

# 项目公示内容

## 一、推荐奖种：

广东医学科技奖医学科学技术奖一等奖

## 二、项目名称：

基于混合智能的心脏康复效能增强体系研究

## 三、推荐单位：

南部战区总医院

## 四、推荐意见：

该项目聚焦心脏康复科学评估流程繁琐、康复开展极度受限、医院-社区-家庭联动康复模式缺如的临床难题，通过临床医学团队和生物工程信息学团队长达十余年的密切合作，从算法优化、设备研发、临床应用等方面，突破一系列核心关键技术和共性理论方法，首先，将机器学习算法应用于多模态医学影像分析，通过特征提取、信息融合和自动识别，突破人工智能医学落地的瓶颈，实现可信、可解释、可推理的心脏康复智能评估。其次，自主研发优化柔性可穿戴生命感测装置，实现生理信息的无扰监测、连续传输、动态分析和及时预警，将临床资料转化为可靠的数字信息，指导个性化规范化的心脏康复。最后，依托医院五大“国字号”心血管疾病诊治中心，基于混合智能搭建“在线监测+智能决策+医患互动+长期随访+全程康复”为一体的心脏康复新体系，显著增加心脏康复参与率和依从性。该项目以主动健康为目标，将新一代信息技术应用于医疗领域，契合“健康中国2030”战略需求，打造现代医工交叉院内外协同心脏康复新模式，实现医护患无缝沟通和医疗资源共享，将心脏康复效能提升到一个新水平。其建立的心脏康复效能增强体系可促进健康保障转型，为加快培育新型健康长夜提供理论和技术

支撑，已应用于各级医院及社区，技术特点明显、社会经济效益可期，具有较强的推广应用价值。

我单位认真审核项目填报各项内容，确保材料真实有效，经公示无异议，同意推荐其申报第五届广东医学科技奖一等奖。

## 五、项目简介：

心血管疾病是全球的头号死因，“预防+治疗+康复联动”至关重要。心脏康复承接着急性期后到长期二级预防连续性治疗的重要一环，可减少心血管事件发生率和猝死风险 57%，使患者显著获益，补齐心血管疾病防治最后闭环，被世界各国列为心血管疾病治疗中最高级别 IA 级推荐项目。心脏康复以五大处方为基础，精准评估为首要前提，全程监测是必要条件，协同管理是重要步骤。然而，由于现有院内心脏康复评估流程复杂、多以量表等主客观杂糅形式，且患者疾病及素质存在异质性，难以连续跟踪，导致院内康复依从性差、效能低下，参与率仅有 20%。同时，院外心脏康复缺乏主观能动性、患者粘性 & 自然交互性，无法与院内 I 期针对性康复形成互补，康复存在空白窗口期的问题，无法实现质控同一性，难以保证其安全性及规范性，导致心脏康复效能进一步降低，最终增加疾病再入院率及死亡率。因此，提升心脏康复效能，减轻医疗负担刻不容缓。

疾病全周期体系化管理能够提供全面、综合的治疗和干预措施，充分考虑患者的个体差异和特定需求，通过定期评估、监测和跟踪，制定个性化康复治疗方 案，并优化流程、建立标准化的操作和临床路径，实现医疗资源合理分配。然而，现有心脏康复管理体系存在信息整合不畅，医疗决策缺乏院内院外协同循证学依据，信息孤岛现象严重限制了心脏康复效能。混合智能作为人工智能研究的下一代，能够跨越时空解决医患间信息不对称问题，为实现优质医疗资源共享、解决医疗资源分配不均和就医成本高等问题提供了可行方案，进一步解放了医疗生产力，是

信息时代医疗健康管理的大势所趋。因此，基于混合智能构建一套可量化、全周期的心脏康复效能增强体系，可显著提升心脏康复效能，降低院外病死率。

本项目系统化地将多模态医学影像分析、可穿戴技术和物联网技术等混合智能融入心脏康复全程，构建心脏康复效能增强体系：1) 协同研发超声、磁共振、PET 和无创冠脉 CT 血流储备分数等多模态医学影像的智能分析技术，从“解剖学-组织学-功能学”多维度开展“一站式”心脏康复评估，实现深度神经网络在医学图像处理中的全新突破。2) 自主研发普适度高、便携性强、覆盖面广的柔性可穿戴生命感测装置和集成系统，实时获取全人群、全天候、全病程的生命信息数据，实现心脏康复的动态监测、自动评估、智能反馈和早期干预的一体化功能。3) 基于新型可穿戴躯感网和物联网，将混合智能与心脏康复策略相融合，构建个体化、规范化的心脏康复效能增强体系，通过人机交互与循证实践，重构临床心脏康复流程逻辑链条，形成示范效应，显著降低心血管疾病死亡率。

本项目以主动健康为目标，从理论到设备研发，再到临床推广应用，开展长达十年的医工交叉研究，对心脏康复效能进行全程优化，实现心脏康复从传统到智能，从碎片到连续，从被动到主动的转变，将心脏康复效能提升到一个新水平。

## **六、客观评价：**

### **(一)综合评价**

该成果针对目前心血管疾病管理特别是心脏康复评估重视程度不足的问题，通过将新一代信息技术与医学融合，借助互联网急救平台，运用云计算和终端设备，开发出一套用于心脏康复/二级预防的医疗信息化评估管理体系。进一步牵头组建的心脏康复和高血压达标双中心是广东省首家授牌的军队单位，在心脏康复全程评估管理建设方面取得重

大突破，代表了广东省心血管疾病康复水平的跃升，为获得更系统、更优质的心血管疾病预防和救治服务奠定了坚实基础。该成果还通过这两个中心向基层部队、干休所、疗养院、三甲医院和社区推广，造福广大军民。相关内容在《新浪军事》、《搜狐新闻》等报道，社会反响热烈。

## (二) 第三方评价摘要

同行专家评价	搜狐新闻	徐琳团队牵头组建的南部战区总医院以高分通过国家标准化心脏康复中心和高血压达标中心的审核，代表了广东省心血管疾病康复整体水平的跃升，标志着全省军队医疗服务领域的长足发展。
专家验收意见	广东省科学技术厅	该项目针对中青年急性心肌梗死这一新生高发人群，借助互联网急救平台，运用云计算和终端设备，开发出一套用于心脏康复二级预防的医疗信息化评估管理系统，并建立了数据库。
专家验收意见	广东省科学技术厅	该项目应用自主研发的可穿戴背心，对肥胖相关指标以及心电数据实时监测和同步传输，构建一套冠心病患者肥胖管理心脏康复智能网络系统，对冠心病肥胖患者进行周期随访，有效提高冠心病肥胖患者心脏康复的成功率。
专家验收意见	广东省科学技术厅	该项目完成无创血流储备分数技术的攻关和应用验证，合作方在项目期间采取线上线下合作模式，发表了 10 篇高水平论文，申请了 5 项国家发明专利，已培养该领域 9 位青年骨干，项目成果具有潜在的临床转化价值。
专家验收意见	国家自然科学基金委员会	该项目通过计算机流体仿真技术生成大量的可靠训练样本，建立血管形态特征和血管中心线压力分布的对应关系，从无创 CT 冠脉造影数据重建病人个体精准的冠脉血管三维结构，使用训练好的深度学习器来快速计算感兴趣区域的心肌血流储备分数，具有有效性和准确性。

## 七、推广应用情况：

本项目基于混合智能的心脏康复效能增强体系在珠江医院和顺德医院（三甲医院）、广州市越秀区流花街社区卫生服务中心（社区）、联勤保障部队汽车运输第二团（基层部队）、火箭军广州特勤疗养中心（疗养院）等多家单位进行推广应用，惠及广大社区群众患者、离退休首长、官兵及家属逾千人，在推广应用过程中，患者的参与率和依从性显著增加，心肺耦合力和心功能持续改善，心脏康复效能大幅提高。同时应用具有场景适应性的可穿戴设备，打破时空地域的限制，因地制宜地开展科学、高效和安全的心脏康复。此外，制作心脏康复相关的知识手册、举行专题科普讲座、包括创建“心康交流”微信群等形式开展患者教育，实现慢病管理的“重心下移，关口前移”的战略目标。

## 八、知识产权证明目录：

序号	知识产权具体名称	类别	发明人	授权号	授权时间
7.1.1	一种带提醒功能的智能手环装置	实用新型专利	徐琳	ZL201621060513.2	2017-04-05
7.1.2	一种血流储备分数测量方法和装置	发明专利	张贺晔;高智凡;刘欣	ZL201710086765.5	2021-08-31
7.1.3	钙化斑块及其声影的超声图像提取系统	发明专利	高智凡;侯江涛;刘欣;林宛华;杨平;张贺晔;张元亭	ZL201310554418.2	2017-12-01
7.1.4	一种可穿戴生理信号采集系统	实用新型专利	吴万庆;吴丹;张贺晔;李春月	ZL201521139706.2	2016-08-17
7.1.5	基于栈式自编码器和支向量机的无创心脏梗死分类模型构建方法	发明专利	刘华锋;陈明强	ZL201810449299.7	2021-06-22
7.1.6	一种基于堆栈式自编码器的无创心内异常激动点定位方法	发明专利	刘华锋;陈明强	ZL20171016346.3	2019-11-05

7.1.7	一种基于光电传感的心电监测系统	发明专利	刘华锋;郭敏	ZL201410121476.0	2016-06-18
7.1.8	一种基于图像分割的动态PET图像重建及示踪动力学参数估计方法	发明专利	刘华锋;余海青	ZL201710233729.7	2019-10-15
7.1.9	一种基于自编码器的心肌缺血位置预测模型的构建方法	发明专利	刘华锋;马晓勇	ZL201610257836.9	2018-12-11
7.1.10	一种基于图总变分约束的无创心脏电生理反演方法	发明专利	刘华锋;谢淑婷	ZL201910577062.1	2021-04-20

## 九、代表性论文目录:

- [1] Y. Shen, H. **Zhang**, Y. Fan, A. P. Lee and **L. Xu**, "Smart Health of Ultrasound Telemedicine Based on Deeply Represented Semantic Segmentation," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 23, pp. 16770-16778, 1 Dec.1, 2021
- [2] **W. Wu**, H. Zhang, V. H. C. de Albuquerque and **L. Xu**, "Hyper-Noise Interference Privacy Protection Framework for Intelligent Medical Data-Centric Networks," in IEEE Network, vol. 35, no. 1, pp. 333-339, January/February 2021
- [3] Liu X, Fan Y, Li S, Chen M, Li M, Hau WK, **Zhang H**, **Xu L**, Lee AP. Deep learning-based automated left ventricular ejection fraction assessment using 2-D echocardiography. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2021 Aug 1;321(2):H390-H399.
- [4] Wu D, **Xu L**, Abbott D, Hau WK, Ren L, **Zhang H**, Wong KKL. Analysis of beat-to-beat blood pressure variability response to the cold pressor test in the offspring of hypertensive and normotensive parents. Hypertens Res. 2017 Jun;40(6):581-589.
- [5] **Xu**, **Lin**, Jiangming Huang, Zhe Zhang, Jian Qiu, Yan Guo, Hui Zhao, Zekun Cai, Xiaomin Huang, Yongwang Fan, Yehao Xu, Jun Ma and **Wanqing Wu**. "Bioinformatics Study on Serum Triglyceride Levels for Analysis of a Potential Risk Factor Affecting Blood Pressure Variability." Current Bioinformatics (2019): n. pag.
- [6] **Xu L**, Huang X, Ma J, Huang J, Fan Y, Li H, Qiu J, **Zhang H**, Huang W. Value of three-dimensional strain parameters for predicting left ventricular remodeling after ST-elevation myocardial infarction. Int J Cardiovasc Imaging. 2017 May;33(5):663-673.
- [7] **Xu L**, Cai Z, Xiong M, Li Y, Li G, Deng Y, Hau WK, Li S, Huang W, Qiu J. Efficacy of an early home-based cardiac rehabilitation program for patients after acute myocardial infarction: A three-dimensional speckle tracking echocardiography randomized trial. Medicine (Baltimore). 2016 Dec;95(52):e5638.
- [8] Guo S, **Xu L**, Feng C, Xiong H, **Gao Z**, **Zhang H**. Multi-level semantic adaptation for few-shot segmentation on cardiac image sequences. Med Image Anal. 2021 Oct;73:102170.
- [9] **Zhang H**, **Gao Z**, **Xu L**, Yu X, Wong KCL, **Liu H**, Zhuang L, Shi P. A Meshfree Representation for Cardiac Medical Image Computing. IEEE J Transl Eng Health Med. 2018 Jan 18;6:1800212.
- [10] Zhao H, Ma J, Zhou Q, Chen W, Zhu W, Cai Z, Lei H, Deng Y, **Xu L**, Qiu J. Investigating the differences of body mass index and waist circumference in the

follow-up assessment of patients to cardiac rehabilitation with acute coronary syndrome. *Australas Phys Eng Sci Med.* 2016;39(4):1007-1027.

- [11] Han T, Zhang L, Pirbhulal S, **Wu W**, & Albuquerque V. D. A Novel Cluster Head Selection Technique for Edge-Computing based IoMT Systems[J]. *Computer Networks*, 2019, 158(JUL.20):114-122.
- [12] S. Pirbhulal, **W. Wu**, K. Muhammad, I. Mehmood, G. Li, V. H. C. de Albuquerque. Mobility Enabled Security for Optimizing IoT based Intelligent Applications. *IEEE Network*.2020.34(2)72-74.
- [13] Chengjin Yu, **Zhifan Gao**, Weiwei Zhang, Guang Yang, Shu Zhao, **Heye Zhang**, Yanping Zhang, Shuo Li. Multitask Learning for Estimating Multitype Cardiac Indices in MRI and CT Based on Adversarial Reverse Mapping. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*.2021;32(2):493-506.
- [14] Xu C, Xu L, **Gao Z**, Zhao S, **Zhang H**, Zhang Y, Du X, Zhao S, Ghista D, **Liu H**, Li S. Direct delineation of myocardial infarction without contrast agents using a joint motion feature learning architecture. *Med Image Anal.* 2018 Dec;50:82-94.
- [15] Yang G, Chen J, **Gao Z**, Li S, Ni H, Angelini E, Wong T, Mohiaddin R, Nyktari E, Wage R, Xu L, **Zhang Y**, Du X, Zhang H, Firmin D, Keegan J. Simultaneous left atrium anatomy and scar segmentations via deep learning in multiview information with attention. *Future Gener Comput Syst.* 2020 Jun;107:215-228.
- [16] **Gao Z**, Wu S, Liu Z, Luo J, **Zhang H**, Gong M, Li S. Learning the implicit strain reconstruction in ultrasound elastography using privileged information. *Med Image Anal.* 2019 Dec;58:101534.
- [17] **Wu W**, Pirbhulal S, **Zhang H**, Mukhopadhyay SC. Quantitative Assessment for Self-Tracking of Acute Stress Based on Triangulation Principle in a Wearable Sensor System. *IEEE J Biomed Health Inform.* 2019 Mar;23(2):703-713.
- [18] **Gao Z**, Wang X, Sun S, Wu D, Bai J, Yin Y, Liu X, **Zhang H**, de Albuquerque VHC. Learning physical properties in complex visual scenes: An intelligent machine for perceiving blood flow dynamics from static CT angiography imaging. *Neural Netw.* 2020 Mar;123:82-93.
- [19] Cui J, Gong K, Guo N, Wu C, Meng X, Kim K, Zheng K, Wu Z, Fu L, Xu B, Zhu Z, Tian J, **Liu H**, Li Q. PET image denoising using unsupervised deep learning. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2019 Dec;46(13):2780-2789.
- [20] Xu J, **Liu H**. Three-dimensional convolutional neural networks for simultaneous dual-tracer PET imaging[J]. *Physics in Medicine & Biology*, 2019, 64(18): 185016.



## 十、完成人情况：

序号	姓名	排名	职称	行政职务	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	徐琳	1	主任医师	干部病房四科主任	南部战区总医院	南部战区总医院	深耕心血管基础、临床和医工交叉研究十余年，在疾病机制、智能诊断和心脏康复等领域取得多项原创成果。在本项目中，负责项目前期整体规划、组织协调合作单位开展研究，锚定医工交叉的核心关键环节，聚焦研究心脏康复的临床获益及生物学机制，积极探索心脏康复智能评估技术，提出高危人群早期心脏康复干预策略。面向健康广东智慧医疗的发展需求，将混合智能技术与心脏康复的核心问题深度结合，开展多中心大规模临床研究，建立覆盖特殊人群的心脏康复全程效能增强体系，开发心脏康复大数据监测系统，构建多学科交叉心脏康复智能决策平台，促进交叉融合科研成果应用转化。此外，牵头成立高血压达标中心及心脏康复中心，大大提高心脏康复的依从性，降低心血管疾病死亡率。
2	张贺晔	2	教授	无	中山大学	中山大学	作为人工智能智能计算团队负责人，围绕深度学习、无监督/自监督学习、强化学习、迁移学习等机器学习领域重要研究方向开展医学人工智能研究，在基础理论和关键技术上取得具有原创性、创新性、突破性的成果，形成了较大的国际影响力，其产业化在临床上取得了很好的应用。该成果运用多项人工智能技术，在心脏图像快速分析、技术流程优化和智能辅助诊断方面进行研究，如血管内超声图像中

							冠脉管腔和中外膜分割，心脏磁共振特征提取及分割，和人工智能诊断平台。在本项目中，进一步打通图像智能重建、图像智能分割到心脏功能定量计算的分析过程，解决心脏康复科学评估中的难题，构造无创冠脉血流动力学、心肌微循环灌注和形变、应变功能量化分析的心脏康复一体化综合评价方法，实现心脏康复效能的高效评估，改善患者健康状况。
3	吴万庆	3	副教授	无	中山大学	中山大学	从事可穿戴医疗设备及系统研发十余年，从柔性感知器件及硬件集成方法上突破创新，通过探索信号采集质量与载体舒适性之间的动态平衡特性，设计满足信号高质量采集的织物电极，并集成实现了高稳态柔性可穿戴生理监测装置。同时，基于多传感器阵列的柔性可穿戴设备研发，面向躯感网-医联网-物联网进行可穿戴系统集成及临床转化研究。在本项目中，设计智能化感知机制处理方法，重点突破医学生理信号可穿戴获取、多源神经信息解码及融合、人体健康状态量化识别等关键技术，开展复杂场景下人体健康状态的动态辨识及量化方法研究，并构建基于可穿戴生物反馈技术的心脏康复效能实时监测，研究人工智能和生物智能相结合的融合系统理论及工程实现方法，探索其在临床疾病诊疗和家庭健康管理等生命健康领域的应用。
4	刘华锋	4	教授	首席科学家	浙江大学 嘉兴研究院	浙江大学 嘉兴研究院	作为浙江大学嘉兴研究院的首席科学家，针对 PET 成像物理固有噪声、心脏的动态特性

							<p>心肌纤维旋向具备非线性特点及图像受到点扩展函数模糊影响的问题，提出空间注意力机制引入非局部的特征，结合投影域数据的特性提出双边金字塔的卷积模式，实现投影域数据的高效特征提取。在本项目中，其创新性引入心脏的物理与生理约束，提出不匹配的正反投影算法的深度学习框架，把生物力学领域中描述心脏的本构关系、具有物理意义的模型引入到基于图像的心脏运动分析中来，建立了一条求解心脏运动问题的新途径，把医学图像分析领域与心脏生理模型建模领域连接起来，为心脏康复功能评估提供了科学高效的方法。</p>
5	黎蔚华	5	主任护师	护理部主任	南部战区总医院	南部战区总医院	<p>多年从事护理工作，熟练掌握心脏康复患者的运动指导，制定个体化的运动计划，根据患者的健康状况和心脏康复阶段来选择合适的运动方式和强度。这可能包括有氧运动、力量训练和柔韧性训练等，以增强心肺功能和肌肉力量。此外，通过深入调查并分析我国三级医院心脏康复现状及管理模式，基于循证医学方法构建心脏康复证据，以常规心脏康复模式为基础对心脏康复效能增强体系进行自主创新，通过“互联网+医养结合”服务模式，将非接触式可穿戴生命监测仪用于心脏患者居家康复监测，将医院-社区-家庭联动，使可穿戴设备真正落地于用户服务，实现更为精准和个性化的心脏康复治疗，在心脏康复的全周期、全方位管理方面积累了成熟的经验。</p>

6	高智凡	6	副教授	无	中山大学	中山大学	从事心脏医学图像智能分析工作十余年，以临床需求为导向，人工智能为核心，医学图像为应用场景，在疾病辅助诊断的智能学习基础机制及工程技术研究方面取得了多项学术和技术贡献。针对心脏图像少样本问题，研究适用于多模态医学图像的域适应和小样本学习等机器学习技术。在本项目中，设计深度学习新方法，实现快速准确的心脏图像分割、识别和功能评估技术，为心血管疾病的诊断和康复方案规划提供了重要依据，并进一步建立人工智能预测模型进行心血管疾病生存预测，为临床医生提供决策支持并辅助制定个性化治疗策略，显著提高心血管病患者的生存率和生活质量，实现心脏康复效能增强体系智能化。
7	孙朝晖	7	主任医师	检验科主任	南部战区总医院	南部战区总医院	针对病例生物特征信息，通过组织、细胞、基因等层面进行神经体液、细胞分子、遗传免疫等研究参与“心血管病病例特征数据库”的构建，检测了冠心病患者外周循环血中性粒细胞内及血浆中MPO的浓度，研究两者在冠心病患者中的变化，对冠心病的诊断和不稳定斑块存在的预测具有重要意义。此外，探讨了高脂血症各组对血浆粘度的关系，识别并筛选出特异性指标，探讨运用快速简易的评估指标替代传统指标的可行性及优势，为临床治疗提供依据，及早预防心脑血管疾病的发生，实现心脏康复效能增强体系的早期预警功能。

8	林仲秋	8	副主任医师	无	南部战区总医院	南部战区总医院	作为南部战区总医院高血压中心负责人，在院内心脏康复部分，主要负责收集研究对象相关临床信息，进行危险分层，制定个体化和组合式的心脏康复方案，持续评估患者的康复进展，根据评估结果和患者的反馈，更新和调整康复计划中的目标。定期与患者进行随访，了解他们的康复过程中遇到的问题和需求，以确保患者的康复效果和康复计划的适应性和可持续性，进一步提高患者心脏康复效能，促进心脏功能的恢复和改善生活质量，为建立心脏康复效能增强体系方面提供心脏康复临床支撑。
9	黄建玉	9	主治医师	无	南部战区总医院	南部战区总医院	作为南部战区总医院心脏康复中心的核心骨干，致力于研究老年人群心血管病心肺功能特征、动态变化规律、流行趋势与内在联系特点，依据临床实践、循证医学和指南共识，在建立云端“心脏康复标准评估方案数据库”方面提供心脏康复基础知识；负责心脏康复工作，筛选有适应症的患者，全面评估和制定心脏康复处方，定期开展心脏康复专业培训，组织实施心脏康复质量控制，基于先有知识和实战经验为老年人群心血管疾病预防、治疗和保健管理决策提供科学依据，为心血管疾病患者在急性期、恢复期、维持期以及整个生命过程中提供生理、心理及社会的全面和全程管理服务，进而提高心脏康复效能。

10	郭琰	10	副主任医师	无	南部战区总医院	南部战区总医院	从事心血管内科临床工作十余年，具有扎实的心内科专科理论知识、专业技能和丰富的临床经验。掌握了心内科各种疾病的诊疗规范和各项临床技术操作，具有独立处理专科各种疑难复杂问题并取得良好治疗效果的能力。可根据不同疾病及病情可量身定做合适每个患者的康复方案。积极开展心血管疾病患者早期心脏康复工作，包括效能评估、处方管理、健康教育等工作，积累了大量的临床病例，参与临床数据库和网络平台的构建，针对患者心脏康复管理的多维数据进行整理分析，实现心脏康复效能增强体系的智能化、个性化服务临床应用。
11	叶慧慧	11	中级职称	无	浙江大学嘉兴研究院	浙江大学嘉兴研究院	作为浙江大学嘉兴研究院的骨干成员，为解决临床 MRI 采集时间长的问题，从磁共振成像物理出发以布洛赫方程为基础描绘组织在瞬态磁共振成像模式下的信号演变，提出多层同时成像扫描方式并同时识别多层组织的内在多参数特性的磁共振指纹成像框架，极大加速 MRF 的采集。在本项目中，通过开展探索性超快速多参数同时定量磁共振成像研究，从磁共振成像物理出发以布洛赫方程为基础描绘组织在瞬态磁共振成像模式下的信号演变，提出多层同时成像扫描方式并同时识别多层组织的内在多参数特性的磁共振指纹成像框架，为心脏康复心功能的评估提供一种新的定量监测手段，极大地提高了心脏康复评估效能。

12	邓豫	12	主管护师	心血管内科护士长	南部战区总医院	南部战区总医院 收集患者信息，了解心脏疾病的风险因素。对患者进行健康教育，指导患者心脏康复过程中的饮食指导、戒烟指导、药物管理和压力应对等。根据患者的健康状况和心脏康复阶段来选择合适的运动方式和强度，包括有氧运动、力量训练和柔韧性训练等，以增强心肺功能和肌肉力量。心脏疾病对患者的心理健康产生了负面影响，因此为心脏康复患者提供心理支持，包括情绪管理、应对焦虑和抑郁的方法，以及鼓励积极的心态和社交支持。此外，制定健康饮食计划，帮助患者控制体重、降低血压和改善血脂水平，其中涉及减少饱和脂肪和钠的摄入，增加膳食纤维和蔬果的摄入等。将互联网+与护理服务相结合，提高患者的依从率和心脏康复效能，实现更为精准和个性化的心脏康复治疗。
----	----	----	------	----------	---------	---

## 十一、完成单位情况：

序号	单位名称	排名	对本项目的贡献
1	南部战区总医院	1	中国人民解放军南部战区总医院作为本项目的第一完成单位，负责本项目的 前期整体规划、主导项目进度与方向、组织协调合作单位开展研究。研究过 程中，单位医学信息资源平台保证了影像资料和临床数据采集的可靠性和专 业性；心脏康复重点实验室、物联网实验室、信息处理与系统集成实验室、 大数据技术工程中心等科研平台系统保证了生命信号传输的动态连续；药物 临床试验中心、高血压达标中心、心脏康复中心等成熟专业平台提供丰富的 疾病康复经验和指导，保证了本项目临床研究开展、成果转化与应用。此外， 单位对该项目大型仪器设备购买与维护、科研环境改善和后勤保障等方面给 予强有力的支持，确保本项目的顺利进行。完备的科研平台系统和多学科优 秀医学人才优势，指导帮助本项目夯实应用实践基础，推动研发成果转化升 级。
2	中山大学	2	中山大学作为本项目的核心合作单位之一，通过促进生物医学工程学院发 展，支持传感技术与生物医疗仪器重点实验室、便携式普及型先进实用医疗 器械工程技术研究中心等重点科研平台的建设，为本项目的可穿戴设备、医 学数据智能处理系统的研发提供技术保障；单位拥有国家数字家庭工程技术 研究中心，为本项目心脏康复训练系统的控制理论和关键技术攻关提供强 大助力；拥有完整的医工交叉人才培养体系和资质，为本研究的顺利开展提 供高水平人才团队支撑。此外，紧密配合主要完成单位开展心脏康复效能增 强体系的建设验证，实现资源整合，提供示范推广平台，助力本项目技术成 果的临床转化。
3	浙江大学嘉兴研 究院	3	浙江大学嘉兴研究院作为本项目的核心合作单位之一，依托浙江大学设立智 能光电创新中心、先进能源科技创新中心、数字安全创新中心及区域发展战 略研究室，聚焦智能光电、先进能源、数字安全、区域发展战略等重点领域， 开展学院先进技术与成果的产业化、前沿技术的研究等，推动了本项目的数 字智能化研究与推广应用。其下属智能光电创新中心定量医学光学团队在无 创心脏电生理重建、PET 影像融合及功能分析等领域具有丰富经验，研究团 队开发了多种人工智能技术手段，推动了本项目在病灶感知、疗效监测、剂 量调控、治疗终点评估等瓶颈问题上取得新的突破。嘉兴研究院在核心技术 上同其他单位优势互补，为本项目的顺利开展提供强力支撑。