

附件 1

医学救援关键技术装备应急管理部重点实验室

开放课题 2025 年度申报指南

一、应急管理方向

1. 基于极端环境下院前急救智能化调配与培训体系建设

研究内容：围绕极端环境下（如自然灾害、战争、极地或高原地区）院前急救面临着资源短缺、通信中断和交通不便等严峻挑战，对急救资源的调配与人员培训提出了更高的要求，而传统的急救模式却难以满足这些环境下的紧急医疗需求。针对极端环境下院前急救中的智能化技术的应用、资源的高效配置以及培训体系的完善方面仍存在不足之处，进行分析极端环境下对院前急救的特殊需求，探讨人工智能与大数据分析、无人机与机器人技术、物联网与 5G 通信等智能化技术在急救资源调配中的创新应用，以及系统梳理并开发智能化培训工具（如虚拟现实 VR 与增强现实 AR 技术），建设完善且适用的标准化培训体系。通过整合最新的研究成果和实践案例，为提升极端环境下急救的效率和质量提供理论依据和实践指导，以期推动该领域的发展与进步。

考核指标：构建一套完整可适用的标准化院前救治培训及评估体系，提升急救人员的专业和协作能力；智能化技术的充分应用，提升急救服务的效率和质量；通过多目标优化

模型及动态响应机制，建立极端环境下急救资源的智能化调配模型，优化调配策略和资源管理；通过智能化培训工具的开发和应用，提高医务人员在紧急情况下的应对能力，并提供灵活学习方式及设计个性化学习路径；申请/获得核心技术发明专利不少于 1 项。

2. 人工智能赋能“社区-院前-院内”联动的五分钟急救圈建设

研究内容：聚焦人工智能技术在“社区-院前-院内”急救体系中的创新应用，围绕五分钟急救圈建设需求开展研究。构建多模态感知网络，在社区部署智能可穿戴设备、环境传感器及 AI 摄像头，实时采集居民生命体征、行为轨迹及环境数据，结合边缘计算技术实现异常事件（如心搏骤停、摔倒）的秒级识别与预警；研发智能调度系统，基于深度强化学习构建急救资源动态分配模型，整合社区急救员位置、120 车辆轨迹、医院床位信息等数据，通过路径规划算法生成最优救援方案，实现社区初筛、院前处置、院内接诊的无缝衔接；建立全流程质控平台，运用自然语言处理技术解析急救电子病历，结合知识图谱构建急救质量评估指标体系，通过联邦学习实现跨机构数据协同，形成“监测-响应-干预-评估”的闭环管理机制。同时开展真实场景验证，在试点区域部署智能急救箱、自动体外除颤器（AED）导航系统，通过数字孪生技术模拟突发状况，优化急救流程中的时间损耗节点，最终形成可复制推广的智慧急救解决方案。

考核指标：社区感知设备覆盖率 $\geq 95\%$ ，异常事件识别准确率 $\geq 90\%$ ，调度系统响应时间 ≤ 3 秒，路径规划效率提升 $\geq 30\%$ ，急救资源利用率提高25%以上；试点区域心肺复苏成功率提升15%，院前急救时间中位数缩短至4.5分钟内，急救成功率提高20%，患者预后不良事件发生率下降30%；形成1项以上急救相关行业标准或团体标准；申请/获得核心技术专利不少于2项；投稿/发表论文不少于2篇。

3. 心脏骤停患者开胸心肺复苏规范化研究

研究内容：针对传统闭胸心肺复苏技术的局限性，特定病因心脏骤停救治效果差的重大医学难题，明确适应症与禁忌症、操作技术规范 and 复苏效果评估指标、并发症防治及团队协作流程，提高心脏骤停患者救治成功率，特别是创伤性心脏骤停等特殊情况的抢救效果，建立开胸心肺复苏标准化技术规范。

考核指标：心脏骤停患者开胸心肺复苏技术规范1套；形成并发表开胸心肺复苏中国专家共识1份。

4. 基于多模态超声影像与AI学习的休克快速分型研究

研究内容：针对灾害事故现场危重症伤员休克快速分型需求，研究基于特定部位多模态超声影像的定量参数特点，建立超声影像高维特征与休克病因之间的关联图谱，挖掘特征间交互与因果关系。利用迁移学习、少样本学习与联邦学习等技术，构建基于便携超声的AI决策模型，实现休克的精准分型。通过前瞻性临床验证，评估模型灵敏度与特异度，以期助力有限条件下休克个性化诊疗，提升救治效率，改善

伤员预后。

考核指标：构建休克分型辅助诊断模型 1 套；申请软著 1 项；发表 SCI 论文 1-2 篇。

5. 重症创伤患者预后预测与危险因素分析研究

研究内容：围绕重症创伤患者预后预测的现实需求，基于国际重症医学数据库，寻找典型生物标志物与全因死亡风险之间的关系，评估该指标的独立预后价值及潜在非线性关联，并进行亚组分析，明确不同人群下的效应差异；基于真实临床队列数据进行外部验证，整合典型生物标志物构建重症创伤患者全因死亡预测模型，并与传统预测模型比较；引入可解释性和置换重要性分析，识别关键变量、解释特征贡献及其交互效应，并实现个体化解释图输出。研究有望构建一个高准确性、强泛化性、具有临床实用价值的创伤预后预测工具，为重症创伤患者的智能化管理与精准干预提供数据支撑和理论依据。

考核指标：采集整合不少于 1000 例临床病例数据；构建重症创伤患者预后预测模型 1 个（模型准确率大于 0.6、高区分度大于 0.7、校准度低于 0.25），实现重症创伤患者预后预测；基于该研究成果投稿/发表 SCI 论文不少于 2 篇。

6. 康养机构防猝死急救新范式——五分钟急救圈与急救资源智能预警调度系统构建

研究内容：围绕康养机构应急救援难题，从培训、设备、平台、机制等方面展开研究。针对康养机构护工、老年人家属及社区志愿者等不同群体，结合其知识结构、年龄特征及

学习能力，引入 VR 虚拟现实、AR 增强现实等数智化技术，开发分层、模块化的 CPR 与 AED 使用标准化课程体系。对康养机构入住老人及周边社区高龄人群开展健康风险评估，综合利用实时心电监测等功能的智能穿戴设备数据建立心脏猝死风险预测模型，实现异常情况的实时预警与信息同步。搭建移动端猝死急救响应平台（支持小程序或 APP 等形式），并融合 AED 定位与管理模块，形成五分钟急救圈模式，建立急救现场与 120 指挥中心、接收医院之间的信息通道，实现患者生命体征、急救措施等数据的实时传递，提升救治连续性。推动形成与 120 急救中心、红十字会、基层医疗机构等的多方协作与长效运行机制，为在同类地区的推广提供应用范式。

考核指标：形成康养机构防猝死急救新范式行业标准 1 个；开发防猝死配套智慧应急响应平台 1 套，穿戴设备预警及救护时间缩短至 30 分钟内；建成康养机构 5 分钟响应圈，应急演练达标率 100%；培训持证人员 ≥ 500 人，技能考核通过率 100%；申请/获得核心技术发明专利不少于 1 项；形成核心期刊或 SCI 等高水平论文不少于 1 篇。

7. 火灾爆炸及耦合事故现场医学应急救援虚拟培训系统

研究内容：围绕火灾爆炸及耦合事故现场医学应急救援虚拟培训系统需求，解决目前国内虽在虚拟医疗培训方向取得一定突破，但面向火灾爆炸及耦合事故的综合性医学救援训练系统仍处于空白状态的问题。为解决现有火灾爆炸及耦

合事故应急救援培训依赖传统演练模式所存在的成本高昂、风险突出、极端场景难以复现、考核评价主观且缺乏数据支撑等问题，研发火灾爆炸及耦合事故现场医学应急救援虚拟培训系统。构建城市森林火灾、危化品爆炸等 5 种典型事故场景；集成心肺复苏（CPR）、止血、固定的基础医疗操作模块，研发仿真假体等系列模块；研发可承载人机交互、知识学习、模拟演练及考核评价的虚实融合培训演练系统。在不少于 3 个消防救援队伍中进行示范测试，推动火灾爆炸及耦合事故医学应急救援培训的智能化升级。

考核指标：建成 1 套火灾爆炸及耦合事故现场医学应急救援虚拟培训系统，包括开发高仿真培训系统场景不少于 5 种；研发仿真假体等系列模块，实现 CPR、止血、固定的医疗模块的操作；开发虚实融合培训演练云平台，实现人机交互、知识学习、模拟演练及考核评价等功能。在不少于 3 个消防救援队伍中进行示范测试，申请/获得专利 1 项；申请/获得软著 1 项；投稿/发表论文不少于 1 篇。

二、应急医学技术

8. 体外心肺复苏（ECPR）中氧浓度对器官损伤及预后的影响研究

研究内容：围绕应急救援现场 ECPR 救治需求，针对国际上 ECPR 多使用纯氧进行体外膜肺供气，但采用纯氧可导致严重高氧血症，存在诱发脑、心、肝、肾等脏器氧中毒，恶化组织缺血-再灌注损伤，影响患者预后的问题，研究最佳 ECPR 中体外膜肺接受冲刷气体的氧浓度的应用标准，降

低氧中毒引发的多器官损伤风险，通过开展动物研究，比较不同氧浓度下对 ECPR 模型动物多器官损伤的影响，确定最适氧浓度及安全范围，以优化急救患者的临床结局，从而提升 ECPR 操作的安全性与有效性。

考核指标：成功建立动物 ECPR 模型，获取不同氧浓度条件下的实验数据；明确不同氧浓度下多器官损伤程度的差异，提出推荐的最适氧浓度范围；形成初步的 ECPR 氧浓度应用指南草案；投稿/发表 SCI 论文不少于 1 篇。

9. 新型纳米复合材料在灾难环境下儿童脊髓损伤修复中的实验性研究

研究内容：针对如何为儿童脊髓损伤患者提供神经保护和神经再生治疗的临床难题，制备具有优异生物相容性和降解性、生物活性成分可释放、可调控的壳聚糖包覆氧化石墨烯- α -硫辛酸水凝胶（GO- α -LA@CS 水凝胶）新型复合材料；通过体外实验验证功能化 GO- α -LA@CS 水凝胶的生物相容性及细胞毒性，并通过对铁死亡、氧化应激和血管生成等方面的检测探究其对神经保护及修复能力；建立缺血再灌注脊髓损伤大鼠幼鼠模型，探究功能化 GO- α -LA@CS 水凝胶对脊髓神经细胞的保护和修复作用。新型复合材料 GO- α -LA@CS 水凝胶的成功研制及作用机制解析，将达到脊髓修复的目的，有望为临床治疗儿童脊髓损伤提供新的选择。

考核指标：研制出 1 种具有优异生物相容性及降解性、生物活性成分可释放、可调控的新型符合材料壳聚糖包覆氧化石墨烯- α -硫辛酸水凝胶（GO- α -LA@CS 水凝胶）；揭示

GO- α -LA@CS 水凝胶促进儿童脊髓损伤修复的机制；投稿/发表论文不少于 1 篇。

10. 灾难环境下老年髌部骨折多模式疼痛管理策略研究

研究内容：针对灾难环境下老年髌部骨折患者疼痛管理难题，分析疼痛管理方式与并发症的关联；通过超声引导髂筋膜阻滞（IFB）的最佳介入时机；采用心理疏导和体位管理等进行非药物干预；通过临床实验中主要终点（VAS 评分、并发症发生率等）和次要终点指标评估治疗效果；最终构建形成“区域阻滞+药物+心理/体位管理”多模式镇痛体系，解决传统单一镇痛方案并发症高、医疗资源适配性差的问题，提升灾难医学急救效率。

考核指标：形成灾难环境下老年髌部骨折“超声引导 IFB+多模式干预”的标准化疼痛管理流程报告 1 份；投稿/发表论文不少于 1 篇。

11. 间充质干细胞来源外泌体在创伤性股骨头坏死治疗策略中的应用

研究内容：围绕创伤性股骨头坏死（TIONFH）高发病率与早期治疗策略匮乏的重大临床挑战，深入探索疾病病理进程，开展系统性临床数据比对分析，揭示致病机理并寻找潜在治疗突破口；系统研究间充质干细胞来源外泌体的提取方法，建立最优化的外泌体提取工艺，同时进行表征检测并深入解析其组分；通过建立 TIONFH 细胞和动物模型，从体内外多层面系统评估间充质干细胞来源外泌体对骨代谢的调控作用以及对股骨头内骨重建和力学性能改善的治疗效果，

为 TIONFH 的临床治疗提供新的治疗靶点和理论依据，推动间充质干细胞来源外泌体在骨科疾病领域的临床应用。

考核指标：探索 1 种间充质来源外泌体的提取方法并对外泌体进行鉴定；建立 1 种创伤性股骨头坏死动物模型并进行评价；在体外细胞实验和体内动物实验中探索和验证具体作用机制；发表 SCI 论文 1-2 篇。

12. 神经干细胞外泌体治疗神经损伤临床试验研究

研究内容：针对脑栓塞尤其一些高强度训练导致的脑栓塞或脑损伤造成的神经损伤，采用神经细胞外泌体治疗，通过独有的细胞培养和外泌体纯化工艺，制备大量质量稳定、有治疗功能的外泌体，并用于临床研究。优化体外神经干细胞培养工艺和外泌体提取纯化工艺；验证外泌体的有效性；初步探索外泌体治疗脑栓塞神经损伤的作用机理；申请临床实验，评估外泌体治疗脑栓塞神经损伤的安全性和有效性。本项目为将优化神经干细胞的培养工艺和外泌体的提取和纯化工艺，旨在为神经损伤的治疗提供一种低成本、非侵入性的功能外泌体的大规模提取纯化技术和方法。

考核指标：在项目实施期间，申报临床试验，验证神经干细胞外泌体治疗神经损伤的安全性和有效性；人才培养方面：培养 1 名中青年学术骨干，培养 1-2 名研究生；发表 1-2 篇论文，申报国家专利 1-2 项。

13. 静脉动脉化旁路术在重度肢体创伤保肢中的应用效果：基于动物实验的研究

研究内容：围绕灾难事故引起的重度下肢创伤伴血管损

伤导致的远端肢体缺血保肢救治的需求，针对国内外静脉动脉化旁路术在创伤肢体保肢救治研究空白的问题，研发解剖外静脉动脉化桥接装置，探索急诊条件下静脉动脉化旁路术的保肢可行性。通过构建猪类肢体创伤-血管损伤复合模型，模拟临床中动脉毁损严重/流出道不良的病理场景，采用解剖外途径建立动脉-静脉转流通路，经股动脉穿刺置入输液器桥接系统，将动脉血直接导入远端浅静脉网络，实现逆向血液灌注。研究损伤后 3h、6h、9h、12h 和动脉再通后猪肢体动脉氧分压变化，抽血检测生理生化指标变化，肌肉损伤组织 HE 染色，观察动脉静脉化对缺血组织的保护作用；观察动脉再通后 24 小时和 72 小时后损伤肢体活动情况，皮温皮色及肌电图检测，分析保肢成功率。最终获取缺血分期生理指标动态变化趋势，填补该技术保肢理论空白，为临床指南提供依据。

考核指标：建立标准动物模型，研发解剖外静脉动脉化桥接装置，形成急诊静脉动脉化手术器械包。填补静脉动脉化旁路技术在肢体重度创伤救治保肢的理论空白。申请/获得核心技术发明专利不少于 1 项；发表 SCI 论文不少于 1 篇。

14. 基于人工智能（AI）的院外心脏骤停（OHCA）早期风险筛查及神经功能预后预测模型的智能化精准决策体系构建

研究内容：围绕 OHCA 精准预警与神经功能预后评估难题，开展多维度 AI 模型研发及应用转化；构建多中心 OHCA 临床数据库，建立标准化数据管理体系；开发基于机器学习

的早期风险筛查模型，融合患者生命体征、病史特征、影像参数等多模态数据，实现院前高危人群动态识别；建立神经功能预后预测系统，构建可解释性强的多维度预后评估体系；搭建 AI 辅助决策平台，开发院前预警-院内评估联动的临床路径；采用“医工交叉”协同模式，组建多学科团队，完成模型训练、前瞻性验证（多中心队列）及临床应用转化，推动医学救援技术革新。

考核指标：构建基于 AI 的 OHCA 早期风险筛查模型，提高早期预警准确率达 80%以上；开发神经功能预后预测模型，提升预测准确率 60%以上；开发临床预测网页端智能决策支持系统，作为重大产品应用于医学救援技术领域，提高 OHCA 整体救治水平；申请/授权核心技术发明专利不少于 1 项；投稿/发表 SCI 论文不少于 1 篇。

15. 灾难现场眼外伤类型智能识别与分型处理策略研究

研究内容：围绕灾难现场眼外伤的多类型识别与应急处置，拟开展以下研究：构建典型钝挫伤、开放伤与化学伤的眼外伤图像及生理参数数据库；开发融合图像处理与红外/光谱/表面生理传感的眼外伤类型 AI 识别模型；提出“伤型-处理对接”规则系统，构建每类伤情的最小干预标准流程；探索模块化干预组件（如控压膜、中和液喷雾、球壁保护片）与识别系统的协同接口；开展模拟灾害环境下的系统测试与适应性评估。将融合眼科临床、计算机视觉、生物感知材料等交叉学科力量，形成高效可落地的救援技术储备。

考核指标：构建眼外伤图像+感知联合数据库 1 套；开

发智能识别模型 1 套，准确率 $\geq 85\%$ ；完成 3 类外伤处理模块设计与验证；申请/获得发明专利 1 项；投稿/发表论文 1 篇以上，形成现场应用技术规范建议稿。

16. 基于肠道共生真菌的放射性造血系统损伤修复机制及干预技术研究

研究内容：针对核应急医学救援中因辐射暴露导致的造血系统功能障碍问题，以及当前缺乏高效生物修复手段的现状，筛选具有放射性造血保护功能的肠道共生真菌菌株，评估其在动物模型中的修复效果；采用多组学技术系统解析真菌与造血干细胞及其微环境的相互作用机制，明确关键细胞亚群、信号通路及代谢产物；开发基于真菌的干预策略，优化其定植效率与功能表达；通过动物模型验证干预手段的安全性及有效性，探索其在放射性损伤医学救援造血功能修复中的应用价值。

考核指标：开发 1 种具有放射性造血保护功能的真菌制剂，实现其在动物模型中的稳定定植与功能表达；形成 1 套可应用于放射性造血损伤医学救援的真菌干预技术流程；申请/获得核心技术发明专利不少于 1 项；投稿/发表 SCI 论文不少于 1 篇。

17. 创伤性凝血病早期预警技术研究

研究内容：揭示创伤性凝血病在不同损伤个体中的演变规律，助力优化临床干预策略，提高治疗的针对性和时效性。同时，寻找能够准确、快速识别 TIC 早期发生的生物标志物，开发早期预警技术，为临床医生提供关键的时间窗口，实现

对高危患者的及时干预，从而降低并发症和死亡率。在 ICU 环境中收集创伤性凝血病患者与健康对照的基线数据及血液样本，基于多组学技术筛选潜在表观遗传与代谢特征标志物；结合相关检测指标及临床参数，分析凝血失衡表型与生物标志物的关联性，揭示 TIC 发生发展的分子特征。通过构建创伤性凝血病大鼠模型，验证人群筛选出的生物标志物在动物体系中的保守性；利用分子生物学技术分析凝血调控相关信号通路的激活状态，探究氧化应激、线粒体功能异常与凝血紊乱之间的交互机制，为 TIC 的病理基础提供实验依据。

考核指标：筛选出与 TIC 具有显著关联的特异性新型生物标志物，构建预测 TIC 风险模型不少于 1 个；撰写及发表 SCI 论文（ $IF \geq 3$ ）不少于 1 篇。

18. 病原体的快速、灵敏、即时检测技术的开发与转化

研究内容：聚焦病原体快速检测核心技术瓶颈，重点突破高亲和力纳米抗体筛选与多靶标富集系统。基于噬菌体展示技术构建病原体抗原表位多样性文库；融合 AI 辅助设计，实现纳米抗体的定向高效筛选；开发多价偶联与磁珠富集技术，显著提升复杂样本中痕量病原体的捕获效率；实现病原体检测时间 ≤ 15 分钟。采用“产学研医”协同创新机制，联合生物技术研发团队与临床医学专家，通过多中心临床试验验证系统性能，加速技术成果转化与应用落地。

考核指标：建立 AI 辅助纳米抗体定向筛选方法，获得 $KD \leq 1nM$ 高亲和力抗体库；多价磁珠富集系统，实现病原体捕获效率 $\geq 95\%$ ，15 分钟内完成；获得基于纳米抗体的病原

体检测技术，经>200 例临床验证，分析灵敏度 $\leq 10\text{pg/mL}$ ；申请专利 ≥ 1 项，发表 SCI 文章 1 篇，推动技术标准制定与产业落地。

19. 基于质谱的宿主反应标志物在感染性疾病早期预警与重症预测中的应用研究

研究内容：针对医学救援中感染性疾病早期预警缺乏分子层面快速工具、重症预测依赖滞后性临床指标等关键技术瓶颈，对宿主反应标志物普适性筛选和多组学数据临床转化，旨在突破现有病原检测窗口期限制与经验性重症评估的精度局限。研发基于质谱的宿主蛋白/代谢物快速检测 Panel，构建融合多组学标志物与临床指标的重症预测模型，实现感染性疾病风险分层从“病原后置判断”向“宿主即时预警”的范式转变。收集并建立涵盖轻、中、重症感染患者（细菌、病毒、真菌混合病原）及健康对照的多中心动态样本库（血清/血浆），收集受试者临床生理等临床数据系统；采用非靶向蛋白质组学与代谢组学技术，纵向分析宿主应答动态图谱，通过机器学习筛选跨病原普适性早期预警及重症预测标志物；利用平行反应监测质谱在独立队列中定量验证候选标志物，整合临床指标构建重症风险预测模型并进行验证。基于三重四极杆质谱开发小型化检测 Panel（ ≤ 10 个标志物），评价并验证其早期预警效能。

考核指标：筛选并验证 ≥ 5 个跨病原宿主蛋白/代谢物标志物；开发 AI-临床融合预测模型；发表 SCI 论文 1 篇以上；制定检测 SOP 规范 1 份。

20. 环境微生物快速监测研究

研究内容：围绕微生物实时取样与快速诊断难题，研发微型化动态采样装置，结合微流控与纳米膜技术，实现现场环境中微生物的连续捕获与富集；构建免预处理快速检测平台，融合等温扩增与基因编辑技术，攻克样本杂质干扰难题，实现 30 分钟内多病原核酸检测，提升复杂场景下检测结果的准确性。采用“产学研医”协同模式，联合装备制造企业，开展原理验证、样机试制与野外场景测试，确保技术转化效率。

考核指标：形成微生物动态采样-快速检测理论模型；突破微型采样、免预处理检测等两项核心技术，检测灵敏度达 10^3 CFU/mL 以下；实现 30 分钟内完成 ≥ 2 种病原联检；野外环境适用温度 $-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ；发表论文 1 篇或申报专利 1 项。

21. 化工泄露事故中重金属/油类混合污染的应急处置新技术研究

研究内容：针对化工泄漏事故中重金属 (Cr^{6+} 、 Pb^{2+}) 与油类污染物共存，传统吸附剂难以同步高效去除且固液分离效率低，易造成二次污染问题，开发一种可针对环境污染事件中涉及重金属/油类混合污染的应急处置的材料，包括磁性吸附剂快速分离回收。开发磁性膨润土复合吸附剂，通过核壳结构设计及双功能基团修饰，实现重金属（吸附容量 $\geq 180\text{mg/g}$ ）与油类（ $\geq 7\text{g/g}$ ）的同步捕获，并借助外磁场（0.5T）在 5 分钟内完成 $\geq 95\%$ 吸附剂回收，显著提升应急

处置效率，避免环境风险。研究内容包括优化钠化膨润土工艺，提升层间距及离子交换能力；接枝双功能基团；吸附-磁选性能调控；优化磁场强度（0.3-0.8T）与作用时间对回收率的影响；开发再生工艺。

考核指标：揭示双功能基团（-COOH/C16）协同吸附机制和建立核壳结构磁响应动力学模型；同步吸附容量： Cr^{6+} $\geq 180\text{mg/g}$ ，柴油 $\geq 7\text{g/g}$ ；磁选回收率 $\geq 95\%$ （0.5T, 5min）；再生循环 ≥ 5 次（吸附保持率 $> 85\%$ ）；提交吸附剂样品 100kg（成本 ≤ 150 元/kg）；开发移动式磁分离装置原型（处理量 $\geq 1\text{t/h}$ ）；申请发明专利 1 项。

22. 干细胞联合中药外泌体样纳米颗粒用于吸入性肺损伤的救治及机制研究

研究内容：围绕吸入性肺损伤的救治救治需求，深入研究干细胞联合中药外泌体样纳米颗粒在吸入性肺损伤中的作用机制，明确其对炎症反应、免疫调节、促进组织修复、神经保护、氧化应激、细胞凋亡等关键病理过程的影响机制；确定吸入性肺损伤治疗的最佳干细胞和中药外泌体的来源与质量控制标准；优化干细胞联合中药外泌体样纳米颗粒的制备工艺和给药方案，提高治疗效果和安全性；通过动物实验和临床前研究，为后续临床应用奠定基础，降低吸入性肺损伤的死亡率和致残率。

考核指标：建立 2 种重要干细胞分化培养及鉴定方法；建立至少 3 种中药外泌体分离纯化及鉴定方法；建立针对每种干细胞和中药外泌体功能评估方案及标准；建立 2 种干细

胞和中药外泌体互作应答的理论；至少将 2 种干细胞和中药外泌体应用于吸入性肺损伤的干预；形成 1-2 种吸入性肺损伤的新干预理论；授权国家发明专利 2-3 项。

三、应急医学装备

23. 无创微电流迷走神经功能调节装备与技术研发

研究内容：聚焦灾害事故/战争现场下连续作业人员体能恢复的需求，旨在突破传统药物治疗局限，探索基于无创电生理调控的新型物理干预策略。聚焦迷走神经功能调节，探究电刺激对迷走神经—免疫通路的调控机制及其在高强度训练后的恢复作用，结合多模态生物信号反馈（如心率变异性、皮质醇等）与刺激参数动态优化算法，研发经颈部无创微电流刺激设备，解决大负荷运动诱发的炎症失衡、恢复延迟等突出问题，建立可量化评估的“刺激-生理响应”关联模型，最终开发一套安全、可控的非药物神经功能调节干预方案。

考核指标：研发便携式迷走神经刺激仪的样机 1 套，可连续作业 10 分钟，非连续使用时长不低于一周，可实时检测反馈生理指标>3 个；研发多模态生物信号采集模块，实现包括刺激频率、时间、强度在内的不少于 3 种刺激参数的实时协同调整；申请发明专利 1 项；发表论文不少于 1 篇。

24. 高原高寒失血性休克现场应急处置中医便携式关键急救技术和装备

研究内容：针对高原高寒环境下失血性休克现场急救的特殊需求，研究适用于极端条件的便携式中西医结合急救技

术与装备。机制与药效验证，基于低温低氧失血性休克大鼠模型，解析其病理机制，筛选中药复方，验证其改善血液循环、提升血氧的效果；基于高原低氧、低温复合损伤病理特点，优化中医急救技术（如穴位刺激、中药制剂）与现代休克复苏技术的融合应用方案；急救装备研发，融合纳米纤维载药绷带与速溶中药制剂，集成中医温阳止血固脱技术，具备快速止血、体表复温及针刺刺激功能，开发轻量化、模块化装备系统，通过模拟高原环境下的实验验证，形成一套适用于高原战创伤及意外伤害的中医便携式急救技术体系。

考核指标：研制便携式中西医结合急救装备 1 套，总重量 $\leq 3\text{kg}$ ，适用 -20°C 至 40°C 环境；集成中医技术模块，支持至少 2 种穴位电刺激止血方案，内置温阳止血中药仓；形成高原高寒失血性休克中医现场急救操作规范 1 项；申请/获得核心技术发明专利不少于 2 项；投稿/发表 SCI 论文不少于 1 篇。

25. 海上救援中基于中医辩证的经皮迷走神经电刺激疼痛缓解机制研究

研究内容：针对海上救援场景下“创伤-疼痛-中枢敏化-预后恶化”链式反应导致的镇痛不足、阿片类药物受限、后遗神经功能障碍等现实痛点，以“中医辨证指导下的经皮耳迷走神经电刺激（taVNS）镇痛”为核心，聚焦海上创伤高发证型，采集救援病例症状数据，建立简易数字化辨证量表；基于现有便携电刺激模块改造，或研发具备集成辨证量表查询与参数匹配功能的安全、小型、便捷电刺激仪，实现

海创伤现场快速辨证-参数匹配；建立海创伤动物模型，开展 taVNS 镇痛作用与机制研究；通过使用改造的或研制的便携式电刺激仪，进行海上创伤现场小样本随机对照实验，制定中医辨证 taVNS 镇痛标准化流程，推进中医药与现代化结合的镇痛技术发展。

考核指标：建立基于海上创伤高发证型症状的简易数字化辨证量表；研制辨证-参数一体化 taVNS 便携仪，技术成熟度达七级，可进一步补充其它证型等数据；建立海创伤动物模型并完成 taVNS 镇痛机制验证；完成现场小样本随机对照实验，形成 1 套中医辨证 taVNS 镇痛标准化流程；申请核心发明专利 ≥ 1 项；发表 SCI 论文 ≥ 1 篇。

26. 一种自发电铝/镁空气电源关键技术与装备研究

研究内容：为解决应急救援队伍在平时照明灯、搜救灯、帐篷灯和移动电源等小型便携式用电设备，因储存时间过长及维护不及时导致的电池或供电装置电量不足等问题，在应急时续航时间短暂以及充电条件受限，携带充电电源自重较大等问题，研发超长备电铝/镁空气电源材料，通过纳米材料的研发实现材料性能、稳定性的提升；研发 72 小时以上免充电维护照明电源，实现产品体积小、质量轻、方便携带；研发通过精确控制用水量，实现 USB 输出供电电源产品（5W-20W），便于为手机、5V 设备等进行移动充电；与风、光、铝、锂电源进行综合匹配，实现多电源类型综合电源保障，提升供电的稳定性。

考核指标：超长备电铝/镁空气电源材料开发寿命不低

于 1000h；便携式加水/沾水照明产品不少于 5 款；便携式加水/沾水充电电源不少于 2 款；产品在实际应急救援场景得到推广和应用。

27. 新型 AKI 生物标志物即时检验的电化学传感器制备及其临床研究

研究内容：围绕 AKI 患者早期、快速筛查需求，针对临床缺乏对于 AKI 诊断准确、可靠的即时检测（POCT）设备，依赖肌酐等传统生物标志物易导致 AKI 诊断延误的难题，基于电化学生物传感器研究原理开展包括 NGAL 等早期诊断生物标志物在内的多指标集成式一体化即时检测设备，实现 15 分钟内对目标生物标志物的床旁定量检测，显著降低设备重量与检测成本。通过对临床 AKI 患者血清生物标志物的即时检测，验证传感器检测准确性，对比其与临床肌酐、尿素氮等诊断指标的时效性，基于新研发的 POCT 检测手段，提出 AKI 早期预警或诊断的临床策略。

考核指标：获得用于 AKI 生物标志物多参数即时检验的电化学传感器及采集电路；可同时对 ≥ 4 种 AKI 生物标志物进行检测，误差范围：0-5ng/mL；精度 0.1ng/mL；交叉反应率 $\leq 5\%$ ；核心技术申请/获得发明专利不少于 1 项；投稿/发表研究论文不少于 2 篇。

28. 应急救援现场用腹膜透析机便携化关键技术研发

研究内容：围绕应急救援现场急性肾损伤伤员救治需求，针对现有腹膜透析设备体积大、依赖稳定电源及复杂操作等问题不便于野外转运，对腹膜透析机进行便携化关键技术研

究，实现满足救援现场伤员救治需求的环境适应性、安全性及操作简易性等特点；重点突破轻量化结构设计、低功耗精准灌注、抗干扰称重监测等关键技术，开发低动力消耗灌注系统，集成压力监测系统确保灌注安全。研制专用透析液便携储运温控模块，支持野外快速加热与温度维持。开展腹膜透析体外循环模拟试验进行验证，聚焦机械系统轻量化便携化解决方案，通过机械创新设计实现便携性核心需求，满足应急救援现场携带及应用。

考核指标：开发便携化腹膜透析原理样机 1 套，整机重量 $\leq 10\text{kg}$ ，体积 $\leq 38 \times 30 \times 19\text{cm}$ ，具备急性肾损伤现场救治的关键功能；形成救援现场便携式腹膜透析装置应用技术方案，建立标准化操作流程 1 套，培训救援队员操作时间 ≤ 15 分钟；申请/获得发明专利 1 项；投稿/发表核心期刊论文不少于 1 篇。

29. 海洋灾害医学应急救援虚拟培训系统

研究内容：围绕海洋灾害医学应急救援虚拟培训系统需求，解决目前国内虽在虚拟医疗培训方向取得一定突破，但面向海洋灾害的综合性医学救援训练系统仍处于空白状态的问题。为解决现有海洋灾害医学应急救援培训依赖传统演练模式所存在的成本高昂、风险突出且极端场景难以复现等问题，研发基于 VR 技术的海洋灾害医学应急救援虚拟培训系统。搭建一套搭建轻量化 VR 训练平台，展现 5 类典型海洋灾害场景；集成心肺复苏（CPR）、止血、固定的基础医疗操作模块，实现器械抓取、生命体征监测的核心交互功能。

开展 20 人次以上的验证试验，推动海洋医学救援模式从“经验驱动”向“智能仿真”转型升级。

考核指标：建成 1 套轻量化 VR 培训系统，成功呈现 5 类灾害场景展现，同时实现 CPR、止血、固定的医疗模块的操作，完成 20+人次培训验证，编制标准化操作手册，提升学员操作合格率；申请 1 项软件著作权。通过本项目实施，有效缩短培训周期、降低培训成本，形成可复制推广的低成本 VR 医疗培训方案，为国家海洋救援体系建设提供有力支撑。

30. 配备柔性压力传感器的多功能球囊导管的性能设计及研发

研究内容：围绕内脏破裂及大血管损伤出血难以诊断并及时治疗，容易导致失血性休克问题，研制国内具有完全自主知识产权的躯干交界处新型介入止血导管、导丝系统（其中可实现导管、导丝功能的集合，导管头端可自动弯曲，在血管分叉处实现快速通过，迅速到达指定出血部位，导管具有介入止血球囊功能，导管头端应用图层技术植入高密度金属材料，可实现超声下清晰显影，通过压力感知实现精确止血），快速提高伤员躯干交界处大出血止血效果。研究介入止血导管体内的感知方法，实现介入止血导管精准化操控技术、融合介入止血导管结合柔性压力传感器尾端压力测试、显影剂注入、压力阀的封堵功能合成技术，研制快速诊断、介入止血一体化智能止血导管，实现在灾难事故现场专业技术人员不足的情况下，最大限度的救治出血伤员。

考核指标：完成一种带压力传感的多功能球囊导管研制，并完成导管超声显影追踪功能、导管头端在机器人夹持下自动调弯功能、自主研发柔性压力传感器和球囊导管结合后压力传感性能等效果验证；申报国家级项目 1 项，申请专利 2 项，发表 SCI 论文 2 篇，研制样品 2 种，工艺技术 2 种，科技报告 2 篇。

31. 一种突发公共卫生事件中眼开放性外伤的应急救治装备

研究内容：围绕目前突发公共卫生事件中没有专门的眼部救援设备，导致眼外伤患者后续视力严重损失的现状，开发一种全自动简易救援装置，利用微吸盘技术建立密封环境，通过提供浓度恒定的碘伏蒸汽对环境中存在的细菌病毒进行消杀，通过压力传感装置检测环境中压力值及眼内压变化，研发一款集消毒杀菌、压力监测、气流循环、保护眼内容物、麻醉止痛多项功能为一体的用于开放性眼外伤患者紧急救援的装备。建立爆炸冲击波致眼外伤动物模型，通过眼部组织完整性及丢失率、感染率、一期外伤缝合后创口恢复情况、眼部电生理、组织病理损伤、细胞凋亡等相关指标，探究紧急救援装备的救治效果及潜在作用机制。

考核指标：开发 1 套突发公共卫生事件中眼开放性外伤的应急救治装置样机，根据动物实验结果标定出设备性能参数，在小规模救援事件中进行预试验获得人体反应参数；投稿/发表科研论文不少于 2 篇；培养硕士研究生 1 人。

32. 可穿透普通衣物的非接触式新型微波体温测量仪关

键技术及装备研究

研究内容：研发新型微波非接触人体体温监测设备，利用军用被动微波遥感技术、微波天线技术、微波电路技术、微波黑体定标源技术和微波反演技术，实现在一定距离范围内对人体体温进行非接触高精度监测。该设备用于对人体体表温度的测量，测试位置主要集中在人体头部、躯干部位的皮肤温度，对于人体头部，可对人体头部的裸露皮肤温度进行测量，对于人体躯干，包括胸部、腹部和腰部，可以穿透衣物测量衣物下的人体皮肤温度。该设备适合用于ICU病房、大人流较远距离人体体温监测等病人着衣、不能主动配合且需要非接触测温的场合。在重要的危急重症场合，利用微波辐射计非接触测量人体温度可以作为红外温度计的有效补充，填补红外温度计在某些需要测温的特殊场合不能够应用的空白。

考核指标：设计开发一套 Ku 波段（12~18 GHz）高精度微波人体测温仪成品；针对人体额头部位，经临床试验形成一套测温算法；针对覆盖医用棉被或衣物的人体躯干部位，经临床试验，形成一套专用测温算法；申请/获得核心发明专利不少于 2 项；投稿/发表 SCI 论文不少于 1 篇。

33. 应急救援无人机运血箱模块化设计方法与快速装拆策略研究

研究内容：针对目前应急救援过程中无人机运送血液因存在多种血液成分适配性差、防撞能力弱、保温性能不足等短板导致救援不及时、不充分的问题，提出运血箱模块化设

计策略，通过优化设计、构建映射模型、开展仿真验证等方法研制可快速装拆的、轻量模块化、高防撞及高保温性能的新型运血箱；并开展实物样机性能测试，同时搭建防撞测试平台，通过不同高度及不同姿态下落的模块化箱体与平台之间力检测，评价箱体的防撞水平，以满足无人机单次运输不同血液成分的应急救援需求，提升无人机运输血液的效能，最终实现无人机快速、高效应急救援。

考核指标：研发存放不同保存温度的三种血液成分的模块化运血箱，满足单体容积不少于 2L，总容积不少于 7.2L；箱体总重量不超过 1.5kg；内外温差不低于 20 摄氏度的情况下 45 分钟箱体内温度变化不超过 5 摄氏度；防撞等级不低于物流运输 Level 2；装机时间不超过 60s。研发存放不同保存温度的三种血液成分的模块化运血箱 1 套，申请/获得发明专利 1 项；投稿/发表高水平论文 1 篇。

34. 全血外观无创光学检测技术研究

研究内容：围绕血站无创、快速、大批量、高精度、标准化全血及成分血外观质量检测需求，针对目前全血及成分血外观质量检测主要依赖人工目视判别，存在主观性强、标准不统一、检测效率低等问题，研发多波长光学检测技术，建立溶血、黄疸、乳糜的光谱特征数据库；开发基于机器学习的智能识别算法，实现外观质量的定量化评估；设计小型化光学检测设备，集成光源、检测器、数据处理单元，实现自动化检测；优化光路设计，提高检测精度和稳定性；制定全血及成分血外观光学检测技术规范，建立质量控制标准，

开发标准化检测流程和操作规程。同时与血站合作开展临床验证，并采用产学研医协同创新模式，联合高校、科研院所、医疗机构和设备企业，形成技术攻关联合体，分阶段推进关键技术突破、产品开发和临床应用。通过开展本技术为医学救援提供高质量血液保障。

考核指标：实现溶血检测精度 $\geq 95\%$ ，黄疸、乳糜检测准确率 $\geq 90\%$ ；检测时间 ≤ 1 分钟/样本；设备重复性变异系数 $\leq 5\%$ ；开发小型式全血外观光学检测设备 1 套，获得发明专利 ≥ 1 项；完成 ≥ 1000 例临床样本验证，在 ≥ 3 家血站开展应用示范；发表高水平论文 ≥ 2 篇。

35. 可穿戴柔性血流动力学监测设备及其在 CPR 中的应用

研究内容：针对心脏复苏（CPR）急救场景中血流动力学监测的瓶颈问题，研发一种柔性超声-压电耦合监测系统，设计“岛-桥-微柱”复合结构电极，结合仿生黏附界面与疏水导流设计，解决 CPR 按压导致的传感器滑落问题；研制声阻抗梯度匹配层，实现极端环境下稳定声学性能。设计智能决策系统，构建多物理场降噪算法与 Transformer-CNN 混合网络，实时解析颈动脉血流参数；设计临床决策引擎，结合超声成像技术，进行决策层融合，优化按压-通气策略。进行系统集成验证，开发超薄贴片式设备，集成低功耗边缘计算模块，支持离线环境下快速完成“扫描-诊断-分诊”全流程。

考核指标：提升 CPR 救援效率，实现血流参数（流速、心输出量）毫秒级监测与智能反馈，突破传统设备处理延迟

限制。增强环境适应性，在汗液/血液污染、温湿度突变及剧烈运动条件下维持信号稳定性。推动临床转化，通过动物实验与多场景模拟测试，验证设备在院前急救中的实用性。申请/获得核心技术发明专利 1-2 项；投稿/发表 SCI 论文 1-2 篇。

36. 基于数字化与多参数的智能瞳孔检测设备

研究内容：围绕医学领域对于瞳孔精准检测的需求：针对国产数字化智能瞳孔检测手持设备基本处于空白的问题，研制一套可应用于急救现场、医学临床的数字化智能瞳孔检测手持设备，并开展相关临床研究；针对医学领域，尤其是急诊医学（急诊，创伤，急诊重症），神经科学（神经外科，神经内科，神经重症），重症医学领域需要频繁进行床旁快速瞳孔检测的问题，研发以光学成像、智能算法为核心的精准瞳孔检测设备，研制可实现瞳孔动态参数（初始大小、变化速率、双侧对比差值等）的精准量化分析手持设备，并开展基于数字化瞳孔检测指标对脑死亡判定，脑功能预后判定，神经系统功能判定等相关临床研究，推动精准化瞳孔检测与神经系统功能相关研究的快速发展。

考核指标：设备技术成熟度达到 5 级，可大规模用于医学领域，其中样机可实现瞳孔动态参数（初始大小、变化速率、双侧对比差值等）的精准量化检测；申请/获得核心技术发明专利不少于 1 项；投稿/发表 SCI 论文不少于 1 篇。

37. 血管内介入低温管理设备的研发及应用

研发内容：针对当前国内外血管内温度管理设备由外资

垄断，国产产品存在显著技术代差，急需突破高精度控温技术，研发一套国产化血管内温度管理设备，并开展动物研究；针对球囊柔性材料加工难题，突破医用硅胶精密微加工工艺，研制三腔集成式球囊导管，并开展多中心联合试验；该项目通过自主研发智能温控系统、三腔血栓过滤球囊导管等核心成果实现国产设备精度与国际领先水平接轨，推动重症急救预后改善与产业链升级。

考核指标：整机成熟度达到八级，可大规模用于科研实验，支持 $33^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 持续 72 小时恒温；多功能控温球囊导管，单次耗材成本降低 80%，填补国产空白；研发 1 套可适用于血管内温度管理的样机 1 台、球囊导管样品 1 套；申请发明专利 2 项，软件著作权 1 项；发表高水平论文 3-4 篇。

38. 小动物体外循环综合科研平台研发

研发内容：围绕医学救援领域亟待解决的小型化体外生命支持技术瓶颈，研制一套专门应用于 10kg 以下小动物的多功能、标准化体外循环综合平台；针对多生理参数精准联调及多器官联合支持等共性技术瓶颈，攻克微型化循环回路高精度生理参数（血流、压力、氧合、温度）动态控制与实时监测技术，实现多器官联合灌注模拟和生理参数精准监控，并开展动物实验；填补国内外小动物体外生命支持科研装备空白，为 ECMO、体外肺灌注和亚低温设备的研发提供核心实验平台，以及为体外循环提供教学、训练支撑。

考核指标：整机成熟度达到八级，可大规模用于科研实验；交付首台国产化小动物体外循环综合试验台，为体外循

环、亚低温、体外肺灌注技术研究提供自主可控、标准化的实验平台；申请发明专利 2 项；发表高水平论文 3-4 篇。

39. 用于高原缺氧的便携式无创呼吸机研制及应用研究

研究内容：针对低海拔地区快速进入高原或由高原进入更高海拔地区可诱发急性高原病的问题，研发一台用于治疗高原缺氧的便携式无创呼吸机，并在西藏拉萨进行测试应用，以适应高原单人机动作业需要，改善高原缺氧，减少急性高原病的发病率。

考核指标：开发便携式无创呼吸机原理样机，可大规模用于科研实验；提交便携式无创呼吸机改善高原缺氧研究报告 1 份；投稿/发表核心期刊科研论文 1 篇；申请/获得核心技术专利 1 项。

40. 基于多模态数据融合的产后出血高危产妇动态预警研究

研究内容：产后出血作为产科急症之首，其起病急骤、进展迅猛，严重威胁孕产妇生命安全。针对目前临床产后出血判断依赖单一指标（如出血量）的静态评估存在评价单一与预警滞后的问题，利用高危产妇的全孕产周期数据，通过整合产前（孕检记录、个人病史等）、产中（多次影像、检查检验、出血量等）、产后（床旁监测、电子病历、检查检验等）的多源异构数据，利用深度学习与注意力机制构建多阶段的风险预警模型，考虑患者个人产检数据实现风险阈值的动态调整，构建患者的个人风险画像，实现产后出血的早期预警，推动产科急救从“被动救治”转向“主动阻断”，

为降低可避免性孕产妇死亡提供精准决策支持。

考核指标：构建产后出血动态风险预警模型 1 套；申请软件著作权 1 项；发表 SCI 论文 2-3 篇。

41. 内源性干细胞治疗仪研发

研究内容：针对应急救援队员训练损伤需求，通过采集患病部位的数据、统计分析、自我调节、完善治疗方案，完成个体化精准医学方案。建立骨关节炎动物（包括小动物和大动物）模型，通过仪器采集相关数据。同时应用于骨关节炎患者，获得具有良好疗效的数据。推广到骨质疏松症、骨折、股骨头坏死、肢体长度的差异等疾病治疗，以及运动损伤的防治及康复等领域。开发三维立体关节刺激仪，能同时完成水平加载、屈伸、和旋转的运动的三轴关节加载，把现有的三种机械加载模式整合为一个仪器，可同时对关节进行水平、屈伸和旋转刺激，实现单一关节的三维立体刺激，并应用在骨质疏松、股骨头坏死、肿瘤骨转移等疾病。

考核指标：结合应急救援队员训练特点，制定内源性干细胞治疗仪的标准和规范。申请进行临床试验，评估安全性和有效性。发表 1-2 篇论文，申报国家专利 1-2 项。