



脑膜瘤影像人工智能应用进展

郑飞, 陈绪珠*

基金项目:

国家重点研发计划子课题(编号: 2018YFC0115604); 国家自然科学基金面上项目(编号: 81772005); 北京市科委协同创新重大专项子课题(编号: Z191199996619088)

作者单位:

首都医科大学附属北京天坛医院放射科, 北京 100070

通信作者:

陈绪珠, E-mail: radiology888@aliyun.com

收稿日期: 2020-07-20

接受日期: 2020-08-04

中图分类号: R445.2; R739.41

文献标识码: A

DOI: 10.12015/issn.1674-8034.2020.10.025

Cite this article as: Zheng F, Chen XZ. Status of artificial intelligence in meningioma image. Chin J Magn Reson Imaging, 2020, 11(10): 934-936.

本文引用格式: 郑飞, 陈绪珠. 脑膜瘤影像人工智能应用进展. 磁共振成像, 2020, 11(10): 934-936.

[摘要] 人工智能在医学影像中的应用飞速发展, 目前已用于脑膜瘤影像瘤周水肿的准确分割、预判脑膜瘤的病理级别及鉴别诊断等。笔者就人工智能技术在脑膜瘤影像的应用现状和未来发展进行综述。

[关键词] 脑膜瘤; 人工智能; 机器学习; 影像组学

Status of artificial intelligence in meningioma image

ZHENG Fei, CHEN Xuzhu*

Department of Radiology, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100070, China

*Correspondence to: Chen XZ, E-mail: radiology888@aliyun.com

Received 20 Jul 2020, Accepted 4 Aug 2020

ACKNOWLEDGMENTS This work was part of National Key Research and Development Program of China (No. 2018YFC0115604); National Natural Science Foundation of China (No. 81772005); Collaborative Innovative Major Special Project Supported by Beijing Municipal Science & Technology Commission (No. Z191199996619088).

Abstract The usage of artificial intelligence (AI) in medical images is rapid. It has been used in the images of meningioma for the accurate segmentation of peritumoral edema, prediction of pathological grades, and differential diagnosis. This paper is to review the application and further progression of AI in meningioma images.

Key words meningioma; artificial intelligence; machine learning; radiomics

人工智能(artificial intelligence, AI)是1956年在Dartmouth大学举办的会议期间首次出现的名称^[1]。作为一个通用术语, 它是指以最低限度的人为干预, 让计算机自行模拟智能行为^[2]。本文就人工智能在脑膜瘤的影像应用进展及发展前景进行综述。

1 AI在影像诊断领域的应用背景

AI是计算机科学的分支, 用机器执行通常由人的智力活动完成的认知任务。AI 近来在感知能力方面取得了巨大进步, 已能让机器更好地描述和解释复杂的数据。而深度学习的加入, 强化了计算能力, 加速了AI的发展。

当前影像诊断专业的特点是大量的图像和报告以数字形式存在, 这些特点在推动医学进入数字化时代的过程中起到了引领作用, 同时为发展AI提供了契机。AI在影像医学应用的最初目的是在临床工作中提高效率 and 效果, 减少专业人员的失误, 增加客观性。近年来, 影像组学结合深度学习技术(AI的算法之一)可自图像中自动学习有代表性的特征, 从而在肿瘤影像领域帮助临床决策, 如明确诊断、不同癌症的危险分层等。

目前广泛使用的AI方法分为2种: 第一种是手工裁切特征, 如肿瘤纹理特征, 再使用计算机程序进行量化; 第二种方法是深度学习, 深度学习算法能自动从数据中提取特征, 不需人工预定义特征^[3]。AI在肿瘤影像的应用主要是发现异

常(肿瘤识别)、特征提取、监测变化这3个方面, 但也面临一些挑战, 包括开发通用术语以及在不同成像平台和患者人群中制定AI程序使用的验证标准。

2 AI在脑膜瘤影像的应用现状

脑膜瘤AI应用的伦理问题由McCradden等^[4]进行了研究, 结果表明几乎所有参与者都认为, 售卖医疗数据应该被禁止, 但为了改进健康状况, 也有小部分人认为暴露少量隐私是可以接受的。

技术方面, 脑膜瘤图像分割、智能识别的方法学研究不断进步, 自动化程度越来越高, 从而使得影像结果输出更方便、快捷及精准。2019年1月, Laukamp等^[5]采用深度学习模型对56例脑膜瘤患者(病理组织类型 I 级 $n=38$ 、II 级 $n=18$)的T1WI、T2WI、T1增强图像和FLAIR图像进行识别、分割, 输入模型后结果显示检测到脑膜瘤55例, 与人工分割效果相当。这表明尽管扫描器数据各不相同, 但深度学习模型仍能对脑膜瘤组织进行准确的自动检测和分割。同年8月, Stember等^[6]采用视觉追踪技术对脑膜瘤图像进行分割, 结果表明, 该方法可用于深度学习的语义分割, 将来进一步优化, 便可以通过更快、更自然的方式用于临床。2020年2月, Laukamp等^[7]对56位脑膜瘤患者的影像数据分别进行两种处理: 深度学习算法自动分割和由两位高年资影像工作者手动分割, 输入模型后结果显示为55个脑膜瘤是由深度学习自

动分割的,其研究表明对脑膜瘤图像采用基于深度学习的自动分割具有较高的分割准确性,与人工分割效果相当。这种自动分割图像包括增强扫描T1WI和FLAIR图像,与Laukamp等^[5]的研究相一致。鉴于脑膜瘤的瘤周水肿程度影响患者的临床结果,亦有研究者使用半自动方法对该区域进行了精准分割,Latini等^[8]使用商业软件(Vue PACS Livewire)在50例颅内脑膜瘤患者的磁共振图像上采用半自动计算方法计算瘤周水肿量。结果表明无论图像信号如何变化,都可以精确计算水肿量且具有很高的可重复性。且经过较短的训练后,便可简单快速的在临床实践中实施。

应用方面,这些图像分割、机器学习等智能手段在脑膜瘤的应用目前主要集中在以下几个方面:脑膜瘤病理级别的判断、脑膜瘤的鉴别诊断和瘤周水肿的识别与分割等。其中以脑膜瘤病理级别的判断研究最多,不同研究者采用的方法不尽相同。早在2016年,Krivoshapkin等^[9]设计实验,由一名放射科医生和两名神经外科医生使用先进的计算机算法分析48例脑膜瘤切除术前1.5 T磁共振图像并区分术前脑膜瘤的组织学类型,结果表明高级数学算法在区分脑膜瘤病理级别中具有高度的特异性、灵敏度和可重复性,但当时并未引起重视。2018年11月,Arokia Jesu Prabhu等^[10]研究团队使用一种新型的支持向量机方法,实现了对脑膜瘤病理级别的判断。与此同时,Hale等^[11]通过机器学习对1998~2010年间WHO I级($n=94$)和II级($n=34$)脑膜瘤的18~65岁患者的影像数据进行分析,结果表明机器学习算法是功能强大的计算工具,可以非常准确地预测脑膜瘤分级。到2019年,类似的研究明显增加,所用的研究方法和MRI图像也不断更新。2019年3月,Lu等^[12]回顾病理数据库,纳入152例脑膜瘤患者的421张术前ADC图用于纹理分析,通过机器学习分类器可实现与经验丰富的神经放射科医生同等的诊断性能,可对脑膜瘤进行准确分级。表明基于ADC值和ADC值纹理分析的决策树模型具有广泛前景,可以在不久的将来提供更精确的诊断和辅助诊断。同年7月,Zhu等^[13]通过181例脑膜瘤患者的MRI深度学习影像组学模型,以非侵入性方式对脑膜瘤进行分级,结果表明深度学习影像组学模型在非侵入性个体化脑膜瘤分级预测中其量化能力十分突出。其实验组使用深度学习的影像组学分析方法也实现了脑膜瘤病理级别的判断。同年10月,Zhu等^[14]基于数据扩增和改良卷积神经网络自动预测脑膜瘤病理级别。同年11月,Hamerla等^[15]使用了4种机器学习方法,进一步提高了脑膜瘤病理级别的分级并具有很好的敏感度和特异度。同年12月,Laukamp等^[16]通过MRI形态学检查序列、扩散张量成像序列进行病变的形态学参数、纹理特征分析,实现了脑膜瘤的病理分级。2020年6月,Ke等^[17]利用多参数MRI图像也对这一科学问题进行了研究。

与脑膜瘤病理级别的判断比较,AI在脑膜瘤的诊断和鉴别诊断方面的研究相对较少。2019年7月,Shrot等^[18]通过队列研究,将141例患者(41例胶质母细胞瘤,38例转移瘤,50例脑膜瘤和12例原发性中枢神经细胞瘤)的形态学MRI、灌注MRI和扩散张量成像序列应用于机器学习方案来鉴别不同类型的脑肿瘤,结果显示使用普通和高级MRI序列的机器学习方案具有高性能的自动肿瘤分类算法,可应用于临床决策中优化肿瘤分类。同年9月,Li等^[19]通过回顾性分析,在67例患者的MRI序列(T2-FLAIR,扩散加权成像和增强的T1WI)中提取498个组学特征(12个临床特征和486个纹理特征),将纹理分析应用于机器学习模型中。结果显示,与血管瘤性脑膜瘤相比,恶性血管周细胞瘤更大,肿瘤周围水肿程度更小,并且纹状血管更多。表明机器学习在鉴别恶性血管周细胞瘤和

血管瘤性脑膜瘤的诊断中具有重要价值。2020年,Abdelaziz Ismael等^[20]使用残差网络的深度学习方法,对脑膜瘤、胶质瘤和垂体瘤进行了识别,准确率达99%。

国内文献也对脑膜瘤的分割和机器学习有所研究,但与英文文献相比有明显的差别:一是研究的论文数量较少,二是所涉及的内容不及英文文献广泛,三是研究时间晚于国外。目前国内文献在这方面的研究绝大多数局限于应用方面,如脑膜瘤的分级^[21-25]、病变的识别^[26]及鉴别诊断^[27-28]。关于方法学的改进方面中文文献较少,唐青青等^[29]应用视光学方法进行了这方面的探索。

3 AI在脑膜瘤影像研究中存在的问题及应用前景

目前国内外对脑膜瘤影像的分割及AI的研究虽起步晚,但发展快,初步展现出良好的应用前景。目前的趋势主要有2个方面,一是AI方法学的不断更新和进步,二是影像学数据的来源由常规影像向高级MR成像数据转变。但目前的研究内容较单一,大部分限于脑膜瘤病理级别的判断,其次是鉴别诊断。因此,造成目前的研究成果水平有待提高、高质量学术论文缺乏。在大数据时代,AI影像诊断是不可阻挡的未来趋势。在脑膜瘤的研究方面,尚需借助这一先进的技术手段,在更深层次的科学问题上展开研究,解决脑膜瘤的瓶颈性科学问题,从而推动脑膜瘤科学研究的进展和临床能力提高。

总之,随着AI技术的不断进步和影像学检查模式的发展,AI在脑膜瘤影像方面的应用会向更深层次发展,未来对脑膜瘤的病理机制探索和临床治疗策略的制定会有更大的帮助。

利益冲突:无。

参考文献 [References]

- [1] The dartmouth artificial intelligence conference. The next fifty years. Available at: <https://www.dartmouth.edu/wai50/homepage.html>. Accessed June 13, 2017.
- [2] Hamet P, Johanne TJ. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 2017, 69(Suppl 1): S36-S40. DOI:10.1016/j.metabol.2017.01.011.
- [3] Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, et al. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer*, 2018, 18(8): 500-510. DOI:10.1038/s41568-018-0016-5.
- [4] McCradden MD, Baba A, Saha A, et al. Ethical concerns around use of artificial intelligence in health care research from the perspective of patients with meningioma, caregivers and health care providers: a qualitative study. *CMAJ Open*, 2020, 8(1): 90-95. DOI:10.1038/s41568-018-0016-5.
- [5] Laukamp KR, Thiele F, Shakirin G, et al. Fully automated detection and segmentation of meningiomas using deep learning on routine multiparametric MRI. *Eur Radiol*, 2019, 29(1): 124-132. DOI:10.1007/s00330-018-5595-8.
- [6] Stember JN, Celik H, Krupinski E, et al. Eye tracking for deep learning segmentation using convolutional neural networks. *J Digit Imaging*, 2019, 32(4): 597-604. DOI:10.1007/s10278-019-00220-4.
- [7] Laukamp KR, Pennig L, Thiele F, et al. Automated meningioma segmentation in multiparametric MRI: comparable effectiveness of a deep learning model and manual segmentation. *Clin Neuroradiol*, Published: 14 February 2020. DOI:10.1007/s00062-020-00884-4.
- [8] Latini F, Larsson EM, Ryttefors M. Rapid and accurate MRI segmentation of peritumoral brain edema in meningiomas. *Clin Neuroradiol*, 2017, 27(2): 145-152. DOI:10.1007/s00062-015-0481-0.
- [9] Krivoshapkin AL, Sergeev GS, Kalneus LE, et al. New software for preoperative diagnostics of meningeal tumor histologic types. *World Neurosurg*, 2016, 90: 123-132. DOI:10.1016/j.wneu.2016.02.084.
- [10] Arokia Jesu Prabhu L, Jayachandran A. Mixture model segmentation system for parasagittal meningioma brain tumor classification based

- on hybrid feature vector. *J Med Syst*, 2018, 42(12): 251. DOI:10.1007/s10916-018-1094-3.
- [11] Hale AT, Stonko DP, Wang L, et al. Machine learning analyses can differentiate meningioma grade by features on magnetic resonance imaging. *Neurosurg Focus*, 2018, 45(5): 401-402. DOI:10.3171/2018.8.FOCUS18191.
- [12] Lu Y, Liu L, Luan S, et al. The diagnostic value of texture analysis in predicting WHO grades of meningiomas based on ADC maps: an attempt using decision tree and decision forest. *Eur Radiol*, 2019, 29(3): 1318-1328. DOI:10.1007/s00330-018-5632-7.
- [13] Zhu Y, Man C, Gong L, et al. A deep learning radiomics model for preoperative grading in meningioma. *Eur J Radiol*, 2019, 116: 128-134. DOI:10.1016/j.ejrad.2019.04.022.
- [14] Zhu H, Fang Q, He H, et al. Automatic prediction of meningioma grade image based on data amplification and improved convolutional neural network. *Comput Math Methods Med*, 2019, 2019: 7289273. DOI:10.1155/2019/7289273.
- [15] Hamerla G, Meyer HJ, Schob S, et al. Comparison of machine learning classifiers for differentiation of grade I from higher gradings in meningioma: A multicenter radiomics study. *Magn Reson Imaging*, 2019, 63: 244-249. DOI:10.1016/j.mri.2019.08.011.
- [16] Laukamp KR, Shakirin G, Baebler B, et al. Accuracy of radiomics-based feature analysis on multiparametric magnetic resonance images for noninvasive meningioma grading. *World Neurosurg*, 2019, 132: 366-390. DOI:10.1016/j.wneu.2019.08.148.
- [17] Ke C, Chen H, Lv X, et al. Differentiation between benign and nonbenign meningiomas by using texture analysis from multiparametric MRI. *J Magn Reson Imaging*, 2020, 51(6): 1810-1820. DOI:10.1002/jmri.26976.
- [18] Shrot S, Salhov M, Dvorski N, et al. Application of MR morphologic, diffusion tensor, and perfusion imaging in the classification of brain tumors using machine learning scheme. *Neuroradiology*, 2019, 61(7): 757-765. DOI:10.1007/s00234-019-02195-z.
- [19] Li X, Lu Y, Xiong J, et al. Presurgical differentiation between malignant haemangiopericytoma and angiomatous meningioma by a radiomics approach based on texture analysis. *J Neuroradiol*, 2019, 46(5): 281-287. DOI:10.1016/j.neurad.2019.05.013.
- [20] Abdelaziz Ismael SA, Mohammed A, Hefny H. An enhanced deep learning approach for brain cancer MRI images classification using residual networks. *Artif Intell Med*, 2020, 102: 101779. DOI:10.1016/j.artmed.2019.101779.
- [21] Fang QH, Zhu H, He HZ, et al. Automatic classification of meningioma subtype image based on convolutional neural network. *J Nanjing Normal Univ (Natural Science Edition)*, 2018, 41(3): 22-27. 方谦昊, 朱红, 何瀚志, 等. 基于卷积神经网络的脑膜瘤亚型影像自动分级. *南京师大学报(自然科学版)*, 2018, 41(3): 22-27.
- [22] Yu XY, Geng CJ, Feng YB, et al. Clinical value of MRI texture analysis for preoperative grading of meningiomas based on conventional MRI images. *Chin J Radiol*, 2018, 52(5): 356-362. 虞芯仪, 耿承军, 冯银波, 等. 基于常规MRI图像的纹理分析对脑膜瘤术前分级的临床价值. *中华放射学杂志*, 2018, 52(5): 356-362.
- [23] Park YW, Oh J, You SC, et al. Radiomics and machine learning may accurately predict the grade and histological subtype in meningiomas using conventional and diffusion tensor imaging. *Int J Med Radiol*, 2019, 42(5): 627-628. DOI: 10.19300/j.2019.e0805. Park YW, Oh J, You SC, et al. 采用常规MR成像和扩散张量成像的影像组学和机器学习可准确预测脑膜瘤分级和组织学分型. *国际医学放射学杂志*, 2019, 42(5): 627-628. DOI: 10.19300/j.2019.e0805.
- [24] Zhu YB. Predicting intracranial tumor grade by quantitative radiomic feature. *Harbin: Harbin Univ Sci & Technol*, 2019. DOI:10.27063/d.cnki.ghlgu.2019.000021. 朱永北. 基于定量影像组学的脑肿瘤分级预测. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2019. DOI:10.27063/d.cnki.ghlgu.2019.000021.
- [25] Pan BM, Ye CK, Fan GW, et al. Clinical value of preoperative texture analysis in differentiation of meningioma. *Chin J Radiol*, 2020, 17(1): 47-51. 潘波敏, 叶成坤, 范光伟, 等. MRI纹理分析对术前脑膜瘤分级鉴别的临床价值. *临床神经外科杂志*, 2020, 17(1): 47-51.
- [26] Laukamp KR, Thiele F, Shakirin G, et al. Fully automated detection and segmentation of meningiomas using deep learning on routine multiparametric MRI. *Int J Med Radiol*, 2019, 42(2): 244. DOI: 10.19300/j.2019.e0107. Laukamp KR, Thiele F, Shakirin G, et al. 基于常规多参数MRI的深度学习全自动检测并分割脑膜瘤. *国际医学放射学杂志*, 2019, 42(2): 244. DOI: 10.19300/j.2019.e0107.
- [27] Zhang S, Cheng JL, Wang CC, et al. MRI texture analysis for differentiating solitary fibrous tumor/hemangiopericytoma from angiomatous meningioma. *Radiol Prac*, 2019, 34(8): 841-846. DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.08.003. 张烁, 程敬亮, 王程程, 等. MRI纹理分析对鉴别孤立性纤维性肿瘤/血管周细胞瘤与血管瘤型脑膜瘤的临床价值. *放射学实践*, 2019, 34(8): 841-846. DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.08.003.
- [28] Wang Y, Xiong F, Huang WC, et al. Differential diagnosis between intracranial hemangiopericytoma and angiomatous meningioma by using tumor texture analysis with enhanced MRI. *Mil Med J South Chin*, 2019, 33(1): 17-20. DOI: 10.13730/j.issn.1009-2595.2019.01.005. 王叶, 熊飞, 黄文才, 等. 增强MRI的肿瘤纹理分析来鉴别诊断颅内血管周细胞瘤与血管型脑膜瘤. *华南国防医学杂志*, 2019, 33(1): 17-20. DOI: 10.13730/j.issn.1009-2595.2019.01.005.
- [29] Tang QQ, Sushant S Hada, Ma XT. Stereological study on the relationship of volume, surface density and pathological type with peritumoral brain edema in meningioma. *J Chengdu Med Coll*, 2020, 15(1): 62-66. 唐青青, Sushant S Hada, 马勋泰. 体视学方法探索脑膜瘤体积、表面积密度、病理类型与瘤周水肿的关系. *成都医学院学报*, 2020, 15(1): 62-66.



《磁共振成像》杂志
投稿须知

办精品期刊 促学科发展 惠百姓健康

打造世界一流的磁共振媒体