

• 述评 •

核医学新技术助力心血管疾病的精准诊疗

方伟¹ 李剑明²

(1. 中国医学科学院阜外医院核医学科, 北京 100037; 2. 泰达国际心血管病医院核医学科, 天津 120000)

【摘要】放射性核素显像技术在心血管疾病的诊疗过程中发挥重要作用,具有功能影像学的独特优势。随着核素显像新技术的不断发展,定性诊断逐步向定量诊断转变;分子影像学的技术特征使诊断更为特异,应用范围不断拓展;多模态影像技术进一步提高了诊断效能。核素显像技术正在进入创新和发展的全新阶段,将会助力心血管疾病的精准诊疗,使更多的患者受益。

【关键词】放射性核素显像;心血管疾病;分子影像学

【DOI】10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2023.01.001

Innovative Technology in Nuclear Medicine Optimize Precise Diagnosis and Treatment for Cardiovascular Disease

FANG Wei¹, LI Jianming²

(1. Department of Nuclear Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences & Fuwai Hospital, Beijing 100037, China; 2. Department of Nuclear Medicine, TEDA International Cardiovascular Hospital, Tianjin 120000, China)

【Abstract】 Radionuclide imaging technology plays an important role in the diagnosis and treatment of cardiovascular disease, and has unique advantages in functional imaging. With the continuous development of innovative technology of radionuclide imaging, qualitative diagnosis has gradually changed to quantitative diagnosis. The technical characteristics of molecular imaging make the diagnosis more specific, and its application scope expands continuously. Multimodal imaging technology further improves the diagnostic efficiency. The radionuclide imaging technology is entering a new stage of innovation and development, which will help the precise diagnosis and treatment of cardiovascular disease and benefit more patients.

【Key words】 Radionuclide imaging; Cardiovascular disease; Molecular imaging

核医学的核素显像技术是现代医学影像学的重要组成部分,也是在不断发展和创新中,被称为“分子影像学”的前沿技术。本期刊载的六篇主题综述文章,分别概述了用于心血管疾病诊断的主要核素显像技术,包括:基本原理、技术特点、临床应用和研究进展,全面反映了核素显像新技术在心血管疾病的诊疗过程中所发挥的重要作用,主要体现在以下几个方面。

首先,核素显像技术不断创新,正在由定性诊断逐步发展为绝对定量诊断,从而更加充分地发挥了功能诊断的技术优势。

在慢性稳定性冠心病的诊疗路径中,以往再血管化治疗仅依靠冠状动脉造影的“解剖学”证据,而今普遍认为心肌血流的“功能学”证据是再血管化治疗必不可少的决策依据。在多数诊疗指南中,核素心肌灌注显像、超声心动图和心脏磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)等多种无创性功能影像学检

查获得广泛推荐,成为再血管化治疗的“守门人”^[1]。但上述功能影像学技术也存在局限性,以往仅能对心肌血流进行定性评价,难以提供量化指标,而量化指标对于精准的个体化治疗决策极为关键^[2]。冠状动脉CT、心脏MRI和超声心动图等都在进行冠状动脉血流定量方面的探索,但目前最成熟的还是基于核素心肌灌注显像的心肌血流定量技术。核素心肌血流定量的关键技术是实时的动态断层采集和精准的物理校正,以往只有正电子发射断层成像(positron emission tomography, PET)能实现,但价格过于昂贵,难以普及。随着单光子发射计算机断层成像(single photon emission computed tomography, SPECT)高效探测器和物理校正技术的创新,SPECT已完全能实现心肌血流的绝对定量,这一新技术的可行性和准确性已得到普遍认可,未来将会推广应用^[3]。另一方面,核素心肌血流定量技术测定的冠状动脉血流储备在冠状

动脉微血管病变方面的应用也充分体现了功能诊断的技术优势^[4],有效地解决了诊断技术缺乏的临床难题。

再者,核素显像的分子影像技术特征在心血管疾病的精准诊断中发挥了独特的作用。

分子影像的基本特征是选择对功能评价和疾病诊断具有重要意义的分子靶点,构建高度特异性结合的分子显像药物,以分子成像的手段准确地评价靶器官的功能变化,为疾病的诊断和治疗决策提供依据^[5]。目前临床应用的心肌代谢显像和心脏交感神经显像都具有分子影像的独特优势。心肌代谢显像利用葡萄糖类似物作为显像药物,通过心肌细胞葡萄糖代谢机制评价心肌活力,从而评估治疗后心功能的恢复,为冠状动脉血运重建提供重要的决策依据。由于其精确的分子成像机制,因此被认为是检测存活心肌的“金标准”。心脏交感神经显像以神经递质去甲肾上腺素类似物作为显像药物,通过神经递质的生物分布和代谢机制评价心肌的交感神经支配功能状态,是目前唯一能进行心脏神经支配功能评价的影像学技术。由于心脏交感神经支配的改变往往早于结构和其他功能的改变,更有利于心力衰竭等疾病的早期诊断、治疗选择和预后评估。

新型分子显像药物的不断创新使核素显像方法更加多样化^[6]。近年来,随着心血管疾病中重要分子靶点和分子机制的不断揭示,为核素分子显像的发展提供了广阔的空间。这一领域的研究极为活跃,近期报道了不少具有临床应用前景的分子显像药物,如:以线粒体外膜转运蛋白为显像靶点的¹⁸F-FEDAC,用于评价心肌细胞线粒体功能的变化;以趋化因子受体 4 为显像靶点的⁶⁸Ga-pentixafor,用于心肌炎症损伤的检测;以成纤维细胞活化蛋白为显像靶点的⁶⁸Ga-FAPI,用以早期发现心肌纤维化过程;以心肌淀粉样变性中的微钙化为靶点的^{99m}Tc-PYP,用于鉴别甲状腺素蛋白相关心脏淀粉样变性等,分子显像技术的优势使心血管疾病的诊断能进一步深入到分子机制水平,诊断信息将更为丰富细致,同时未来也能为心血管疾病的分子靶向治疗提供有针对性的疗效评价技术。

再者,核素显像与其他影像学技术的融合进一步提升了精准诊断的能力。

近年来,新型核素显像设备的进展,如: SPECT-CT、PET-CT 和 PET-MRI 等,充分体现了多模态影像学的发展趋势,并且已付诸于临床实践,更为高效的“一站式”影像学诊断是目前临床的实际需求。结构与功

能相结合以及功能与功能相结合都将使影像学诊断技术发挥出倍增效应^[7]。如:在冠状动脉血流的功能学评价中,冠状动脉 CT 测定的血流储备分数与核素显像测定的冠状动脉血流储备相结合,可全面地评价冠状动脉大血管和微血管病变;在心肌活性的评价中,核素显像鉴别的冬眠心肌与心脏 MRI 鉴别的梗死心肌相结合,有助于更加准确地预测血运重建后心功能的恢复和预后的改善;核素显像显示的心肌纤维化形成的活跃程度与心脏 MRI 发现的已形成的纤维化瘢痕相结合,可更加全面地评估心肌纤维化的严重程度和发展趋势。多种影像学的融合将为心血管疾病的精准诊疗开辟更为广阔的发展空间。

综上所述,核素显像具有独特的技术特点和技术优势,在心血管疾病的精准诊断和治疗中发挥着不可替代的作用,同时也拥有巨大的发展潜力和值得期待的发展前景。但目前国内心脏核素显像的临床应用与欧美国家相比还存在较大的差距。美国每年心脏核素显像的检查数量在 800 万例以上,而中国为 10 万例左右。近年来,核医学学科发展越来越受到重视,放射性药物供应、核医学学科基础设施建设以及从业人员培训等客观的制约因素正在得到较快的改善。另一方面,核医学与心内科、心外科及其他影像专业的多学科交流与合作不断加强,也是推动核医学技术发展和拓展临床应用所必不可少的。目前,核医学技术已进入不断创新和快速发展的全新阶段,相信未来将会在心血管疾病的精准诊疗中发挥出越来越重要的作用。

参考文献

- [1] 中华医学会核医学分会,中华医学会心血管病学分会.核素心肌显像临床应用指南(2018)[J].中华心血管病杂志,2019,47(7):519-527.
- [2] Slomka PJ,Moody JB,Miller RJH,et al. Quantitative clinical nuclear cardiology, part 2: evolving/emerging applications[J]. J Nucl Med,2021,62(2):168-176.
- [3] Fang W,Hsu B. Myocardial blood flow quantitation with the SPECT technique: where do we stand? [J]. J Nucl Cardiol,2022,29(2):630-632.
- [4] 中华医学会心血管病学分会基础研究学组,中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组,中华医学会心血管病学分会女性心脏健康学组,等.冠状动脉微血管疾病诊断和治疗的中国专家共识[J].中国循环杂志,2017,32(5):421-430.
- [5] Shaw SY. Molecular imaging in cardiovascular disease: targets and opportunities [J]. Nat Rev Cardiol,2009,6(9):569-579.
- [6] Stendahl JC,Kwan JM,Pucar D,et al. Radiotracers to address unmet clinical needs in cardiovascular imaging, part 2: inflammation, fibrosis, thrombosis, calcification, and amyloidosis imaging[J]. J Nucl Med,2022,63(7):986-994.
- [7] Rischpler C,Siebmair J,Kessler L,et al. Cardiac PET/MRI: current clinical status and future perspectives[J]. Semin Nucl Med,2020,50(3):260-269.

收稿日期:2022-09-26