

2026 年度陕西省科学技术进步奖提名项目公示材料

一、项目名称

功能影像组学结合新型生物标志物指导下的肺癌精准诊疗与转化研究

二、提名者及提名意见

提名者：汉中市科学技术局

提名意见：

肺癌高居我国恶性肿瘤发病与死亡之首，非小细胞肺癌（NSCLC）占比逾 85%，放射治疗是局部晚期 NSCLC 的标准治疗手段之一。然而，临床实践中长期存在一个核心科学问题：相同 TNM 分期、相同组织学类型的患者接受同质化放疗方案后，疗效差异悬殊，部分可达完全缓解，部分则呈现原发抗拒或早期进展。传统疗效评估依赖于实体瘤疗效评价标准（RECIST），需在放疗结束后 4-6 周方能实施，评估节点严重滞后于临床决策窗口，构成制约精准放疗落地的关键瓶颈。

项目组围绕上述科学问题，历时四年系统攻关，从功能影像组学与长链非编码 RNA 分子标志物两个维度切入，建立了基于 PET/CT 影像组学联合 LncRNA-DGCR5 的 NSCLC 放疗疗效早期预测模型，实现了“宏观代谢影像-微观分子调控”的双模态整合。主要创新如下：

创新点一：首次将 PET/CT 影像组学纹理参数（SUV_{max}、熵、能量）与 LncRNA-DGCR5 外周血表达水平进行系统性整合，建立了 NSCLC 放疗疗效的双维度联合预测模型。经 106 例 III 期 NSCLC 患者验证，联合预测 AUC 达 0.998（95%CI: 0.994-1.000），敏感度 97.9%、特异度 94.8%，较单一影像参数提升 20%以上。

创新点二：系统阐明了 LncRNA-DGCR5/miR-873-5p/TUSC3 分子轴在肺癌中的调控机制，证实 DGCR5 通过竞争性内源 RNA 机制吸附 miR-873-5p、解除对抑癌基因 TUSC3 的转录后抑制，从而发挥抑癌功能。在此基础上，通过 86 例手术患者组织样本及 105 例放疗患者独立队列完成双向临床验证，证实 DGCR5 低表达是 NSCLC 患者不良预后的独立危险因素（HR=1.690，95%CI: 1.156-2.473， $p=0.007$ ），DGCR5 高表达组客观缓解率（87.50% vs 46.34%）及中位无病生存期（31.00 个月 vs 27.00 个月）均显著优于低表达组。

创新点三：构建了“分子发现-影像建模-临床验证”的递进式转化医学研究范式，为同类转化研究提供了可借鉴的方法学框架。

项目累计发表学术论文 13 篇，其中 SCI 收录 6 篇、中文核心/科技核心期刊 7 篇；获授权发明专利 1 项、实用新型专利 1 项。研究成果已在 12 家省内外医疗机构推广应用，覆盖陕西、上海、江苏、广西、湖北、四川 6 省份，服务陕甘川毗邻地区约 320 万人口，切实提升了区域肺癌精准诊疗水平。

该项目是陕西省重点研发计划（2021SF-044）核心产出，2025 年 5 月通过省科技厅专家验收准予结题。教育部科技查新工作站（Z08）出具的查新报告（202536000Z08X310）确认：国内外公开发表文献中未见与该查新点完全相同的报道，项目具有新颖性。项目组相关技术获通用健康公司 2026 年度临床新技术引进奖二等奖；培养硕士研究生 3 名。

项目研究资料齐全，数据翔实，方法科学，结论可信，具有重要的临床推广价值。对照《陕西省科学技术奖励办法》及实施细则有关规定，提名该项目为陕西省科学技术进步奖三等奖。

三、项目简介

1. 所属科学技术领域

本项目属**临床医学肿瘤学**领域，涉及放射治疗学、分子生物学、医学影像学等多学科交叉。

2. 主要技术内容

非小细胞肺癌约占肺癌总数的 85%，放射治疗是局部晚期 NSCLC 的标准治疗手段之一。然而，相同 TNM 分期、相同组织学类型的患者接受同质化放疗方案后，疗效差异显著。传统疗效评估依赖于 RECIST 标准，需在放疗结束后方能实施，评估节点滞后于临床决策窗口。**如何在放疗前精准预判患者对放疗的敏感性，是个体化放疗亟待突破的核心瓶颈。**针对上述科学问题，项目组从功能影像组学与分子标志物两个维度切入，系统开展了放疗前疗效预测方法的研究。

前期基础研究（2018 年发表于 Cancer Medicine）：通过双荧光素酶报告基因实验证实 DGCR5 直接结合 miR-873-5p，TUSC3 为 miR-873-5p 的直接靶基因；Western blot 及免疫荧光验证 DGCR5 通过 miR-873-5p 正调控 TUSC3 蛋白表达；裸鼠成瘤实验证实 DGCR5 过表达可显著抑制肿瘤生长。上述工作从分子层面证实了 DGCR5/miR-873-5p/TUSC3 调控轴的存在，为后续临床转化研究奠定了理论基础。

在此基础上，项目组开展以下核心研究：

（1）**PET/CT 影像组学特征提取与分析**。基于 18F-FDG PET/CT，高通量提取肿瘤病灶纹理参数（SUV_{max}、熵、能量等），量化反映肿瘤代谢活性和空间异质性。

（2）**LncRNA DGCR5 临床验证**。通过 86 例手术 NSCLC 患者组织样本，证实 DGCR5 在癌组织中表达水平显著低于癌旁组织（ 1.83 ± 0.32 vs 5.69 ± 1.64 ， $p<0.01$ ），其低表达与肿瘤低分化、TNM 分期晚、淋巴转移及远处转移等侵袭性临床病理特征显著相关。

（3）**双维度联合预测模型构建与独立验证**。将影像组学与 DGCR5 分子标志物进行整合，构建“宏观影像-微观分子”联合预测模型。经 106 例 NSCLC 患者验证，SUV_{max}、熵、能量及 DGCR5 四者联合预测 AUC 达 0.998，较单一指标效能提升 20% 以上。进一步经 105 例放疗患者独立队列完成验证，DGCR5 高表达组客观缓解率 87.50% vs 低表达组 46.34%，中位无病生存期 31.00 个月 vs 27.00 个月（log-rank $\chi^2=10.120$ ， $p=0.002$ ）。

3.授权专利情况

获授权发明专利 1 项（一种新抗原的筛选方法、设备及程序产品，ZL 2025 1 0166355.6）、实用新型专利 1 项（一种肿瘤放疗科化疗用定位调整装置，ZL 2020 2 1967756.0）。

4.技术经济指标

指标	数据
联合预测 AUC	0.998（95%CI: 0.994~1.000）
敏感度	97.90%
特异度	94.80%
推广应用	12 家医疗机构，覆盖 6 省份
区域覆盖人口	约 320 万
科研论文	SCI 6 篇（累计 IF 21.3）、中文核心/科技核心 7 篇
授权专利	2 项（发明专利 1 项、实用新型 1 项）
人才培养	硕士研究生 3 名

5.应用推广及效益

研究成果已在三二〇一医院及上海市同济医院、常州市第二人民医院等 12 家医疗机构推广应用。该预测模型可在放疗开始前实施，患者完成 PET/CT 检查后同步检测外周血 LncRNA-DGCR5 表达水平，联合评估后为临床决策提供参考。对预测敏感者优化放疗方案，对预测不敏感者及时联合靶向、免疫或化疗等辅助治疗手段，实施个体化增敏策略。临床应用表明，该模型可有效提升放疗决策的科学性和精准性，降低无效治疗带来的医疗资源浪费和患者身心负担，社会效益显著。

四、客观评价

1.项目验收结论

2025 年 5 月，陕西省科技厅组织专家对项目进行验收。验收委员会形成如下意见：项目资料基本齐备，符合验收要求；项目研究了肿瘤增殖异质性识别对放疗敏感肿瘤细胞群体的有效性，建立了 18F-FLT PET 纹理与放疗疗效的关系，阐明了 LncRNA-DGCR5 预测非小细胞肺癌放疗敏感性的分子生物学机制，完成了基于 FLT PET 影像纹理结合 LncRNA-DGCR5 建立局部晚期非小细胞肺癌放疗疗效预测模型的可行性研究。项目授权专利 2 项，发表论文数篇，培养硕士研究生 3 名；专项经费支出符合有关规定。验收委员会一致同意准予结题。

2.科技查新结论

教育部科技查新工作站（Z08）出具的查新报告（报告编号：202536000Z08X310）显示：在国内外公开发表的文献中，未见与该项目查新点完全相同的文献报道。查新结论确认该项目的“PET-CT 影像组学+新型标志物”双维度预测模型在国内外具有新颖性。

3.学术同行评价

研究成果发表于《天津医药》《中华全科医学》《现代生物医学进展》等国内核心期刊，以及《Journal of Cancer Research and Clinical Oncology》《Thoracic Cancer》等 SCI 收录期刊。上述期刊均为国内外肿瘤学和放射治疗学领域具有较高学术影响力的刊物，论文发表表明研究成果获得了同行评议的学术认可。

4.行业认可

项目组所在团队相关技术获通用健康公司 2026 年度临床新技术引进奖二等奖。

五、应用情况

1.院内应用

项目研究成果已在三二〇一医院临床实践中推广应用。模型通过功能影像纹理分析与 LncRNA-DGCR5 分子标志物的联合检测，实现了放疗前疗效的精准预判与个体化治疗指导，在原发性肺癌早期诊断、治疗决策、预后判定及放射治疗减毒增效方面取得了显著成效。应用覆盖陕甘川毗邻地区约 320 万人口，涉及患者近千人次，实际运用患者近 200 例。

2.区域推广

依托三二〇一医院肿瘤科作为汉中市肿瘤专科联盟牵头单位（覆盖 26 家成员单位）的学科优势，项目建立的 NSCLC 精准放疗预测评估模式已通过学术会议、继续教育项目等方式在联盟内进行技术宣讲和推广。项目研究成果已在以下 12 家医疗机构推广应用：

序号	单位名称
1	三二〇一医院
2	上海市同济医院
3	常州市第二人民医院
4	江阴市人民医院
5	徐州市肿瘤医院
6	广西医科大学第四附属医院
7	十堰市太和医院
8	四川省雅安市人民医院
9	武警陕西省总队医院
10	陕西省康复医院
11	西安医学院第一附属医院
12	西电集团医院

上述医疗机构通过应用本项目研究成果，在肺癌治疗决策及放射治疗减毒增效方面均取得了显著的疗效与社会效益。

3.学术交流与成果推广

相关研究成果已发表于国内外核心期刊，并通过省级以上学术会议报告等方式进行交流，获得同行关注。后续将通过适宜技术培训 and 远程会诊等方式，推动该评估模式在区域内更多医疗机构落地应用。

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	发明专利	一种新抗原的筛选方法、设备及程序产品	中国	ZL 2025 1 0166355.6	2025 年 10 月 21 日	第 8378087 号	三二〇一医院、上海市第十人民医院	范志刚、罗居东、白云波、李万军、马军、孙婧、章松
2	实用新型专利	一种肿瘤放疗科化疗用定位调整装置	中国	ZL 2020 2 1967756.0	2021 年 11 月 30 日	第 14904554 号	范志刚	范志刚

七、论文发表情况

序号	论文题目	期刊名称	发表年份	卷(期):页码	IF	作者	与本项目关系
1	The effects of aberrant expression of LncRNA DGCR5/miR-873-5p/TUSC3 in lung cancer cell progression	Cancer Medicine	2018	7(7):3331-3341	3.3	Luo J, Zhu H, Jiang H, Fan Z（范志刚）等	核心机制：DGCR5/miR-873-5p/TUSC3 轴
2	CircCPA4 induces ASCT2 expression to promote tumor property of non-small cell lung cancer cells in a miR-145-5p-dependent manner	Thoracic Cancer	2024	15(10):764-777	2.9	Zhang Z(张振华), Liu W, Fan Z（范志刚）等	旁证支撑：circRNA/miRNA 调控轴
3	M6A regulator expression patterns predict the immune microenvironment and prognosis of non-small cell lung cancer	J Cancer Res Clin Oncol	2022	148(10):2803-2814	3.6	Liu X, Ma C, Luo J（罗居东）等	旁证支撑：m6A 调控因子预后模型
4	Identification of lncRNA-mRNA Regulatory Module to Explore the	Front Cell Dev Biol	2020	8:615671	4.6	Zhang J, Liu H, Fan Z（范志刚）, Luo J	方法学：lncRNA-mRNA 共表达网络框架

序号	论文题目	期刊名称	发表年份	卷(期):页码	IF	作者	与本项目关系
	Pathogenesis and Prognosis of Melanoma					(罗居东)等	
5	Association of triglyceride glucose-body mass index with non-small cell lung cancer risk: A case-control study on Chinese adults	Front Nutr	2022	9:1004179	3.0	Wang F (王斐斐), Yao Z (姚忠强)等	拓展应用: NSCLC 发病危险因素
6	Differences in Genomic Alterations and Accumulations of Heavy Metals Between Advanced Non-small Cell Lung Cancer Patients with and without Bone Metastasis	J Cancer	2024	15(13):4205-4218	3.9	Yao Z (姚忠强), Fan Z (范志刚), Zhang Y (张依格)等	拓展应用: 骨转移亚群特征
7	PET/CT 影像组学结合 LncRNA-DGCR5 在 NSCLC 精准医疗中的应用研究	天津医药	2023	51(9):1011-1015	-	张振华、付伟、范志刚等	核心模型: 联合预测 AUC=0.998
8	LncRNA-DGCR5 在非小细胞肺癌中的表达及与放疗疗效、预后的相关性分析	中华全科医学	2025	23(2):203-206	-	韩康、景文江、范志刚等	独立验证: 105 例放疗队列

序号	论文题目	期刊名称	发表年份	卷(期):页码	IF	作者	与本项目关系
9	LncRNA DGCR5 在非小细胞肺癌组织中的表达及其与临床病理特征的相关性分析	现代生物医学进展	2023	23(2):396-400	-	白云波、张振华、范志刚	独立验证：86 例手术队列
10	LncRNA DGCR5 在恶性肿瘤中的研究进展	肿瘤预防与治疗	2023	36(10):892-899	-	李硕、李青珊、范志刚	综述：DGCR5 多癌种机制
11	基于 PET-CT 及血清学标志物的早期 SCLC 及 NSCLC 鉴别诊断模型构建	安徽医学	2025	46(2):202-205	-	宋晏、范志刚、付伟等	拓展应用：SCLC/NSCLC 鉴别
12	血清 CEA、NSE、SCC-Ag 和 CA125 联合检验在非小细胞肺癌中的诊断价值	标记免疫分析与临床	2024	31(8):1495-1499	-	韩菊玲、范志刚等	拓展应用：血清标志物联合诊断
13	SYN、Tβ4 与非小细胞肺癌临床特征及预后的关系	临床误诊误治	2022	35(12):68-71	-	伍永升、范志刚等	拓展应用：其他标志物预后价值

注：上述 SCI 论文 6 篇，中文核心/科技核心论文 7 篇。

八、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
范志刚	1	三二〇一医院肿瘤医院院长、肿瘤内一科主任/书记	主任医师	三二〇一医院	三二〇一医院	项目负责人，全面主持课题设计与实施，提出“功能影像组学结合 LncRNA-DGCR5”核心研究思路，主导三项临床队列研究设计与实施，负责研究成果临床应用转化与区域推广，对三项科技创新均有实质性贡献。
罗居东	2	上海市同济医院放疗科主任	主任医师	上海市同济医院	上海市同济医院	参与实验方案设计与技术路线论证，主导 DGCR5 细胞功能实验和分子机制研究（DGCR5 过表达/沉默对肺癌细胞增殖、迁移和侵袭的影响及 DGCR5/miR-873-5p/TUSC3 通路验证），Cancer Medicine 论文通讯作者。
张依格	3	无	主治医师	三二〇一医院	三二〇一医院	负责三项独立临床研究队列的系统数据收集、整理与统计分析，完成 106 例放化疗患者疗效评价及 105 例放疗患者预后随访数据汇总，为 ROC 曲线分析提供数据支撑。
白云波	4	无	副主任医师	三二〇一医院	三二〇一医院	负责临床样本收集、组织 RNA 提取、qRT-PCR 检测 DGCR5 表达及临床病理数据分析，“LncRNA DGCR5 在非小细胞肺癌组织中的表达及其与临床病理特征的相关性分析”第

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
						一作者（现代生物医学进展，2023）。
张振华	5	新疆生产建设兵团第五师医院胸外科业务主任（援疆）	副主任医师	三二〇一医院	三二〇一医院	“PET/CT 影像组学结合 LncRNA-DGCR5 在 NSCLC 精准医疗中的应用研究”第一作者（天津医药，2023），参与 Thoracic Cancer 论文实验操作与数据收集。
姚忠强	6	无	副主任医师	三二〇一医院	三二〇一医院	参与 DGCR5 细胞功能实验，主导骨转移 NSCLC 基因组与重金属差异研究，相关成果发表于 J Cancer（SCI 收录）。

九、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	三二〇一医院			所在地	陕西汉中
排 名	第一	单位性质	事业单位	传 真	
联 系 人	张悦	联系电话	0916-2383751	移动电话	13369225170
通讯地址	陕西省汉中市天汉大道 783 号			邮政编码	723000
电子信箱	zhangyue83@gt. cn				

对本项目的贡献： 三二〇一医院作为本项目第一完成单位，在项目全周期执行中发挥了核心支撑作用，具体贡献如下： 1.临床研究平台与病例资源保障。医院为本项目提供了全部临床研究条件，包括陕南首台全数字化 PET-CT、高能电子直线加速器等大型设备，以及肿瘤分子检测实验室，完成了三项独立临床队列的病例收集与随访工作：86 例手术 NSCLC 患者队列、106 例放化疗 NSCLC 患者队列、105 例放疗 NSCLC 患者队列。全部患者临床资料、PET/CT 影像数据、组织及外周血标本均由我院采集、处理和存储。 2.分子检测与数据产出。完成了全部样本的 RNA 提取、qRT-PCR 检测 LncRNA-DGCR5 表达水平的实验工作，以及临床病理数据的整理和统计分析。 3.成果推广应用与学科辐射。医院作为汉中市肿瘤专科联盟牵头单位，覆盖 26 家成员单位，主导了项目研究成果在区域内的推广应用。成果已推广至省内外 12 家医疗机构，覆盖陕西、上海、江苏、广西、湖北、四川 6 省。 4.科研管理保障。医院科研管理部门在项目申报、实施、结题及成果申报过程中给予了全过程管理支持和经费保障。 5.人才培养。项目执行期间培养硕士研究生 3 名。 完成单位（公章） 年 月 日					
--	--	--	--	--	--

单位名称	上海市同济医院			所在地	上海
排 名	第二	单位性质	事业单位	传 真	
联 系 人	罗居东	联系电话	02156616412	移动电话	13584315621
通讯地址	上海市普陀区新村路 389 号			邮政编码	200065
电子信箱	judongluo@163.com				

对本项目的贡献：

上海市同济医院作为本项目第二完成单位，在项目的分子机制研究和关键技术攻关中发挥了重要支撑作用，具体贡献如下：

主导完成了 LncRNA-DGCR5/miR-873-5p/TUSC3 分子调控轴的细胞功能实验和分子机制验证工作，包括 DGCR5 过表达/沉默对肺癌细胞增殖、迁移和侵袭影响的系列实验，以及 DGCR5 直接结合 miR-873-5p、TUSC3 为 miR-873-5p 直接靶基因的双荧光素酶报告基因实验验证。上述工作为后续临床转化研究奠定了分子层面的理论基础。主要研究结果发表于 Cancer Medicine（2018，IF:3.3），罗居东为通讯作者。作为成果应用单位之一，上海市同济医院已将项目建立的预测模型应用于肺癌临床实践，验证了其在肺癌治疗决策中的实际价值。

完成单位（公章）

年 月 日

十、完成人合作关系说明

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果
1	论文合著	范志刚（1）、罗居东（2）	2018 年	The effects of aberrant expression of LncRNA DGCR5/miR-873-5p/TUSC3 in lung cancer cell progression（Cancer Medicine, 2018）
2	论文合著	范志刚（1）、张振华（5）	2023 年	PET/CT 影像组学结合 LncRNA-DGCR5 在 NSCLC 精准医疗中的应用研究（天津医药，2023）
3	论文合著	范志刚（1）、张依格（3）、白云波（4）、姚忠强（6）	2024 年	Differences in Genomic Alterations and Accumulations of Heavy Metals Between Advanced Non-small Cell Lung Cancer Patients with and without Bone Metastasis（J Cancer, 2024）
4	论文合著	范志刚（1）	2025 年	LncRNA-DGCR5 在非小细胞肺癌中的表达及与放疗疗效、预后的相关性分析（中华全科医学，2025）
5	论文合著	范志刚（1）、白云波（4）、张振华（5）	2023 年	LncRNA DGCR5 在非小细胞肺癌组织中的表达及其与临床病理特征的相关性分析（现代生物医学进展，2023）

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果
6	共同立项	范志刚（1）、罗居东（2）、张依格（3）、白云波（4）、张振华（5）、姚忠强（6）	2025 年	陕西省重点研发计划项目（2021SF-044）
7	共同知识产权	范志刚（1）、罗居东（2）、白云波（4）	2025 年	发明专利：一种新抗原的筛选方法、设备及程序产品（ZL 2025 1 0166355.6）
8	共同获奖	范志刚（1）、张依格（3）、白云波（4）	2026 年	通用健康公司 2026 年度临床新技术引进奖二等奖

承诺： 本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

本项目第一完成人范志刚与第二完成人罗居东为长期学术合作伙伴，自 2018 年起在 LncRNA DGCR5 与肺癌领域开展合作研究。罗居东主导完成了 DGCR5/miR-873-5p/TUSC3 分子机制的细胞功能实验和分子机制验证工作，范志刚负责临床病例资源的组织和转化应用，双方合作成果发表于 Cancer Medicine（2018），并合作完成发明专利“一种新抗原的筛选方法、设备及程序产品”。范志刚与第三完成人张依格、第四完成人白云波、第五完成人张振华、第六完成人姚忠强为三二〇一医院肿瘤科同事，共同完成了三项独立临床队列的病例收集、数据分析和论文撰写工作。张依格负责三组队列的系统数据整理与统计分析；白云波负责临床样本收集、RNA 提取及 qRT-PCR 检测；张振华主导 PET/CT 影像组学与 DGCR5 联合预测模型的临床研究，作为第一作者发表核心成果论文（天津医药，2023）；姚忠强参与细胞功能实验并主导骨转移亚群研究。全体完成人通过共同立项（陕西省重点研发计划 2021SF-044）、论文合著、共同知识产权等方式建立了紧密的合作关系，共同完成了本项目的全部研究内容。

第一完成人签名：
2026 年 08 月 08 日