

人工智能AI在医学影像中的应用现状及展望

张焱涵 姜尚彤

豫北医学院

DOI:10.12238/bmtr.v7i5.16539

[摘要]近年来,人工智能(AI)在医学影像中的应用进展显著。机器学习和深度学习算法在辅助临床医生诊治过程中有着重要作用。本文意在从辅助诊断、手术进程、预测治疗反应和预后、未来展望四个方面对人工智能AI在医学影像中的发展现状进行综述。

[关键词]人工智能; AI; 医学影像

中图分类号: TP18 文献标识码: A

The Current Application Status and Prospects of Artificial Intelligence (AI) in Medical Imaging

Yihan Zhang Shangtong Jiang

Yubei Medical College

[Abstract] In recent years, the application of artificial intelligence (AI) in medical imaging has made remarkable progress. Machine learning and deep learning algorithms play a significant role in assisting clinicians in their diagnosis and treatment processes. This article aims to review the current development status of artificial intelligence (AI) in medical imaging from four aspects: auxiliary diagnosis, surgical process, prediction of treatment response and prognosis, and future outlook.

[Key words] Artificial Intelligence; AI; Medical imaging

在当今医疗领域中,医学影像占据医疗数据来源的80%~90%,是医疗卫生行业中证据来源的基石^[1]。目前,医学影像数据的年增长率达到30%,而影像科医师的年增长率仅为4%,且以CT报告为例,影像科医生每天需要完成的阅片量在80~100份^[2],因此如何准确快速地处理相关医学影像数据成为当今医疗卫生行业的一大难题。

随着人工智能领域的飞速发展,相关工作人员通过撰写学习模型和建立数据库来辅助影像诊断医生快速处理影像数据。本文将从辅助诊断、手术进程、预测治疗反应和预后、未来展望四个方面对人工智能AI在医学影像中的发展现状进行论述。

1 人工智能AI在辅助诊断中的应用现状分析

1.1 提高恶性肿瘤早期诊断的效率和准确性

在我国,恶性肿瘤的发病率和死亡率逐年增加,目前已成为导致人口死亡的首要因素^[3]。然而肿瘤的诊断往往需要借助影像设备的检查,并通过影像医师辨别组织异常进行确定。这也导致影像医师因精神疲惫或细节过多而漏诊早期病变。AI技术通过自动化分析和实时辅助,明显提高了恶性肿瘤早期筛查的效率和准确率。在胃癌相关诊断方面,Iwaya等采用深度卷积神经网络(DCNN)模型ResNet50网络对5,753张图像进行分类,将图像分为每个胃活检组织,并用IM评分进行标记,结果显示该系统对有IM和无IM的图像进行分类,敏感性为97.7%,特异性为

94.6%^[4]。这表明这项技术对IM的检测有着较高的准确性,有助于提高影像医师诊断IM的效率和准确性。嗜铬细胞瘤与大多数良性肿瘤在影像方面有着很多相似之处,因此准确高效地诊断成为了医学领域的一大难题。Liu Junhong等采用Mazda软件分析40例经病理证实的肾上腺肿瘤和20例嗜铬细胞瘤的MRI图像,选取9个参数作为比较指标,利用具有鉴别诊断意义的参数建立SVM的联合诊断模型,结果显示诊断效率良好^[5]。近年来乳腺癌发病率不断上升,成为了女性死亡的重要原因之一。为了能够准确地诊断乳腺癌,TAKAHASHI等收集了200个BC和200个非BC患者的400幅图像作为训练数据,分为四个不同(0°, 30°, 60°, 90°)度的PET MIP图像,并使用Xception制作了两个DL模型,与5名放射科医师进行比较,结果显示两个DL模型和放射科医生的敏感度分别为96%、82%和80~98%,特异度分别为80%、88%和76~92%^[6]。由此可见,DL模型和放射科医生有着相似的诊断准确率。

1.2 辅助影像医师早期检查儿童发育性髋关节脱位

发育性髋关节脱位是儿童常见疾病之一。在活产婴儿当中,发病率为1‰~2‰^[7]。有研究表明,婴儿时期的发育性髋关节脱位可以通过影像技术准确地检查出来,检出后并及时治疗可达到良好的治疗效果,有助于后期髋关节复位^[8]。然而,人工智能AI可以通过深度学习,对髋关节各项参数进行对比,以此辅助影

像医师进行诊断。对于AI在X线片中的应用, MARTIN等收集了来自2个单中心队列和1个多中心队列的571例患者的骨盆X线片, 用于训练两个深度学习模型, 并在Imagenet VGG16卷积神经网络(CNN)上进行预训练, 逐层微调, 结果显示两个模型均取得了较高的准确率(模型1为92.2%, 模型2为83.3%)^[9]。同时在超声方面, SEZER等基于卷积神经网络(CNNs)的全自动计算机辅助诊断系统, 用于Graf标准平面内捕获的髋部超声图像的分类, 并用散斑降噪数据增强方法进行数据增强, 结果显示CNN系统的准确率为97.70%^[10]。当然, 在MRI中, 人工智能AI同样也表现出较为满意的效果。ZHANG等采用基于U-Net的CNN模型对儿童髋关节MRI图像进行自动化分割, 并将分割后的髋关节图像用于临床环境, 以进行关键角度的自动测量, 结果显示, 与放射科医生手动分割相比, 基于U-Net的网络在髋关节分割中显示出很高的有效性^[11]。由于CT具有较强的辐射, 且对软组织效果不佳, 因此不适用于在早期儿童影像检查中的运用。但同样有部分学者构建了髋关节CT图像全自动切割的人工智能AI模型, 并取得了较好的成绩。

1.3 辅助影像医师诊断肺结核和儿童肺结核

近年来, 结核病的患病率和致死率呈递增趋势。2021年估算中国结核病新发患者数为78.0万(2020年84.2万, 2019年83.3万)^[12]。由于结核病中的常见疾病为肺结核且胸部X线片仍被推荐为诊断疑似肺结核疾病的首选影像学检查方法, 所以为了快速对疑似肺结核的胸部X线片进行诊断, 人工智能AI在诊断肺结核中的运用得到了社会广泛关注。闫明艳等收集行胸部高分辨率CT平扫检查的32例肺结核病例分别采用o-Discover/Lung肺结节检测分析系统0.2版本和2名胸部影像医师进行分析, 获得病变检测结果结果显示, 肺结节检测分析系统对肺结核患者病变的检出能力较好, 但目前对肺结核患者病变的良恶性分析准确率较低^[13]。

儿童肺结核由于临床表现和体征不典型, 大多数临床医生对儿童结核病的临床和影像学特点不熟悉, 易发生延误诊断及延误治疗导致儿童肺结核的患病率和致残率逐年增加^[14]。人工智能AI通过相关人员编写程序, 自动筛选儿童肺结核相关特征, 从而快速辅助影像医生进行诊断, 减少了影像医生的漏诊率, 同时也提高了影像医生的阅片速度。Palmer等采用南非一项前瞻性观察性参考研究中的620名儿童和13名成人疑似结核病患者的胸部X光片, 用于评估识别儿童结核病的成人CAD系统(CAD4TB)的性能, 结果显示CAD有潜力成为儿科结核病有用的辅助诊断工具。

由此可见, 人工智能AI通过深度学习和算法编程在诊断肺结核和儿童肺结核方面有着较高的准确性和效率, 但有关儿童肺结核的相关人工智能AI模型依然缺少。因此关于人工智能AI对儿童肺结核方面的应用仍需进一步探索。

2 人工智能AI在手术中的应用现状分析

2.1 预测甲状腺癌淋巴结转移情况

在中国甲状腺癌的患病人数约为46.6万人, 位居所有癌症的第三位。虽然甲状腺癌的恶性程度不高, 但却容易发生淋巴结

转移, 所以一种无创且能快速准确地预测甲状腺癌淋巴结转移情况的方法成为了甲状腺癌临床治疗领域所迫切需要的。而人工智能AI通过深度学习, 结合影像特征和临床特征, 建立相关影像组学模型, 能快速高效地对淋巴结转移情况进行预测, 从而辅助医生进行治疗。Li Jingjing等开发了一种用于术前预测甲状腺乳头状癌(PTC)中央淋巴结转移(CLNM)的综合预测模型。研究回顾性分析了678例PTC患者的临床及影像学数据, 通过机器学习方法筛选出14个关键影像组学特征, 并结合性别、年龄、肿瘤直径和CT淋巴结状态4个临床危险因素构建预测模型。结果表明该模型在训练集和测试集中均表现出良好的预测性能, 其敏感性和准确性均优于放射科医师的临床判断, 因此该无创性预测工具可为PTC患者的术前淋巴结评估提供客观依据, 进而辅助临床决策^[15]。同时Lai Shengwei等回顾性分析了2015–2020年1815例PTC患者的临床数据, 通过随机森林等6种算法构建预测模型并与传统的基于逻辑回归列线图进行比较。结果显示, 随机森林模型表现最优(AUC=0.80, 敏感性0.89), 并识别出肿瘤大小、淋巴结微钙化等5个关键预测因素。

综上所述, 人工智能AI有助于辅助临床治疗医生进行甲状腺癌的淋巴结转移预测, 未来应利用我国人口基数大, 样本量多的优势加强该领域的AI模型研究。

2.2 辅助临床医师对肺结节切除进行手术规划和术后评估

胸腔镜手术对于恶性或潜在恶性的肺结节切除有着良好的治疗效果。但是胸腔镜的手术视野小, 不易操作, 同时业界强调在完整切除肺结节的前提下保留更多的正常肺组织。因此这不仅要求术者有着良好的术前精准定位和合理规划, 还要求术者对肺段解剖结构有更清楚的认知。三维重建技术通过提供清晰的肺解剖图像和组织之间的毗邻关系成为了指导医生进行胸腔镜手术术前精准定位和手术规划的重要工具, 但传统的半自动三维重建技术具有一定的操作复杂性且主观性强, 一定程度上限制了其临床应用。随着人工智能AI的高速发展, 基于AI建立的全自动三维重建软件因其操作的便捷性与其创建模型的高效性和精确性成为了解决这一问题的关键。Xiaoguang Huang等提出一种改进的3D X射线医学影像重建方法, 通过模糊聚类有效性指标实现自适应精准分割, 结合快速FCM算法提升运算效率。结果表明新方法在精度和速度上均优于传统方法, 为复杂组织结构的三维可视化提供了更优解决方案。Chen Xiuyuan等提出一种基于非增强CT的智能化三维重建算法, 通过20例临床病例验证, 该AI算法血管/支气管检测准确率达85%, 重建耗时仅280秒, 显著优于传统方法。结果表明, 该技术能有效克服传统依赖增强CT、操作繁琐的局限性。由此可知, 人工智能AI联合三维重建技术在肺结核手术中应用有着明显的优势, 其通过快速准确地建立肺部解剖模型, 为术前快速定位和手术规划提供了良好的指导作用。但在实际临床应用中, 全自动方法可能还不足以在没有任何人工监督的情况下使用, 仍需要大量数据进行训练及优化。

3 人工智能AI在预测疾病预后中的应用现状分析

人工智能AI对于预测疾病的预后反应方面有着较高的应用价值。在胃癌方面, Hu Can等回顾性纳入了六家医院患有局部进展期胃癌(LAGC)的病人, 提出了一种基于SE-ResNet50和DeepSMOTE的深度学习放射临床特征(DLCS)模型, 对于预测局部进展期胃癌(LAGC)患者对新辅助化疗(NCT)的反应及预后有着较高的精确度。在骨肿瘤方面, He Yifeng等利用Inception v3卷积神经网络(CNN)分析56例骨巨细胞瘤(GCTB)患者的术后MRI图像, 预测肿瘤复发。结果显示, CNN模型的预测准确率达75.5%, 显著高于放射科医师的64.3%;结合患者年龄和肿瘤位置的回归模型进一步提升准确率至78.6%。在肝癌方面, Saillard Charlie等开发了两种基于全切片数字病理(WSI)的深度学习算法SCHMOWDER(需病理标注)和CHOWDER(无需标注), 用于预测肝细胞癌(HCC)术后生存率。在194例开发集和328例TCGA验证集中, 两模型的C-index分别达0.78/0.75, 显著优于传统临床评分。

4 结语：挑战与展望

人工智能AI通过卷积神经网络和深度学习构建相关疾病模型来辅助医生快速诊断和治疗疾病, 但它同样也面临着诸多挑战。主要包括以下几点: (1)现有研究的AI训练集数据量普遍较小, 并且大多数依赖回顾性数据建模, 缺乏大规模前瞻性临床试验支持。(2)不同医疗机构和操作人员的影像图像处理和标注存在显著差异, 常导致诊断结果准确性不一致。(3)人工智能AI需要大量的疾病病例, 容易侵犯患者隐私。

虽然人工智能AI面临着诸多挑战, 但它在相关研究中的良好表现证明其未来发展充满前景。本研究认为其发展前景有以下几点: (1)AI与医生快与精的结合。临床医生通过人工智能AI辅助快速进行疾病的诊疗, 实现1+1>2的效果。(2)建立更大规模和多样化的医学影像数据集, 为人工智能AI的建立提供大量的数据支持, 提高AI模型的泛化能力。(3)AI模型融合不同的数据源, 如病理切片、CT、MRI以及患者的临床病历等建立多模态模型实现对复杂临床环境的深度理解和学习, 为疾病的诊疗提供更有效的帮助。

【基金项目】

HNMX20251359民办高校本科生参与科研活动研究。

【参考文献】

- [1] 赵一鸣, 左秀然.PACS与人工智能辅助诊断的集成应用[J].中国数字医学, 2018, 13(4):20-22.
- [2] 亿欧智库.2023年中国人工智能医学影像产品生态路线研究报告[EB/OL].(2023-07-21)[2024-08-23].<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1772029529801758952&wfr=spider&for=pc>.
- [3] 姜丹, 王仲, 刘德平.国内恶性肿瘤的患病现状及分布特征[J].现代泌尿生殖肿瘤杂志, 2023, 15(06):374-375+378.
- [4] IWAYA M, HAYASHI Y, SAKAI Y, et al. Artificial intelligence for evaluating the risk of gastric cancer: reliable detect

ion and scoring of intestinal metaplasia with deep learning algorithms[J]. Gastrointest Endosc, 2023, 98(6):925-933.e1.

[5] Liu JH, Xue KK, Li SJ, et al. Combined diagnosis of whole-lesion histogram analysis of T1-and T2-weighted imaging for differentiating adrenal adenoma and pheochromocytoma: a support vector machine-based study[J]. J L'association Can Des Radio, 2021, 72(3):452-459.

[6] TAKAHASHI K, FUJIOKA T, OYAMA J, et al. Deep learning using multiple degrees of maximum-intensity projection for PET/CT image classification in breast cancer[J]. Tomography, 2022, 8(1):131-141.

[7] LASKARATOU E D, ELEFTHERIADES A, SPERELAKIS I, et al. Epidemiology and screening of developmental dysplasia of the hip in Europe: A scoping review[J]. Reports, 2024, 7(1):10.

[8] 戴建东, 张志余, 李洁, 等. 婴儿发育性髋关节脱位的早期筛查与治疗效果观察[J]. 实用医院临床杂志, 2022, 19(6):21-23.

[9] Magnéli M, Borjali A, Takahashi E, et al. Application of deep learning for automated diagnosis and classification of hip dysplasia on plain radiographs[J]. BMC musculoskeletal disorders, 2024, 25(1):117.

[10] SEZER A, SEZER H B. Deep convolutional neural network-based automatic classification of neonatal hip ultrasound images: A novel data augmentation approach with speckle noise reduction[J]. Ultrasound Med Biol, 2020, 46(3):735-749.

[11] 宋敏, 陆普选, 方伟军, 等. 2022年WHO全球结核病报告: 全球与中国关键数[J]. 新发传染病电子杂志, 2023, 8(01):87-92.

[12] 闫明艳, 陈根铭, 赖超, 等. 人工智能对肺结核患者病变检出及定性诊断价值研究[J/CD]. 新发传染病电子杂志, 2018, 3(4):214-217.

[13] 陈琼华, 郑敬阳, 苏丽端, 等. 儿童肺结核59例临床分析[J]. 福建医科大学学报, 2022, 56(05):425-430.

[14] PALMER M, SEDDON J, VAN DER ZALM M, et al. Optimising computer aided detection to identify intra-thoracic tuberculosis on chest x-ray in South African children[J]. PLOS Global Public Health, 2023, 3(5):e0001799.

[15] SCHALEKAMP S, KLEIN W, VAN LEEUWEN K. Current and emerging artificial intelligence applications in chest imaging: a pediatric perspective[J]. Pediatr Radiol, 2022, 52(11):2120-2130.

作者简介：

张焱涵(2004-), 男, 汉族, 河南省舞阳县人, 本科, 从事的研究方向: 医学影像学。