



主管单位:中国科学院
主办单位:中国科学报社
学术顾问单位:
中国人体健康科技促进会
国内统一连续出版物号:CN11-0289

学术顾问委员会:(按姓氏笔画排序)

中国科学院院士 卞修武
中国工程院院士 丛斌
中国科学院院士 朱兰
中国工程院院士 吉训明
中国科学院院士 陆林
中国工程院院士 张志愿
中国科学院院士 陈凯先
中国工程院院士 林东昕
中国科学院院士 饶子和
中国工程院院士 钟南山
中国科学院院士 赵继宗
中国工程院院士 徐兵河
中国科学院院士 葛均波
中国工程院院士 廖万清
中国科学院院士 蔡秀军
中国科学院院士 滕皋军

编辑指导委员会:

主任:
赵彦
夏岑灿

委员:(按姓氏笔画排序)

丁佳 王岳 王大宁 计红梅
王康友 朱军 孙宇 闫洁
刘鹏 祁小龙 安友仲 邢念增
肖洁 谷庆隆 李建兴 张明伟
张思玮 沈根兴 张海澄 金昌晓
赵越 赵端 胡学庆 栾杰
薛武军 魏刚

总编辑:张明伟

主编:魏刚

执行主编:张思玮

排版:郭刚、蒋志海

校对:何工劳

印务:谷双双

发行:谷双双

地址:

北京市海淀区中关村南一条乙3号

邮编:100190

编辑部电话:010-62580821

发行电话:010-62580707

邮箱:ykb@stimes.cn

广告经营许可证:

京海工商广登字 20170236 号

印刷:廊坊市佳艺印务有限公司

地址:

河北省廊坊市安次区仇庄乡南辛庄村

定价:2.50 元

本报法律顾问:

郝建平 北京灏礼默律师事务所

院士之声

“数据驱动”和“智能赋能” 为肝癌诊治带来革命性变革

●蔡秀军



蔡秀军

数智化浪潮重塑肝癌外科 “诊-疗-管”全流程

利用人工智能(AI)、大数据分析、云计算等技术,对这些多模态数据进行深度挖掘、整合与学习,重塑肝癌外科从“经验主导”到“数据驱动”、从“同质化治疗”到“精准个体化”的“诊-疗-管”全流程。

AI通过深度学习(DL)模型实现影像的自动化分析与精准量化为诊断提供标准化的客观依据,显著提升诊断效能。与此同时,AI还具备强大的多维度信息整合能力,能够从影像特征、放射组学数据及临床参数中挖掘深层次关联,完成超越人眼识别极限的复杂模式分析,不仅显著提高了对小肝癌的早期识别与鉴别精度,甚至能够实现对肝癌发病风险的超早期、精细化评估,为在高危人群中推行个体化的筛查策略提供了有力工具。

病理学是肝癌诊断的“金标准”,但传统病理诊断依赖人眼观察组织形态,极大地受限于病理医生经验,且对肿瘤分级、微环境分析及分子特征挖掘效率有限。数字病理技术可提取形态学特征,辅助病理分级、分型,并可预测基因突变、预后及对药物治疗的敏感性。

在此基础上,传统血清标记物(如AFP)对早期肝癌灵敏度不足且无法反映肿瘤异质性。在数智化浪潮的推动下,基于高通量蛋白质组学与机器学习算法的液体活检技术,为肝癌的早期诊断带来了革命性的突破。

数智化驱动肝癌个性化治疗

肝癌治疗呈多元化发展趋势,治疗选择需综合考虑肿瘤特征、肝功能、病人状态等多因素。即便同一分期的肝癌,指南仍推荐了多种不同治疗策略可供选择,故传统决策依赖医生经验,易导致方案偏差。

数智化决策支持系统通过构建综合性预测模型为手术、介入、药物等治疗策略的选择提供关键决策依据,实现治疗方案的动态优化。

通过虚拟现实(VR)的渲染技术,可

将肝癌病人的CT或MRI薄层数据转换为三维形式,呈现患者个体化解剖结构,并可进行旋转、缩放等互动操控。结合深度学习模型,外科医生可以精心规划手术入路,模拟肝段切除平面与门静脉蒂定位、优化切除边缘,精准测算剩余肝体积,并融合关键临床指标预测术后肝功能,最大限度地降低术中风险。

增强现实(AR)则可将渲染产生的虚拟影像叠加在手术视野提供复合视图的技术,从而实现手术导航,提高术中管道的识别精度。

AI图像增强可增强解剖结构和器械的识别,实时动态调整以改善术中视觉环境。AI还可帮助外科医生感应到在进行机器人手术解剖和缝合任务期间组织阻力的变化。

随着索拉菲尼和程序性死亡受体1(PD-1)抑制剂等靶向和免疫疗法的出现和发展,为不可手术切除肝癌病人带来希望。然而靶向治疗的疗效存在显著个体差异,核心挑战在于缺乏精准的药物响应预测工具。数智化技术通过解析药物作用机制与肿瘤微环境,构建“生物标记物-疗效”关联模型,指导个体化用药。

四大未来研究方向与关键挑战

数据质量与标准化:当前AI研究多限于回顾性分析,缺乏前瞻性临床验证,且模型性能无法直接等同临床效益。核心瓶颈在于数据质量,多源异构的医疗数据形成“数据孤岛”,而高质量标注成本高、主观性强,严重制约模型泛化能力。

未来需构建标准化多中心专病库,采用联邦学习实现数据协同,并发展自

监督与生成式AI以突破数据瓶颈,提升模型稳定性。

模型可解释性:尽管当前最先进的AI模型(尤其是深度学习)在肝癌影像识别(如CT、MRI)中表现优异,但其决策过程不透明,难以解释“为何做出该判断”。2019年Topol就在《Nature Medicine》上明确指出AI要融入临床,解决其可解释性问题是关键前提之一。

推动可解释AI(XAI)的发展是建立人机信任的基石。未来研究将致力于开发能“自我解释”的模型,例如通过可视化热力图高亮显示影像中影响决策的关键区域,或生成基于医学概念的逻辑推理链。

伦理与隐私安全:肝癌医疗数据隐私安全是AI发展的核心挑战。数据全生命周期均存在泄露与滥用风险,且现行安全法规常与AI大数据需求相冲突。

未来需依赖隐私增强技术,例如联邦学习、同态加密与差分隐私等技术可实现在不共享原始数据的前提下,共同完成计算和分析,从源头上保护隐私。同时,必须建立覆盖全周期的透明监管与伦理框架,以确保技术发展安全可控,赢得公众信任。

临床落地与整合:许多优秀的AI模型在回顾性研究中表现出色,却难以在真实的临床场景中落地。核心原因在于,其往往是独立于现有医院信息系统(HIS/PACS)和工作流的“额外工具”,增加了医生的操作负担,未能实现无缝嵌入。

未来的AI系统必须是“以临床为中心”的设计。重点在于将AI功能深度整合到影像归档、病理诊断、手术导航等核心临床系统中,实现“一键式”操作与智能提醒,成为无形赋能的力量。

同时,模型需具备持续学习能力,利用临床产生的新数据不断迭代进化。最终,通过大规模前瞻性临床试验证明其能切实改善病人预后,完成从“研究对象”到“临床工具”的价值验证。

(作者系中国科学院院士,浙江大学医学院附属邵逸夫医院院长。原文刊发于《中国实用外科杂志》2026年第46卷第1期,第6~10页,本文略有删改)