

拟推荐 2024 年中华医学科技奖候选项目/候选人
公示内容

推荐奖种	医学科学技术奖（非基础医学类）
项目名称	多模态心血管核医学影像在心肌病中的关键技术创新体系建立及应用
推荐单位 /科学家	中华医学会北京分会秘书处
推荐意见	该项目经过近 10 年的基础研究和临床应用，针对心肌病诊治遇到的临床问题，创新性的建立多模态心血管核医学影像方法，对心肌病病因诊断、疗效观察和危险度分层进行应用研究和探索，填补我国心脏核医学临床应用和研究空白。另外，在国际上率先使用核医学纤维化显像对心肌病进行危险度分层，率先使用核医学显像方法研究酒精性心肌病心功能损伤，该部分研究达到国际领先水平。 项目实施过程中，建立放射性药物研发-心脏影像定量分析-临床的研究链条与转化平台，促进新型分子探针的研发及心脏相关核医学影像处理与定量计算等基础研究。建立基于国家核医学专业质控中心的高质量新技术推广平台，心脏淀粉样病变的核医学检查与诊断新技术已在全国近 30 个省 100 余家单位推广使用，为相关疾病的治疗开展、医保纳入及学科发展起到了至关重要的作用。 申请分子探针专利 18 项，其中国际专利 10 项，转化 4 项；设计并研制了国产首台双探头可变角单光子设备，已在全国 13 家单位装机；开发单光子与 PET 显像的心肌图像分析软件 6 项，发表高水平文章 88 篇。参与制定指南 3 项，创新核药多中心临床试验 6 项，获批多个国家与省部级基金支持，获国家与省部级奖项 4 项，培养医工结合人才 20 余名等。 我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合填写要求，已对该项目推荐情况进行了公示，无异议。
项目简介	心血管疾病是人类的头号杀手，冠心病、高血压导致的脑血管意外及心衰是导致死亡的主要原因。心衰患者中心肌病占比高，防治方法未能像冠心病和高血压一样取得长足的进步，这与心肌病病因复杂，有效治疗少，诊断依靠心肌活检有关。核医学影像可以无创特异反映心肌病病理特点，进行早期诊断，在心肌病进展到心衰阶段时，可以反映导致心衰进展的炎症和纤维化病理过程，为开发心衰患者全新治疗方法提供证据支持，迅速成为全球研究热点。但在我国对于心肌病的研究尚处于空白，为填补空白，本课题组在多项国家自然科学基金的支持下，解决了三个关键技术：1）靶向心肌病关键靶点分子探针开发；2）核医学影像设备及相关图像分析软件的研发；3）基于核医学影像的心肌病精准诊疗方法。 （一）开发靶向心肌病关键靶点核医学分子探针 针对心肌病的关键病理表征，研发新型分子探针，建立分子探针-病理间关系，为临床无创、可视、量化评估心肌病提供了基础，确立了靶向心肌炎症和纤维化的分子探针在心肌病精准诊疗中的重要价值。 （二）核医学影像设备及相关图像分析软件的研发 完成心肌血流定量算法原型开发，实现 SPECT 图像和 PET 图像的心血池感兴趣区的自动勾画、高精度动力学模型函数拟合以及心肌血流量的计算，可根据标准化处理后的动态心肌采样数据完成血流定量和分区。其中，心肌血流量和心肌血流储备分数与国外商业软件的结果具有高一致性，为临床定量评估心肌中病理变化奠定了基础。 （三）建立基于核医学影像的心肌病精准诊疗方法。 先后使用 8 种分子探针，3 种核医学影像方法，建立了 10 余种心肌病的研究队列，探索了酒精性

	心病心肌耗氧量测定、心脏淀粉样病变诊断与危险度分层、无创可视化诊断心衰患者炎症及纤维化等新方法，有望取代心肌活检这一有创操作来实现心肌病的精准诊疗。 上述的关键技术已发表在国内外顶级期刊上，并受到美国心脏病协会主席高度评价。同时，为尽快将该技术应用于心脏病患者的诊疗中，实现提高患者生存质量、延缓疾病进展、挽救患者生命的目标，申请团队基于国家核医学专业质控中心建立了国家级新技术推广应用平台，已在全国近30个省百余家单位推广多模态心血管核医学影像在心肌病中的关键技术，为相关疾病的治疗开展、医保纳入及学科发展起到了至关重要的作用。 申请团队共申请分子探针专利18项，其中国际专利10项，转化4项；设计并研制了国产首台双探头可变角单光子设备，已在全国13家单位装机；开发单光子与PET显像的心肌图像分析软件6项，发表高水平文章88篇。参与制定指南3项，创新核药多中心临床试验6项，获批多个国家与省部级基金支持，获国家与省部级奖项4项，培养医工结合人才20余名等。本团队由北京协和医院、北京大学、清华大学及北京理工大学组成，以临床应用为导向，建立了心肌病相关多模态核医学影像医工结合团队，并形成关键技术创新、应用和推广的体系。
--	--

代表性论文目录

序号	论文名称	刊名	年,卷(期)及页码	影响因子	全部作者(国内作者须填写中文姓名)	通讯作者(含共同,国内作者须填写中文姓名)	检索数据库	他引总次数	通讯作者单位是否含国外单位
1	PET Imaging Facilitates Antibody Screening for Synergistic Radioimmunotherapy with A 177Lu-Labeled αPD-L1 Antibody	Theranostics	2021, 11(1):304-315.	12.4	任静芸, 徐梦欣, 陈俊艺, 丁洁, 王佩佩, 霍力, 李方, 刘志博	霍力, 李方, 刘志博	ISI Web of Science	16	否
2	Imaging of cardiac fibroblast activation in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension	European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging	2022, 49(4):1211-1222. (Epub 2021 Oct 15)	9.1	陈碧希, 邢海群, 龚娟妮, 郭晓娟, 席笑迎, 杨媛华, 霍力, 杨敏福	杨敏福	ISI Web of Science	16	否
3	Fatty acid-conjugated radiopharmaceuticals for fibroblast activation protein-targeted radiotherapy	European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging	2022, 49(6):1985-1996(Epub 2021 Nov 8)	9.1	张璞, 徐梦欣, 丁洁, 陈俊艺, 张太平, 霍力, 刘志博	霍力, 刘志博	ISI Web of Science	25	否
4	Myocardial tissue and metabolism characterization in men with alcohol	Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance	2020, 22(1):23	6.4	刘帅, 林雪, 石希敏, 方理刚, 霍力, 尚斐, Juhani Knuuti, 韩春雷, 毋晓萌	霍力, 赵锡海	ISI Web of Science	6	否

	consumption by cardiovascular magnetic resonance and ¹¹ C-acetate PET/CT				郭瑞,丁海艳,张润华,端慧敏,丁洁,邢海群,赵锡海				
5	Immune checkpoint inhibitor-associated cardiotoxicity detected by ⁶⁸ Ga-DOTATATE PET/CT and ⁶⁸ Ga-FAPI PET/CT	European Heart Journal-Cardiovascular Imaging	2022, 23(3): e123. (Epub 2021 Oct 13)	6.3	牛娜, 霍力, 张抒扬, 刘颖娴, 李翔	霍力, 李翔	ISI Web of Science	9	是
6	Assessment of cardiac amyloidosis with ^{99m} Tc-pyrophosphate (PYP) quantitative SPECT	EJNMMI physics	2021, 8(1):3	4.0	任超, 任静芸, 田庄, 杜延荣, 郝志鑫, 张宗耀, 方纬, 李方, 张抒扬, 许百灵, 霍力	许百灵, 霍力	ISI Web of Science	21	是
7	Cardiac fibroblast activation in dilated cardiomyopathy detected by positron emission tomography	Journal of Nuclear Cardiology	2022, 29(2):881-884. (Epub 2020 Aug 16)	2.4	石希敏, 林雪, 霍力, 李翔	霍力	ISI Web of Science	12	否
8	Characterization of myocardial oxidative metabolism and myocardial external efficiency in high-risk alcohol cardiotoxicity and alcoholic cardiomyopathy via dynamic ¹¹ C-Acetate positron emission tomography	Journal of Nuclear Cardiology	2022, 29(1):278-288. (Epub 2020 Jun 18)	2.4	石希敏, 刘帅, 林雪, 赵锡海, 方理刚, 丁洁, 党永红, 邢海群, 韩春雷, 董成岩, 许百灵, 方纬, 李方, 霍力	霍力	ISI Web of Science	5	否
9	基于无监督深度学习的心脏 PET/CT 和 MRI	中国医学影像学杂志	2021, 29(11):1158-1164	1.447	毋晓萌, 刘帅, 霍力, 赵锡海, 尚斐	尚斐	中国知识资源	6	否

	图像配准						总库		
10	Comparison among Reconstruction Algorithms for Quantitative Analysis of 11C-Acetate Cardiac PET Imaging	Contrast Media Mol Imaging	2018:919 3403	3.009	石希敏, 李楠, 丁海燕, 党永红, 胡桂兰, 刘帅, 崔杰, 张悦, 李方, 张辉, 霍力	霍力	ISI Web of Science	1	否

知识产权证明目录

序号	类别	国别	授权号	授权时间	知识产权具体名称	全部发明人
1	中国发明专利	中国	ZL 2022 1 0162386.0	2024-03-22	一种智能核医学影像检查的全过程质量控制系统	霍力;蔡建毅;刘宇;任超
2	中国发明专利	中国	ZL 2021 1 0453058.1	2022-04-08	一种气动穿刺手术装置	张辉;陆林;霍力;任超
3	中国实用新型专利	中国	ZL 2021 2 0082097.0	2022-02-01	卡套、卡套动作控制装置及放射性同位素纯化/标记系统	虞善友;霍力;颜成龙;方鹏
4	中国发明专利	中国	ZL 2019 1 1324560.1	2021-11-30	一种 CAR-T 活体示踪方法	霍力;方鹏
5	中国发明专利	中国	ZL 2020 1 0168363.1	2021-09-24	一组蛋白激酶 A 的小分子抑制剂及其制备方法和应用	李方;霍力;党永红;李訢;靳晓娜;刘宇;赵周社;李宏利
6	中国实用新型专利	中国	ZL 2019 2 2308400.X	2020-09-08	铜-225 核素用纯化装置	霍力

完成人情况表

姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
霍力	1	中国医学科学院北京协和医院	中国医学科学院北京协和医院	主任医师	核医学科主任
对本项目的贡献	(一)针对心肌病中心肌炎症和纤维化这关键的病理表征，设计并开发靶向心肌炎症和纤维化的分子探针，从而为无创的、可视的心肌炎症和纤维化成像提供基础； (二)建立我国面向心肌病的核医学成像操作规范和判读标准，通过多模态核医学成像技术，实现了对心肌炎症和纤维化的定量评估； (三)结合心肌炎症和纤维化基础与临床研究成果，建立病理与影像标志物间的关联关系，定量评估心肌病中病理的演变过程与规律，为心肌病诊断、预后与危险分层提供循证医学证据。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
刘志博	2	北京大学	北京大学	教授	系副主任
对本项目的贡献	针对放射性新药的研发瓶颈和我国医用核素、核药物长期依赖进口的现状，申请人致力于核药物领域的应用基础研究，取得了一系列创新性研究成果，为解决临床问题提供了有力的工具。成纤维细胞活化蛋白（FAP）是表达在多种实体肿瘤基质细胞中的靶标，具有重要的临床意义。申请人结合化学工具，开发了新型 FAP 靶向诊疗核药物，解决了目前 FAP 小分子抑制剂摄取低、清除快的问题，在动物模型和病人都验				

	证了其有效性，并进入到临床，实现对心肌病患者关键病理过程的成像。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
刘亚强	3	清华大学	清华大学	教授	所长
对本项目的贡献	初步完成心肌血流定量算法原型开发，可实现 SPECT 图像和 PET 图像的心血池感兴趣区的自动勾画、高精度动力学模型函数拟合以及心肌血流量的计算，可根据标准化处理后的动态心肌采样数据完成血流定量和分区。其中，心肌血流量和心肌血流储备分数与国外商业软件的结果具有高一致性，为临床定量评估心肌中病理变化奠定了基础。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
田庄	4	中国医学科学院北京协和医院	中国医学科学院北京协和医院	主任医师	国际医疗部主任
对本项目的贡献	建立心脏病临床诊治体系，特别是以核医学成像技术为基础的多模态技术，实现了对心肌病的无创诊断和预后判断。在心衰心肌病、肺动脉高压的诊治及超声心动图等影像学研究有较为系统深入的研究，近五年在国际权威杂志发表 20 余篇相关研究工作，在国内率先开展转甲状腺素蛋白心脏淀粉样变的全国注册登记和临床基础相关研究。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
尚斐	5	北京理工大学	北京理工大学	副教授	无
对本项目的贡献	1.建立基于深度学习的无监督多模态图像配准，实现 PET/CT 图像与心脏磁共振图像的智能融合，为后续基于多模态图像的心肌炎症和纤维化的定量评估提供基础; 2.基于人工智能技术探索心脏药代动力学参数的快速计算方法，为临床开展多中心研究提供标准化的图像分析方法; 3.采用影像组学等方法，提出多模态图像中的关键特征构建模型，实现对心肌病危险度分层。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
刘帅	6	北京理工大学	北京理工大学	其他	无
对本项目的贡献	作为项目负责人主持国家自然科学基金青年基金 1 项。 1.结合心脏磁共振与 PET/MR 成像，实现心肌病患者病理改变的定量估，为临床针对疾病进展的程度进行早期诊断及干预提供诊断工具; 2.构建心肌模型，开发心脏核医学图像后处理软件，为临床进行标准的图像判读提供分析工具; 3.聚焦心脏动力学参数分析，构建房室模型，探索动力学参数与心肌患者临床病理改变的关联关系。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
景红丽	7	中国医学科学院北京协和医院	中国医学科学院北京协和医院	主任医师	核医学科副主任
对本项目的贡献	本人及团队在国内率先利用并推广 99mTc-PYP 显像诊断转甲状腺素蛋白相关型心肌淀粉样变性（ATTR-CA），同时应用国产永新新型 SPECT/CT 针对小脏器显像的优势，进行心肌淀粉样病变显像及定量分析，建立心肌淀粉样病变患者定性、定量诊断、分型的新技术，评估其在 ATTR-CA 患者的诊断和鉴别诊断、指导治疗、预后评估及疗效监测中临床价值，提高了 ATTR-CA 的检出率以及 ATTR-CA 的诊疗水平。同时在国内率先开展 131I-MIBG 心脏交感神经显像，为临床鉴别帕金森和帕金森叠加综合征提供有效的辅助手段。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务

牛娜	8	中国医学科学院北京协和医 院	中国医学科学院北京协 和医院	副主任医师	无
对本项目的 贡献	依托核医学分子影像技术，使用不同的示踪剂，无创性可视化判断心肌心肌巨噬细胞浸润和纤维化等情况，探索炎症性心肌病和免疫系统疾病心肌累及情况。通过使用能够与成纤维细胞激活蛋白特异性结合的分子探针 68Ga-FAPI-04 进行心肌显像，反应心肌间质内成纤维细胞的激活和纤维化形成情况，在更早的时间窗对心室重构进行干预，从而改善患者的预后。通过系列研究，以第一作者或通讯作者发表多篇 SCI 文章。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
任超	9	中国医学科学院北京协和医 院	中国医学科学院北京协 和医院	主管技师	无
对本项目的 贡献	放射性探针自动化合成及质量控制、探针临床前试验（结构验证、稳定性测试、细菌内毒素测试、异常毒性试验等）、伦理申请；临床规范化生产技术参数确定；数据采集及图像后处理等				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
邢海群	10	中国医学科学院北京协和医 院	中国医学科学院北京协 和医院	副主任技师	主任助理
对本项目的 贡献	负责该项目的技术工作，包括 PET/CT 及 PET/MR 图像采集，后处理，参与数据分析等。确定了心脏检查 PET/MR 图像采集序列。相关研究内容，以第一及共同第一作者发表 SCI 文章 2 篇。				
完成单位情况表					
单位名称	中国医学科学院北京协和医院			排名	1
对本项目的 贡献	北京协和医院核医学科在放射性药物临床转化、核医学图像采集及临床应用研究等方面已经有了良好的工作平台。除每年完成常规 PET/CT 临床检查 10000 余例外，所在科室具有第一类和第四类《放射性药品使用许可证》，集核医学新药研究、小批量制备和临床应用于一体，是核医学分子靶向诊疗北京市重点实验室，核医学精准诊疗技术创新北京市国际科技合作基地，卫健委放射性药物临床药理基地(临床试验机构)。项目组先后承担多项国家“六五”、“七五”、“八五”攻关课题和新型显像剂开发。中国医学科学院北京协和医院承担了本项目的主要内容。从该项目的立项、设计筹备等进行全流程的参与和监管,为项目的开展和推进提供了舒适的工作环境和临床支持。同时在后期应用推广中，定期举办学习班和培训班，为合作单位提供必要的技术保障。				
单位名称	北京大学			排名	2
对本项目的 贡献	北京大学拥有先进的仪器设备和良好的科研环境，包括高分辨率质谱、基质辅助激光解析串联飞行时间质谱仪、800MHz 液相核磁共振、多功能扫描探针显微镜等公共平台和设备，为本成果研究的开展提供了硬件支持。申请人团队具备专门用于放射化学核素研究的回旋加速器、小动物 PET-CT 成像系统、放射性热室、放射性 HPLC-MS、自动伽马计数器、能谱仪等各类放射性核素监测设备，并拥有独立、可开展放射性实验的动物房、细胞房等设施设备，上述设施设备为本成果探索新型放射性药物提供了有力的设施保障。北京大学研究团队在该项目中制备 5 种紧缺医用核素用于放射性新药研究，申请专利 14 项（获批 8 项），立足自研设备实现了 Ac-225、Y-86 等紧缺医用核素的国内首次制备，团队开发的多个核药物分子已开展临床研究。目前，硼氨酸核药物做为“一类创新药”已获得中国和美国临床批件。申请人团队为成果的研究提供了充足的项目经费支持和科学技术保障。				
单位名称	清华大学			排名	3
对本项目的 贡献	初步完成心肌血流量定量算法原型开发，可实现 SPECT 图像和 PET 图像的心血池感兴趣区的自动勾画、高精度动力学模型函数拟合以及心肌血流量的计算，可根据标准化处理后的动态心肌采样数据完成血流定量和分				

	区。其中，心肌血流量和心肌血流储备分数与国外商业软件的结果具有高一致性，为临床定量评估心肌中病理变化奠定了基础。		
单位名称	北京理工大学	排名	4
对本项目的贡献	北京理工大学拥有 2 个国家级协同创新中心、9 个国家级重点实验室及工程研究中心、6 个国家级实验教学中心。在本项目相关领域拥有“大数据系统软件国家工程实验室”、“虚拟现实技术国家重点实验室”、“国防科技工业复杂微细结构加工技术创新中心”、“光电成像技术与系统教育部重点实验室”、“融合医工系统与健康工程工业和信息化部重点实验”等国家和部级重点实验室。项目组先后承担和参与了多项国家级和省部级课题，发表多篇研究成果，并申报相关专利。北京理工大学主要承担了本项目的图像分析。基于人工智能技术，实现了多模态图像的处理，为临床实现心肌炎症和纤维化的定量评估了提供了技术手段和工具，对后续的应用推广提供了标准化的图像分析流程。		