 PET/CT 易于漏诊的区域, 需予以充分重视。本研究结果显示, 病灶分布在主动脉及其一级分支

为多, 在活动期 TA 和非活动期 TA 组分别占 65.3% 与 65.7%, 与文献报道一致<sup>[8]</sup>。

非活动期 TA 与活动期 TA 患者均有活性病灶, 平均病灶数接近(8.6 与 9.3 个), 但前者靶本比低于活动期 TA[2.57(2.24, 3.25) 和 3.09(2.36, 4.24),  $P<0.001$ ]。非活动期患者病灶  $SUV_v$  与 ESR、CRP、IL-6 和 SAA 均不相关, 而活动期病灶  $SUV_v$  与上述实验室指标却相关。影像学表现与临床诊断不一致, 可能是因为在这些非活动期 TA 患者中, 病灶的数量和严重程度都不充分, 尚未达到引起实验室检查指标异常和引起明显的临床症状的程度, 基于临床信息被诊断为非活动性的 TA。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT, 尤其是全身 PET/CT 能够较实验室检查更加灵敏地发现轻微的炎性反应, 获得可视化的影像证据, 弥补了临床诊断的不足, 为早期干预提供了重要信息。随着相关技术的进步, 尤其是长轴向视野 PET 的普及与应用, 随着多中心、大样本数据的积累, 核医学分子影像有望在未来 TA 的精准诊断和精准治疗提供更加充分的佐证。

本研究的局限性在于, 考虑到辐射剂量和伦理问题, 没有进行全剂量与半剂量的对比研究, 以及全身 PET 与常规 PET 的对比研究。此外, 没有统一的水化方案, 这可能会对血池本底具有一定的影响。

总之, 全身 PET/CT 半剂量 2 h 显像在 TA 病灶检测中具有较好的靶本比, 在活动期和非活动期 TA 患者中均能灵敏地检测到血管壁的炎性病灶。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 蔡丹杰、迪丽比热·阿迪力: 研究实施、论文撰写、统计分析; 石洪成: 研究指导、论文修改、经费支持

## 参 考 文 献

- [1] Seyahi E. Takayasu arteritis: an update[J]. Curr Opin Rheumatol, 2017, 29(1): 51-56. DOI:10.1097/BOR.0000000000000343.
- [2] Kim E, Beckman J. Takayasu arteritis: challenges in diagnosis and management[J]. Heart, 2018, 104(7): 558-565. DOI:10.1136/heartjnl-2016-310848.
- [3] Arend WP, Michel BA, Bloch DA, et al. The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of Takayasu arteritis[J]. Arthritis Rheum, 1990, 33(8): 1129-1134. DOI:10.1002/art.1780330811.
- [4] Kerr GS, Hallahan CW, Giordano J, et al. Takayasu arteritis[J]. Ann Intern Med, 1994, 120(11): 919-929. DOI:10.7326/0003-4819-120-11-199406010-00004.
- [5] Mavrogeni S, Dimitroulas T, Chatziioannou SN, et al. The role of multimodality imaging in the evaluation of Takayasu arteritis[J]. Semin Arthritis Rheum, 2013, 42(4): 401-412. DOI:10.1016/j.semarthrit.2012.07.005.
- [6] Jia S, Liu L, Ma J, et al. Application progress of multiple imaging modalities in Takayasu arteritis [J]. Int J Cardiovasc Imaging,

- 2021, 37(12): 3591-3601. DOI:10.1007/s10554-021-02348-3.
- [7] 陈洋,张艳,闫志华,等.超声造影与<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 判断多发性大动脉炎活动性的相关性[J].中国医学影像技术, 2020, 36(10): 1470-1474. DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2020.10.007. Chen Y, Zhang Y, Yan ZH, et al. Correlation between contrast-enhanced ultrasound and <sup>18</sup>F-FDG PET/CT for judging activity of Takayasu arteritis[J]. Chin J Med Imaging Technol, 2020, 36(10): 1470-1474. DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2020.10.007.
- [8] 王冬艳,王跃涛,邵晓梁,等.<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像对多发性大动脉炎的临床应用[J].中华核医学与分子影像杂志, 2016, 36(4): 340-344. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.04.014. Wang DY, Wang YT, Shao XL, et al. Clinical application of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in Takayasu arteritis[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2016, 36(4): 340-344. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.04.014.
- [9] Kwon OC, Jeon TJ, Park MC. Vascular uptake on <sup>18</sup>F-FDG PET/CT during the clinically inactive state of Takayasu arteritis is associated with a higher risk of relapse[J]. Yonsei Med J, 2021, 62(9): 814-821. DOI:10.3349/ymj.2021.62.9.814.
- [10] Cherry SR, Jones T, Karp JS, et al. Total-body PET: maximizing sensitivity to create new opportunities for clinical research and patient care[J]. J Nucl Med, 2018, 59(1): 3-12. DOI:10.2967/jnumed.116.184028.
- [11] Zhang YQ, Hu PC, Wu RZ, et al. The image quality, lesion detectability, and acquisition time of <sup>18</sup>F-FDG total-body PET/CT in oncological patients[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2020, 47(11): 2507-2515. DOI:10.1007/s00259-020-04823-w.
- [12] Tan H, Cai D, Sui X, et al. Investigating ultra-low-dose total-body [<sup>18</sup>F]-FDG PET/CT in colorectal cancer: initial experience[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 49(3): 1002-1011. DOI:10.1007/s00259-021-05537-3.
- [13] Sui X, Liu G, Hu P, et al. Total-body PET/computed tomography highlights in clinical practice: experiences from Zhongshan Hospital, Fudan University[J]. PET Clin, 2021, 16(1): 9-14. DOI:10.1016/j.cpet.2020.09.007.
- [14] Zhang X, Zhou J, Sun Y, et al. <sup>18</sup>F-FDG-PET/CT: an accurate method to assess the activity of Takayasu's arteritis[J]. Clin Rheumatol, 2018, 37(7): 1927-1935. DOI:10.1007/s10067-017-3960-7.
- [15] Tan H, Sui X, Yin H, et al. Total-body PET/CT using half-dose FDG and compared with conventional PET/CT using full-dose FDG in lung cancer[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 48(6): 1966-1975. DOI:10.1007/s00259-020-05091-4.
- [16] Badawi RD, Shi H, Hu P, et al. First human imaging studies with the EXPLORER total-body PET scanner[J]. J Nucl Med, 2019, 60(3): 299-303. DOI:10.2967/jnumed.119.226498.
- [17] Taimen K, Salomäki SP, Hohenthal U, et al. The clinical impact of using <sup>18</sup>F-FDG-PET/CT in the diagnosis of suspected vasculitis: the effect of dose and timing of glucocorticoid treatment[J]. Contrast Media Mol Imaging, 2019, 2019: 9157637. DOI:10.1155/2019/9157637.
- [18] Martínez-Rodríguez I, Jiménez-Alonso M, Quirce R, et al. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in the follow-up of large-vessel vasculitis: a study of 37 consecutive patients[J]. Semin Arthritis Rheum, 2018, 47(4): 530-537. DOI:10.1016/j.semarthrit.2017.08.009.
- [19] Hu P, Zhang Y, Yu H, et al. Total-body <sup>18</sup>F-FDG PET/CT scan in oncology patients: how fast could it be? [J] Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 48(8): 2384-2394. DOI:10.1007/s00259-021-05357-5.

(收稿日期:2022-03-01)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 关于论著文稿中中、英文摘要的书写要求

根据 GB 6447—86 的定义,文摘是以提供文献内容梗概为目的,不加评价和解释,简明确切地记述文献重要内容的短文。摘要应具有自明性和独立性,并拥有与一次文献同等量的主要信息。即不阅读全文就能获得必要的信息。它的详简程度取决于文献的内容,通常中文文摘以不超过 400 字为宜。应以第三人称的语气书写。不要使用“本人”、“作者”、“我们”等作为陈述的主语。

摘要的内容应包括四个要素,即目的、方法、结果、结论。(1)目的:指研究的前提和缘起,即为什么要作此项研究,可以有简单的背景材料。(2)方法:指研究所用的原理、对象、观察和实验的具体方法等。(3)结果:指研究的结果、效果、数据等,着重反映创新性的、切实可行的成果,包括本组研究中的重要数据。(4)结论:指对结果进行综合分析,逻辑推理得出的判断。有的可指出实用价值和推广价值;如有特殊例外的发现或难以解决的问题,可以提出留待今后深入探讨。英文摘要的内容与中文摘要的内容要求大体一致。

英文摘要要求做到语法正确,用词准确,与中文摘要对应,方法、结果可略详于中文摘要。必要时,作者在投稿前请英文书写水平高的人员帮助修改。英文文题后列出全部作者及其单位、科室(包括城市、邮编)的英文规范表达。

敬请广大读者、作者周知,并遵照此要求投稿。

本刊编辑部