

· 述 评 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.07.001

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240307.1356.002\(2024-03-07\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240307.1356.002(2024-03-07))

人工智能技术在肺癌临床诊疗中的应用与展望^{*}

李静尧,邱 阳,王海东[△]

(陆军军医大学第一附属医院胸外科,重庆 400038)

[摘要] 人工智能(AI)技术通过优化临床医生的工作流程显著提高了生产力,使现有工作人员能够服务更多患者,改善患者预后并减少健康差异。AI 技术赋能于影像筛查、病理诊断、血液标志物检测和基因组学分析等方面,通过对大量临床数据进行分析,可以辅助临床医生快速精准地进行肺癌诊断。在肺癌治疗方面,AI 能够为医生提供智能决策建议、制订手术计划和预测治疗效果等。相信在未来,随着技术的不断进步和创新,AI 技术将在肺癌乃至医疗全域发挥越来越重要的作用。

[关键词] 人工智能;肺癌;诊断;治疗

[中图法分类号] R734.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2024)07-0961-04

Application and prospects of artificial intelligence technology in clinical diagnosis and treatment of lung cancer^{*}

LI Jingyao, QIU Yang, WANG Haidong[△]

(Department of Thoracic Surgery, the First Affiliated Hospital of Army

Medical University, Chongqing 400038, China)

[Abstract] The application of artificial intelligence (AI) technology in clinical diagnosis and treatment of lung cancer has the potential to improve workflow and productivity of healthcare professionals, allowing them to serve more patients, improve patient prognosis, and reduce health disparities. AI enables imaging screening, pathological diagnosis, blood marker detection and genomic analysis, and can assist clinicians to quickly and accurately diagnose lung cancer through the analysis of a large amount of clinical data. In the treatment of lung cancer, AI can provide intelligent decision support, assist in surgical planning, and predict treatment outcomes. With the continuous progress and innovation of AI technology, it is believed that AI will play an increasingly important role in the diagnosis and treatment of lung cancer in the future.

[Key words] artificial intelligence; lung cancer; diagnosis; treatment

放眼全球,人工智能(artificial intelligence, AI)大模型时代全面到来。在过去的十年中,由于算法的改进、计算能力的增加、可用数据的扩展和应用范围大幅增长^[1],AI 大模型通常训练参数量达到百亿、千亿甚至万亿级别,有着极强的学习表达能力。经过海量

数据的无监督预训练、有监督的指令微调和基于强化学习的人类反馈对齐,AI 大模型可以理解丰富的自然语言、图像及完成多模态分析任务,相比传统深度学习模型性能有较大提升。随着 ChatGPT、Sora 的流行,以及首批国产大模型产品获得批准并向用户开

^{*} 基金项目:重庆市技术创新与应用发展专项重点项目(CSTB2022TIAD-KPX0148)。 [△] 通信作者,王海东(1970—),陆军军医大学第一附属医院(西南医院)胸外科主任,医学博士,博士研究生导师。先后担任中国医师协会胸外科分会全国委员、中华医学会胸心血管外科专委会肺癌学组委员、中国人民解放军胸心血管外科专业委员会委员、重庆市中西医结合学会胸外科专委会主任委员、重庆市医师协会胸外科分会副会长、重庆市医学会胸心外科专委会副主任委员等学术任职。从事胸外科临床工作 30 年,研究方向:胸部肿瘤的医疗大数据与人工智能研究、肺癌的基础与临床研究。临床尤其擅长胸腔镜、达芬奇机器人微创肺癌的外科手术治疗、复杂胸部肿瘤的外科治疗。近年来深入研究医疗大数据与人工智能在指导肺癌患者个体化综合临床诊疗、人工智能肺癌外科手术精准导航方面取得了良好进展,在全球率先开展了基于人工智能肺癌多学科联合门诊,深受患者欢迎。累计获得各项科研经费近 1 000 万元。以第一作者/通信作者在国内外专业学术期刊上发表论著 40 余篇。 E-mail: wanghd@tmmu.edu.cn。

放服务, AI 大模型正全面应用于各个领域, 为越来越多的行业带来价值。医疗领域被认为是 AI 最值得应用的领域之一, 现目前 AI 在医疗行业中的应用包括院内诊断与治疗、互联网医疗、健康管理及新药研发等, 为医疗健康服务提供了强大的支持, 显著提高了相关领域服务的水平和效率, 改善患者的诊疗结果、提供个性化医疗、缩小健康差距^[2-3]。《健康中国“2030”规划纲要》提出, 到 2030 年, 要将我国整体癌症的 5 年生存率提升 15%, 提高肿瘤综合治疗水平成为业界努力的方向。癌症不仅是中国主要的公共卫生问题, 同时也是全球范围的主要死亡原因之一, 为人类健康带来了沉重的负担^[4], 其中肺癌是目前全球发病率、病死率最高的恶性肿瘤^[5]。过去的几十年里, 在医疗和科研工作者的不懈努力下, 肺癌的诊疗技术取得了明显的进步, 包括影像技术、基因检测、分子标志物、靶向和免疫治疗等, 实现了患者的个体化治疗^[6], 然而面对不断增长的巨大数据, 如何做到清晰分辨和快速有效利用, 依靠传统的数据分析技术将需要漫长的挖掘整理过程, 极易漏掉关键信息且浪费宝贵的数据资源。相比传统手段, AI 技术可以更高效地处理海量数据, 从而迅速找到疾病特征和规律。在多模态医学资料分析和影像识别上, AI 技术已呈现出显著的优越性^[7]。AI 技术可以依据海量的医学知识库和数据库, 通过深度学习、关系推理、强化学习等方法, 建立完整的临床辅助决策系统^[8], 且可以主动对标最新诊疗指南、专家共识, 以及国内外海量临床研究、药物试验、文献报道、真实世界数据, 这是传统方法所无法企及的。大力推广 AI 技术, 使用 AI 技术参与临床辅助诊疗全过程, 将会大大提高早期肺癌的检出率, 特别是能够帮助基层医院提高诊疗质量。因此, 随着大数据和机器学习算法的不断发展, AI 技术在临床诊断、治疗和预防的应用前景非常广阔^[9]。本文将重点探讨 AI 技术在肺癌临床诊疗中的应用, 并对其研究进展及面临的问题进行阐述。

1 AI 技术在肺癌诊断中的应用

1.1 影像识别

肺癌筛查主要手段包括 CT 或 PET-CT 检查, 其中 AI 技术在影像学领域表现出色, 能够快速定位可疑病灶, 为医生提供精准的诊断建议, 从而显著减少漏诊和误诊, 提高筛查的准确率。AI 技术在肺癌影像中的应用不仅限于定位, 还能有效地识别肺组织中的肿块、结节^[10]、淋巴结^[11]或其他异常的组织变化^[12]。在相关研究中, 通过比较传统放射科医师阅片和 AI 技术辅助下的诊断结果, 证明了 AI 技术辅助诊断在性能上优于传

统阅片^[13]。更为重要的是, 当放射科医师与 AI 技术协同工作时, 整体诊断表现进一步提升, 平均癌症漏诊率减少了 60%^[14], 这展现了 AI 技术在肺癌筛查中的积极作用, 提高了诊断的准确度, 医生提供了强有力的辅助工具, 使得临床决策更加可靠。

1.2 病理诊断

传统的病理学诊断具有人力成本和时间成本高, 且主观性强的缺点^[15], AI 技术辅助病理诊断的处理速度更快、准确度更高、稳定性更强, 这已在众多情景中得到验证^[16]。AI 技术在肺癌病理诊断中的应用场景包括肺癌的定性分析及组织学亚型判断, 预测肺癌分子学特征及患者预后, 肺癌生物学标志物的定量分析, 信息整合实现深层次的肺癌精准诊断等^[17], 因此应用潜力巨大。

1.3 肺癌血液标志物-基因组学

由于肺癌相关血液标志物的特异度高, 检测肺癌标志物对肺癌诊断具有一定的临床价值。影像学有助于筛查早期肺癌, 在此基础上 AI 技术将肺部影像资料和肺癌标志物进行融合与分类, 使判读结果更加客观及量化。目前已有多项研究报道了此类 AI 模型^[18], 显示出对于早期肺癌的诊断潜力。AI 技术也被应用于基因表达谱分析中, 例如, 通过 AI 机器学习技术寻找肺腺癌细胞基因组通路中可操作的下游生物标志物, 将有可能直接筛选出靶向药物进行治疗^[19]。YUAN 等^[20]使用 AI 机器学习技术对鳞癌和腺癌的基因表达谱进行分析, 鉴定了 CSTA、TP63 等十余项基因在两者中的差异表达。通过 AI 技术我们可以对肿瘤有更多的理解, 就能更好地弄清肿瘤的进展和转移, 开发出更多可行的人工智能方法是扩大对肿瘤预后研究的必要条件。

2 AI 技术在肺癌治疗中的应用

2.1 智能决策

依赖于海量数据的推动, 以 AI 机器学习特别是深度学习为代表的大数据驱动的分析技术取得了突飞猛进的进展。AI 技术利用庞大的医学知识库和数据库, 通过深度学习, 主动识别、记录最新的诊疗指南、专家共识, 以及国内外海量的临床研究、药物试验、文献报道、真实世界数据等, 建立肺癌临床辅助决策系统^[21], 对患者的进行多模态数据分析, 辅助医生快速准确地做临床决策。例如, 本院开展的全球首家 AI 多学科诊疗平台, 基于多种 AI 技术, 融合影像、临床文本等多模态信息, 依托大规模图形处理器 (graphic process unit, GPU) 算力, 实现肺癌的智能诊断、TNM 分期和决策推荐, 为临床医生和患者提供

AI 诊疗建议,在确保有效诊疗的基础上,还可为患者提供充分的基于循证医学证据的医学人文关怀和健康管理建议等。经研究证实,相较于传统人工决策方式,AI 技术辅助下的临床决策显示出更加优越的效率和准确度^[22]。

2.2 手术规划

在肺癌术前实施的经 AI 技术规划的三维重建技术,将 CT 的二维影像转变为立体图像,可以更加直观且清晰地看到肺癌病灶的组织形态、毗邻血管神经等细微结构,在 AI 技术的协助下快速规划出具体的手术方案,例如手术术式的选择、病灶切除范围等。SHADEMAN 等^[23]利用猪作为实验模型,将 AI 技术融入机器人手术,经比较发现 AI 技术辅助机器人在缝合一致性、渗漏发生率、错误次数、完成时间等方面都优于传统机器人手术。不过此项技术的发展还仍然需要伦理、法律等方面的监管。

2.3 预测

通过对大量临床数据和基因组学等数据的分析, AI 技术可以个体化预测肺癌患者的生存期(无进展生存期、无疾病生存期、总生存期等)、现有肿瘤倍增时间、对不同治疗方案的反应和预后等,从而为患者提供更加精准和有效的治疗策略。例如, AI 技术现正用于预测免疫抑制剂和靶向治疗的反应^[24];同时还可以使用 AI 技术优化肺癌的全身治疗选择, KURESHI 等^[25]应用 AI 机器学习,评估多个因素来预测表皮生长因子受体阳性非小细胞肺癌接受厄洛替尼或吉非替尼的肿瘤反应。因此值得进一步深入应用研究。

3 AI 技术应用的伦理争议

AI 技术在医疗领域的应用可能涉及隐私和数据安全、医疗事故责任划分、医疗决策的公平性、人机关系等伦理问题。2023 年 10 月,科技部等多部门联合发布《科技伦理审查办法(试行)》,对于科技伦理审查的基本程序、标准、条件等提出统一要求,意在规范科学研究、技术开发等科技活动的伦理审查工作,强化科技伦理风险防控,促进负责任创新。为构建科技与伦理的和谐关系,推动 AI 技术与社会的良性互动,未来还需制订更为细致的 AI 技术伦理规范,强化透明度和问责制。医疗机构应建立独立的 AI 技术伦理审查部门,强化技术伦理教育等,以确保 AI 系统的设计、开发和应用符合伦理要求,从而促进 AI 技术的可持续发展和帮助社会受益。

4 AI 技术诊疗的技术监管

AI 技术在临床诊疗中的高速发展还面临着一些

挑战。作为医疗机构应该充分学习国家法律法规,合理开展 AI 技术诊疗活动,才能保障诊疗安全、患者隐私,以及国家的信息化资源。我国 AI 技术治理模式倾向于促进与监管并重,发展与安全并行。新时期 AI 技术相关的法规也陆续出台,如《互联网诊疗监管细则(试行)》明确禁止 AI 技术软件等替代医师本人提供诊疗服务。在相关法律法规的监管下,既保障 AI 技术的发展和 innovation,也确保其在合法、安全、可控的框架内运行,最大限度地减少风险和负面影响。

5 AI 医疗技术发展的关键角色

未来,创新医疗的发展离不开 AI 技术,但建设高质量的数据源并不仅仅依靠社会资本和企业来独立完成,还需要国内权威医疗机构和医学专家的主导并吸纳具有医学背景知识的人员参与建设过程,例如对患者的诊疗病案进行梳理、建模和标注等,以建立数据标准和验证体系,从而更系统有效地推动 AI 医疗技术水平的提升^[26]。随着 AI 技术在医疗保健领域的持续普及,会有越来越多的医疗保健专业人员接触到 AI 技术,因此对于 AI 技术诊疗工具的培训需求也变得越来越迫切。经过培训、实践、反馈,进而将这些人员纳入翻译和开发人员的角色,丰富 AI 技术创造的劳动力,通过提高批判性评估、推动更好的研究质量和优化资源分配来加速创新,使患者和从业受益^[27]。

综上所述, AI 技术在肺癌诊疗领域的应用前景非常广阔,能够提高肺癌早期诊断的准确性、优化个性化治疗方案、辅助医疗机器人手术、整合分析医疗数据并预测诊疗结果,有望为肺癌患者带来更高效、更精准和更个性化的医疗服务。在整个医疗领域,已经证实 AI 技术在提高患者预后、提高医疗效率和加速整个医疗保健生态系统的创新方面具有巨大的潜力。然而,这些 AI 医疗工具需要谨慎使用,将患者的隐私和安全放在首位。随着 AI 能力的指数增长,相信 AI 技术将在包括肺癌在内的医疗全域发挥越来越重要的作用。

参考文献

[1] DLAMINI Z,FRANCIES F Z,HULL R,et al. Artificial intelligence (AI) and big data in cancer and precision oncology[J]. Comput Struct Biotechnol J,2020,18:2300-2311.

[2] LANDHUIS E. Deep learning takes on tumours [J]. Nature,2020,580:551-553.

- [3] LI Z, QIANG W, CHEN H, et al. Artificial intelligence to detect malignant eyelid tumors from photographic images[J]. NPJ Digit Med, 2022, 5(1):23.
- [4] 郑荣寿, 张思维, 孙可欣, 等. 2016 年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. 中华肿瘤杂志, 2023, 45(3):212-220.
- [5] 徐睿锋, 孙鑫, 田雨, 等. 《2016 年中国癌症发病死亡数据》要点解读[J/OL]. 中国胸心血管外科临床杂志. [2024-03-04]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1492.r.20240108.1428.002.html>.
- [6] JONES G S, BALDWIN D R. Recent advances in the management of lung cancer[J]. Clin Med (Lond), 2018, 18(Suppl. 2):41-46.
- [7] ACHUTHAN S, CHATTERJEE R, KOTNALA S, et al. Leveraging deep learning algorithms for synthetic data generation to design and analyze biological networks[J]. J Biosci, 2022, 47:43.
- [8] HUANG S, YANG J, SHEN N, et al. Artificial intelligence in lung cancer diagnosis and prognosis: current application and future perspective[J]. Semin Cancer Biol, 2023, 89:30-37.
- [9] LADBURY C, AMINI A, GOVINDARAJAN A, et al. Integration of artificial intelligence in lung cancer: rise of the machine[J]. Cell Rep Med, 2023, 4(2):100933.
- [10] QI L L, WANG J W, YANG L, et al. Natural history of pathologically confirmed pulmonary subsolid nodules with deep learning-assisted nodule segmentation[J]. Eur Radiol, 2021, 31(6):3884-3897.
- [11] CAO Y, FENG J, WANG C, et al. LNAS: a clinically applicable deep-learning system for mediastinal enlarged lymph nodes segmentation and station mapping without regard to the pathogenesis using unenhanced CT images[J]. Radiol Med, 2024, 129(2):229-238.
- [12] 李悦鹏, 罗汶鑫, 汪周峰, 等. 人工智能技术在肺癌诊断中的研究进展和应用[J]. 生物医学转化, 2023, 4(4):54-59.
- [13] ZHANG Y, JIANG B, ZHANG L, et al. Lung Nodule detectability of artificial intelligence-assisted CT image reading in lung cancer screening[J]. Curr Med Imaging, 2022, 18(3):327-334.
- [14] CHEN M, SHI X, ZHANG Y, et al. Deep feature learning for medical image analysis with convolutional autoencoder neural network[J]. IEEE Trans Big Data, 2017, 7:750-758.
- [15] 唐仲平, 崔权哲, 杨李波, 等. 全切片图像扫描技术在临床病理诊断工作中的应用[J]. 河北医科大学学报, 2018, 39(10):1205-1209.
- [16] 毕珂, 王茵, 张婷婷, 等. 基于深度学习算法人工智能肺癌病理诊断模型的开发和应用[J]. 第二军医大学学报, 2020, 41(11):1229-1235.
- [17] 黄子凌, 李媛. 人工智能在肺癌病理诊断领域中的应用[J]. 临床与实验病理学杂志, 2023, 39:772-775.
- [18] 南岩东, 李玉娟, 刘苗苗, 等. 人工智能在肺结节良恶性鉴别诊断中的价值分析[J/CD]. 中华肺部疾病杂志(电子版), 2020, 13(6):760-763.
- [19] KIKUCHI T, DAIGO Y, KATAGIRI T, et al. Expression profiles of non-small cell lung cancers on cDNA microarrays: identification of genes for prediction of lymph-node metastasis and sensitivity to anti-cancer drugs[J]. Oncogene, 2003, 22(14):2192-2205.
- [20] YUAN F, LU L, ZOU Q. Analysis of gene expression profiles of lung cancer subtypes with machine learning algorithms[J]. Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis, 2020, 1866(8):165822.
- [21] TORRENTE M, FRANCO F, CALVO V, et al. P08. 01 building personalized follow-up care through ai by bringing the lung cancer patient data scientist and oncologist together [J]. J Thorac Oncol, 2021, 16(10):S991-992.
- [22] SIM Y, CHUNG M J, KOTTER E, et al. Deep convolutional neural network-based software improves radiologist detection of malignant lung nodules on chest radiographs[J]. Radiology, 2020, 294(1):199-209.
- [23] SHADEMAN A, DECKER R S, OPFERMANN J D, et al. Supervised autonomous robotic soft tissue surgery[J]. Sci Transl Med, 2016, 8(337):337ra64.
- [24] CHAROENTONG P, FINOTELLO F, ANGELOVA M, et al. Pan-cancer im-(下转第 971 页)

- GSK3 β 通路灵芝多糖对糖尿病大鼠心肌重构及保护作用研究[J]. 安徽医药, 2023, 27(12): 2361-2366.
- [11] 朱萌, 陈禹州, 区锦钊, 等. 水溶性壳聚糖水凝胶对糖尿病小鼠感染全层皮肤缺损创面的作用及其机制[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2022, 38(10): 923-931.
- [12] 陈端凯, 冯时, 唐乾利, 等. 湿润暴露疗法/湿润烧伤膏对慢性创面组织中 MMP-2 和 MMP-9 表达的影响[J]. 中国药理学通报, 2020, 36(2): 288-294.
- [13] 张臻, 阙华发. 糖尿病大鼠与正常大鼠在创面愈合不同阶段炎症因子动态变化的差异性研究[J]. 中国中西医结合外科杂志, 2021, 27(5): 693-698.
- [14] 黄金梅, 唐婷, 韦柳叶, 等. MEBT/MEBO 对糖尿病大鼠难愈合创面中 ZEB1/LAMA3/ITGA3 信号通路表达的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2023, 32(10): 1322-1329.
- [15] 岑丽君, 贺佐分, 田馨如, 等. MEBT/MEBO 对慢性难愈合创面组织内 Nrf2/HO-1/NQO1 信号通路的影响[J]. 中国烧伤创疡杂志, 2023, 35(3): 169-177.
- [16] 王爱, 马文国, 王成德, 等. 自体富血小板血浆凝胶联合负压封闭引流技术治疗难愈性创面的临床效果[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(1): 42-48.
- [17] 岳轶云, 丁小函, 李艳, 等. Toll 样受体 4 在慢性牙周炎诱发大鼠肝脏炎症中的作用[J]. 口腔医学研究, 2020, 36(2): 139-142.
- [18] 陈云英, 王冰洁, 潘星羽, 等. 细粒棘球绦虫体外不同发育时期 Eg M9 基因差异表达研究[J]. 中国人兽共患病学报, 2022, 38(9): 784-789.
- [19] 曾鸿孟. MEBT/MEBO 对大鼠难愈合创面中 PTEN/AKT/VEGF 信号系统表达的影响[D]. 南宁: 广西中医药大学, 2017.
- [20] WANG J, ZHAO Q, FU L, et al. CD301b⁺ macrophages mediate angiogenesis of calcium phosphate bioceramics by CaN/NFATc 1/VEGF axis[J]. Bioact Mater, 2022, 15: 446-455.
- [21] 李倩, 刘纯华, 王晨怡, 等. 炎症因子调控 1 型糖尿病血管内皮细胞功能的研究进展[J]. 基础医学与临床, 2021, 41(10): 1497-1501.
- [22] 郝铁琳, 王玉忠. 机械敏感性离子通道与神经调控[J]. 临床医学进展, 2022, 12(9): 8678-8685.
- [23] LUO D, LUO H, YAN X, et al. Mycoplasma genitalium protein of adhesion suppresses T cell activation via CypA-CaN-NFAT pathway[J]. Microbiol Spectr, 2023, 11(3): e450322.
- [24] 沈潇潇. 光调靶向激活 Ca²⁺/NFAT 对 ESCs 增殖分化及在创面愈合中作用及机制的研究[D]. 重庆: 中国人民解放军陆军军医大学, 2021.

(收稿日期: 2023-08-18 修回日期: 2023-12-28)

(编辑: 成卓)

(上接第 964 页)

- munogenomic analyses reveal genotype-immunophenotype relationships and predictors of response to checkpoint blockade[J]. Cell Rep, 2017, 18(1): 248-262.
- [25] KURESHI N, ABIDI S S, BLOUIN C. A Predictive model for personalized therapeutic interventions in non-small cell lung cancer[J]. IEEE J Biomed Health Inform, 2016, 20(1): 424-431.
- [26] CHEN-YOSHIKAWA T F, FUKUI T, NAKAMURA S, et al. Current trends in thoracic surgery[J]. Nagoya J Med Sci, 2020, 82(2): 161-174.
- [27] NG F Y C, THIRUNAVUKARASU A J, CHENG H, et al. Artificial intelligence education: an evidence-based medicine approach for consumers, translators, and developers[J]. Cell Rep Med, 2023, 4(10): 101230.

(收稿日期: 2023-10-18 修回日期: 2024-01-22)

(编辑: 姚雪)