

· 专家述评 ·



金征宇，主任医师、教授、博士研究生导师、博士后导师。中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院放射科主任，北京协和医学院影像医学与核医学系主任。享受国务院政府特殊津贴，荣获卫生部“突出贡献中青年专家”荣誉称号、第八届中国医师奖、第十八届吴阶平-保罗杨森医学医药奖。中华医学会理事，中华放射学会主任委员，中国医师协会放射医师分会候任会长，中国医师协会住院医师规范化培训放射科专业委员会副主任委员，中国医学装备协会副理事长。北美放射学会荣誉会员，欧洲放射学会荣誉会员，日本放射学会荣誉会员。

人工智能在肿瘤影像中的应用研究

金征宇

中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院放射科，北京 100730

[摘要] 伴随人工智能的蓬勃发展，图像智能识别技术可较大程度地降低医师工作量、提高诊断准确性的观点在业界已达成共识。但在肿瘤综合诊疗方面，人工智能能否给予医师更好的帮助尚无定论。目前，国内外肿瘤影像领域的人工智能绝大多数仅集中于单纯的图像识别，缺乏医学数据的积累和对影像报告的分析，人工智能与肿瘤影像结合模式的探讨方兴未艾。

[关键词] 人工智能；计算机辅助诊断；肿瘤影像

DOI: 10.19732/j.cnki.1008-617X.2018.04.002

中图分类号: R445 文献标志码: A 文章编号: 1008-617X(2018)04-0253-03

Application study of artificial intelligence in tumor imaging JIN Zhengyu (Department of Radiology, Peking Union Medical College Hospital, Peking Union Medical College and Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China)

Correspondence to: JIN Zhengyu E-mail: jin_zhengyu@163.com

[Abstract] General consensus has been established that radiologists' workload can be reduced and diagnostic accuracy can be increased dramatically with the rapid development of artificial intelligence and intelligent image recognition. However, there is no certain answer whether artificial intelligence can provide better suggestion on the issue of tumor comprehensive diagnosis and treatment. Currently, the artificial intelligence imaging technique is mainly focused on simple image recognition, but there is a lack of experience in the accumulation of medical data and the analysis of radiological reports. The mode of artificial intelligence integrating with tumor imaging has just begun.

[Key words] Artificial intelligence; Computer-aided diagnosis; Tumor imaging

人工智能已经广泛应用于很多医疗领域，随着技术的逐渐进步，其在医学影像领域中的应用得到了蓬勃发展。医学影像人工智能肇始于20世纪60年代，但是由于当时技术水平的限制，

其发展并未达到预期。20世纪80年代，随着人工神经网络和基于人工智能的计算机辅助诊断（computer-aided diagnosis, CAD）软件的开发应用，人工智能开始逐渐整合到放射科日常工作

流程中。进入21世纪以来,随着人工智能技术的飞速发展,其在医学影像尤其是肿瘤影像中的应用日新月异,在肿瘤检出、定性诊断、自动结构化报告、肿瘤提取及肿瘤放疗靶器官勾画等方面已经有较多的临床研究和应用^[1]。

人工智能是指具备解决问题能力,同时能够自我学习并解决相关衍生新问题的人工产品。人工智能技术整合入计算机系统,试图在解决某一问题时达到或超过人类的水平^[2]。由于医学影像临床工作的复杂性,直到近期人工智能技术才能进行精准的医学影像图像分析^[3]。目前学术界普遍接受的观点是,人工智能应用于医学影像日常工作中,可以减少放射科医师的重复简单工作并降低人为错误,但即使其能达到更高的技术水平并能控制成本应用于临床工作,也不能取代放射科医师的全部临床工作,尤其是需要与人沟通交流的相关工作^[4]。

人工智能在肿瘤影像中应用较为成熟的领域包括:①肺部结节和肺癌筛查;②乳腺癌筛查;③前列腺癌影像诊断。

1 肺部结节和肺癌筛查

与基于人工智能技术的CAD软件和放射科医师分别单独进行诊断相比较,CAD软件与放射科医师共同诊断可以有效提高胸片^[5]和CT^[6]上肺结节的检出率。2016年进行的一项大规模研究在50台CT扫描设备上使用了4种CAD软件用以检出放射科医师漏诊的肺部结节,发现CAD软件可以检出56%~70%漏诊的结节,其中包括17%的3 mm以下肿瘤和69%~78%的3~6 mm肿瘤,这种大小的肿瘤经常被医师漏诊^[7]。使用更加先进的人工智能数据处理技术如多视点卷积网络,可以进一步降低CAD软件筛查肺部结节的假阳性率^[8]。如果不同放射科医师对肺部结节性质有争议,CAD软件的诊断意见有助于结节性质的判定。肺部结节和肺癌筛查的人工智能CAD软件可以帮助放射科医师准确检出早期小肿瘤,降低医师工作强度和人为错误的发生率^[9]。

2 乳腺癌筛查

乳腺癌影像筛查是人工智能机器学习较早应用的领域,目前CAD软件已经较好地融入乳腺癌影像诊断的日常工作流程中^[10]。在乳腺钼

靶X线摄影^[11]、超声^[12]、MRI^[13]及X线断层成像^[14]等不同检查方法中,基于人工智能的CAD软件筛查乳腺结节、诊断乳腺癌的准确性均较高。

CAD软件目前广泛应用于X线摄影对乳腺癌的筛查,相关研究主要集中在提高钙化灶和肿块检出的准确性方面。X线摄影对微钙化灶的检出率较高,但对肿块的检出率受腺体密度的影响^[15]。2016年,Patel等^[16]开发了自然语言处理软件算法,该算法准确获得了543例乳腺癌患者乳腺X线摄影的关键特征,并与乳腺癌亚型进行了相关性分析,其诊断速度是普通医师的30倍,且准确率高达99%。

CAD软件可以辅助乳腺MRI的视觉评估,并提供有用的附加信息。研究发现,CAD软件对MRI评估浸润性乳腺癌对新辅助化疗的反应具有高特异度,可达100%,但灵敏度较低,仅为52.4%,因此尚不能取代视觉成像评估^[17]。CAD软件对MRI评估浸润性乳腺癌的多灶性具有明显优势,但对评估淋巴结的转移状态效果不佳^[18]。

3 前列腺癌影像诊断

前列腺癌是西方男性发病率第1位的恶性肿瘤,多参数MRI在前列腺癌的影像检出、定位和分期方面发挥着重要作用,但是前列腺多参数MRI技术较为复杂,序列较多,结果判读时间较长,难度较大。已有研究发现,基于多模态卷积神经网络的人工智能CAD技术,在多参数MRI中可以较准确地自动诊断前列腺癌^[19]。使用CAD软件也可以准确地进行前列腺区域自动分割和肿瘤体积测定^[20]。

此外,在肿瘤影像诊断临床工作中,基于人工智能的机器学习技术,在肿瘤患者影像学检查方法和流程制订、影像成像、自动化解析影像和结构化报告、图像质量分析、检查放射剂量预估等方面,也有相关的研究报道,在今后的肿瘤影像实际临床工作中可能会起到积极的作用^[21]。

随着人工智能技术的发展及其与临床数据的紧密结合,肿瘤影像数据结合临床数据,在人工智能辅助下转换成临床决策,是今后肿瘤临床诊疗路径中的重要发展方向^[22]。在肿瘤影像学

领域,人工智能技术的介入结合大数据挖掘,使得肿瘤影像大数据在人工智能筛选、梳理和提取后,可能转换成有效的临床决策^[23]。2017年7月8日国务院印发的《新一代人工智能发展规划》提出了我国研发人机协同临床智能诊疗方案的计划。肿瘤影像技术的发展、人工智能技术的进步和医疗大数据的不断积累,必将促使肿瘤智能医疗的发展进入新时代。

[参考文献]

- [1] GYAWALI B. Does global oncology need artificial intelligence? [J]. *Lancet Oncol*, 2018, 19(5): 599-600.
- [2] SIMMONS A B, CHAPPELL S G. Artificial intelligence-definition and practice [J]. *IEEE J Ocean Eng*, 1988, 13(2): 14-42.
- [3] SIEGEL E. Artificial intelligence and diagnostic radiology: not quite ready to welcome our computer overlords [J]. *Appl Radiol*, 2012, 41(4): 8.
- [4] AMATO F, LÓPEZ A, PEÑA-MÉNDEZ E M, et al. Artificial neural networks in medical diagnosis [J]. *J Appl Biomed*, 2013, 11(2): 47-58.
- [5] KLIGERMAN S, CAI L, WHITE C S. The effect of computer-aided detection on radiologist performance in the detection of lung cancers previously missed on a chest radiograph [J]. *J Thorac Imaging*, 2013, 28(4): 244-252.
- [6] DAS M, MUHLENBRUCH G, MAHNKEN A H, et al. Small pulmonary nodules: effect of two computer-aided detection systems on radiologist performance [J]. *Radiology*, 2006, 241(2): 564-571.
- [7] LIANG M, TANG W, XU D M, et al. Low-dose CT screening for lung cancer: computer-aided detection of missed lung cancers [J]. *Radiology*, 2016, 281(1): 279-288.
- [8] SETIO A A, CIOMPI F, LITJENS G, et al. Pulmonary nodule detection in CT images: false positive reduction using multi-view convolutional networks [J]. *IEEE Trans Med Imaging*, 2016, 35(5): 1160-1169.
- [9] CIOMPI F, CHUNG K, VAN RIEL S J, et al. Towards automatic pulmonary nodule management in lung cancer screening with deep learning [J]. *Sci Rep*, 2017, 7: 46479.
- [10] POLAN D F, BRADY S L, KAUFMAN R A. Tissue segmentation of computed tomography images using a random forest algorithm: a feasibility study [J]. *Phys Med Biol*, 2016, 61(17): 6553-6569.
- [11] HUYNH B Q, LI H, GIGER M L. Digital mammographic tumor classification using transfer learning from deep convolutional neural networks [J]. *J Med Imaging (Bellingham)*, 2016, 3(3): 34501.
- [12] GU P, LEE W M, ROUBIDOUX M A, et al. Automated 3D ultrasound image segmentation to aid breast cancer image interpretation [J]. *Ultrasonics*, 2016, 65: 51-58.
- [13] BICKELHAUPT S, PAECH D, KICKINGEREDER P, et al. Prediction of malignancy by a radiomic signature from contrast agent-free diffusion MRI in suspicious breast lesions found on screening mammography [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 46(2): 604-616.
- [14] SAMALA R K, CHAN H P, HADJIISKI L, et al. Mass detection in digital breast tomosynthesis: deep convolutional neural network with transfer learning from mammography [J]. *Med Phys*, 2016, 43(12): 6654-6666.
- [15] MAHERSIA H, BOULEHMI H, HAMROUNI K. Development of intelligent systems based on Bayesian regularization network and neuro-fuzzy models for mass detection in mammograms: a comparative analysis [J]. *Comput Methods Programs Biomed*, 2016, 126: 46-62.
- [16] PATEL T A, PUPPALA M, OGUNTI R O, et al. Correlating mammographic and pathologic findings in clinical decision support using natural language processing and data mining methods [J]. *Cancer*, 2017, 123 (1):114-121.
- [17] BÖTTCHER J, RENZ D M, ZAHM D M, et al. Response to neoadjuvant treatment of invasive ductal breast carcinomas including outcome evaluation: MRI analysis by an automatic CAD system in comparison to visual evaluation [J]. *Acta Oncol*, 2014, 53(6): 759-768.
- [18] SONG S E, SEO B K, CHO K R, et al. Computer-aided detection (CAD) system for breast MRI in assessment of local tumor extent, nodal status, and multifocality of invasive breast cancers: preliminary study [J]. *Cancer Imaging*, 2015, 15: 1.
- [19] LE M H, CHEN J, WANG L, et al. Automated diagnosis of prostate cancer in multi-parametric MRI based on multimodal convolutional neural networks [J]. *Phys Med Biol*, 2017, 62(16): 6497-6514.
- [20] TURKBAY B, FOTIN S V, HUANG R J, et al. Fully automated prostate segmentation on MRI: comparison with manual segmentation methods and specimen volumes [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 201(5): W720-W729.
- [21] CHOY G, KHALILZADEH O, MICHALSKI M, et al. Current applications and future impact of machine learning in radiology [J]. *Radiology*, 2018, 288(2): 318-328.
- [22] 许晶晶, 谭延斌, 张敏鸣. 影像学在肿瘤精准医疗时代的机遇和挑战 [J]. *浙江大学学报(医学版)*, 2017, 46(5): 455-461.
- [23] ROBERTSON S P, QUON H, KIESS A P, et al. A data-mining framework for large scale analysis of dose-outcome relationships in a database of irradiated head and neck cancer patients [J]. *Med Phys*, 2015, 42(7): 4329-4337.

(收稿日期: 2018-06-15 修回日期: 2018-07-25)