

2026 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（基础医学类）									
项目名称	高效靶向清除肿瘤干细胞的生物力学多尺度调控理论与方法									
推荐单位/科学家	华中科技大学									
项目简介	我国恶性肿瘤死亡人数长年位居全球首位，严重制约“健康中国 2030”肿瘤防治战略目标的实现。肿瘤干细胞（CSCs）作为肿瘤发生、耐药、复发与转移的核心驱动因素，被 Science 杂志列为亟待攻克的前沿问题。但是，高效清除 CSC、提高恶性肿瘤疗效，仍面临三大严峻挑战：传统抗癌药物并非针对 CSC 设计、药物难以靶向递送至 CSC、肿瘤组织微环境有利于 CSC 生存等。 项目组历经 20 年攻关，在 973 计划、科技部创新团队等持续支持下，依托国家纳米药物工程中心，围绕“CSC 高效靶向清除生物力学机制”关键科学问题，从分子、细胞、组织三个层次，针对 CSC 分子生物力学靶点、细胞外囊泡生物力学特征、肿瘤组织生物力学微环境重塑机制等开展系统研究，创建 CSC 高效靶向清除的生物力学多尺度调控理论与方法。主要成果如下： 1、发现 CSC 分子生物力学新靶点：揭示 CSC 干性基因激活与维持的规律，发现有效清除 CSC 的分子生物力学新靶点维甲酸受体 RARγ，阐明其介导染色质重构的分子生物力学机理；创制全球首个靶向 RARγ 的刚性维甲酸类似物 WYC-209，探明其诱导 CSC 凋亡、有效清除 CSC 的生物力学机制。WYC-209 已转让药企开展临床前研究。新南威尔士大学 Kilian 教授在 Nat Mater 发文认为是“一个令人兴奋的报道”。 2、揭示细胞外囊泡生物力学新特征：发现细胞外囊泡生物力学特性对药物肿瘤靶向蓄积、深部渗透、CSC 摄取的影响规律，解析细胞骨架蛋白 Cytospin-A 调控囊泡生物力学机制；提出三维软纤维蛋白胶生物力学调控新方法，创制低杨氏模量（1 kPa）载药细胞外囊泡，靶向递送效率比脂质体阿霉素 Doxil 提高 52.6 倍。推动“载药囊泡化肿瘤靶向治疗术”纳入《全国医疗服务项目技术规范目录（2023 年版）》。Nat BME 主编认为现有药物递送载体可能“变软达到更好的治疗效果”。 3、阐明肿瘤组织生物力学微环境重塑新机制：发现降低肿瘤组织杨氏模量，显著增强药物靶向递送效率，提高 CSC 药物敏感性，阐明抑制肿瘤相关成纤维细胞、重塑肿瘤组织生物力学微环境新机制；创制共载卡泊三醇细胞外囊泡，提出高压氧+肿瘤综合治疗新方法，实现 CSC 高效清除。开展高压氧增强注射用紫杉醇（白蛋白结合型）等的临床研究。谭蔚泓院士、彭孝军院士联合发文认同“调控 CAFs 实现长效肿瘤治疗”。 8 篇代表作发表于 Nat Commun、STTT 等，他引 1401 次，其中 ESI 高被引 3 篇，代表作 1 在细胞外囊泡清除 CSC 研究论文中被引频次全球第五（前四篇均为综述）、国内第一；得到中科院院士谭蔚泓、美国三院院士 Hammond 等 54 名院士、83 名会士、103 名 Science 等期刊主编/副主编在 Nat Rev 等正面引评。项目团队包括国家级领军人才 2 人、国家级青年人才 2 人等；第一完成人为国家纳米药物工程中心主任、973 首席科学家、万人领军人才、科技部创新团队负责人，连续担任 ChinaNanomedicine 大会主席/副主席，《中国科学·化学》编委，推动我国纳米医药领域、特别是生物力纳米肿瘤学学科发展。									
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	检索数据库	他引总次数	通讯作者单位	是否含

						姓名)			国外单位
1	Tumor exosome-based nanoparticles are efficient drug carriers for chemotherapy	Nature Communications	2019, 10:3838	15.7	雍士莹, 张晓琼, 别娜娜, Hongbo Zhang, 张旭婷, 李福英, Abdul Hakeem, 胡军, 甘露, Hélder A. Santos, 杨祥良	甘露, Hélder A. Santos, 杨祥良	Web of Science 核心合集	676	是
2	Tumor-repopulating cell-derived microparticles elicit cascade amplification of chemotherapy-induced antitumor immunity to boost anti-PD-1 therapy	Signal Transduction and Targeted Therapy	2023, 8:408	52.7	别娜娜, 雍士莹, 韦朝晗, 梁清乐, 张晓琼, 李诗雨, 李新, 李建业, 甘露, 杨祥良	甘露, 杨祥良	Web of Science 核心合集	32	否
3	Inhibition of cancer stem cell like cells by a synthetic retinoid	Nature Communications	2018, 9:1406	15.7	陈俊威, 曹鑫, 安泉林, 张姚, 李可, 姚文婷, 石富春, 潘延芳, 贾琼, 周文文, 杨方, 韦富香, 汪宁, 俞颢	汪宁, 俞颢	Web of Science 核心合集	46	是
4	Hyperbaric oxygen potentiates Doxil antitumor efficacy by promoting tumor penetration and sensitizing cancer cells	Advanced Science	2018, 5:1700859	15.1	吴险, 朱艳, 黄薇, 李静秋, 张必翔, 李子福, 杨祥良	李子福, 杨祥良	Web of Science 核心合集	61	否
5	Boosting anti-PD-1 therapy with metformin-loaded macrophage-derived microparticles	Nature Communications	2021, 12:440	15.7	韦朝晗, 张晓琼, 雍士莹, 别娜娜, 占桂婷, 李新, 梁清乐, 李建业, 喻晶晶, 黄刚, 闫御晨, 张泽龙, 张必翔, 甘露, 黄波, 杨祥良	甘露, 黄波, 杨祥良	Web of Science 核心合集	270	否

6	Reversing insufficient photothermal therapy induced tumor relapse and metastasis by regulating cancer-associated fibroblasts	Nature Communications	2022, 13:2794	15.7	李新, 雍士莹, 韦朝晗, 别娜娜, 张晓琼, 占桂婷, 李建业, 秦佳琪, 喻晶晶, 张必翔, 甘璐, 杨祥良	雍士莹, 甘璐, 杨祥良	Web of Science 核心合集	223	否
7	Synthetic retinoid kills drug-resistant cancer stem cells via inducing RAR α -translocation-mediated tension reduction and chromatin decondensation	Advanced Science	2022, 9, 2203173	15.1	张姚, 董琪, Quanlin An, 张楚梅, Erfan Mohagheghi an, Bing Niu, Feng Qi, 韦富香, 陈思含, 陈新曼, 王安琪, 曹鑫, 汪宁, 陈俊威	曹鑫, 汪宁, 陈俊威	Web of Science 核心合集	6	是
8	Engineered cell-derived microparticles Bi2Se3/DOX@MPs for imaging guided synergistic photothermal	Advanced Science	2020, 7, 1901293	15.1	王东东, 姚雨竹, 何俊凯, 仲晓燕, Basen Li, 饶诗雨, 于海婷, 何帅丞, 冯晓宇, 徐拓, Bin Yang, 雍士莹, 甘璐, 胡军, 杨祥良	胡军, 杨祥良	Web of Science 核心合集	87	否

代表性引文目录

序号	被引代表性 论文序号	引文名称/作者	引文刊名	引文发表时间 (年 月 日)
1	1	Polyethylene glycol immunogenicity in nanomedicine/Yunching Chen, Yu-Cheng Su, Steve R. Roffler	Nature Reviews Bioengineering	2025 年 06 月 10 日
2	1	Programmed exosome fusion for energy generation in living cells/Sumit Kumar InUn Kim, Yoon-Kyoung Cho, Mamata Karmacharya, Issac J. Michael, Yongjun Choi, Junyoung Kim, InUn Kim, Yoon-Kyoung Cho	Nature Catalysis	2021 年 09 月 13 日
3	1	Clinical relevance of extracellular vesicles in cancer-therapeutic and	Nature Reviews Clinical Oncology	2025 年 10 月 08 日

		diagnostic potential/David W. Greening, Rong Xu, Alin Rai, Wittaya Suwakulsiri, Maoshan Chen, Richard J. Simpson		
4	2	An acceptor-donor-acceptor structured nano-aggregate for nir-triggered interventional photoimmunotherapy of cervical cancer/Gaoli Niu, Xingqi Bi, Yong Kang, Hua Zhao, Ruiyan Li, Mengbin Ding, Baoli Zhou, Yanhong Zhai, Xiaoyuan Ji, Yongsheng Chen	Advanced Materials	2024 年 08 月 03 日
5	3	Identification of small molecules that are synthetically lethal upon knockout of the RNA ligase Rlig1 in human cells/Florian M. Stumpf, Silke Müllercd, Andreas Marx	RSC Chemical Biology	2024 年 08 月 28 日
6	4	Hyperbaric oxygen enhances tumor penetration and accumulation of engineered bacteria for synergistic photothermal immunotherapy/Ke-Fei Xu, Shun-Yu Wu, Zihao Wang, Yuxin Guo, Ya-Xuan Zhu, Chengcheng Li, Bai-Hui Shan, Xinping Zhang, Xiaoyang Liu, Fu-Gen Wu	Nature Communications	2024 年 06 月 17 日
7	5	Metformin: update on mechanisms of action and repurposing potential/Marc Foretz, Bruno Guigas, Benoit Viollet	Nature Reviews Endocrinology	2023 年 05 月 02 日
8	6	Rational design of biomaterials to potentiate cancer thermal therapy/Yujie Zhu, Quguang Li, Chunjie Wang, Yu Hao, Nailin Yang, Minjiang Chen, Jiansong Ji, Liangzhu Feng, Zhuang Liu	Chemical Reviews	2023 年 06 月 14 日

完成人情况表

姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
杨祥良	1	华中科技大学	华中科技大学	教授,教授	国家纳米药物工程技术研究中心主任

对本项目的贡献	负责项目总体设计与组织实施等。提出生物力纳米肿瘤学概念，促进学科交叉，推动生物力学多尺度调控、高效清除肿瘤干细胞的理论研究和方法创新；提出生物力学为纳米药物新的重要特征，研制具有低杨氏模量（约 1 kPa）的 CSC 来源载药囊泡；提出高压氧增强纳米药物和抗体药物的力学协同肿瘤综合治疗新策略；推动临床转化。相关成果涵盖科学发现第 2、3 部分，为代表性论文 1、2、4、5、6、8 的最后通讯作者。旁证材料：代表性论文（序号 1、2、4、5、6、8）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
甘璐	2	华中科技大学	华中科技大学	教授,教授	党支部书记
对本项目的贡献	揭示了力学特性对细胞囊泡肿瘤靶向递送效率的调控作用，为纳米药物的精准递送提供了理论依据。在此基础上，创新性地设计并构建了具有低杨氏模量（约 1 kPa）的 CSC 来源载药囊泡，通过优化力学特性，显著增强了肿瘤组织靶向性，实现了对 CSC 的高效杀伤，抑制了肿瘤的复发和转移。相关成果涵盖科学发现第 2、3 部分，为代表性论文 1、2、5、6 的共同通讯作者，为项目的科学发现提供了关键性支持。旁证材料包括代表性论文（序号 1、2、5、6）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
陈俊威	3	华中科技大学	华中科技大学	教授,教授	副系主任
对本项目的贡献	发现力学因素调控染色质构象，激活肿瘤细胞干性基因表达；提出细胞核受体 RAR γ 是调控 CSC 生物力学、有效杀伤 CSC 的新靶点；设计合成了靶向 RAR γ 的刚性维甲酸类似物 WYC-209 抑制肝癌、黑色素瘤等 CSC 生长和转移，并揭示其诱导 CSC 凋亡的力学生物学机制。相关成果涵盖科学发现第 1 部分，为代表性论文 3、7 的共同第一作者。旁证材料：代表性论文（序号 3、7）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
雍土莹	4	华中科技大学	华中科技大学	副教授,副教授	无
对本项目的贡献	发展了一种具有低杨氏模量（约 1 kPa）的 CSC 来源载药囊泡，通过精确调控其力学特性，显著提高了药物在肿瘤组织的高效富集及深部渗透性，实现对 CSC 的高效杀伤。相关成果涵盖科学发现第 2、3 部分，为代表性论文 1、2、5、6 的共同第一作者，为项目的科学发现提供了重要支持。旁证材料：代表性论文（序号 1、2、5、6）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
李子福	5	华中科技大学	华中科技大学	教授,教授	系主任
对本项目的贡献	发现靶向抑制肿瘤相关成纤维细胞改善肿瘤组织力学微环境，揭示高压氧重塑肿瘤组织力学微环境、提高 CSC 药物敏感性、增强 CSC 靶向清除效率，提出 HBO 赋能临床抗肿瘤药物的力学协同综合治疗策略。相关成果涵盖科学发现第 3 部分，为代表性论文 4 的共同通讯作者。旁证材料：代表性论文（序号 4）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
胡军	6	华中科技大学	华中科技大学	教授,教授	无
对本项目的贡献	参与设计并构建了肿瘤细胞来源的胞外囊泡纳米药物，显著提高了药物在肿瘤组织中的富集和渗透能力，实现药物对 CSC 的精准靶向并高效杀伤。相关成果涵盖科学发现第 2 部分，为代表性论文 8 的共同通讯作者，为项目的科学发现提供了有利支持。旁证材料：代表性论文（序号 8）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
别娜娜	7	华中科技大学	华中科技大学	讲师,讲师	无

对本项目的贡献	发现了细胞囊泡的力学特性能够显著增强药物在肿瘤组织中的高效富集及深部渗透，并阐明了其调控细胞囊泡力学特性的分子机制。相关成果涵盖科学发现第 2 部分，为代表性论文 1、2 的的共同第一作者，为项目的科学发现提供了重要支持。旁证材料：代表性论文（序号 1、2）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
李新	8	华中科技大学	华中科技大学	助理研究员,助理研究员	无
对本项目的贡献	揭示肿瘤组织力学微环境异常驱动免疫耐受的核心机制，阐明纳米递送系统调控基质细胞的作用机制，提出靶向基质微环境增强 CSC 清除的通用策略。相关成果涵盖科学发现第 3 部分，为代表性论文 6 的第一作者，为项目的科学发现提供了重要支持。旁证材料：代表性论文（序号 6）。				
完成单位情况表					
单位名称	华中科技大学			排名	1
对本项目的贡献	华中科技大学作为项目完成单位，为项目顺利实施提供了全方位的支持，包括： ① 优质的科研平台：搭建了多学科交叉的科研平台，为高水平研究提供坚实保障。项目第一完成人担任国家纳米药物工程技术研究中心主任，所有完成人均为该中心骨干成员。 ② 人才队伍建设：项目团队中，第一完成人和第二完成人分别于 2020 年和 2024 年入选国家高层次领军人才；第三和第五完成人从海外引进，分别于 2024、2022 年入选国家高层次青年人才。 ③ 持续经费支持。通过学校设立“登峰计划”、“学术前沿青年团队”、“基础研究支持计划”等项目，为该项研究提供持续支持，确保研究工作顺利开展。 ④ 学术交流与合作：定期举办学术会议、研讨会和讲座；鼓励团队与国内外高校和科研机构建立长期合作关系。 ⑤ 科研管理支持：学校科研管理部门积极组织项目申报；对科研项目实施全过程管理，提供必要支持与监督；注重梳理注重梳理和总结科研成果。				