

## ·综述·

## <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像在心脏肿瘤中的应用

孙延睿<sup>1</sup> 田强强<sup>1</sup> 盛开<sup>2</sup>

<sup>1</sup>兰州大学第二临床医学院 730000; <sup>2</sup>兰州大学第二医院心脏外科 ICU 730000

通信作者: 盛开, Email: 706349197@qq.com

**【摘要】** <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像作为心脏肿瘤诊断与鉴别诊断的有力工具, 近年来受到广泛关注。笔者重点从定位诊断、疗效评价、定性诊断和成像技术优化等 4 个方面综述了 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像在心脏肿瘤中应用的相关研究证据, 以期达到系统化评估该检查方法的目的。

**【关键词】** 氟脱氧葡萄糖 F18; 正电子发射断层显像术; 体层摄影术, X 线计算机; 心脏肿瘤; 定位诊断; 定性诊断

DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-201907022-00045

### Application of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in cardiac tumors

Sun Yanrui<sup>1</sup>, Tian Qiangqiang<sup>1</sup>, Sheng Kai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Second Clinical Medical College of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; <sup>2</sup>Cardiac Surgery ICU, Lanzhou University Second Hospital, Lanzhou 730000, China

Corresponding author: Sheng Kai, Email: 706349197@qq.com

**【Abstract】** <sup>18</sup>F-FDG PET/CT has been widely used as a powerful tool for the diagnosis and differential diagnosis of cardiac tumors. This article focuses on the research evidence of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT applied in cardiac tumors from four aspects: positioning diagnosis, qualitative diagnosis, efficacy evaluation and imaging technology optimization, achieving the goal of systematical evaluation of the method.

**【Key words】** Fluorodeoxyglucose F18; Positron emission tomography; Tomography, X-ray computed; Heart neoplasms; Positioning diagnosis; Qualitative diagnosis

DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-201907022-00045

心脏肿瘤是一种相对少见的疾病, 可分为原发性和转移性心脏肿瘤。其肿瘤细胞的分裂增殖速度快于正常细胞, 需要葡萄糖的过度利用才能完成能量代谢、蛋白质合成和细胞增殖。<sup>18</sup>F-FDG 是目前最常用的 PET/CT 显像剂, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像通过评价正常组织与肿瘤组织葡萄糖代谢的差异, 对心脏肿瘤进行定位诊断及疗效评价, 具有一定的临床应用价值<sup>[1]</sup>, 但其定性诊断价值尚不可靠。我们从定位诊断、疗效评价、定性诊断和成像技术优化等 4 个方面对 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像在心脏肿瘤中应用的研究进行综述。

### 1 定位诊断

原发性心脏肿瘤十分罕见, 在尸检中发现的概率为 0.001%~0.028%。原发性心脏肿瘤的症状和体

征等无特异性, 临床表现差异较大。原发性心脏肿瘤中约 3/4 为良性肿瘤, 且多为黏液瘤。邵军和沈小东<sup>[2]</sup>认为, 黏液瘤的形态不规则, 血液渗入病灶的缺损位置容易被误诊为肿瘤; 另外, 黏液瘤病灶的密度不均匀, 类似心脏肉瘤。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 可以对肿瘤的位置、大小、活动性及其与周围组织浸润的关系等进行定位诊断, 其灵敏度明显高于 CT ( $P < 0.05$ ), 能够弥补 CT 显像的不足。原发性恶性心脏肿瘤占原发性心脏肿瘤的 20%~25%, 其中 95% 为肉瘤, 以血管肉瘤多见<sup>[3]</sup>, 其易破裂出血, 临床表现无特异性。超声可以通过观测肿块性状、内部回声、边界、包膜和血供情况等对其进行初步判断。心脏 MRI 是测量左右心室容量、重量和射血分数的“金标准”, 对于复杂性先天性心脏病、扩张性心肌病、心肌纤维化、疑似心肌炎、淀

粉样变、结节病和致密化不全心脏病具有较好的诊断作用。但良恶性心脏肿瘤血供情况相似,超声和MRI难以区分血凝块中的肿瘤组织<sup>[3]</sup>,肿瘤组织因“淹没”于大量心包积液和积血内容容易导致误诊<sup>[4]</sup>,因此定位诊断有一定困难。

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像不同于普通CT依赖于组织密度信息,其是利用分子水平变化的功能信息<sup>[5]</sup>,即通过评价肿瘤组织的葡萄糖代谢状况来提高心脏肿瘤定位诊断的准确率。王可颜等<sup>[6]</sup>认为,心脏肿瘤代谢体积(metabolic tumor volume, MTV)与心外最大肿瘤 MTV 的比值(MTV1/MTV2)在判断心脏肿瘤的起源方面具有一定价值。相较于心脏转移瘤,原发性心脏肿瘤的 MTV1/MTV2 显著升高。当把 MTV1/MTV2 的临界值定为 1.2 时,其判断心脏原发性恶性肿瘤的灵敏度为 100%、特异度为 91.3%。

## 2 疗效评价

与原发性心脏肿瘤相比,转移性心脏肿瘤的发病率更高,是前者的 10 倍。孙龙等<sup>[7]</sup>的研究结果表明,即使心脏肿瘤患者生前能够早期诊断,但发现时多为已引起心脏腔室梗阻并产生相应症状和体征的心腔内肿瘤,或伴有心包填塞的心包转移癌。外科手术可以明确肿瘤性质、解除机械梗阻、缓解症状,是主要的治疗手段,但术后容易复发,需要辅助放化疗等综合治疗手段。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 对转移性心脏肿瘤的疗效判断有一定的价值。Zhang 等<sup>[8]</sup>对 48 例预放化疗的食管鳞癌患者行 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 扫描,放疗前平均标准化摄取值(mean standardized uptake value, SUV<sub>mean</sub>)为(14.1±5.8),平均 MTV 为(58.2±25.4) cm<sup>3</sup>;40 Gy 照射 4 周后, SUV<sub>mean</sub> 下降至(4.3±3.5),平均 MTV 下降至(19.0±12.1) cm<sup>3</sup>;单因素分析结果显示,相比于 SUV, MTV 与客观缓解率呈显著相关( $P=0.010$ 对  $P=0.001$ )。

## 3 定性诊断

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT SUV<sub>max</sub> 对心脏肿瘤定性诊断的价值尚有争议。<sup>18</sup>F-FDG 的摄取模式包括病灶模式和区域模式。病灶模式即乳头肌、心房、心室基底和心尖前端等部位对 <sup>18</sup>F-FDG 的摄取增加,而区域模式则是在心室后外侧壁或基底侧的 <sup>18</sup>F-FDG 摄

取增加<sup>[9]</sup>。无论是病灶模式还是区域模式, <sup>18</sup>F-FDG 低摄取的病灶多为良性病变。Rahbar 等<sup>[10]</sup>提出,可将 SUV<sub>max</sub> 作为鉴别良恶性心脏肿瘤的临界值。当 SUV<sub>max</sub>=3.5 时,特异度为 86%,但灵敏度可达 100%;当 SUV<sub>max</sub>=4.6 时,其诊断灵敏度仅轻微降低(94%),但特异度却显著升高(100%)。其原因可能是 <sup>18</sup>F-FDG 高摄取但伴有恶性肿瘤病史或肿瘤标志物明显升高的患者多为恶性。高平和王茜<sup>[11]</sup>报道的 1 例患者为淋巴瘤伴大量心包积液, SUV<sub>max</sub><3.5,根据血性心包积液中肿瘤标志物的升高诊断为恶性病变。另外,还需要结合病灶是单发还是多发,才能正确诊断。国外文献显示,多发病灶的恶性可能性更大<sup>[12]</sup>。在上述淋巴瘤的研究中,虽然病灶对 <sup>18</sup>F-FDG 的摄取增高并不明显,但其为多发病灶,多为恶性心脏肿瘤<sup>[11]</sup>。这说明 SUV<sub>max</sub> 作为心脏肿瘤定性诊断指标的价值有限。因为良、恶性病灶的 SUV 存在一定程度的交叉,在淋巴瘤和白血病侵犯心脏,且病灶最大径较小的情况下, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 容易将其误诊为良性病变<sup>[11]</sup>。

Cheng 和 Alavi<sup>[13]</sup>进一步分析 Rahbar 等<sup>[10]</sup>的研究结果并提出质疑,他们认为 Rahbar 等的研究会导致假阳性率升高,因此不能应用于心脏肿瘤的定性诊断。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 早期显像和延迟显像双时间点的对比研究结果表明, <sup>18</sup>F-FDG 延迟显像的摄取量明显提高<sup>[14]</sup>,这为心脏肿瘤的定性诊断提供了新思路。即早期显像和延迟显像 SUV 百分比的变化有助于鉴别心脏肿瘤的良恶性,这一点在 Shimizu 等<sup>[15]</sup>对非小细胞肺癌、García Vicente 等<sup>[14]</sup>对乳腺癌、Kuwabara 等<sup>[16]</sup>对口咽癌和鼻咽癌的研究中得到证实。但对于 SUV 百分比变化用于鉴别心脏肿瘤性质的研究目前还不多见,因此该指标用作心脏肿瘤定性诊断的临床价值仍有待进一步研究。

## 4 成像技术优化

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 结合细胞代谢特点,在心脏肿瘤的定位诊断和疗效评价中具有优势,但对心脏肿瘤定性诊断的准确率影响最大的是正常心肌对 <sup>18</sup>F-FDG 的摄取。此外,由于淋巴细胞、中性粒细胞和巨噬细胞等炎性细胞的葡萄糖需求增加, <sup>18</sup>F-FDG 也可积聚在其中<sup>[17]</sup>,影响心脏肿瘤定性诊断的准确率。为了抑制其他细胞对 <sup>18</sup>F-FDG 的摄取,研究者投入大量精力优化成像技术,取得了较

好的效果。

#### 4.1 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 筛查心脏肿瘤疾病的标准方案

最开始被医师认可的方案是禁食。在 Juergens 等<sup>[18]</sup> 和 Weckesser 等<sup>[19]</sup> 的努力下, 逐渐形成了检查前 4~12 h 禁食的标准方案。在此基础上, Langah 等<sup>[20]</sup> 提出, 尽可能延长禁食时间能更好地抑制正常心肌摄取  $^{18}\text{F}$ -FDG。但 Lee 等<sup>[21]</sup> 对 102 名健康者进行  $^{18}\text{F}$ -FDG PET 检查后发现, 无论禁食时间长短都不能十分有效地降低心肌对  $^{18}\text{F}$ -FDG 的摄取。

#### 4.2 高脂肪、低碳水化合物、允许蛋白质 (very high-fat, low-carbohydrate, protein-permitted, VHFLCPP) 方案

VHFLCPP 方案的优势在于低碳水化合物的摄入会抑制胰岛素敏感葡萄糖转运体 (GLUT4) 的表达, 导致葡萄糖的氧化减少, 从而尽可能使心肌能量的获取从葡萄糖代谢转移到脂肪酸代谢中, 使心肌摄取  $^{18}\text{F}$ -FDG 降低。Williams 和 Kolodny<sup>[22]</sup> 根据脂肪酸-葡萄糖循环 (Randle 循环), 即脂肪酸负荷抑制葡萄糖代谢, 在一项 161 例心脏肿瘤患者的对照研究中发现: VHFLCPP 组 ( $n=60$ )  $\text{SUV}_{\max}=3.9\pm 3.6$ , 禁食组 ( $n=101$ )  $\text{SUV}_{\max}=8.8\pm 5.7$  ( $P<0.01$ )。他们还同时研究了心外 16 处慢性炎症部位 (骨关节炎:  $n=10$ ; 肌腱炎:  $n=5$ ; 口腔炎:  $n=1$ ) 在上述禁食和 VHFLCPP 方案下  $^{18}\text{F}$ -FDG 的摄取情况, 结果表明, 两种方案的差异无统计学意义 ( $P=0.30$ )。王雅雯和孙晓昕<sup>[17]</sup> 也认为, VHFLCPP 方案可有效降低心肌摄取  $^{18}\text{F}$ -FDG, 而不会影响其他病灶摄取  $^{18}\text{F}$ -FDG。但也有不同结论: Pantiora 等<sup>[23]</sup> 对 1 例经  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 诊断为肝脏肿瘤的患者行手术切除后, 经病理学诊断为肉芽肿组织。De Geeter 等<sup>[24]</sup> 指出, 结核往往表现为  $^{18}\text{F}$ -FDG 高摄取, 需要与肿瘤进行鉴别。Bae 等<sup>[25]</sup> 在 1 例肺部肿瘤患者接受 X 射线透视引导下经胸肺活检术后立即进行  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 显像, 也得到假阳性结果, 这提示侵入性手术后立即行  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 显像会导致假阳性结果, 从而误导诊断。

Wykrzykowska 等<sup>[26]</sup> 对 32 例伴有恶性肿瘤的冠状动脉粥样硬化性心脏病患者行  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 检查, 患者检查前进食低碳水化合物、高脂肪餐, 且在检查当日早晨饮用 1 杯植物油, 结果发现, 63% 的患者心肌摄取  $^{18}\text{F}$ -FDG 明显降低。Rogers 等<sup>[27]</sup> 也认为, 低碳水化合物、高脂肪饮食可降低

心肌  $^{18}\text{F}$ -FDG 的本底摄取。但也有反对者认为, 上述研究的结果并非来自前瞻性研究。为了验证其可靠性, Cheng 等<sup>[28]</sup> 随后开展了随机对照研究, 将在门诊接受  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 扫描的 63 例肿瘤患者 (58 例恶性肿瘤 + 5 例肺肿瘤) 随机分成低碳水化合物+延长禁食时间组、低碳水化合物+高脂肪组和非限制性饮食组。结果显示, 与非限制性饮食组相比, 低碳水化合物+延长禁食时间组能有效降低  $\text{SUV}_{\max}$  ( $3.3\pm 2.7$  对  $6.2\pm 5.2$ ,  $P=0.03$ ), 而低碳水化合物+高脂肪组却不能有效降低  $\text{SUV}_{\max}$  ( $\text{SUV}_{\max}=5.5\pm 4.2$ ,  $P=0.63$ )。但分析该研究不难看出其存在缺陷: ① 从摄入高脂肪饮料到注射  $^{18}\text{F}$ -FDG 之间的时间间隔太短 (平均 61 min), 这可能会导致显像时甘油三酯还未达到峰值水平; ② 给予含脂肪饮料调味的蔗糖基甜味剂可能会干扰心肌的脂肪酸代谢; ③ 低碳水化合物+延长禁食时间组存在主动提高健康饮食依从率的可能, 有助于优化其阳性结果, 对此研究者未做基线分析。所以, 在低碳水化合物基础上, 采用禁食还是高脂肪饮食的方案目前仍存在争议, 但从理论到临床研究的各个方面来看, 低碳水化合物、高脂肪方案可以抑制心肌摄取  $^{18}\text{F}$ -FDG 的临床研究证据占多数, 此方案已被认可。

#### 4.3 辅助药物

Gaeta 等<sup>[29]</sup> 在基础条件 [ 温度 ( $22\pm 2$ ) $^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度 50%~60%, 12 h 光/暗周期交替 ] 下, 分别按照 1 mg/kg (A 组,  $n=5$ ) 和 20 mg/kg (B 组,  $n=5$ ) 给小鼠腹腔注射维拉帕米。注射前、后 60 min 分别测定小鼠心肌  $^{18}\text{F}$ -FDG 的摄取值。结果显示, A 组的  $\text{SUV}_{\text{mean}}$  为 2.6 (1.6~4.1), 给药后降至 1.7 (1.1~2.9) ( $P=0.043$ ); B 组的  $\text{SUV}_{\text{mean}}$  为 1.6 (1.3~2.0), 给药后降至 1.0 (0.9~1.4) ( $P=0.043$ ), 结果证实了维拉帕米在抑制心肌摄取  $^{18}\text{F}$ -FDG 方面有一定的作用。但是郁春景等<sup>[30]</sup> 的研究结果发现, 人乳腺癌 Bcap37 细胞株在有无维拉帕米存在时对  $^{18}\text{F}$ -FDG 摄取率的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。虽然在动物实验中已经证实维拉帕米可降低心肌细胞对  $^{18}\text{F}$ -FDG 的摄取, 但针对人心肌细胞摄取  $^{18}\text{F}$ -FDG 的研究比较少, 维拉帕米抑制心肌细胞摄取  $^{18}\text{F}$ -FDG 的作用还有待更多循证医学证据的证实。

此外, Nuutila 等<sup>[31]</sup> 发现, 给予肝素 15 min 后, 人体游离脂肪酸水平的升高能有效抑制人心肌细胞对  $^{18}\text{F}$ -FDG 的摄取 ( $P<0.01$ )。Masuda 等<sup>[9]</sup> 在 Nuutila

等<sup>[31]</sup>研究的基础上做了进一步研究,比较禁食18 h以上(n=37)、禁食18 h以下(n=178)和禁食18 h以上且在<sup>18</sup>F-FDG PET/CT检查前给予肝素(n=64)后3组患者的心肌细胞对<sup>18</sup>F-FDG的生理性摄取,结果发现,<sup>18</sup>F-FDG的生理性摄取率分别为69%、38%和22%( $P<0.01$ )。Dilsizian等<sup>[32]</sup>也认为,肝素联合长时间禁食(>18 h)能有效抑制心肌细胞对<sup>18</sup>F-FDG的生理性摄取。综上所述,采用高脂肪、低碳水化合物方案联合禁食,必要时静脉注射肝素可以降低正常心肌对<sup>18</sup>F-FDG的摄取。

## 5 小结

综上所述,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像将形态学特征与功能学特征相结合,对心脏肿瘤的定位诊断及疗效判断优于传统影像。尽管通过禁食、限制碳水化合物摄取、增加脂肪摄取和药物干预等多种方案可以抑制正常心肌对<sup>18</sup>F-FDG的摄取,但Corrigan等<sup>[33]</sup>认为,<sup>18</sup>F-FDG的摄取较高还可能与前纵隔软组织相关影像学的解剖特点(其冠状面呈典型的倒V形)有关。此外,伪影也是限制<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像的重要因素。Salmon等<sup>[34]</sup>基于<sup>18</sup>F-FDG PET/CT在神经学领域中的应用得出结论:在PET/CT采集期间,患者头部的运动会产生一些伪影,这些伪影可能会导致对结果的误判。Lakhani等<sup>[35]</sup>基于妇科和泌尿生殖道肿瘤的相关研究结果也指出,运动伪影(如呼吸运动和肠道蠕动)和有限的空间分辨率可能会影响对小体积恶性病灶的正确评估。如何鉴别影响<sup>18</sup>F-FDG摄取的上述干扰因素,减少心脏运动伪影,优化<sup>18</sup>F-FDG PET/CT心脏成像技术,提高定性诊断的准确率是未来进一步研究的方向。我们既要看到<sup>18</sup>F-FDG PET/CT优于传统影像学对心脏肿瘤疾病的筛检能力,又要看到<sup>18</sup>F-FDG PET/CT客观存在的不足,审慎应用,规避风险。

**利益冲突** 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,不涉及任何利益冲突。

**作者贡献声明** 孙延睿负责命题的提出、综述的撰写;田强强负责综述的修改;盛开负责综述的撰写与审阅。

## 参 考 文 献

- [1] Tokmak H, Demir N, Demirkol MO. Cardiac angiosarcoma: utility of [<sup>18</sup>F]fluorodeoxyglucose positron emission tomography-computed tomography in evaluation of residue, metastases, and treatment response[J]. *Vasc Health Risk Manag*, 2014, 10: 399-401. DOI: 10.2147/VHRM.S64286.
- [2] 邵军, 沈小东. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在心脏肿瘤诊断中的临床价值[J]. *全科医学临床与教育*, 2017, 15(3): 282-285. DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2017.03.013.
- [3] Shao J, Shen XD. Clinical value of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in diagnosis of cardiac tumor[J]. *Clin Edu Gen Pract*, 2017, 15(3): 282-285. DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2017.03.013.
- [4] 吴杰婉. 原发性心脏肿瘤的CT及磁共振成像影像学特征[J]. *实用医学影像杂志*, 2017, 18(2): 166-167. DOI: 10.16106/j.cnki.cn14-1281/r.2017.02.028.
- [5] Wu JW. CT and MRI features of primary cardiac tumors[J]. *J Pract Med Imaging*, 2017, 18(2): 166-167. DOI: 10.16106/j.cnki.cn14-1281/r.2017.02.028.
- [6] 卢霞, 孟晶晶, 焦建, 等. PET/CT诊断右心房血管肉瘤合并心包压塞1例[J]. *中国医学影像技术*, 2017, 33(3): 484. DOI: 10.13929/j.1003-3289.201608077.
- [7] Lu X, Meng JJ, Jiao J, et al. PET/CT diagnosis of right atrium hemangiosarcoma with cardiac tamponade: case report[J]. *Chin J Med Imaging Technol*, 2017, 33(3): 484. DOI: 10.13929/j.1003-3289.201608077.
- [8] 卢霞, 孟晶晶, 柏江, 等. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在心脏肿瘤诊断的临床应用价值[J]. *肿瘤学杂志*, 2017, 23(6): 474-478. DOI: 10.11735/j.issn.1671-170X.2017.06.B004.
- [9] Lu X, Meng JJ, Bai J. Clinical application value of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in diagnosis of cardiac neoplasm[J]. *J Oncol*, 2017, 23(6): 474-478. DOI: 10.11735/j.issn.1671-170X.2017.06.B004.
- [10] 王可颜, 程敬亮, 韩星敏, 等. 心脏肿瘤和心外最大肿瘤代谢体积比值在判断心脏肿瘤起源中的应用价值[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2018, 38(3): 178-181. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.03.007.
- [11] Wang KY, Cheng JL, Han XM, et al. Predictive value of the metabolic tumor volume ratio of cardiac mass to maximal extra cardiac mass for the origin of cardiac tumors[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2018, 38(3): 178-181. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.03.007.
- [12] 孙龙, 江茂情, 赵龙, 等. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在心脏肿瘤诊断中的临床应用[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2013, 33(3): 175-178. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.03.005.
- [13] Sun L, Jiang MQ, Zhao L, et al. Clinical application of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT for cardiac neoplasm diagnosis[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 33(3): 175-178. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.03.005.
- [14] Zhang PL, Li ZY, Wang DQ, et al. <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose positron emission computed tomography for monitoring tumor response in esophageal carcinoma treated with concurrent chemoradiotherapy[J]. *Oncol Lett*, 2018, 15(2): 1845-1852. DOI: 10.3892/ol.2017.7528.
- [15] Masuda A, Naya M, Manabe O, et al. Administration of unfractionated heparin with prolonged fasting could reduce

- physiological  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose uptake in the heart[J]. *Acta Radiol*, 2016, 57(6): 661–668. DOI: [10.1177/0284185115600916](https://doi.org/10.1177/0284185115600916).
- [10] Rahbar K, Seifarth H, Schafers M, et al. Differentiation of malignant and benign cardiac tumors using  $^{18}\text{F}$ FDG PET/CT[J]. *J Nucl Med*, 2012, 53(6): 856–863. DOI: [10.2967/jnumed.111.095364](https://doi.org/10.2967/jnumed.111.095364).
- [11] 高平, 王茜.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 对心脏肿瘤的鉴别诊断价值[J]. *中国医学影像学杂志*, 2016, 24(10): 771–774. DOI: [10.3969/j.issn.1005-5185.2016.10.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-5185.2016.10.015).  
Gao P, Wang Q. Differential diagnosis of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in benign and malignant cardiac tumor[J]. *Chin J Med Imaging*, 2016, 24(10): 771–774. DOI: [10.3969/j.issn.1005-5185.2016.10.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-5185.2016.10.015).
- [12] Kassop D, Donovan MS, Cheezum MK, et al. Cardiac masses on cardiac CT: a review[J]. *Curr Cardiovasc Imaging Rep*, 2014, 7(8): 9281. DOI: [10.1007/s12410-014-9281-1](https://doi.org/10.1007/s12410-014-9281-1).
- [13] Cheng G, Alavi A. The value of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in the assessment of cardiac malignancy remains to be defined[J]. *J Nucl Med*, 2012, 53(10): 1657–1658. DOI: [10.2967/jnumed.112.109611](https://doi.org/10.2967/jnumed.112.109611).
- [14] García Vicente AM, Castrejón AS, Relea Calatayud F, et al.  $^{18}\text{F}$ -FDG retention index and biologic prognostic parameters in breast cancer[J]. *Clin Nucl Med*, 2012, 37(5): 460–466. DOI: [10.1097/RLU.0b013e31823926c9](https://doi.org/10.1097/RLU.0b013e31823926c9).
- [15] Shimizu K, Okita R, Saisho S, et al. Clinical significance of dual-time-point  $^{18}\text{F}$ -FDG PET imaging in resectable non-small cell lung cancer[J]. *Ann Nucl Med*, 2015, 29(10): 854–860. DOI: [10.1007/s12149-015-1013-3](https://doi.org/10.1007/s12149-015-1013-3).
- [16] Kuwabara H, Torihara A, Yuasa-Nakagawa K, et al. Prognostic value of metabolic tumor burden calculated using dual-time-point  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose positron emission tomography/CT in patients with oropharyngeal or hypopharyngeal cancer[J]. *Head Neck*, 2019, 41: 103–109. DOI: [10.1002/hed.25490](https://doi.org/10.1002/hed.25490).
- [17] 王雅雯, 孙晓昕.  $^{18}\text{F}$ -FDG 显像中抑制心肌生理性摄取的方法研究进展[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2017, 37(5): 305–307. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2017.05.013](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2017.05.013).  
Wang YW, Sun XX. Methods of suppressing physiological myocardial uptake in  $^{18}\text{F}$ -FDG imaging[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2017, 37(5): 305–307. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2017.05.013](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2017.05.013).
- [18] Juergens KU, Oei ML, Weckesser M, et al. Whole-body imaging of oncologic patients using 16-channel PET-CT evaluation of an iv contrast enhanced MDCT protocol[J]. *Nuklearmedizin*, 2008, 47(1): 30–36. DOI: [10.3413/nukmed-0105](https://doi.org/10.3413/nukmed-0105).
- [19] Weckesser M, Stegger L, Juergens KU, et al. Correlation between respiration-induced thoracic expansion and a shift of central structures[J]. *Eur Radiol*, 2006, 16(7): 1614–1620. DOI: [10.1007/s00330-005-0097-x](https://doi.org/10.1007/s00330-005-0097-x).
- [20] Langah R, Spicer K, Gebregziabher M, et al. Effectiveness of prolonged fasting  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT in the detection of cardiac sarcoidosis[J]. *J Nucl Cardiol*, 2009, 16(5): 801–810. DOI: [10.1007/s12350-009-9110-0](https://doi.org/10.1007/s12350-009-9110-0).
- [21] Lee HY, Nam HY, Shin SK. Comparison of myocardial F-18 FDG uptake between overnight and non-overnight fasting in non-diabetic healthy subjects[J]. *Jpn J Radiol*, 2015, 33(7): 385–391. DOI: [10.1007/s11604-015-0428-z](https://doi.org/10.1007/s11604-015-0428-z).
- [22] Williams G, Kolodny GM. Suppression of myocardial  $^{18}\text{F}$ -FDG uptake by preparing patients with a high-fat, low-carbohydrate diet[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 190(2): W151–W156. DOI: [10.2214/AJR.07.2409](https://doi.org/10.2214/AJR.07.2409).
- [23] Pantiora EV, Kontis EA, Michalaki V, et al. Granuloma mimicking local recurrence on PET/CT after liver resection of colorectal liver metastasis: a case report[J/OL]. *Cureus*, 2016, 8(8): e717[2019-07-27]. [https://assets.cureus.com/uploads/case\\_report/pdf/4544/1511807065-20171127-18321-j86lw1.pdf](https://assets.cureus.com/uploads/case_report/pdf/4544/1511807065-20171127-18321-j86lw1.pdf). DOI: [10.7759/cureus.717](https://doi.org/10.7759/cureus.717).
- [24] De Geeter F, Gykiere P.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET imaging in granulomatosis with polyangiitis[J]. *Hell J Nucl Med*, 2016, 19(1): 5–6. DOI: [10.1967/s0024499100331](https://doi.org/10.1967/s0024499100331).
- [25] Bae JM, Lee HY, Choi JY. False-positive uptake on positron emission tomography/computed tomography immediately after lung biopsy: a case report[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(44): e1896. DOI: [10.1097/MD.0000000000001896](https://doi.org/10.1097/MD.0000000000001896).
- [26] Wykrzykowska J, Lehman S, Williams G, et al. Imaging of inflamed and vulnerable plaque in coronary arteries with  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in patients with suppression of myocardial uptake using a low-carbohydrate, high-fat preparation[J]. *J Nucl Med*, 2009, 50(4): 563–568. DOI: [10.2967/jnumed.108.055616](https://doi.org/10.2967/jnumed.108.055616).
- [27] Rogers IS, Nasir K, Figueroa AL, et al. Feasibility of FDG imaging of the coronary arteries: comparison between acute coronary syndrome and stable angina[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2010, 3(4): 388–397. DOI: [10.1016/j.jcmg.2010.01.004](https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2010.01.004).
- [28] Cheng VY, Slomka PJ, Ahlen M, et al. Impact of carbohydrate restriction with and without fatty acid loading on myocardial  $^{18}\text{F}$ -FDG uptake during PET: A randomized controlled trial[J]. *J Nucl Cardiol*, 2010, 17(2): 286–291. DOI: [10.1007/s12350-009-9179-5](https://doi.org/10.1007/s12350-009-9179-5).
- [29] Gaeta C, Fernández Y, Pavia J, et al. Reduced myocardial  $^{18}\text{F}$ -FDG uptake after calcium channel blocker administration. Initial observation for a potential new method to improve plaque detection[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2011, 38(11): 2018–2024. DOI: [10.1007/s00259-011-1873-2](https://doi.org/10.1007/s00259-011-1873-2).
- [30] 郁春景, 章斌, 邓胜明, 等. P-gp 影响  $^{18}\text{F}$ -FDG 摄取的体外实验[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2013, 33(3): 213–216. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.03.014](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.03.014).  
Yu CJ, Zhang B, Deng SM, et al. The effect of P-glycoprotein on  $^{18}\text{F}$ -FDG uptake in vitro[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 33(3): 213–216. DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013).

- 03.014.
- [31] Nuutila P, Koivisto VA, Knuuti J, et al. Glucose-free fatty acid cycle operates in human heart and skeletal muscle in vivo[J]. *J Clin Invest*, 1992, 89(6): 1767-1774. DOI: [10.1172/JCI115780](https://doi.org/10.1172/JCI115780).
- [32] Dilsizian V, Bacharach SL, Beanlands RS, et al. ASNC imaging guidelines/SNMMI procedure standard for positron emission tomography(PET) nuclear cardiology procedures[J]. *J Nucl Cardio*, 2016, 23(5): 1187-1226. DOI: [10.1007/s12350-016-0522-3](https://doi.org/10.1007/s12350-016-0522-3).
- [33] Corrigan AJ, Schleyer PJ, Cook GJ. Pitfalls and artifacts in the use of PET/CT in oncology imaging[J]. *Semin Nucl Med*, 2015, 45(6): 481-499. DOI: [10.1053/j.semnuclmed.2015.02.006](https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2015.02.006).
- [34] Salmon E, Bernard Ir C, Hustinx R. Pitfalls and limitations of PET/CT in brain imaging[J]. *Semin Nucl Med*, 2015, 45(6): 541-551. DOI: [10.1053/j.semnuclmed.2015.03.008](https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2015.03.008).
- [35] Lakhani A, Khan SR, Bharwani N, et al. FDG PET/CT pitfalls in gynecologic and genitourinary oncologic imaging[J]. *Radiographics*, 2017, 37(2): 577-594. DOI: [10.1148/rg.2017.160059](https://doi.org/10.1148/rg.2017.160059).
- (收稿日期: 2019-07-28)

## · 读者 · 作者 · 编者 ·

### 关于投稿的中英文摘要的书写要求

论文是用来进行科学研究和描述科研成果的载体。论文摘要是对论文的简短陈述,具有不读原文就知全文的特点。摘要以供读者确定有无必要阅读论文全文,或提供给文摘第二次文献采用,可以独立使用,也可以引用。摘要应着重反映研究中的创新内容和作者的独到观点,不必列出本学科已成为常识的内容,不要简单地重复题名中已有的信息。

1. 论著类文章摘要的内容应包括研究目的、研究方法、主要发现(包括关键性或主要的数据)和主要结论,一般应写成四段式结构式摘要:目的(Objective)、方法(Methods)、结果(Results)和结论(Conclusions)。

(1)目的:简明指出此项工作的目的,研究的范围。

(2)方法:简要说明研究课题的基本做法,包括对象(分组及每组例数、对照例数或动物只数等)、材料和方法(包括所用药品剂量,重复次数等)。统计方法特殊者需注明。

(3)结果:简要列出主要结果(需注明单位)、数据、统计学意义等,并说明其价值和局限性。

(4)结论:简要说明从该项研究结果取得的正确观点、理论意义或实用价值、推广前景。

2. 综述类文章的摘要,应包括综述的主要目的、资料来源、综述时所选择的文献量和依据、数据提炼的规则和应用方法、数据综合得出的结果和结论。可以结构式形式写出:背景、数据来源、结果和结论。也可写成指示性或报道指示性摘要。

3. 中文摘要一般使用第三人称撰写,建议采用“对……进行了研究”、“报告了……现状”、“进行了……调查”等记述方法标明,不必使用“本文”、“我们”等作为主语。不列图、表,不引用文献,不加评论。除了公知公认者外,摘要中首次出现的缩略语、代号等须注明全称或加以说明。

4. 中文摘要一般 250~400 字,英文摘要与中文摘要内容原则上相对应,但考虑到国外读者的需要,可更详细。

本刊编辑部