

·临床核医学·

PET-CT 在冠心病诊断中的临床应用及新进展

张国建 王雪梅 刘艳阳

【摘要】 PET-CT 对冠心病的诊断、治疗方案的选择及预后的判断等具有重要意义, 可无创性诊断冠心病、评估动脉粥样硬化斑块性质、指导冠心病治疗方法的选择与疗效监测、判断预后等。该文介绍 PET-CT 在冠心病中的临床应用及新进展。

【关键词】 冠状动脉疾病; 正电子发射断层显像术; 体层摄影术, X 线计算机

New progress and clinical application of PET-CT in coronary artery disease

ZHANG Guo-jian*, WANG Xue-mei, LIU Yan-yang.

(*Department of Nuclear Medicine and PET-CT Center, the Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Huhhot 010050, China)

【Abstract】 PET-CT is a useful noninvasive method for the diagnosis of coronary artery disease (CAD), and can assessment the nature of the atherosclerosis plaque. It plays an important role in the diagnosis of CAD and is useful for the selection of surgical approaches, and for the evaluation of prognosis. The clinical application of PET-CT and its new progress are introduced in this paper.

【Key words】 Coronary disease; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed

传统诊断冠心病的“金标准”是冠状动脉造影, 但随着对冠心病病理、生理学机制认识的深入, 仅仅依靠冠状动脉造影诊断和评价冠心病是不够的, 而且不能对患者的预后进行评价, 另外, 冠状动脉造影为有创性检查, 且检查费用较贵。

研究证实, 在冠脉 CT 血管造影(computed tomography angiography, CTA) 图像能够满足冠状动脉管腔评价的情况下, 其诊断冠心病的准确性较高, 可满足冠心病的介入治疗筛选需要^[1-2]。但此方法存在缺陷, 如心率及呼吸波动造成图像阶段状伪影、管壁的钙化程度等因素影响冠状动脉的管腔狭窄程度的评估; 并且其仅能提供解剖信息, 对解剖结构改变所造成的心肌生理生理改变无法显示。PET 虽然反映心肌功能信息, 但对冠脉多支病变的诊断能力不足, 而冠脉 CTA 信息恰恰可以弥补这一不足。PET-CT 融合技术可以同时提供解剖及功能信息, 二者相互弥补, 取长补短, 大大提高了诊断冠心病的准确性^[3]。

1 PET-CT 在诊断冠心病中的临床价值

1.1 诊断冠心病

Kajander 等^[4]对 107 例冠心病患者进行 PET-CT (PET 显像剂为 ¹⁵O-H₂O), 其结果都与 CTA 进行比较, 结果发现, 单独 PET 和 CTA 阴性预测值均可达到 97%, 但单独 CTA 在评估血管狭窄严重度的阳性预测值为 81%, 而 PET-CT 可以将准确性提高到 98%。

PET-CT 通过 PET 心肌灌注显像和冠脉 CTA 实现了一站式(one-stop shop)检查, 使用一次无创性检查可对冠心病患者形态和功能进行综合评价, 为心血管疾病尤其是冠心病的诊断提供了新的手段和模式。王雪梅等^[5]对 25 例疑冠心病患者进行一站式腺苷负荷 ¹³NH₃ PET 心肌灌注显像和冠脉 CTA, 结果发现, 冠脉 CTA、PET 心肌灌注显像及冠脉 CTA+PET 心肌灌注显像诊断冠心病的灵敏度分别为 82.1%、87.5%及 93.8%; 特异度分别为 93.2%、88.9%及 100%; 准确率分别为 92.0%、88.0%及 96.0%, 表明冠脉 CTA+PET 心肌灌注显像诊断冠心病的灵敏度、特异度、准确率都高于单独冠脉 CTA 及 PET 心肌灌注显像。因此, PET-CT 不仅能够提供详细的心脏解剖结构及分子信息,

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2010.05.005

基金项目: 内蒙古科技厅应用技术与开发科研项目(09sfpet)

作者单位: 010050 呼和浩特, 内蒙古医学院附属医院核医学科 PET-CT 中心(张国建, 王雪梅), 心内科(刘艳阳)

通信作者: 张国建 (E-mail: z-g-j323@sohu.com)

而且使冠心病的早期诊断变得更加完善。

1.2 指导冠心病治疗方法选择与疗效监测

冠心病的治疗主要包括药物治疗、经皮冠状动脉成形术及冠脉旁路移植术。如何选择治疗方法,取决于冠心病的严重程度,包括狭窄的特点、斑块性质、冠脉生理学改变和心脏血流动力学等。临床应用研究表明,PET心肌灌注显像与冠脉CTA相结合,不仅可提高冠心病诊断的准确性,并提供患者预后及治疗决策的依据。

Namdar等^[6]研究发现,在冠心病的治疗决策上,PET-CT有很高的准确性,以有创的冠状动脉造影阳性且PET有心肌缺血为血运重建术的标准,PET-CT对冠心病治疗决策的准确率达97%。临床实践表明,冠脉CTA异常、PET心肌灌注显像也异常的,表明患者存在冠心病且心肌缺血,在治疗上适宜行冠状动脉血运重建术;冠脉CTA异常、PET心肌灌注显像正常(除外多支病变造成的假阴性)的,表明患者存在冠心病但未造成心肌缺血,治疗上可用药物;而冠脉CTA和PET心肌灌注显像均正常者,可以基本除外冠心病且不需要进行进一步的有创性检查;冠脉CTA正常而PET心肌灌注显像异常,则可能是心肌微血管功能障碍所致。研究表明,当PET心肌灌注显像显示存在心肌缺血的情况下,进行冠脉成形术或冠脉旁路移植术效果好;而对于PET心肌灌注显像未发现心肌缺血的患者,即使冠脉CTA可见广泛的冠脉粥样硬化(钙化及非钙化斑块),也可采取积极的药物治疗,而暂不需要介入或手术治疗^[7]。

1.3 评估冠状动脉斑块

动脉粥样硬化斑块由脂质核、纤维帽和炎性细胞组成。动脉粥样硬化斑块的性质主要取决于斑块内脂质的大小、成分、纤维的帽的厚度以及有无炎症反应等。

PET动脉粥样硬化斑块显像是通过标记动脉粥样硬化斑块的生化成分或炎性细胞显像,对不稳定性斑块进行探测,对评估预后具有重要的临床价值。“易损”斑块破裂并诱发血栓形成是发生急性冠状动脉综合征的关键机制,也是导致心脏事件发生和猝死的原因。很多急性冠脉综合征患者管腔狭窄<50%,说明斑块的性质对急性冠脉综合征有很高的预测价值。Rogers等^[8]研究表明,¹⁸F-FDG PET可以提供对急性冠脉综合征的斑块性质的检测。

多层螺旋CT的高分辨率成像可以诊断钙化斑块及非钙化斑块,其诊断钙化斑块的灵敏度为88%~95%、特异度为92%~94%,诊断非钙化斑块的灵敏度为53%~94%^[9]。但多层螺旋CT对于粥样硬化早期阶段敏感性较低,这是由于硬束伪影和钙化的部分容积效应,影响混合斑块的评价,同时多层螺旋CT有利于钙化部分的探测,往往阻碍了邻近钙化成分内非钙化成分的观察^[10]。将PET斑块显像与CT高分辨率显像相结合的PET-CT,能够衡量动脉粥样硬化结构和功能两方面的特征:¹⁸F-FDG PET反映活跃的斑块炎症,而CT检测到的斑块钙化程度通常反映疾病的发展阶段^[11]。这样,可以分辨斑块的性质。

1.4 评价心功能及判断预后

大量研究发现,50%以上左室功能受损患者有冠心病^[12]。因此,需要在评价心功能的同时判断有无冠心病。PET-CT在诊断冠心病的同时还能判断心肌存活,评价心室功能。当心功能受损时,尽管心输出量减低,但多层螺旋CT仍能获得高质量的冠状动脉造影图像,从而准确诊断冠状动脉有无狭窄及狭窄位置、范围及程度,而PET方面,心肌灌注显像结合心肌代谢显像不仅能鉴别功能障碍心肌的存活与否,还能通过门控技术获得心功能信息,心肌存活的范围能预测血运重建后左室功能恢复的情况。对心肌存活阶段合并严重功能不全者进行血运重建,心功能可明显改善。因此,有严重心功能不全患者行PET-CT不仅可以了解血管解剖变化、心肌组织活性,还能测定左室射血分数,评价局部心肌功能,对患者进行危险分层,为判断预后提供帮助,而且避免不必要的有创性检查。

2 PET-CT在冠心病领域应用的进展

2.1 心脏神经支配显像

随着心脏自主神经显像剂的开发,PET-CT心脏神经支配显像的临床研究日趋增多,在缺血性心脏病、心力衰竭、肥厚性心肌病、糖尿病及心律失常等疾病研究中取得了可喜成绩^[13-16]。通过放射性核素标记受体的相应配体或类似物,PET-CT能够实现心脏神经递质和受体显像,直视心脏神经末梢、突触间隙和突出后神经递质传导过程和显示心脏受体密度、亲和力和活性,进而能对心脏神经支配作用进行判断,为临床心血管疾病的早期诊断提

供客观依据。在各种心脏疾患(如急慢性心肌缺血、心肌梗死、心律失常、高血压、糖尿病、肥厚性心脏病及家族性自主神经功能异常等)情况下,心脏自主神经系统的改变发生于心脏出现明显结构和功能异常之前,且不能被常规的形态及功能检测方法观察到。因此,建立心脏自主神经系统改变的在体评价方法对疾病的早期诊断具有重要意义^[17-18]。

2.2 评价干细胞移植修复受损心肌

心肌梗死后应用干细胞移植修复、治疗已经成为研究的热点,而对于干细胞移植后的系统评估,需要活体示踪技术来提供细胞定位及定量的客观依据。PET-CT心肌灌注及代谢显像活体示踪移植干细胞动态变化的趋势已成为一个研究方向^[9]。研究证实,有存活心肌的节段,细胞移植后心肌细胞生长好,且功能恢复好;无存活心肌的节段,细胞移植后不能存活,心肌功能几乎不能恢复^[20]。

2.3 斑块显像研究进展

¹⁸F-FDG PET证实,动脉粥样硬化斑块病变部位对¹⁸F-FDG的摄取明显增高,定量显像可显示不稳定性斑块,有可能用来预测栓塞发生的概率。动物实验发现,破裂斑块处对¹⁸F-FDG有较高的摄取,可能是因为破裂斑块处于炎症活动期,有大量白细胞和巨噬细胞聚集,但是由于周围组织也具有很高的示踪剂摄取,导致靶本底值降低,影响显像效果^[21]。¹⁸F-FDG并非炎症特异示踪剂,平滑肌收缩、肿瘤、肉芽肿等非特异性摄取,以及非斑块相关摄取(如动脉炎)均可干扰斑块评估。因此,开发对斑块特异性的新示踪剂可能对斑块评估有重要意义。有研究认为,¹¹C-PK11195(一种外周苯二氮草受体显像剂)能够特异地和外周苯二氮草受体结合,而外周苯二氮草受体大量存在于在动脉粥样硬化的斑块中,因而采用¹¹C-PK11195可以对动脉粥样硬化软斑块进行PET,然后将PET斑块图像和CT高分辨率图像融合,从而可以早期、特异性诊断冠状动脉粥样硬化^[22]。

PET-CT作为一项无创性检查技术,其临床价值及潜能需进一步的研究及验证,比如新型显像剂的研发方面有广阔空间,其在冠心病临床应用的机遇与挑战并存;PET-CT也存在心脏检查辐射剂量较高、PET的空间分辨率(4~5mm)有限、由于患者移动和呼吸运动等原因造成CT与PET数据匹配误差而产生伪影等问题。我们相信,随着医学影像学

等各方面的进步,PET-CT在冠心病领域的应用将会越来越广泛,越来越完善、成熟。

参 考 文 献

- [1] Ehara M, Surmely JF, Kawai M, et al. Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography for detecting angiographically significant coronary artery stenosis in an unselected consecutive patient population: comparison with conventional invasive angiography. *Circ J*, 2006, 70(5): 564-571.
- [2] Escobar E, Weigold G, Fuisz A, et al. New imaging techniques for diagnosing coronary artery disease. *CMAJ*, 2006, 174(4): 487-495.
- [3] Dobrucki LW, Sinusas AJ. PET and SPECT in cardiovascular molecular imaging. *Nat Rev Cardiol*, 2010, 7(1): 38-47.
- [4] Kajander S, Joutsiniemi E, Saraste M, et al. Cardiac positron emission tomography/computed tomography imaging accurately detects anatomically and functionally significant coronary artery disease. *Circulation*, 2010, 122(6): 603-613.
- [5] 王雪梅, 郝林军, 林美福, 等. 腺苷负荷 ¹³NH₃ PET 心肌灌注显像结合冠状动脉 CTA 诊断冠心病. *中华核医学杂志*, 2008, 28(6): 365-368.
- [6] Namdar M, Hany TF, Koepfli P, et al. Integrated PET/CT for the assessment of coronary artery disease: A feasibility study. *J Nucl Med*, 2005, 46(6): 904-905.
- [7] Di Carli MF, Dorbala S. Integrated PET/CT for cardiac imaging. *Q J Nucl Med Mol Imaging*, 2006, 50(11): 44-52.
- [8] Rogers IS, Nasir K, Figueroa AL, et al. Feasibility of FDG imaging of the coronary arteries: comparison between acute coronary syndrome and stable angina. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2010, 3(4): 388-397.
- [9] 王照谦, 刘玉清. 多层螺旋 CT 在冠状动脉支架再狭窄诊断中的应用. *国际医学放射学杂志*, 2008, 31(1): 63-65.
- [10] Fayad ZA, Fuster V, Nikolaou K, et al. Computed tomography and magnetic resonance imaging for noninvasive coronary angiography and plaque imaging: current and potential future concepts. *Circulation*, 2002, 106(5): 2026-2034.
- [11] 冯婷婷, 赵全明. PET/CT 无创检测动脉粥样硬化斑块研究进展. *中国医学影像技术*, 2010, 26(5): 971-973.
- [12] Schwaiger M, Ziegler S, Nekolla SG, et al. PET/CT: challenge for nuclear cardiology. *J Nucl Med*, 2005, 46(10): 1664-1678.
- [13] Carrió I, Cowie MR, Yamazaki J, et al. Cardiac sympathetic imaging with MIBG in heart failure. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2010, 3(1): 92-100.
- [14] Flotats A, Carrió I. The role of nuclear medicine technique in evaluating electrophysiology in diabetic hearts especially with ¹²³I-MIBG cardiac SPECT imaging. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2010, 3(1): 64-70.
- [15] Bax JJ, Kraft O, Buxton AE, et al. ¹²³I-MIBG scintigraphy to predict inducibility of ventricular arrhythmias on cardiac electrophysiology testing: a prospective multicenter pilot study. *Circ Cardiovasc*

- Imaging, 2008, 1(2): 131-140.
- [16] Giubbini R, Milan E, Bertagna F. Clinical significance of iodine-123 metaiodobenzylguanidine cardiac imaging. J Am Coll Cardiol, 2009, 54(6): 575-576.
- [17] Mark I, Travin, MD. Cardiac neuronal imaging at the edge of clinical application. Cardiol Clin, 2009, 27 (2): 311-327.
- [18] 王雪梅, 何玉林, 王爽, 等. 心脏肾上腺能神经的 PET 显像. 国际放射医学核医学杂志, 2009, 33(1): 14-17.
- [19] Chen SL, Fang WW, Qian J, et al. Improvement of cardiac function after transplantation of autologous bone marrow mesenchymal stem cells in patients with acute myocardial infarction. Chin Med J (Engl), 2004, 117(10): 1443-1448
- [20] 郝林军, 王雪梅, 林羽, 等. PET/CT 评估犬顿抑心肌及冠脉移植骨髓干细胞对受损心肌的修复能力. 内蒙古医学院学报, 2008, 30(6): 132-136.
- [21] Tawakol A, Migrino RQ, Hoffmann U, et al. Noninvasive in vivo measurement of vascular inflammation with F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography. J Nucl Cardiol, 2005, 12(3): 294-301.
- [22] 田嘉禾, 刘长滨. PET/CT 和心血管系统. 田嘉禾. PET/PET/CT 诊断学. 北京: 化学工业出版社, 2007: 501-505.
- (收稿日期: 2010-04-23)

亲属活体肾供者肾小球滤过率与年龄的相关性及其临床意义

赵修义 邵亚辉 汪延明 张爱民 郝俊文 田军 孙奔 韩建奎

【摘要】 目的 探讨亲属活体肾供者肾小球滤过率(GFR)与年龄的相关性及其临床意义, 为活体肾供者的选择提供客观的依据。方法 161 名亲属活体肾供者按年龄分为 4 组: 第 1 组 20~29 岁(n=52), 第 2 组 30~39 岁(n=44), 第 3 组 40~49 岁(n=38), 第 4 组 ≥50 岁(n=27); 同时以 55 岁为界, 分为老年供肾组(>55 岁, n=24)和中青年供肾组(≤55 岁, n=137)。利用 ^{99m}Tc -二亚乙基三胺五乙酸肾动态显像法定量测量供肾者 GFR, 对比分析不同年龄组间 GFR 的特性。结果 亲属活体供肾者双肾 GFR 为 $(89.55 \pm 12.87) \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$, 不同年龄组 (1~4 组)GFR 分别为: $(88.27 \pm 12.29) \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ 、 $(91.85 \pm 14.51) \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ 、 $(89.25 \pm 11.26) \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ 和 $(88.24 \pm 13.20) \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$, 各组间 GFR 差异无统计学意义 ($F=2.09$, $P=0.10$); 老年供肾组与中青年供肾组 GFR 分别为 $(88.57 \pm 13.14) \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ 、 $(89.44 \pm 10.34) \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$, 两组间 GFR 差异无统计学意义 ($F=1.31$, $P=0.25$)。经相关性分析, 亲属供肾者 GFR 与年龄变化无明显相关性 ($r=-0.033$, $P=0.69$)。活体肾移植后供肾者均未发生严重并发症, 血清肌酐、血清尿素氮均于短期内恢复正常水平, 肝肾功能均正常。结论 亲属活体肾供者 GFR 与年龄变化无明显相关性, 对于指导活体供体的选择有重要意义。

【关键词】 肾移植; 肾小球滤过率; 活体供者; 核型家庭

Correlation and clinical significance between glomerular filtration rate and age in living-related kidney donors

ZHAO Xiu-yi*, SHAO Ya-hui, WANG Yan-ming, ZHANG Ai-min, HAO Jun-wen, TIAN Jun, SUN Ben, HAN Jian-kui.

(*Department of Nuclear Medicine, Jinan Military General Hospital, Jinan 250031, China)

【Abstract】 Objective To quantitatively investigate the effect of age on the glomerular filtration rate (GFR) in living-related kidney donors, to analyze the clinical value and the dependence of GFR on age and to

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2010.05.006

作者单位: 250031, 济南军区总医院核医学科(赵修义、邵亚辉、汪延明、田军、孙奔), 泌尿外科(张爱民、郝俊文); 250012, 济南, 山东大学齐鲁医院核医学科(韩建奎)

通信作者: 邵亚辉 (E-mail: zwzhaoy@sina.com)