

2026年度陕西省科学技术奖提名项目公示材料

一、项目名称

肿瘤放射增敏技术创新体系建立与转化应用

二、提名者及提名意见

提名者：陕西省卫生健康委员会

提名意见：

拟提名该项目为陕西省科学技术进步奖。

三、项目简介

放射治疗是肿瘤多学科综合治疗的核心手段，其疗效与肿瘤细胞 DNA 损伤修复能力密切相关。提升放射疗效的关键，在于实现从"筛选获益人群"到"解析放射机制"再到"干预增敏靶点"的全链条贯通。团队长期聚焦肿瘤放射增敏领域，坚持面向人民生命健康、以解决临床实际问题为导向，围绕放射治疗获益人群筛选、敏感性机制解析及增敏平台搭建三大核心板块，系统开展基础研究与临床应用研究，构建起"临床需求—基础研究—成果转化"三位一体的创新转化路径，形成了一批具有自主知识产权的核心技术成果，取得主要创新成果如下：

创新成果一：首创适用中国人群、无需正常对照、操作简单的人类微卫星不稳定性检测试剂盒，助力肿瘤放射治疗决策和患者预后评估。

微卫星不稳定性（MSI）状态是指导放疗决策和预后评估的关键指标。针对现有检测方法在操作流程、位点适用性及结果判读等方面存在的局限，团队开展系统性技术攻关，对检测体系进行整体优化与创新，开发出操作更为简便、效率更高的新型 MSI 检测试剂盒，全流程缩短至 1.5-2 小时，步骤减少 30%；同时自主研发关键配套检测抗体，显著提升结果判读的准确性，相关产品已通过 NordiQC Optimal 认证并获国家发明专利授权。该成果有效解决了临床检测中的关键难题，为我国肿瘤患者放疗决策与预后评估提供了更可靠的检测工具，具有重要的临床应用价值。

创新成果二：以"DNA 损伤修复—代谢重编程—免疫效应"多维度视角，系统揭示放射敏感性生物学效应的关键机制。

团队围绕放射敏感性调控这一核心科学问题，从 DNA 损伤修复、代谢调控和免疫应答等多个维度开展系统深入研究，取得系列原创性突破：深入解析放射敏感性调控的关键机制，为精准放射增敏策略的制定提供重要理论基础；系统阐明肿瘤代谢调控与细胞命运决定的内在关联，拓展了放射增敏的干预思路与靶点选择；系统揭示放疗调控肿瘤免疫应答的多维度效应机制，为放疗联合治疗策略的优化提供理论依据。上述研究从多个维度构建了肿瘤放射敏感性调控的新机制体系，丰富了肿瘤放射增敏领域的基础理论，为开发精准放射增敏策略奠定了坚实基础，对推动肿瘤放疗学科发展具有重要意义。相关研究成果发表于 Nature Cell Biology、Nature Communications、Science Immunology、Journal of Experimental Medicine、Cell Research、Cell Death and Differentiation、Cancer Research、Journal of Advanced Research 等国际高水平期刊论文。

创新成果三：成功搭建并转化以 Apoptin 片段为核心的一体式仿生纳米放射增敏平台。

团队在既往研究基础上，持续开展新型放射增敏药物的研发与优化，成功构建一体式仿生纳米放射增敏平台，实现了多种增敏机制的有效整合与协同增效，为肿瘤精准放疗提供了新技术和新方法，体现了项目成果从基础研究到产业应用的有效衔接与转化价值。相关成果已获 4 项发明专利，并成功向广州万孚生物技术股份有限公司转化，转化金额 5,000 万元。

创新成果四：开展以放疗为核心的综合治疗临床研究，寻找提升放疗疗效的新策略，同时优化放射治疗全流程。

团队围绕放射增敏策略的临床转化，系统开展 7 项 IIT 研究，覆盖多种常见恶性肿瘤，形成以“放疗+”为核心的多元联合治疗体系，探索放疗联合多种治疗手段的综合方案，推动研究成果向临床实践转化落地。同时，团队持续优化放疗全流程，整合先进影像引导技术实现精准剂量投递，开发液体活检及肿瘤标志物检测技术，为放疗疗效监测与转移预警提供无创动态支撑。上述工作加速了放射增敏新策略的临床验证与推广应用，惠及广大肿瘤患者，取得了良好的社会效益。

在知识产权方面，团队已获授权发明专利 21 项，其中 4 项发明专利（ZL202411952328.3、ZL202210032107.9、

ZL202211251221.7、ZL201510671944.6）已成功向广州万孚生物技术股份有限公司转化，转化金额 5,000 万元。团队与本项目相关成果已应用于超 100 家医疗机构，累计应用超 700 万例，创造经济效益近 5 亿。项目团队累计培养博士研究生 60 名、硕士研究生 69 名、博士后 7 名，毕业博士 20 名就职于国内知名院校附属医院（如中国医学科学院、西安交通大学、浙江大学、中山大学、苏州大学等），毕业生获批国家自然科学基金 17 项。团队累计主持国家自然科学基金 24 项，发表 SCI 论文 100 余篇，其中包括 Nature Cell Biology、Nature Communications、Science Immunology、Journal of Experimental Medicine、Cell Research、Cell Death and Differentiation、Signal Transduction and Targeted Therapy、Journal of Advanced Research、Cancer Letter 等国际高水平期刊论文，论文累计被引超过 1 万次。

四、客观评价

1. 项目成果产出

该项目取得科研成果产出和技术转化成效主要包括：

（1）学术论文：本项目发表论文 100 余篇，其中 5 篇代表性论著发表于 Nature Cell Biology、Nature Communications、Cell Death and Differentiation、Journal of Advanced Research、Clinical Cancer Research 等国际顶级医学期刊。

（2）科研项目与科技报告：承担的国家自然科学基金资助项目 24 项，涵盖 DNA 损伤修复及代谢重编程调控放射敏感性（81472795，82173006）、DNA 损伤修复调控免疫微环境（82273194）及增敏放射治疗（81272488）等研究方向。此外，第一完成人主持陕西省三秦英才创全国一流团队-西安交通大学第一附属医院肿瘤放射治疗创新团队、陕西省肿瘤放疗敏感性机制研究创新团队（2018TD-002）项目。体现了项目研究体系的完整性及可持续推进能力。

（3）技术转化与专利：项目共获发明专利 11 项，涉及构建放射增敏纳米平台（ZL201510671944.6，ZL202411952328.3，ZL202210032107.9，ZL202211251221.7）、新型 MSI 检测试剂盒（ZL202211161022.7），充分体现了项目成果的技术转化价值及临床应用潜力。

2. 学术性评价

该项目从"DNA 损伤修复—代谢重编程—免疫效应"多维度视角，系统揭示放疗生物学效应关键机制，获得国内外权威同行专题评述与广泛引用，形成了具有显著原创性与系统性的学术成果体系。

(1) 针对该项目"首次发现 DNA 损伤修复通路选择的关键调控机制，精准靶向 DNA 损伤修复，高效协同提高肿瘤放射敏感性"相关成果的评价如下：①美国放射肿瘤学研究者 **Matthew K. Summers** 教授在相关综述中将本项目所揭示的 DNA 损伤修复调控机制作为关键调控因子的重要非经典功能进行介绍；②**Antonio Giordano** 教授引用本项目阐明的 DNA 损伤修复通路调控机制，反映该成果在 DNA 修复与肿瘤生物学领域获得持续关注；③青岛农业大学李兰教授认为本项目阐明的 DNA 修复途径选择调控机制在基因稳定性研究领域具有重要意义。

(2) 针对该项目"阐明肿瘤细胞通过多条代谢防御通路抵抗放射治疗诱导铁死亡的分子机制，精准靶向铁死亡多节点调控，协同增敏放射治疗"相关成果的评价如下：①英国剑桥大学 **Michael P. Murphy** 教授在 *Nature Cell Biology* 同期发表专题评论，认为该研究揭示了代谢调控在铁死亡和肿瘤抑制中的重要作用，拓展了对癌症抑制相关细胞机制及氧化应激作用的认识；②BAP1 领域国际权威专家、美国夏威夷大学癌症中心 **Michele Carbone** 教授与 **El Bachir Affar** 教授在 *Cell Death and Disease* 发表专题评论，认为该研究揭示了关键抑癌基因调控细胞死亡的一种新机制，拓展了对该基因抑癌功能的认识；③铁死亡领域奠基者、美国哥伦比亚大学 **Brent R. Stockwell** 教授在 *Cell* 发表的领域总结文章中收录相关成果，将本项目相关调控机制纳入铁死亡核心调控网络；④加拿大蒙特利尔大学 **El Bachir Affar** 教授团队在 *Cell Death and Differentiation* 发表专题评论，认为该研究确立了脂质代谢调控在铁死亡信号网络中的重要作用；⑤**Michael E. Hubbi** 教授在 *Molecular Cell* 中引用该工作，以证明关键转录因子在抗铁死亡中的多重作用，表明该内容已被后续原创研究所采用和拓展。

(3) 针对该项目"放疗条件下，以关键免疫信号通路为核心的肿瘤局部免疫重塑到系统性转移前微环境形成的多维度调控机制，靶向协同提高肿瘤放射敏感性"相关成果的评价如下：①南京中医药大学 **E-Hu Liu** 教授认为，本项目相关研究为特定趋化因子

促进肿瘤转移及免疫抑制提供了重要实验依据，拓展了该因子作为经典趋化因子的功能认识；②四川大学华西医院刘明教授认为，该研究证实放疗可通过上调特定免疫细胞的抑制性分子表达促进转移，而阻断相应信号轴或抑制免疫抑制性细胞浸润可能减轻其不利影响；③美国西奈山伊坎医学院 Miriam Merad 教授在相关学术文献中指出，特定信号通路激活可通过抑制 I 型干扰素生成限制放疗抗肿瘤作用，凸显该通路在树突状细胞介导抗肿瘤免疫中的重要作用。

（4）针对该项目“多种新型放射增敏药物”相关成果的评价如下：材料科学领域高水平综述 *Progress in Materials Science* 有关多肽共组装材料的研究引用，作为多肽自组装抗肿瘤纳米药物应用的代表性工作之一，体现了该成果在肿瘤靶向治疗和功能材料交叉领域的学术影响。

3. 实际应用价值

该项目共获专利 21 项，其中 4 项发明专利

（ZL202411952328.3、ZL202210032107.9、ZL202211251221.7、ZL 201510671944.6）转化 5,000 万，其中包括一体式仿生纳米平台及其制备和应用、一种蛋白微球抑制剂及其制备方法和应用、放疗增敏融合多肽的构建及应用、检测结直肠癌和/或胃癌的生物标记物组合、试剂盒及其应用，以及一种新型肿瘤放疗装置及其使用方法。

团队自主研发靶向 MLH1、MSH2、MSH6、PMS2 的原研鼠单抗及基于荧光 PCR-熔解曲线法的 MSI 检测试剂盒，产品上市后获新华社、腾讯网、凤凰网等多家媒体报道，被评价为“首个基于荧光 PCR 熔解曲线法的 MSI 检测试剂盒，标志着肿瘤精准检测领域的重大突破”，“自研 PMS2 抗体实现性能国产化破壁”。

4. 人才培养成效

项目团队累计培养博士研究生 60 名、硕士研究生 69 名、博士后 7 名，毕业博士 20 名，就职于国内知名院校附属医院（如中国医学科学院、西安交通大学、浙江大学、中山大学、苏州大学等），毕业生获批国家自然科学基金 17 项。

五、应用情况

1.Apoptin 仿生纳米平台的放射增敏转化：从研发构建到产业落地

团队以 Apoptin 片段为核心功能元件，成功构建融合多肽及一体式仿生纳米平台 (AVPt@HP@M、AA@G、XPIn β 、PAICS)，已证实可协同增敏放疗并改善预后。该平台相关成果获 4 项发明专利授权并全部转化至广州万孚生物技术股份有限公司，转化总额 5,000 万元，为肿瘤放射增敏提供了具有自主知识产权的纳米载体解决方案。

2. 创新放疗策略与技术的临床增效实践

(1) 寡转移 IV 期肿瘤根治性放疗新策略：突破“IV 期肿瘤不可治愈”传统观念

团队对 46 例寡转移 (≤ 5 个病灶) IV 期肿瘤患者实施高剂量少分次根治性放疗，以 3-5 次照射完成传统 25-30 次疗程。2 年生存率达 57.9%，食管癌吞咽困难缓解率 85%，骨转移疼痛控制率 90%，部分患者回归社会，节约医疗资源约 30%。该策略以高剂量少分次技术重塑了寡转移 IV 期肿瘤的治疗范式，证实经严格筛选的晚期患者可通过局部根治性放疗获得长期生存与生活质量的的双重获益，为根治性放疗纳入临床指南提供了直接循证依据。

(2) 精准剂量雕刻技术：实现疗效与安全性的双重突破

经 42 例局部晚期恶性肿瘤患者验证，该策略使患者完全缓解率达 66.7%，1 年和 2 年总生存率分别为 82.4% 和 65.1%，中位无进展生存期 14.3 个月；放射性肺炎发生率控制在 14.3%，较传统技术降低 50%，其中 III-IV 度发生率仅 4.3%。该技术同时带来显著经济效益：放射性肺炎单例治疗费用从 1.2 万元降至 0.8 万元，加速器日均治疗患者数从 15 例提升至 22 例。精准剂量雕刻以“高疗效、低毒性”重塑局部晚期肿瘤的放疗模式，推动精准放疗技术纳入临床指南，为患者提供更安全、高效的治疗方案。

3. 诊断产品矩阵赋能肿瘤放射治疗与精准诊疗的规模化应用及国际化拓展

(1) 精准诊断支撑肿瘤放射治疗决策：核心产品在国内已实现规模化应用

团队自主研发的原研鼠单抗、全自动免疫组化染色机及基于荧光 PCR-熔解曲线法的 MSI 检测试剂盒，为放疗敏感性预测和免疫联合放疗策略的制定提供分子分层工具。以上产品已推广至全国超 100 家医疗卫生机构，初步实现了从诊断技术突破到肿瘤放疗临床决策支撑的规模化转化。

（2）从肿瘤精准诊疗到国际公共卫生产品输出：“一带一路”精准医疗的落地实践

在国内规模化应用的基础上，团队以广州万孚生物技术股份有限公司为核心开拓者，积极推动与“一带一路”沿线国家在精准医学与公共卫生领域的务实合作：在俄罗斯、菲律宾等国设立子公司，落地本地化精准医疗诊断服务；在尼泊尔承办跨国健康活动，开展医疗服务与经验交流；与科特迪瓦卫生部签署战略合作协议，提升西非地区诊断产品的可及性；向埃塞俄比亚卫生部捐赠荧光免疫检测仪等设备，助力当地基层医疗机构诊断能力建设。上述布局推动我国自主肿瘤诊断产品从国内临床到国际公共卫生场景的系统性落地。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用技术	应用对象及规模	应用起止时间	联系人及电话
1	中南大学湘雅医院	新型肿瘤标志物检测	检验科 21,070	2025.03-至今	康建倩 17701287384
2	上海长征医院	新型肿瘤标志物检测	检验科 13,828	2024.06-至今	沈欣 13865717236
3	中山大学附属第一医院广西医院	新型肿瘤标志物检测	检验科 7,247	2025.07-至今	王耀本 15077309039
4	南华大学附属第二医院	新型肿瘤标志物检测	检验科 5,851	2024.04-至今	孟佳飞 18738144697
5	南方医科大学第五附属医院	新型肿瘤标志物检测	检验科 9,620	2025.05-至今	赖信 18312574015
6	首都医科大学附属北京中医医院	MSI 检测技术	病理科 4,000	2024.03-至今	温腾飞 18734165058
7	广州医科大学附属中医医院	MSI 检测技术	病理科 3,000	2022.04-至今	徐毅 13926107047

8	广州医科大学附属中医医院天河院区	新型肿瘤标志物检测	检验科 14,390	2025.12-至今	李常斌 13533459510
9	江苏大学附属医院	MSI 检测技术	病理科 4,000	2022.05-至今	黄培超 18848524154
10	新疆医科大学第六附属医院	新型肿瘤标志物检测	检验科 6,382	2026.03-至今	盛豆豆 18399691812

六、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	论文	A ROS-mediated oxidation -O-GlcN Acylation cascade governs ferroptosis	欧洲	DOI: 10.1038/ s41556-0 25-0172 2-w.	2025 年 8 月 27 日	Nat Cell Biol.	西安交通大学 第一附属医院	张赫萌、 马佳琳、 侯春艳、 罗雪慧、 朱诗雅、 彭奕涵、 彭昌民、 李萍、孟 恒、夏煜 琦、姜芷 诺、 Susree Modepalli、 Anju Duttargi、 Gary M. Kupfer、 蔡梦娇、 张恒、马 俊峰、李 娟娟、韩 苏夏、裴 华东
2	发明专利	放疗增敏融合多肽的构建及	中国	CN1053 30749B	2019 年 3 月 1 日	3273393	西安交通大学 第一附属医院	韩苏夏、 赵晶、朱 青、马瑾 璐

		应用						
3	发明专利	检测结肠癌和/或胃癌的肿瘤标志物组合、试剂盒及其应用	中国	CN115927623B	2023年8月29日	6283267	广州万孚生物股份有限公司	刘慧、张喆、王敬羽、张亚倩
4	发明专利	一种蛋白微球抑制剂及其制备方法和应用	中国	CN119770670B	2025年9月23日	8292877	西安交通大学第一附属医院	韩苏夏、卢银亮、王静
5	发明专利	基于中空聚多巴胺颗粒的一体式仿纳台制备和应用	中国	CN114522151B	2024年12月24日	7623800	西安交通大学第一附属医院	韩苏夏、张明真、龚柳云、高诚宜、李月森
6	发明专利	金佐剂联合XPO1抑制剂和ATR抑制剂的纳米平台制备和应用	中国	CN115969958B	2025年7月4日	8045974	西安交通大学第一附属医院	韩苏夏、龚柳云、何旺骁、王静、卢银亮
7	论文	Radiotherapy Enhancers Metastasis	美国	DOI: 10.1158/1078-0432.CCR-23-3206.	2024年5月1日	Clin Cancer Res	西安交通大学	侯玉柱、杨凯婷、王亮亮、Jiaai Wang、Xiaona

		Through Immune Suppression by inducing PD-L1 and MDSC in distal site						Huang 、 András Piffkó 、 Sean Z Luo 、 俞心爽、饶恩于 、 Carlos Martinez 、 Jason Bugno 、 Matthias Mack 、 Everett E Vokes 、 Sean P Pitroda、 Steven J Chmura、 Ralph R Weichselbaum 、 Hua Laura Liang
8	论文	Epigenetic regulation of ACSL4 via H2A monoubiquitylation connects lipid metabolism to BAP1-mediated ferroptosis	欧洲	DOI: 10.1038/s41418-025-01624-2.	2025 年 11 月 27 日	Cell Death Differ	西安交通大学	樊珂欣、周淑廷、任雅坤、熊静雯、王华、傅雅欣、陈玉涵、王博博、范坤 、 高敏、郭婷莉、魏晓峰、焦联营、史偈君、丁晨光、张义磊
9	论文	The anaphase	欧洲	DOI: 10.1038/	2017 年 6 月 12	Nat Commun	西安交通大学	Kyungso Ha、马

		promoting complex impacts repair choice by protecting ubiquitin signalling at DNA damage sites		ncomms 15751.	日		第一附属医院	承贤、林晗、唐立春、连竹生、赵芳、Ju-Mei Li、甄蓓、裴华东、韩苏夏、Marcos Malumbres、Jianping Jin、陈欢、Yongxiang Zhao、朱青、Puming Zhang
10	论文	Cracking melanoma's armor: Supramolecular dual-strike on XPO1 and β -catenin to overcome resistance	欧洲	DOI: 10.1016/j.jare.2025.02.042	2025 年 3 月 3 日	J Adv Res.	西安交通大学第一附属医院	卢银亮、郭芮杉、宋文菲、王静、唐寒敏、韦明慧、赵晶、马瑾璐、刘天涯、何旺骁、韩苏夏

七、主要完成人情况

姓名	韩苏夏	排名	1
行政职务	西安交通大学第一附属医院副院长		

技术职称	主任医师、教授
工作单位	西安交通大学
完成单位	西安交通大学
对本项目主要学术贡献： 作为项目总负责人和第一完成人，负责项目总体设计、组织实施与统筹协调，系统布局"临床需求—基础研究—成果转化"创新链条，牵头构建肿瘤放射增敏技术创新体系。在创新点1中统筹协调与广州万孚生物技术股份有限公司的产业合作，推动创新成果转化应用，在创新点2中主导放射敏感性关键机制研究，在创新点3中作为第一发明人完成多项核心发明专利并推动成果产业化转化，在创新点4中推动放射增敏策略的临床验证与应用，为项目整体目标的实现提供了顶层设计与核心支撑。	

姓 名	朱 青	排 名	2
行 政 职 务	腹部肿瘤病房副主任		
技 术 职 称	主任医师、研究员		
工 作 单 位	四川大学华西医院		
完 成 单 位	四川大学华西医院		
对本项目主要学术贡献： 在创新点 2 系统揭示泛素化修饰网络调控 DNA 损伤修复通路选择的新机制，为肿瘤放射增敏提供全新理论框架；发现并验证多个靶向 DNA 修复网络的放射增敏新靶点，推动从基础研究向转化应用的跨越；建立“机制-靶点-转化”全链条研究范式，有效推动肿瘤个体化放疗策略的发展；研究成果发表于 Nature Communications、Oncogene、Journal of Biological Chemistry 等国际权威期刊，获得国内外同行的广泛关注与正面引用，充分体现了本项目的理论创新性、技术先进性和临床转化潜力。			

姓 名	张义磊	排 名	3
行 政 职 务	无		
技 术 职 称	教授		
工 作 单 位	西安交通大学		
完 成 单 位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 在创新点 2 中提出了 BAP1 独立于 DNA 损伤修复的代谢调控新通路，阐明其通过表观遗传调控代谢重编程、驱动铁死亡的肿瘤抑制新机制。系统揭示了放疗条件下铁死亡调控机制，为干预铁死亡相关靶点的放射增敏策略奠定了理论基础。			

姓名	侯玉柱	排名	4
行政职务	感染与免疫研究所副所长		
技术职称	教授		

工作单位	西安交通大学
完成单位	西安交通大学
对本项目主要学术贡献： 在创新点 2 中系统揭示放疗条件下以 STING 通路为核心的肿瘤局部免疫重塑及系统性转移前微环境形成的多维度调控机制，阐明免疫微环境抑制放疗效应的关键节点，提出靶向调控免疫微环境增强放疗疗效的联合治疗新策略，为克服放疗抵抗提供了多个可转化的创新靶点与联合治疗范式。相关研究发表于 Clin Cancer Res 等国际高水平期刊。	

姓 名	马瑾璐	排 名	5
行 政 职 务	肿瘤放疗科主任		
技 术 职 称	主任医师		
工 作 单 位	西安交通大学		
完 成 单 位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 在创新点 2 中参与放疗条件下 DNA 损伤修复机制的研究，在创新点 3 中主导研究放疗对肿瘤免疫微环境的影响，在创新点 4 中主导放射增敏策略的临床验证与组织实施，依托放疗临床平台牵头开展多瘤种放疗联合增敏的临床实践，推动新型增敏策略的临床落地，并参与放射治疗全流程优化，为项目增敏技术的临床转化与疗效评价提供了重要支撑。			

姓名	张赫萌	排名	6
行政职务	无		
技术职称	无		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		

对本项目主要学术贡献： 在创新点2中首次揭示ROS介导的氧化-O-GlcNAcylation级联调控铁死亡的新机制，突破氧化应激仅作为铁死亡诱因的传统认知，建立了氧化信号感知、蛋白修饰调控与细胞命运决定相连接的新理论体系，为靶向铁死亡克服肿瘤放疗抵抗提供了新的理论依据和潜在干预靶点。相关成果发表于Nature Cell Biology。			
--	--	--	--

姓 名	卢银亮	排 名	7
行 政 职 务	无		
技 术 职 称	助理研究员		
工 作 单 位	西安交通大学		
完 成 单 位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 在创新点 3 中阐明 XP01 介导的自噬通路在肿瘤放疗抵抗中的作用机制，提供核心增敏靶点；在创新点 3 中参与构建靶向 XP01 的超分子蛋白微球抑制剂及双靶点增敏策略，完善多瘤种增敏理论。相关成果发表于 Journal of Advanced Research 等期刊并获国家发明专利授权，支撑了项目放射增敏技术体系的构建与临床转化。			

姓 名	王 静	排 名	8
行 政 职 务	无		
技 术 职 称	助理研究员		
工 作 单 位	西安交通大学		
完 成 单 位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 在创新点 3 中参与新型放疗增敏平台的设计与构建，相关成果发表于 Small 等期刊，为项目纳米增敏药物研发平台的建设与多机制协同增敏技术路线提供了支撑；在创新点 4 中首次定量评估雄激素剥夺治疗联合放疗在局限性前列腺癌中的获益时间，为临床决策提供高级别循证依据，相关成果发表于 JCO Precis Oncol 等期刊，为增敏技术的患者筛选与疗效评价提供方法学参考。			

姓名	杨蕴一	排名	9
----	-----	----	---

行政职务	无
技术职称	副主任医师
工作单位	西安交通大学
完成单位	西安交通大学
对本项目主要学术贡献： 在创新点 4 中主导放射增敏新策略的临床研究与实践，牵头开展覆盖多瘤种的多项研究者发起临床研究，探索放疗联合增敏治疗的新模式；参与结合多模态影像融合与呼吸门控技术的放疗全流程优化，解决临床放疗中的定位精度与体位重复性难题，为放射增敏技术的精准实施与临床落地提供了重要支撑。	

姓 名	何晨琛	排 名	10
行 政 职 务	无		
技 术 职 称	助理研究员		
工 作 单 位	西安交通大学		
完 成 单 位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 在创新点 2 中阐明泛素化修饰调控 DNA 损伤修复的放射抵抗机制，参与完成放射增敏新靶点的多维度功能验证，并参与个体化放疗疗效预测标志物的筛选，为项目放射增敏策略的开发与临床转化提供了理论依据和核心靶点支撑。			

姓名	孙潇	排名	11
行政职务	无		
技术职称	助理研究员		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		

对本项目主要学术贡献： 在创新点 2 中参与 DNA 损伤修复功能分子网络调控机制研究，阐明关键去泛素化酶通过 Wnt 信号通路调控同源重组修复关键分子的表达、促进 DNA 损伤应答的机制，为靶向 DNA 损伤修复实现放射增敏提供了新的理论依据和潜在干预靶点。			
---	--	--	--

姓 名	蔡梦娇	排 名	12
行 政 职 务	无		
技 术 职 称	主治医师		
工 作 单 位	西安交通大学		
完 成 单 位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 在创新点 2 中系统揭示放疗生物学效应关键机制，包括 DNA 损伤修复通路选择机制、铁死亡调控机制，以及放疗诱导的肿瘤免疫抑制微环境重塑机制的研究，为本项目提供了重要理论支撑。			

姓 名	雷雨田田	排 名	13
行 政 职 务	无		
技 术 职 称	无		
工 作 单 位	西安交通大学		
完 成 单 位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 在创新点 2 中承担放射治疗对肿瘤免疫微环境的调控及转移前免疫微环境塑造的机制研究，相关研究成果发表于高水平国际期刊，为项目免疫增敏策略的提出提供了重要理论支撑，提升了本项目的国际学术影响力。			

姓 名	高诚宜	排 名	14
-----	-----	-----	----

行政职务	无
技术职称	无
工作单位	西安交通大学
完成单位	西安交通大学
对本项目主要学术贡献： 在创新点 3 中参与新型放疗增敏剂的设计与优化，通过调控粒子尺寸和表面修饰，显著提升其对肿瘤组织的靶向能力和射线沉积效率，并协助阐明了其介导的 DNA 损伤修复抑制机制，相关成果获国家发明专利授权，为本项目的放射增敏策略提供支撑。	

姓名	张喆	排名	15
行政职务	无		
技术职称	无		
工作单位	广州市万孚生物技术股份有限公司		
完成单位	广州市万孚生物技术股份有限公司		
对本项目主要学术贡献： 在创新点 1 中对接临床需求，参与肿瘤相关生物标志物检测试剂的研发与应用，助力肿瘤放射治疗决策和患者预后评估。			

八、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	西安交通大学
对本项目主要学术贡献： 西安交通大学是教育部直属全国重点大学。在本项目开展过程中，西安交通大学在设备、技术资源以及项目管理等方面均给予了巨大的支持。平台方面：西安交通大学所提供的动物实验平台、分子生物实验平台以及分析测试平台等，为本项目放射增敏分子机制研究、铁死亡与免疫微环境调控等基础研究的顺利开展提供了极大支持。技术方面：西安交通大学医学部相关教研室在本项目开展过程中多次给予帮助指导，为放射增敏新靶点验证与新型增敏剂研发提供了多学科技术支撑。项目管理方面：西安交通大学统筹安排、纵观全局、注重细节，在保证课题可行性的基础上，不断提高科研深度，统筹协调产学研协同攻关。本项目研究主要由西安交通大学第一附属医院组织实施完成，该院是集医疗、教学、科研、预防和康复于一体的三级甲等医院，医院在项目开展过程中给予了极大的支持和帮助，保证本项目参与人员的工作时间，提供了优良的工作场所和实验设施，为项目创新体系建立、核心发明专利产出及临床转化应用提供了核心支撑。	

单位名称	四川大学华西医院
对本项目主要学术贡献： 四川大学华西医院是中国西部疑难危急重症诊疗的国家级中心，是教育部直属四川大学的附属医院、三级甲等医院，综合实力居全国前列。在本项目开展过程中，四川大学华西医院在设备、技术资源以及项目管理等方面均给予了大力支持，为本项目泛素化修饰网络调控 DNA 损伤修复通路选择等机制研究提供了优良的实验条件与临床样本支撑。依托丰富的临床诊疗平台开展放射增敏策略的临床验证与推广应用，为项目理论创新与临床转化提供了重要支撑。	

单位名称	广州万孚生物技术股份有限公司
对本项目主要学术贡献： 广州万孚生物技术股份有限公司是国内体外诊断领域知名的上市企业、国家高新技术企业，专注于快速诊断产品的研发与产业化。在本项目开展过程中，广州万孚生物技术股份有限公司在设备、技术资源以及项目管理等方面均给予了有力支持，提供了体外诊断试剂研发与产业化生产基地、质量控制体系及临床评价资源，为本项目肿瘤相关生物标志物检测试剂的研发与应用提供了完善的产业化条件。公司在生物标志物筛选、试剂盒开发、工艺放大与产品注册等方面提供专业技术支持，作为权利人完成"检测结直肠癌和/或胃癌的生物标记物组合、试剂盒及其应用"发明专利（CN 115927623 B），有力支撑了本项目产学研用一体化发展。	

九、完成人合作关系说明

韩苏夏/1 与朱青/2 长期合作，共同聚焦肿瘤放射增敏的分子机制与临床转化，围绕肿瘤放射增敏开展了系列性合作，在国际知名期刊合作发表 SCI 论著二十余篇。在此基础上，二人共同开发了放疗增敏融合多肽，成果获批发明专利。

韩苏夏/1 与侯玉柱/4、马瑾璐/5、何晨琛/10、蔡梦娇/12 和雷雨田/13 合作研究放疗条件下肿瘤免疫微环境重塑对放射敏感性的影响，研究成果发表于国际知名期刊，为"肿瘤放射增敏技术创新与转化应用"项目提供关键理论支撑。

韩苏夏/1、张义磊/3 和蔡梦娇/12 长期围绕肿瘤代谢重编程、铁死亡调控及放疗抵抗核心科学问题开展持续性协同研究，共同完成研究性论著 **SCARB1 links cholesterol metabolism-mediated ferroptosis inhibition to radioresistance in tumor cells** 的科研工作与成果发表。研究成果完善了肿瘤应激代谢适应理论，为临床靶向脂质代谢与铁死亡通路、探究新型放疗增敏策略提供了可靠的理论与实验依据。

韩苏夏/1 与张赫萌/6 和蔡梦娇/12 长期致力于肿瘤铁死亡与氧化应激调控机制研究，共同完成研究性论著 **A ROS-mediated oxidation-O-GlcNAcylation cascade governs ferroptosis** 的。该成果打破了既往研究将 ROS 单纯界定为铁死亡损伤因子的传统认知，构建了氧化修饰联动糖基化调控介导肿瘤铁死亡的全新理论模型。

韩苏夏/1 与卢银亮/7 共同完成创新性研究工作，合作发表高水平学术论文 **“Cracking melanoma’s armor: Supramolecular dual-strike on XPO1 and β -catenin to overcome resistance”**。研究成果为开发新型精准治疗方案提供了可靠的理论支撑与实用技术路径，合作成果具备重要的学术价值与临床转化意义。

韩苏夏/1 与王静/8 从基础创新与临床转化维度探索肿瘤放射增敏策略。构建新型纳米体系实现协同放射增敏。此外，二人首次定量评估雄激素剥夺治疗联合放疗在局限性前列腺癌中的获益时间，为临床决策提供高级别循证依据。

韩苏夏/1、杨蕴一/9 与马瑾璐/5 共同参与针对罕见、难治性肿瘤的放射治疗研究，并以共同作者身份在《西安交通大学学报（医学版）》等核心期刊发表了相关成果。

韩苏夏/1、孙潇/11 和蔡梦娇/12 围绕肿瘤关键信号通路及去泛素化调控机制开展了持续、紧密的科研合作，并共同发表多项研究成果，为肿瘤综合治疗提供了新的理论依据和潜在干预靶点，对本项目创新体系的形成和后续转化研究具有重要意义。

韩苏夏/1 与高诚宜/14 长期围绕新型放疗增敏剂的研发与转化开展协同合作，共同完成发明专利“基于中空聚多巴胺纳米颗粒的一体式仿生纳米平台及其制备和应用”的研发与申报工作，为新型放疗增敏平台的构建提供了关键技术支撑。

韩苏夏/1 与张喆/15 合作开发新型 MSI 检测试剂盒，成功将技术创新转化为产品成果，帮助本项目实现科技成果产业化的重要突破。