

公示材料

一、项目名称：低辐射多模态影像技术创新及在肺部疾病精准诊疗中的应用

二、项目主要完成人：于楠，韩冬，党珊，马光明，蒲豆豆，江叶海，樊秋菊

三、提名单位：陕西省中医药管理局

四、提名意见：该项目针对呼吸系统疾病临床症状类似，但高异质性高的特点，基于多模态影像构建了呼吸系统影像数字化分析平台。通过对多模态影像学图像的量化分析，构建具有统计学意义的数据模型，为疾病早期及进展过程中肺结构的实时动态监测，疾病的早期诊断、鉴别诊断、分期分型及预后判断提出依据，具有重要临床意义。提名该项目为陕西省科学技术进步奖三等奖。

五、项目简介：

我国总死亡人数的 87%由慢性疾病引起，其中心脑血管疾病占比 45%，癌症占 23%，癌症中肺癌占到癌症致死第一位，慢性呼吸道疾病占致死总数 11%，位于第三位。然而呼吸系统疾病众多，临床表现和体征高度相似，导致早期精准诊断和后期个性化治疗非常困难。考虑到人体肺是一个高度机械结构，功能与肺组织形态结构密切相关。使用影像多模态技术、定量影像学技术、结合分子生物学指标、病理学指标和基因学指标，对肺结构在疾病发生后

的异质性改变进行全面量化，提供结构改变与肺功能改变、分子生物学特性改变、基因组学改变之间的相关性。将为疾病的早期识别、精准化、个性化治疗提供技术手段。基于以上问题，取得突出成果。

1.建立了基于多模态影像数据的定量影像学平台，筛选出有效定量指标，验证其临床应用价值。针对肺部影像依靠主观征象评价，缺乏自动化定量技术，难以实现疾病早期发现和精准分层的问题，在既往研究基础上，我们提出了支气管扩张、肺小血管与气道的精准量化，间质病变定量评估。为 COPD、哮喘、肺间质病变、支气管扩张症的精准评价及早期发现提供定量指标。

2.提出低辐射/无辐射肺部多模态评估体系，实现肺结节/肺癌的结构与功能双重评价，提高诊断准确率，为辐射不耐受人群提供扫描方案。针对由于肺结节/肺癌检查手段单一造成的诊断及鉴别诊断困难的问题，仅依靠 CT 检查的辐射暴露问题，以及特殊人群的辐射不耐受问题，提出多模态解决方案。

3.提出将 AI 驱动的多模态影像数据模型用于解决呼吸系统疾病精准识别和精准诊断的问题。针对呼吸系统疾病数量众多，临床表现和体征相似度高，而病变多弥漫分布，定量指标繁杂的问题，提出基于 AI 驱动的多模态数据模型用于解决临床分类、预测的问题：包括鉴别诊断、临床分型、风险预测、疗效评价及中医证型客观化。提出影像学联合临床、检验在疾病评估的应用场景及临床效果。

六、客观评价：

研究成功相关成果发表 67 篇，其中 SCI 收录 25 篇，含 JCR 1 区文章 7 篇。本项目培养了博士后 1 名，博士 2 名、8 名硕士以及咸阳市青年科技人才 1 名。作为主编或副主编编写专著 3 部，推广多模态胸部影像扫描技术。实现应用软件转化 3 项。推广应用医院均为省内三甲综合教学医院或省外中医医院，直接受益患者近 6000 例。具有良好的社会效益。完成陕西省重点产业链项目 1 项“基于多模态影像技术的非小细胞肺癌可视化定量化中医诊疗体系构建及临床应用”。并完成了国家自然科学基金 1 项“基于 CT 生物标记和深度学习的支气管扩张症预测模型构建研究”。尤其是在中医证型客观化、可视化方面首次引入定量影像学方案，实现中医望诊的延伸。并建立陕西省高校青年创新团队“基于多模态定量影像的慢性肺系疾病中医评价体系构建创新团队”

七、应用情况：

该研究成果已在多家全国大型综合三甲医院推广应用，效果明显，产生了良好的社会效益。包括对肺结节的多模态分析，肺气肿定量及肺功能预测，支气管扩张患者的定量分析，肺栓塞患者的定量分析等。通过上述方案能够提高对肺结节的精准诊断及穿刺前精准定位；对不耐受肺功能患者提出基于胸部 CT 的肺功能预测方案；对支气管扩张患者进行咯血风险评估；对肺栓塞提高检出及风险评估提供解决方案；对肺间质病、肺炎提供可量化的影像学随访数据。无论在影像科还是呼吸科、胸外科都便于医生精准掌握患者情况，做出准确评估。虽然不产生直接经济

效益，但通过减少不必要的创检查、反复影像学检查、减少住院天数等都具有重要意义，间接的经济效益是巨大的，社会效益也是明显的。

八、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）（科学技术进步奖、技术发明奖、创新驱动秦创原奖填写）

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	Diagnosis of Active Pulmonary Tuberculosis and Community Acquired Pneumonia Using Convolution Neural Network Based on Transfer Learning	中国	10.1016/j.a cra.2021.12 .025	2022.10	Academic Radiology	陕西中医药大 学	Dong Han, Taiping He, Yong Yu, Youmin Guo, Yibing Chen, Haifeng Duan, Nan Yu*
2	论文	Free-breathing radial 3D fat-suppressed T1-weighted gradient echo (r-VIBE) sequence for assessment of pulmonary lesions: a prospective comparison of CT and MRI	中国	10.1186/s40 644-021-00 441-3	2021.12	Cancer Imaging	陕西中医药大 学	Nan Yu, Haifeng Duan, Chuangbo Yang, Yong Yu, Shan Dang*
3	论文	Sex-related Differences in Airway Dimensions: A Study Based on Quantitative Computed Tomography among Chinese Population	中国	10.1097/HP .000000000 0001468	2021.12	Health physics	陕西中医药大 学	Nan Yu, Guangming Ma, Haifeng Duan, Youmin Guo, Yong Yu, Shan Dang*

4	论文	Feasibility of pulmonary MRI for nodule detection in comparison to computed tomography	中国	10.1186/s12880-020-00451-w	2020.5	BMC Medical Imaging	陕西中医药大学	Nan Yu, Chuangbo Yang, Guangming Ma, Shan Dang, Zhanli Ren, Shaoyu Wang, Yong Yu*
5	论文	Comparison of diagnostic performance for pulmonary nodule detection between free-breathing spiral ultrashort echo time and free-breathing radial volumetric interpolated breath-hold examination	中国	10.1186/s12880-024-01536-6	2025.1	BMC Medical Imaging	陕西中医药大学	Jiang Yehai, Pu Doudou, Zhang Xuyang, Ren Zhanli, Yu Nan*.
6	论文	Lung involvement in patients with coronavirus disease-19 (COVID-19): a retrospective study based on quantitative CT findings.	中国	0.1007/s42058-020-00034-2.	2020.5	CHINESE JOURNAL OF ACADEMIC RADIOLOGY	陕西中医药大学	Yu N, Shen C, Yu Y, Dang M, Cai S, Guo Y.
7	论文	CT quantitative analysis of pulmonary changes in rheumatoid arthritis.	中国	10.3233/XST-221329	2023.1	JOURNAL OF X-RAY SCIENCE AND	陕西中医药大学	Pu Doudou, Yuan Hui, Ma Guangming, Duan Haifeng, Zhang Min, Yu Nan*.
8	论文	Improving Image Quality and Nodule Characterization in Ultra-low-dose Lung CT with Deep Learning Image Reconstruction.	中国	10.1016/j.acra.2024.01.010	2024.7	ACADEMIC RADIOLOGY,	陕西中医药大学	Ma Guangming, Dou Yuequn, Dang Shan, Yu Nan, Guo Yanbing, Han Dong, Fan Qiuju*.

9	论文	Combination of free-breathing radial 3D fat-suppressed T1-weighted gradient-echo sequence with diffusion weighted images: Potential for differentiating malignant from benign peripheral solid pulmonary masses	中国	10.1016/j.mri.2018.12.004.	2019.4	Magn Reson Imaging	陕西中医药大学	Shan Dang, Xiang Gao, Guangming Ma, Nan Yu, Dong Han, Qi Yang, Xin Tian, Haifeng Duan*
10	论文	Development and validation of a 3D-convolutional neural network model based on chest CT for differentiating active pulmonary tuberculosis from community-acquired pneumonia	中国	10.1007/s11547-022-01580-8	2022. 12	La Radiologia Medica	陕西中医药大学	Dong Ha, Yibing.Chen, Xuechao.Li, Wen.Li, Xirong.Zhan, Taiping., Yong.Yu, Yuequn.Dou, Haifeng.Duan, Nan.Yu*

九、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（学术性/技术创造性）贡献
于楠	第一	副院长	副教授, 副主任医师	陕西中医药大学	陕西中医药大学	成果的主要规划者和完成人, 是大部分成果的第一作者或通讯作者。在此基础上完成研究生培养和创新团队的申请。
韩冬	第二	无	副主任医师	陕西中医药大学	陕西中医药大学	主要完成部分包括定量数据的采集、校正、模型构建、验证, 为肺炎、支气管扩张模型构建做出贡献。为主要知识产权 1, 8, 10 的完成人。
党珊	第三	无	副主任医师	陕西中医药大学	陕西中医药大学	主要完成多模态影像的数据采集、图像融合、模型构建及临床应用部分。为主要知识产权 2, 3, 4, 8, 9 的完成人。

马光明	第四	无	副主任医师	陕西中医药大学	陕西中医药大学	主要解决影响多模态定量影像数据采集的关键问题，提出解决方案，是主要知识产权 3, 4, 7, 8, 9 的完成人。
蒲豆豆	第五	无	住院医师	陕西中医药大学	陕西中医药大学	主要完成影像数据与临床指标的关联问题，进行临床应用验证，是主要知识产权 5, 7 的完成人。
江叶海	第六	无	技师	陕西中医药大学	陕西中医药大学	影像学数据的主要收集者和图像质量控制。主要知识产权 5 的完成人。
樊秋菊	第七	无	副主任医师	陕西中医药大学	陕西中医药大学	影像学数据的主要收集者和质量控制者。主要知识产权 8 的完成人。

十、主要完成单位（学术性/创新推广）贡献

排名	完成单位	单位性质	法定代表人	联系人/电话	通讯地址	邮政编码	对本项目主要贡献
1	陕西中医药大学	公办大学	杨晓航	施欢贤 18220093312	陕西省咸阳市秦都区 世纪大道中段 1 号	712046	在本项目研究、实施过程中，提供场地、设备、人员和配套服务条件，对本项目的完成起到组织、管理和协调作用，主要影像平台的建立，验证、模型构建。将这一技术推广到西北地区十家应用单位。

十一、完成人合作关系说明

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始和完成时间	合作成果
1	论文合著	于楠/第一	2016.1-2024.12	本所有论文的合作作者
2	论文合著	韩冬/第二	2016.1-2024.12	与于楠完成了论文 1, 8, 10; 于马光明, 樊秋菊完成论文 8
3	论文合著	党珊/第三	2016.1-2024.12	与于楠共同完成论文 2, 3, 4, 8, 9; 与马光明共同完成论文 3, 4, 8, 9; 与韩冬共同完成 8, 9

4	论文合著	马光明/第四	2016.1-2024.12	与于楠共同完成论 3, 4, 7, 8, 9; 与党珊共同完成论文 3, 4, 8, 9; 与樊秋菊共同完成论文 8
5	论文合著	蒲豆豆/第五	2016.1-2024.12	与于楠共同完成论文 5,7; 与江叶海完成论文 5; 与马光明完成论文 7
6	论文合著	江叶海/第六	2016.1-2024.12	与于楠, 蒲豆豆共同完成论文 5
7	论文合著	樊秋菊/第七	2016.1-2024.12	与于楠, 马光明共同完成论文 8