

与临床精准诊断需求相适应的心血管核医学发展方向

Future directions in nuclear cardiology compatible to precision diagnostics

Fang Wei

引用本文:

方纬. 与临床精准诊断需求相适应的心血管核医学发展方向[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2024, 48(1): 1-4. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202308011-00380

Fang Wei. Future directions in nuclear cardiology compatible to precision diagnostics[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2024, 48(1): 1-4. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202308011-00380

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202308011-00380>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

PET/MR在心血管疾病中的应用进展

Progress in the application of PET/MR in diagnosing cardiovascular diseases

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(7): 447-452 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201904034-00047>

核医学影像技术在烟雾病研究中的应用进展

The application progress in the study of moyamoya disease by nuclear medical imaging technology

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(2): 105-108 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2020.02.006>

放射性核素显像在帕金森病鉴别诊断中的应用

Application of radionuclide imaging on differential diagnosis of Parkinson disease

国际放射医学核医学杂志. 2017, 41(2): 132-136 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2017.02.010>

全国核医学现状与发展趋势研究分析

Current situation and development trend of nuclear medicine in China

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(2): 92-98 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2020.02.004>

放射性核素显像探针在细胞凋亡中的研究进展

Research progress of radionuclide imaging probes in apoptosis

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(6): 559-564, 576 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.06.015>

核医学诊疗中患者内照射的研究进展

Internal irradiation of patients in the diagnosis and treatment of nuclear medicine

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(8): 539-544 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202007033-00087>

·述评·

与临床精准诊断需求相适应的心血管核医学发展方向

方纬

中国医学科学院阜外医院核医学科, 北京 100037

通信作者: 方纬, Email: nuclearfw@126.com

【摘要】 心血管核素显像是心血管疾病诊疗中不可替代的诊断技术, 其临床需求不断增长, 但同时也面临着临床对于精准诊断的更高要求。目前临床常用的核素心肌灌注显像和心肌代谢显像需要进一步实现技术的更新发展以及更为合理的临床应用, 从而在诊疗路径中发挥更为重要的作用。同时, 更多的核素显像新技术将会不断被完善, 实现临床转化, 满足临床精准诊疗的迫切需求, 进一步推动心血管核医学的发展。

【关键词】 心血管疾病; 放射性核素显像; 心脏核医学

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202308011-00380](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202308011-00380)

Future directions in nuclear cardiology compatible to precision diagnostics

Fang Wei

Department of Nuclear Medicine, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100037, China

Corresponding author: Fang Wei, Email: nuclearfw@126.com

【Abstract】 Cardiovascular radionuclide imaging is an irreplaceable technique for the diagnosis and management of cardiovascular diseases. With the increasing clinical needs, radionuclide imaging technique is facing higher requirements for precision diagnostics. To play a more important role, further updated technology and more reasonable clinical usage are needed for the commonly used radionuclide myocardial perfusion imaging and myocardial metabolic imaging. Meanwhile, more and more novel radionuclide imaging techniques are translating from clinical trials to daily practice to fulfill the needs of precision diagnostics and promote the development of nuclear cardiology.

【Key words】 Cardiovascular disease; Radionuclide imaging; Nuclear cardiology

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202308011-00380](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202308011-00380)

核素显像是心血管疾病诊疗应用的重要的影像技术之一, 其在功能评价方面的优势使之成为心血管病诊疗路径中不可替代的诊断技术。尽管由于多方面的原因, 目前我国实际进行心血管核素显像检查的患者数量还远低于欧美发达国家, 但随着我国核医学的发展, 以及临床医师对于核医学技术优势认识的不断加深, 近年来临床对心血管核素显像的需求正在不断增长, 未来将有巨大的发展空间。另一方面, 心血管诊疗新技术发展迅速, 对精准诊断的需求更加迫切, 在对功能性影像学更倚重的同时, 也提出了更高的技术要求。包括核素显像在内的功能性影像学的发展必须与之相适应, 不断迭代

升级, 实现新技术的转化应用, 从而满足临床需求。

目前, 我国应用最多的心血管核素显像技术仍然是心肌灌注显像 (myocardial perfusion imaging, MPI), 主要是用于冠心病心肌缺血的诊断, 从而指导治疗和评估疗效。冠心病是我国最常见、多发的心血管疾病之一, 根据《中国心血管健康与疾病报告 2022》统计, 我国城市居民冠心病病死率为 126.91/10 万, 农村为 135.88/10 万, 近十几年来仍在持续上升^[1]。发展更精准的诊断技术, 建立更优化的诊疗路径, 仍然是目前冠心病诊疗领域所面临的突出问题。近年来, 冠心病介入治疗在适应证的选择上有了明显的转变, 不再仅仅依赖于冠脉造影

提示的解剖结构的血管狭窄程度，而越来越重视心肌血流功能定量指标的变化。近年发布的国内外冠心病诊疗指南都明确指出了充分的心肌缺血证据对于介入治疗选择的决定性意义^[2-3]。但对于治疗决策而言，仅仅定性诊断心肌缺血已不能满足临床需要，更为精准的心肌血流定量指标已必不可少。《新英格兰医学杂志》^[4]和《美国心脏杂志》^[5]发表的几项重要的临床研究都推荐将血流储备分数（fractional flow reserve, FFR）作为介入治疗选择的量化指标，并逐渐被临床指南所接受。但是，由于FFR测定是有创的方法，因此，无创性的基于MPI的心肌血流定量技术越来越受到重视，传统的核素MPI从定性诊断向定量诊断的转变已成为临床的必然要求。

相对于其他无创性影像技术，核素MPI在心肌血流定量方面的应用更加成熟，利用PET测定心肌血流量和冠脉血流储备被公认是最为准确的方法，但由于PET显像药物制备成本较高，因此难以普及推广。SPECT心肌血流定量技术近年来取得重大进展，动态采集技术和物理校正技术的完善是SPECT心肌血流定量得以实现的关键，国内还研发了SPECT心肌血流定量分析软件MyoflowQ，并已经上市，进一步推动了这一新技术的应用和推广。国内外近期的临床研究已证实了SPECT心肌血流定量技术在心肌缺血诊断的灵敏度方面明显优于传统的MPI定性诊断技术，主要的优势在于克服了冠脉多支病变“均衡性缺血”造成的假阴性，以及提高了临界狭窄病变轻度缺血的诊断准确率^[6]；同时，SPECT测定的心肌血流量和冠脉血流储备绝对值与PET的测定值相比差异无统计学意义^[7]。

但是，目前SPECT心肌血流定量检测仍然存在着技术“瓶颈”。一方面是显像药物仍不理想，目前临床应用的仍然是上世纪90年代国内的仿制药物⁹⁹Tc^m-MIBI，以及在国外已应用长达25年之久，近期才进入中国市场的⁹⁹Tc^m-tetrofosmin。这两种药物虽然有较稳定的心肌摄取，能够形成较清晰的心肌血流图像，但由于心肌对药物的首次摄取率相对较低，导致心肌摄取与心肌血流量仅在十分有限的范围内呈线性相关，从而必须进行复杂的校正才能相对准确地测定实际心肌血流量。但是，由于系统误差在校正过程中会被放大，所以对测量准确率的要求很高；因此，另一方面，SPECT显像设

备的灵敏度也相应地需要进一步提高。未来适应临床需求的SPECT心肌血流定量技术的主要发展方向将是具有较高心肌首次摄取率，心肌摄取与心肌血流量呈现更好的线性关系，且心肌内药物分布在较长的时间内保持稳定的新型显像药物，以及配备高灵敏度探测器的适于动态采集的新型显像设备。从目前国内的最新研究看，在新型显像药物和显像设备两方面都可望取得较大进展，这将使我国在这一核医学领域实现技术突破。

在临床应用方面，由于SPECT心肌血流定量技术能够检测冠脉血流储备，因此普遍认为对于心肌缺血伴非阻塞性冠脉疾病的诊断具有独特的价值，国内不少研究初步探讨了这方面的技术优势，但目前还缺乏高级别的临床研究证据，特别是与有创性“金标准”的直接对比研究。另一方面，对于缺血伴非阻塞性冠脉疾病的研究基本上集中在冠脉微血管功能障碍，而对于冠脉血管痉挛的诊断研究极少，结合乙酰胆碱试验或冷加压试验的SPECT MPI及心肌血流定量也将是未来重要的应用方向。

另一项常用的心血管核素显像技术是¹⁸F-FDG PET心肌代谢显像，主要用于冠心病心功能不全患者心肌活力的检测，特别是冬眠心肌的检测。一般认为，如果患者存在一定数量的冬眠心肌，接受心脏搭桥手术进行充分的血运重建后，冬眠心肌的功能有可能恢复，心功能可能得到改善；而如果冬眠心肌较少，以梗死心肌为主，即使接受搭桥手术，心功能也难以恢复，而患者还要承担手术风险，得不偿失。因此，¹⁸F-FDG PET心肌代谢显像对于血运重建治疗的决策有重要的意义。多项前瞻性队列研究证实了¹⁸F-FDG PET检测冬眠心肌对于预测血运重建后心室功能恢复以及预后改善的临床价值^[8]，在以往的临床指南中都进行了I类推荐^[9]。但近期的两项大规模随机对照研究PARR2（PET及冠脉再生血管化治疗后恢复的研究）和STICH（缺血性心力衰竭外科治疗的研究）的结果却有所不同^[10-11]。两项研究均没有发现通过心肌活力的检测能够使患者长期预后获益，这一结果也导致了国外指南推荐等级的下调^[12]。如何看待上述研究结果产生的原因呢？虽然有所争议，但也逐步形成较为一致的看法，一方面，尽管PARR2和STICH两项研究影响较大，但同时也都存在着明显的局限性。PARR2研究中并不是所有的患者都按照¹⁸F-FDG PET的结

果指导治疗,而STICH研究中心肌活力的检测没有使用 ^{18}F -FDG PET,而是使用准确率相对较低的SPECT或超声心动图,这些都可能对结果产生显著的影响。另一方面,对于冠心病心功能不全患者,影响预后的因素也较为复杂,除冬眠心肌之外的其他因素,如心肌缺血和心肌梗死的范围、心室重构的程度、肾功能不全等,都有可能对预后产生影响。因此,还需要更多更严谨的临床研究证据,进一步阐明心肌活力检测的临床价值。未来的研究可能结合其他影像技术,如心脏MRI对心肌瘢痕的评估等, ^{18}F -FDG PET在心肌活力检测方面的优势才可能充分地发挥出来,才能建立更为优化的诊疗路径,使治疗决策更加精准。

此外,还有一些心血管核素显像技术已经初步开始应用于临床,如心脏神经显像、心肌淀粉样变显像、动脉斑块显像、心脏结节病显像等,进一步拓展了心血管核素显像的应用领域,显示了较好的应用前景。但作为新技术仍然需要进一步适应临床需求,提高技术的实用性。在未来的研究方向上,还需要解决以下问题。一是需要进一步阐明显像原理与疾病诊断和评估的关系,从而更好地确定显像的适应证和临床意义。虽然核素显像药物及显像原理通常针对特异性的靶点,但显像靶点在疾病的发生发展过程中的临床意义是否具有特异性,还需要更多的研究进一步阐明,如心脏神经显像显示的心脏交感神经支配功能的变化, ^{18}F -NaF动脉斑块显像显示的微钙化等,其最理想的临床应用仍在不断深入探讨中。二是需要建立更合理的定量化的评价指标,如对于 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -焦磷酸盐心肌淀粉样变显像和心脏神经显像,目前诊断都是基于平面显像的半定量指标,断层显像能够明显提高诊断的准确率,但需要建立新的断层显像定量指标作为诊断依据。三是需要提高显像技术的实用性,建立简便高效的检查方法,特别是应用制备简便、成本低廉的显像药物,如心脏神经显像常用的显像药物 ^{123}I -间碘苄胍和 ^{11}C -羟基麻黄碱均制备困难,难以普及应用,需要研发更为实用的新型显像药物。针对上述问题,这些核素显像新技术还需要不断地优化,建立更为完善的技术规范,同时要开展有针对性的临床研究,确定其在诊疗路径中的作用。

综上所述,核素MPI和心肌代谢显像仍将是最常用的心血管核素显像技术,今后需要紧密适应

临床精准诊疗的更高要求,实现技术的更新发展以及更为合理的临床应用,在诊疗路径中继续发挥不可替代的作用。同时,更多的核素显像新技术将会应用于心血管疾病的诊断和治疗,经过不断实践和完善,最终实现临床转化,推动心血管核医学的发展,使更多患者受益。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] 国家心血管病中心. 中国心血管健康与疾病报告 2022 [M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2023. National Center for Cardiovascular Diseases. Annual report on cardiovascular health and diseases in China (2022) [M]. Beijing: Peking Union Medical College Press, 2023.
- [2] Knuuti J, Wijns W, Saraste A, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes [J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(3): 407-477. DOI: [10.1093/eurheartj/ehz425](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz425).
- [3] 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动脉粥样硬化与冠心病学组, 中国医师协会心血管内科医师分会血栓防治专业委员会, 等. 稳定性冠心病诊断与治疗指南 [J]. *中华心血管病杂志*, 2018, 46(9): 680-694. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.09.004](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.09.004). Section of Interventional Cardiology of Chinese Society of Cardiology, Section of Atherosclerosis and Coronary Artery Disease of Chinese Society of Cardiology, Specialty Committee on Prevention and Treatment of Thrombosis of Chinese College of Cardiovascular Physicians, et al. Guideline on the diagnosis and treatment of stable coronary artery disease [J]. *Chin J Cardiol*, 2018, 46(9): 680-694. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.09.004](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.09.004).
- [4] Tonino PAL, De Bruyne B, Pijls NHJ, et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention [J]. *N Engl J Med*, 2009, 360(3): 213-224. DOI: [10.1056/NEJMoa0807611](https://doi.org/10.1056/NEJMoa0807611).
- [5] Berry C, Layland J, Sood A, et al. Fractional flow reserve versus angiography in guiding management to optimize outcomes in non-ST-elevation myocardial infarction (FAMOUS-NSTEMI): rationale and design of a randomized controlled clinical trial [J]. *Am Heart J*, 2013, 166(4): 662-668.e3. DOI: [10.1016/j.ahj.2013.07.011](https://doi.org/10.1016/j.ahj.2013.07.011).
- [6] Sun RX, Ma RZ, Wang M, et al. Prognostic value of myocardial flow reserve derived by quantitative SPECT for patients with intermediate coronary stenoses [J]. *J Nucl Cardiol*, 2023, 30(4): 1427-1436. DOI: [10.1007/s12350-022-03186-z](https://doi.org/10.1007/s12350-022-03186-z).
- [7] Agostini D, Roule V, Nganoa C, et al. First validation of

myocardial flow reserve assessed by dynamic ^{99m}Tc-sestamibi CZT-SPECT camera: head to head comparison with ¹⁵O-water PET and fractional flow reserve in patients with suspected coronary artery disease. The WATERDAY study[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2018, 45(7): 1079-1090. DOI: 10.1007/s00259-018-3958-7.

[8] Namdar M, Rager O, Priamo J, et al. Prognostic value of revascularising viable myocardium in elderly patients with stable coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a PET/CT study[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2018, 34(10): 1673-1678. DOI: 10.1007/s10554-018-1380-7.

[9] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2019.07.003.

Society of Nuclear Medicine of Chinese Medical Association, Society of Cardiology of Chinese Medical Association. Guideline for the clinical use of myocardial radionuclide

imaging (2018)[J]. *Chin J Cardiol*, 2019, 47(7): 519-527. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2019.07.003.

[10] Abraham A, Nichol G, Williams KA, et al. ¹⁸F-FDG PET imaging of myocardial viability in an experienced center with access to ¹⁸F-FDG and integration with clinical management teams: the Ottawa-FIVE substudy of the PARR 2 trial[J]. *J Nucl Med*, 2010, 51(4): 567-574. DOI: 10.2967/jnumed.109.065938.

[11] Panza JA, Ellis AM, Al-Khalidi HR, et al. Myocardial viability and long-term outcomes in ischemic cardiomyopathy[J]. *N Engl J Med*, 2019, 381(8): 739-748. DOI: 10.1056/NEJMoa1807365.

[12] Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC[J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(27): 2129-2200. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw128.

(收稿日期: 2023-08-14)

《国际放射医学核医学杂志》第六届编辑委员会成员名单

| | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------|----------------|--------|--------|-----|--------------------|-----|-----|-----|-----|--|
| 顾问 | 柴之芳 | 程天民 | 樊飞跃 | 刘昌孝 | 潘自强 | 詹启敏 | 张永学 | | | | |
| 总编辑 | 樊赛军 | | | | | | | | | | |
| 副总编辑 | 黄钢 | 李宝生 | 李方 | 李思进 | 李亚明 | 刘强 | 孙全富 | 谭建 | 王军平 | 王铁 | |
| | 赵军 | | | | | | | | | | |
| 编辑委员 | (含总编辑、副总编辑) | | | | | | | | | | |
| | 蔡露(美国) | 陈明 | 陈文新 | 陈跃 | 程震 | 邓大平 | 董秀玥 | 樊赛军 | 樊卫 | | |
| | 方纬 | 冯彦林 | 傅志超 | 高再荣 | 顾永清 | 官键 | 韩星敏 | 何玲 | 贺小红 | 胡步荣 | |
| | 黄钢 | 贾强 | 姜炜 | 金顺子 | 鞠永健 | 兰晓莉 | 李宝生 | 李彪 | 李方 | 李剑明 | |
| | 李洁清 | 李林 | 李林法 | 李思进 | 李险峰 | 李小东 | 李亚明 | 李幼忱 | 梁琰 | 林岩松 | |
| | 刘鉴峰 | 刘建军 | 刘建香 | 刘强 | 刘兴党 | 刘玉龙 | 龙鼎新 | 吕玉民 | 吕中伟 | 马云川 | |
| | 缪蔚冰 | 邵春林 | 沈婕 | 沈强(美国) | 石峰 | 石洪成 | 宋娜玲 | 宋少莉 | 孙全富 | | |
| | 谭建 | 唐亚梅 | 王冰(日本) | 王春祥 | 王凡 | 王海潮(美国) | 王辉 | 王军平 | | | |
| | 王平 | 王全师 | 王铁 | 王雪梅 | 王跃涛 | 王云华 | 王振光 | 吴华 | 吴李君 | 武志芳 | |
| | 肖国有 | 徐白萱 | 徐浩 | 徐文贵 | 徐志勇 | 阎紫宸(中国台湾) | | 杨国仁 | 杨辉 | | |
| | 杨吉刚 | 杨卫东 | 杨志 | 姚稚明 | 于丽娟 | 查金顺 | 章英剑 | 章真 | 张宏 | 张锦明 | |
| | 张舒羽 | 张遵城 | 赵长久 | 赵晋华 | 赵军 | 赵路军 | 赵新明 | 郑飞波 | 周美娟 | 周平坤 | |
| | 周宗玫 | 朱朝晖 | 朱茂祥 | 朱小华 | 左长京 | Hiroshi Toyama(日本) | | | | | |
| | Hongming Zhuang(美国) | Li shuren(奥地利) | | | | | | | | | |
| 通讯编委 | 边艳珠 | 卜丽红 | 陈薇 | 陈志军 | 程兵 | 程祝忠 | 戴东 | 邓智勇 | 董华 | 董孟杰 | |
| | 段东 | 冯学民 | 傅鹏 | 付鹏 | 付巍 | 管樑 | 何玉林 | 何之彦 | 黄建敏 | 黄琦 | |
| | 霍力 | 金刚 | 康飞 | 李百龙 | 李贵平 | 李素平 | 李昕 | 梁婷 | 林端瑜 | 林志春 | |
| | 刘斌 | 刘雪辉 | 龙再颖 | 卢洁 | 陆克义 | 罗全勇 | 马超 | 孟召伟 | 穆晓峰 | 农天雷 | |
| | 秦永德 | 史文杰 | 宋其韬 | 苏新辉 | 孙凯 | 谭丽玲 | 王攀 | 王任飞 | 王伟 | 王雪鹃 | |
| | 王玉君 | 王治国 | 韦智晓 | 吴彩兰 | 吴巍 | 夏伟 | 徐荣 | 徐文清 | 徐颖 | 杨爱民 | |
| | 杨忠毅 | 姚树展 | 尹雅芙 | 于海鹏 | 余飞 | 袁耿彪 | 袁建伟 | 岳殿超 | 章斌 | 张春银 | |
| | 张金赫 | 张金山 | 张凯秀 | 张一帆 | 张照辉 | 赵倩 | 郑红宾 | 朱高红 | 朱国英 | 朱玉春 | |
| | 周友俊 | 邹仲敏 | 左传涛 | | | | | | | | |

(以上按姓氏汉语拼音排序)