

## RSNA2025 头颈部影像学

尤雅惠,唐婷,肖彤,曾雪丹,张佳璇,覃媛媛,朱文珍

**【摘要】** 2025年RSNA年会头颈部影像学研究涵盖了人工智能在咽后水肿检测、眼眶测量、甲状腺超声、影像去标识化、鼻窦解剖识别等方面的应用;前沿影像技术在迷走神经成像、嗅觉功能障碍中枢机制、喉返神经超声特征及身体成分分析中的创新;以及头颈部肿瘤多模态影像预测模型、放射组学与功能MRI生境分析等研究方向。这些研究展示了人工智能与多模态影像技术在提升诊断效能、优化治疗方案、实现精准预后评估方面的重要价值。本文将对以上研究进展进行综述。

**【关键词】** 头颈部影像学;人工智能;深度学习;多模态成像;放射组学;肿瘤预后

**【中图分类号】** R739.91;R-05;R-056;R445;R449;R814.4;R445.2 **【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1000-0313(2026)02-0127-03

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2026.02.002

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## 人工智能与深度学习技术

Hirvonen等开发一种深度学习算法,旨在自动检测急性颈部感染患者MRI中具有预后意义的咽后水肿。研究纳入479例患者的T2加权Dixon MRI图像,构建基于单层卷积神经网络(convolutional neural network, CNN)分类的算法模型与基于图像堆叠进行患者层面分类的算法模型。将所提出的CNN与Inception V3进行基准测试,并将患者水平分类算法与传统机器学习模型进行对比评估。以放射科医师标注为标准,模型在图像层面的准确率、敏感度、特异度及AUC分别为94.6%、83.3%、96.2%与94.1%,在患者层面分别为87.4%、86.5%、88.2%与94.8%,性能优于传统机器学习方法。

Gou等开发了一种基于眼眶MRI的自动化工具,用于客观测量甲状腺眼病患者的突眼程度。研究纳入177例患者,比较了2D与3D MRI测量结果,并与Hertel突眼计进行对照。研究开发了自动识别颧骨最前点及眼眶分割的模型,并构建了完整的自动化评估工具。配对 $t$ 检验显示,2D与3D眼眶MRI测量结果无显著差异。自动化工具与高年资医师的测量结果具有高度一致性(组内相关系数0.82),与Hertel测量值呈显著正相关( $r=0.75\sim 0.77$ )。

Chung等的研究探讨了不同经验水平阅片者使用AI决策支持系统(CadAI-T for Thyroid™)解读甲状腺超声的效果。该研究纳入481例患者的超声图

像,其中恶性结节184个(38.3%)、良性结节157个(32.6%)、阴性图像140个(29.1%),由4名高年资与4名低年资阅片者分两阶段(仅灰阶超声、结合AI结果)进行独立评估。结果显示低年资组在AI辅助下平均AUC由0.755显著提升至0.842( $P<0.001$ ),所有诊断指标均改善;高年资组AUC虽无显著变化,但平均敏感性和阴性预测值得以提高。该研究表明AI系统能有效提升经验不足阅片者的诊断水平,具有重要的临床辅助价值。

Wichtelhuber等开发了一款用户友好的影像去标识化软件(Defacer),用于儿科头颈部MRI与CT图像。该软件集成nnUNet模型进行牙齿分割(戴斯相似系数0.80),并结合TotalSegmentator进行面部分割,所有自动化步骤均支持人工监督与修正。在包含25个以上中心的大规模数据集测试中,系统展现出高效的处理能力(新用户572序列/小时,熟练用户>1500序列/小时)与高灵敏度( $>0.99$ ),能在合规前提下精准去除标识信息,同时完整保留诊断相关解剖结构。

鉴于内镜鼻窦手术(endoscopic sinus surgery, ESS)并发症常与术前CT对高风险解剖变异识别不足有关,Rafay等旨在开发一种CNN模型,用于自动检测游离前筛动脉(free-floating anterior ethmoidal artery, FFAEA)、Onodi气房和Haller气房。研究纳入了122例ESS患者的CT图像,在标准化冠状面截取图像并预处理后,对5种预训练CNN骨干网络(MobileNetV2, ResNet-18, DenseNet-121, VGG-16, SqueezeNet)进行微调。通过网格搜索系统评估了40种训练配置,并采用交叉验证。主要评估指标为平衡准确率与AUC。患者的FFAEA、Haller气房和Ono-

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介:尤雅惠(2001-),女,福建晋江人,硕士研究生,主要从事中枢神经系统影像诊断和研究工作。

通讯作者:朱文珍, E-mail: zhuwenzhen8612@163.com

基金项目:国家自然科学基金联合基金项目(U22A20354)

di 气房的检出率分别为 18.9%、6.6% 和 23.8%。结果显示 ResNet-18 在检测 FFAEA 方面表现最优(平衡准确率 77.8%, AUC 0.830), MobileNetV2 则在识别 Haller 气房(平衡准确率 63.7%, AUC 0.779)与 Onodi 气房(平衡准确率 74.6%, AUC 0.823)方面效果好。

## 头颈部前沿影像技术

迷走神经是神经调控治疗的重要靶点,但其精细分支在常规影像中难以显示。Kumari 等对 55 具大体标本的 110 条迷走神经进行 3T MRI 3D-CISS 序列扫描,首次在 MRI 上成功识别并证实了 50 个迷走神经分支。通过与实体解剖对比,验证了 MRI 测量的准确性。该研究构建了迄今最全面的迷走神经分支图谱,3D-CISS 序列的高分辨率与多平面重建能力显著优于传统 2D MRI,为术前精准神经定位与保护提供了关键影像支持。

Zhang 等利用多模态磁共振探究慢性鼻-鼻窦炎伴嗅觉功能障碍(chronic rhinosinusitis-olfactory dysfunction, CRS-OD)患者的中枢神经系统结构与功能改变。研究前瞻性纳入 23 例 CRS-OD 患者及 23 例健康对照者。所有受试者均接受临床嗅觉功能评估及 MRI 扫描,包括高分辨率 T<sub>1</sub>WI、静息态功能 MRI 及嗅球成像。采用基于体素的形态学分析评估灰质体积,并以观察到萎缩的脑区为种子点进行功能连接(functional connectivity, FC)分析。结果显示 CRS-OD 患者存在显著的双侧嗅球体积减小( $P < 0.05$ )及多个脑区(包括额下回、海马、海马旁回、丘脑、壳核)的广泛灰质萎缩(FDR 校正  $P < 0.05$ )。FC 分析发现壳核与脑岛、后扣带回、额下回等区域连接减弱,而与枕上回连接增强。相关性分析表明嗅觉障碍评分与右侧壳核体积负相关,而嗅觉相关生活质量评分与右侧海马体积负相关。嗅球萎缩、广泛灰质体积减少、感觉和认知网络的功能连接等改变强调了中枢神经系统在 CRS 相关嗅觉损伤中的参与。

关于喉返神经(recurrent laryngeal nerve, RLN)结构形态的研究相对有限,少数研究中呈现的喉返神经超声图像存在不一致的描述(有的为低回声,有的为高回声)。为深入澄清探究, Hu 等首次在甲状腺癌根治术中采用 15~7 MHz 高频超声探查 RLN。研究前瞻性纳入 24 例拟行双侧甲状腺手术患者,扫查气管食管沟内 RLN 并测量其厚度、宽度。结果显示 RLN 纵切面呈多条平行但不连续的低回声线性结构,被高回声带分隔。正常 RLN 厚度平均( $2.48 \pm 0.14$ ) mm、宽度平均( $1.45 \pm 0.11$ ) mm,其厚度与体重、体质量指数(body mass index, BMI)呈显著正相关,宽度与 BMI

亦呈正相关。受侵 RLN 宽度(平均  $2.10 \pm 0.11$  mm)显著小于未受侵者(平均  $2.93 \pm 0.20$  mm)。

Ludwig 等评估了基于 CT 的身体成分对接受免疫治疗的头颈部鳞癌(head and neck squamous cell carcinoma, HNSCC)患者的预后价值。采用深度学习算法对 55 例患者的胸部 CT 进行自动化三维身体成分分析。评估内脏脂肪(visceral adipose tissue, VAT)、骨骼肌(skeletal muscle, SM)、骨(bone, B)等指标,并结合临床因素进行生存分析。结果显示单因素及多因素分析证实, (SM+VAT)/B(男  $> 2.0$ , 女  $> 1.74$ )与血清白蛋白  $> 3.4$  g/dL 为总生存的独立保护因素。血清白蛋白水平较低或 (SM+VAT)/B 比值较低的患者中位存活期为 20.2 个月(6.5~28.6)。队列中位生存期为 8.3 个月, (SM/VAT)/B 预测 3 个月生存的 AUC 在男性中达 0.79( $P < 0.001$ )。

Bucher 等的研究进一步探讨了常规增强 CT 结合深度学习进行身体成分分析的预后价值。该回顾性研究纳入 149 例头颈部癌患者,使用 3D-UNet 算法进行组织分割与量化。分析发现腹部肌骨体积比降低、肌肉间脂肪组织比例升高是总生存的独立危险因素。包含这些指标的预测模型效能良好(C 指数 0.75~0.76)。结论表明常规 CT 深度学习身体成分分析可无创、高效获取独立预后信息,无需专用成像即可实现头颈部癌患者风险分层,为营养干预与个体化治疗决策提供客观依据。

## 头颈部肿瘤的影像学特征研究进展

Song 等构建了一个整合深度学习特征、放射组学特征及临床变量(包括 EBV DNA 载量、HBV 感染状态)的多模态模型,用于预测鼻咽癌(nasopharyngeal carcinoma, NPC)预后。模型在大型队列中表现出优异的预测性能(AUC 0.84~0.92)。机制研究发现 HBV 与 EBV 共感染存在交互作用,能显著增加转移与进展风险,并通过单细胞测序证实该人群 CD8+ T 细胞呈现明显的 PD-1 和 CTLA-4 高表达耗竭状态。该研究为 NPC 的精准预后分层及免疫治疗个体化选择提供了新思路。

Sun 等旨在构建基于免疫治疗前 MRI 的放射组学模型,以预测局部晚期鼻咽癌(locregionally advanced nasopharyngeal carcinoma, LANPC)患者对 PD-1 抑制剂的治疗反应及预后。研究纳入 246 例 LANPC 患者,构建放射组学模型与临床-放射组学联合模型,并通过病理图像分析放射组学特征与肿瘤微环境的相关性。结果显示放射组学模型预测治疗反应的 AUC 达 0.760, 优于临床模型(0.559)与联合模型(0.652);联合模型预测总生存的 C 指数为 0.858, 与放

射组学模型(0.812)相当,均显著优于临床模型(0.664)。放射组学特征与 CD8、PD-L1、CD45RO 等免疫细胞及 PD-L1 等标志物的细胞核形态特征呈中等至强相关。结论表明放射组学模型可有效预测 LAN-PC 免疫治疗反应与预后,其与病理特征的关联为模型提供了生物学依据,具有重要临床应用价值。

Fan 等探讨基于多模态功能磁共振体素内不相干运动(intravoxel incoherent motion, IVIM)和动脉自旋标记(arterial spin labeling, ASL)的瘤内及瘤周生境分析对鼻咽癌(NPC)患者长期生存的预测价值。前瞻性纳入 106 例 NPC 患者,基于 T<sub>2</sub>WI 勾画肿瘤并自动扩张 3 mm、5 mm、10 mm 3 个瘤周环并手动校正。

利用 IVIM 参数图的纯扩散系数(pure diffusion coefficient, D)、平均峰度(mean kurtosis, MK)及 ASL 参数图的血流量(blood flow, BF)进行影像生境分割分析,通过 Cox 回归分别构建瘤内、瘤周、临床及组合模型。结果显示瘤内具有高 D 值、低 BF 与低 MK 值特征的亚区,提示为放疗抵抗区域,且治疗失败患者该区域体积分数显著更高。3 mm 瘤周环带为最优代表区域(C 指数:OS 0.800, PFS 0.774),显著优于仅含临床因素的模型( $P \leq 0.03$ )。结论表明结合 IVIM 与 ASL 的生境分析能够无创地评估肿瘤异质性及瘤周微环境,提供重要的预后信息。

(收稿日期:2026-01-27 修回日期:2026-02-03)

## • RSNA2025 聚焦 •

### RSNA2025 心脏 CT 及 MRI

罗毅,包雨微,严祥虎,潘子怡,向春林,冉玲平,李浩杰,黄璐,夏黎明

**【摘要】** 2025 年北美放射学会(Radiological Society of North America, RSNA)年会心脏影像学领域呈现了丰富的学术内容,共收录近 160 篇摘要,主要围绕人工智能在心脏影像中的应用,心血管 CT 与 MRI 成像技术临床应用以及影像组学相关研究。本文旨在综述这些领域的最新进展,为心脏影像学研究者与临床医生提供前沿的学术动态和科研参考方向。

**【关键词】** 心脏;人工智能;冠状动脉;磁共振成像;体层摄影术,X 线计算机

**【中图分类号】** R322.11;R-05;R322.12;R445.2;R814.4 **【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1000-0313(2026)02-0129-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2026.02.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



#### 人工智能在心血管影像中的应用

##### 1. 人工智能在心脏 CT 中的应用

人工智能(artificial intelligence, AI)为冠状动脉 CT 成像(coronary CT angiography, CCTA)带来了多维度突破,显著改善了图像质量,拓展了适用人群并优化了诊断流程。

Colak 等提出的 AI 驱动运动补偿重建(motion compensation reconstruction, MCR)技术,可有效解决高心率、心律不齐患者的成像难题,将部分原本不可诊断的部位转为可诊断。在图像降噪方面, Brendlin 等证实 AI 去噪(AI denoising, AID)算法能显著增强光子计数探测器 CT(photon counting detector CT,

PCD-CT)图像的清晰度。Kilburg 进一步验证 AID 技术相较于量子迭代重建(quantum iterative reconstruction, QIR),能更有效提高超高分辨率(ultra-high resolution, UHR)CCTA 的图像质量。针对不同患者人群, Zhang 等的研究表明高强度深度学习图像重建(high-intensity deep learning image reconstruction, DLIR-H)在“低辐射、低对比剂、低注射速率”方案下可显著提升不同体质指数(body mass index, BMI)患者收缩期冠状动脉 CTA 的图像质量。Cheng 则针对肥胖患者优化了“100 kVp 自由呼吸+DLIR+运动冻结”方案,在保证图像质量的同时有效降低辐射剂量。

AI 通过优化重建算法和开发无创功能评估模型,提升了诊断准确性。Tomizawa 等研究表明超分辨率深度学习重建(super-resolution deep learning reconstruction, SR-DLR)相较于常规分辨率深度学习重建,能将基于 CTA 的血流储备分数(fractional flow reserve, CT-FFR)检测功能性狭窄的血管诊断准确率从 74% 提升至 85%。Zou 等证实 SR-DLR 在斑块体积

**作者单位:** 430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

**作者简介:** 罗毅(1986-),男,湖北利川人,硕士,主管技师,主要从事心血管 MR 成像新技术开发及临床应用。

**通讯作者:** 夏黎明, E-mail: lmxia@tjh.tjmu.edu.cn