

RSNA2018 肺部影像学

乔金吟, 周舒畅, 王玉锦, 向敏, 胡琮洁, 杨朝霞, 詹晨奥, 陈冲, 刘艺文

【摘要】 2018 年 11 月 25~30 日在芝加哥举办的 RSNA 2018 以“未雨绸缪, 为明天而战”为主题, 旨在全方位发展影像医学, 以更好的服务于临床。深度学习/人工智能在全球信息化浪潮下依旧热度不减, 同样依托于计算机的影像组学也一样吸引眼球。能量 CT 成像、低剂量成像、肺部 MRI、肺结节筛查、肺癌放射诊疗、肺气肿及弥漫性病变等仍较为重要, 本文将对 2018 年 RSNA 肺部影像学内容进行综述。

【关键词】 人工智能; 深度学习; 影像组学; 低剂量; 虚拟单能图像; 磁共振成像; 肺癌筛查; 慢性阻塞性肺疾病; 肺栓塞; 战争肺损伤; 特发性肺纤维化; 非特异性间质性肺炎; 间质性肺炎; 相位对比磁共振成像; 急诊放射学

【中图分类号】 R814. 42; R445. 2; R445. 3; R563; R543 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2019)02-0123-07

DOI: 10. 13609/j. cnki. 1000-0313. 2019. 02. 002

人工智能/深度学习

在人们不断的探索下, 人工智能无论是在胸部 X 线平片上还是 CT 上都展示出良好的应用前景。胸部 X 线平片是最常用的影像学检查。影像学检查中病变的改变或缺乏对患者治疗方案的选择具有重大意义。Singh 等比较机器学习 (machine learning, ML) 算法 (Qure AI) 和胸部放射科医师在连续复查的胸部 X 线平片上评估病变稳定或变化的准确性, 结果显示 ML 算法的性能更好。ML 可以根据病变的变化或稳定对胸片进行分层, 从而加快对有重要变化的影像学的发现。Sahu 等亦发现在门诊胸部 X 线平片中, 人工智能算法表现出优良的性能, 提示其在放射科的质量控制中, 可以有效地筛选出需要进行复查的胸片。Hwang 等的研究结果显示, 基于 ML 的自动检出 (DLAD) 算法在胸片中检出恶性肺结节/肿块、结核、肺炎和气胸等主要胸部异常病变的效能较高, 提示 DLAD 可以增强放射科医生在影像诊断和病灶检测方面的诊断表现, 有利于提高诊断准确性、患者的安全性和工作流程的有效性。

肺部 X 线数据库 Chest X-ray14 是目前规模最大的、用于胸部 X 线自动分析的公开标注数据集, 由 1 个或更多的 14 个胸部病理分级组成, 如实变、浸润、炎症和其他 11 个。然而, 放射科医师单独根据影像无法

鉴别实变、浸润和炎症, 为解决这一限制, Abidin 等重新采样了属于 3 个“不透明”和“无发现”类的数据, 合并了视觉上难以区分的病理学分类, 减轻了“结构化噪声”的影响, 该方法优于目前最先进的方法发布的最佳结果, 表明放射相关性病理标签定义在自动胸部 X 线分析的训练深度 ML 系统是非常重要的。

Lakhani 等研究证实, 卷积神经网络 (convolutional neural networks, CNN) 之 Inception-v3 模型在胸片上评估气管内导管位置具有良好的性能, 同时提出可利用人工智能的自动识别减少放射科医生识别关键位置的时间。Park 等利用 3D 深度 CNN 对恶性肿瘤进行基于 $64 \times 64 \times 64$ 的结节边界内和周围区域的深度学习分类, 并进行 4 倍交叉验证, 结果显示相比于放射科医师, DL 能提高肺结节风险分级的准确性, 有助于在肺部筛选人群中实现更早的肿瘤诊断, 减少不必要的逐步检查。Lee 等回顾性分析包括术前的 CT 影像、分为 3 级的肺腺癌的病理学, 并探究 CNN 深度学习方法鉴别表现为孤立性肺结节的肺腺癌病理分级的诊断效能, 结果显示深度学习在鉴别肺腺癌病理分级方面具有较高的诊断准确性, 但 CNN 输出与患者预后的联系还需要进一步的研究证实。由此得出, 深度 CNN 无论是在肺结节良恶性的鉴别上、还是其病理分级上均具有较好的研究价值。

影像组学

影像组学是一个利用数据特征算法从医学图像中提取特征的研究领域, 在肺部非肿瘤性疾病的诊断、结节良恶性的鉴别、恶性肿瘤的分类等方面均有应用。

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: 乔金吟 (1994-), 女, 河南商丘人, 博士研究生, 主要从事胸部及心血管影像诊断工作。

通讯作者: 周舒畅, E-mail: 20254859@qq. com

计算机视觉的最新发展表明,深度学习是提取图像特征的有力工具。

Cho 等应用影像组学预测慢性阻塞性肺病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)患者的总生存率(overall survival, OS)的模型显示出良好的性能——将患者分为高风险组和低风险组,在进一步验证后有望作为一种有效的成像生物标志物用于评估 COPD 患者的 OS。Chassagnon 等利用放射成像技术建立胸部 CT 构建的影像生物标志物,可用于评估囊性纤维化(cystic fibrosis, CF)肺部严重程度的预后。

Tang 等将从胸部 CT 扫描中提取特征来预测结直肠为恶性肿瘤的一种深度学习方法和先前建立的影像组学方法进行系统的比较,结果显示,在结直肠为恶性肿瘤的预测中,影像组学联合深度学习方法的曲线下面积(area under the curve, AUC)明显高于单纯的深度学习或影像组学,而深度学习方法的 AUC 略高于影像组学,即深度学习提取的特征在一定程度上可以补充影像组学提取的信息。

Wu 等建立一种结合血浆生物标志物、影像组学、常规影像学特征和临床资料的肺癌诊断预测模型,该模型的 AUC 为 0.9,高于其他模型报告的性能,且这 4 组特征的组合在肺结节诊断中优于每一组单独的特征,提示结合血浆生物标志物、影像组学、常规影像学特征和临床数据有可能改善和促进肺结节的处理。Watari 等利用基于肺 CT 图像深度学习、高曲率和纹理特征预测类风湿性关节炎相关间质性肺病(rheumatoid arthritis-interstitial lung disease, RA-ILD)患者的 OS 证实,相对于性别、年龄和生理学指数,联合影像组学特征在预测 OS 方面,具有更高的性能。

Chen 等回顾性评价 CT 定量影像组学特征(quantitative radiomic features, QRF)在 T1 期肺腺癌(lung adenocarcinoma, LAD)患者脑转移预测中的应用发现,对于 T₁ 期 LAD,边界锐利的实体瘤比边界不清的磨玻璃样阴影的实体瘤更易发生脑转移。早期非小细胞肺癌(early stage non-small cell lung cancer, ES-NSCLC)治疗性切除术后复发风险高达 55%, OS 在 35%~50% 之间。Bera 等在基线 CT 上结合瘤内和瘤周影像特征实现了对 ES-NSCLC 的侵袭性和 5 年无复发生存率的预测,有助于肿瘤学专家确定哪些患者在治疗性切除术后的辅助化疗中受益。Funayama 等研究立体定向全身放射治疗(stereotactic body radiation therapy, SBRT)对肺癌患者的影像组学评分(Radiomics score, RAD-score)发现, RAD-score 是 SBRT 术后肺癌患者无进展生存率的一个预后因素,且有可能成为肺癌 SBRT 的适应症之一。Fan 等将影像组学和基因组学联合起来,开发了一个影像基因组

特征来评估非小细胞肺癌(non-small cell lung cancer, NSCLC)患者对放射治疗的反应,提出影像基因组学是预测 NSCLC 放射敏感性的生物标志物。

剂量

超低剂量 CT(ultra low dose CT, ULDCT)可能会导致肺影像报告和数据系统(lung imaging reporting and data system, Lung-RADS)分类错误。Marom 等发现应用非局部均值(locally-consistent non-local-mean, LC-NLM)去噪算法可改善 ULDCT 图像,使 Lung-RADS 分类与正常剂量扫描相似,在扫描剂量降低同时,可筛选出超过 90% 的肺癌。

单能 CT 与双能 CT

既往研究表明,用于肺动脉增强的虚拟单能图像(virtual monoenergetic images, VMI)在光谱 CT 中的最佳能量水平为 40 keV。Ha 等发现 40 keV 时的 VMI 不是检测肺栓塞(pulmonary embolism, PE)的最佳选择,因 PE 的直径常减小,甚至检测不到小的 PE;但此时的对比噪声比(contrast-to-noise ratio, CNR)和信噪比(signal-to-noise ratio, SNR)最好,故提议检测 PE 时,还应使用其他算法以确保不漏诊小的 PE。

Hwang 等探讨氙气增强型和碘增强型双能 CT(dual energy CT, DECT)联合用药后, COPD 患者局部通气和灌注状态的变化,定量和视觉分析表明,通气和通气/灌注失配的改善可能与患者对药物治疗的反应有关。

Ohno 等前瞻性地直接采用全肺动态造影灌注面积检测器 CT(area-detector CT, ADCT)对 IA 期 NSCLC 患者肺功能丧失的评估和形态变化的评价,结果显示除全身动脉灌注(systemic arterial perfusion, SAP)图外,所有灌注参数均与肺功能各参数显著相关,提示全肺动态一次性通过的灌注 ADCT 对 IA 期 NSCLC 患者肺功能丧失和形态改变的评估有一定的指导意义。

胸部 MRI 与功能成像

高分辨力 CT 是最常用的放射学检查方法,但其在儿童、孕妇以及需要长期重复检查的患者中受到一定限制。相比于 CT 和 PET/CT 的辐射问题, MRI 的无辐射特性显示出良好的应用前景。

Dang 等以常规剂量 CT 为参考标准,评估无辐射的 MRI 检查鉴别周围型肺病灶(peripheral pulmonary lesions, PPL)良恶性的有效性,结果显示表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值能初步鉴别 PPL,但如果结合三维容积插入式屏气检查(three

dimension volumetric interpolated breath-hold examination, 3D-VIBE) 形态学特征能更好的进行鉴别, 故为减少和避免辐射暴露, 可使用 MRI 3D-VIBE 和 DWI 代替常规剂量 CT 以识别 PPL。

Dias 等首次在肺部病灶进行 MRI-DWI 与 ^{18}F -FDG PET/CT 的诊断效能 meta 分析, 他们检索 2017 年 12 月前的 medline 和 embase 数据库, 并纳入明确 ^{18}F -FDG PET/CT 或 DWI 对肺恶性病变诊断表现的英文文献, 独立分析每个图像模式的病灶定性参数, 如 PET/CT 的最大标准化摄取值 (maximum standard uptake value, SUVmax), MRI 的病灶/脊髓信号比率 (lesion-to-spinal ratio, LSR) 和 ADC 值, 结果显示在评估潜在的肺部恶性病灶方面, DWI 的诊断性能可与 ^{18}F -FDG PET/CT 相媲美, 该结果支持将 MRI 作为肺部病灶随访的一个低花费无辐射的检查项目。

Ohno 等对 113 名患者的 122 个肺结节进行 3.0T 磁共振化学交换饱和转移 (chemical exchange saturation transfer, CEST) 成像、DWI 检查、FDG-PET/CT、病理以及随访, 结果显示, 与 DWI 和 FDG-PET/CT 相比, CEST 成像具有更好的潜力, 可以提高单个肺结节的诊断性能。Deng 等以 69 名有明确病理结果的患者为研究对象, 比较 3.0T MRI-DWI 上病灶最大横截面 (2D-ROI) 和全肿瘤区域 (3D-ROI) 的 ADC 直方图鉴别孤立肺病灶 (solitary pulmonary lesions, SPL) 良恶性的诊断效能, 结果显示二者均有助于病变良恶性的鉴别, 全肿瘤区域的 ADC 直方图分析具有更好的诊断性能和重复性, 但病灶最大横截面的 ADC 直方图分析因节省时间的原因更适用于临床。

伊拉克-阿富汗战争肺损伤 (war lung injury, WLI) 是在中东部部署的士兵出现的新的呼吸道症状, 最终会导致收缩性细支气管炎。Joseph 等通过对 3 名士兵的完整肺功能评估发现, 新型氟-19 (^{19}F)-MRI 比现有技术能更早发现气道异常, 这可能有助于更好地诊断有挑战的气道异常, 如 WLI, 并可能成为评估干预措施的工具。

Kestler 等比较自控非对比增强的功能性肺 MRI (SENCEFUL) 和 V/Q (通气/灌注) 闪烁扫描发现, SENCEFUL-MRI 在对慢性血栓栓塞性肺动脉高压 (chronic thromboembolic pulmonary hypertension, CTEPH) 患者检测灌注缺损显示出良好的一致性, 并通过脉冲相位的峰-偏移比对, 发现病理和健康的象限之间存在显著差异, 这为将来确定 SENCEFUL-MRI 的阈值提供了一个可量化的值。Doganay 等则首次与健康受试者、COPD 和肺癌患者中, 使用超极化氙-129 (hyperpolarized Xenon-129, HPX) 的新型功能 MRI 技术量化从肺泡到肺组织和血浆以及肺部红细胞室的

氙气传输动力学 (xenon gas transfer dynamics, XGTD), 并确定 COPD 和肺癌放射前后 XGTD 的差异, 这有助于早期放射性肺损伤的检测。而 Glass 等发现新型氟-19 (^{19}F)-MRI 能够快速、安全地量化局部通风缺陷、气体冲刷和冲刷动力学, 有助于在囊性纤维化受试者中发现通气缺陷, 这种新的成像技术因便宜的对比剂和惰性化合物、允许使用多个图像集等优点, 比氙气通气 MRI 更具优势。

肺癌的筛查

目前肺癌筛查常用的标准是 Lung-RADS 评分。Kessler 等在首次行肺癌 CT 筛查时显示有结节的 486 名患者中, 比较温哥华风险计算器 (Vancouver risk calculator, VRC) 和 Lung-RADS 评分发现, VRC 在多种肺癌筛查项目中对于患者恶性肿瘤的预测表现出更高的敏感性, 但特异性和准确性较低, 故两者结合使用可能会提高对肺癌的预测。

Hwang 等在全国肺癌筛查项目的病例中比较手动测量系统 (手动系统) 和配备了半自动结节分割和计算机辅助诊断 (computer aided diagnosis, CAD) 系统 (软件系统), 发现软件系统检测到的结节数量和阳性检出率较手动系统显著提高, 而两个系统间的结节尺寸无显著差异, 因此肺癌筛查中应用软件的使用应提供详细的说明。Yuan 等比较先显示 CAD 结果, 放射科医生接受或拒绝 CAD 结果 (CAD+Tech-1), 和 CAD 标记先被隐藏, 放射科医师独立阅读完 CT 图像再打开 CAD (RAD-1st), 结果显示 CAD+Tech 作为第一位读者无法取代放射科医师, 但 CAD 可在肺癌筛查中节省放射科医师的时间, 最重要的是可使假阳性率降低 4%。

Flores 等对 2015 年全国健康访谈调查 (NHIS) 进行回顾性分析, 纳入 55~77 岁无肺癌的个体, 发现与未患精神疾病的人群相比, 自述患有精神疾病的人吸烟率更高, 而且符合肺癌筛查 (lung cancer screening, LCS) 条件的可能性几乎是前者的 2 倍, 该结果提示放射科医师有可能与精神病学和初级保健部门合作, 为因吸烟率较高而罹患肺癌风险较高的精神疾病患者开展有针对性的 LCS 扩展工作。Li 等发现, 对少数人群、社会经济弱势群体、高风险人群进行低剂量 CT 肺癌筛查是可行的, 但他们从中的获益程度与条件优越人群可能不同, 且他们坚持年度复查和后续随访仍具有挑战性。

大量患者接受低剂量胸部 CT 的年度 LCS。除简单的肺癌状态信息外, CT 数据还包含患者健康的重要信息。国家肺癌筛查 (NLST) 数据库提供具有相关临床元数据的大数据集, 可用于训练机器学习算法以

提取尽可能多的有用的健康信息。Sheth 等在这些 CT 研究上开发和验证 3D 卷积神经网络(CNN)算法,预测糖尿病、心脏病、COPD 和中风的曲线下面积(AUC)分别为 0.75、0.70、0.74、0.69,说明该算法除用于正式的 LCS 外,还可提供有用的关于主要疾病的健康信息。

肺癌的分级与治疗

影像学检查在肺内、肺外肿瘤的鉴别及分级上发挥着重要作用。Suh 等利用临床和影像学变量,开发了一种用于鉴别多发性原发性肺癌(multiple primary lung cancers, MPLC)和肺内转移(intrapulmonary metastasis, IPM)的新算法,结果显示该算法可在大量多发性肺癌累及多个肺部位的病例中区分 MPLC 和 IPM。

Hine 等根据病理尺寸在肺癌 TNM 分类(第 8 版)基础上以 1 cm 的间隔引入更详细的分期,并评估不同胸部放射科医生的放射学分期是否与之一致,结果显示放射科医生对肿瘤大小的测定存在很大差异,易受受损部位形态和测量选择的影响,虽然较肺癌 TNM 分类(第 8 版)更细,可更好地预测生存率,但放射学阶段的不确定性和读片者间的差异降低其临床可行性。肺癌指南建议,对影像学研究中没有淋巴结疾病证据的中央肿瘤患者进行有创性的纵隔分期,然而该建议对中心肿瘤的定义却并不统一。Jeong 等根据对中心肿瘤的几种不同定义,评估 NSCLC 伴放射学 N0 分期患者发生隐匿性纵隔疾病的风险,结果建议用三分之一的胸腔内同心线作为 NSCLC 伴放射学 N0 分期患者的超声内镜引导下的经支气管针吸活检(endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration, EBUS-TBNA)的指征。

Li 等验证了影像引导下肿瘤内射频消融(radio-frequency hyperthermia, RFH)增强肺癌局部 hsv-tk/gcv 介导的自杀基因治疗的可行性,而这一过程很可能是通过活化 bax/bcl-2/caspase-3 依赖的凋亡途径和 hsp-70/il-2 依赖性免疫调节通路而实现的。

NSCLC 是最容易发生脑转移的恶性肿瘤之一。Samson 等对接受立体定位性放射手术(stereotactic radiosurgery, SRS)与全脑放射治疗(whole brain radiation therapy, WBRT)的 NSCLC 脑转移患者进行比较,其中 SRS 队列包括接受 SRS,直线加速器(linear accelerator, LINAC)放射手术、伽马刀放射手术、接受分数尺寸 $\geq 6\text{Gy}$ 的外线束放射治疗的患者, WBRT 队列包括所有接受大脑放射治疗 ≥ 5 的患者,结果显示, WBRT、SRS 患者的总生存时间均值分别为 4.1 和 8.9 月($P < 0.0001$),该结果提示, NSCLC 脑转移患者

SRS 的使用率增加,且与总生存率的提高独立相关。Livi 等对 40 例中央型 NSCLC 行 SBRT 的疗效及毒副作用的单中心研究分析,结果显示 SBRT 耐受性较好,无 G3/G4 毒副作用;最严重的副作用为 G2 食管炎 5/40 例(12.5%),该结果为 SBRT 在中央型 NSCLC 的可行性和临床疗效提供证据。

Jahangiri 等对 30 名原发性非小细胞肺癌(LA-NSCLC)放疗前后的 PET/CT 进行分析,采用自适应对照阈值化算法测量代谢活跃肿瘤体积、未校正标准摄取值(standard uptake value, SUV)、部分体积校正 SUV 及病灶糖酵解总量,结果显示自适应对照阈值化算法在定量 LA-NSCLC 患者全肿瘤糖酵解方面非常有前景;他们又分析 39 名以 IIIA/IIIB 期 NSCLC 为主的患者(53.8%为女性,平均年龄 67 岁)放疗前后的 FDG-PET/CT,计算并校正全肺的平均标准摄入量(mean standard uptake value, SUVmean)、全肺糖酵解(global lung glycolysis, GLG)、肺体积、代谢活性肿瘤体积(metabolically active tumor volume, MTV)、肿瘤 SUV 和病变处糖酵解(total lesion glycolysis, TLG),并用 GLG 减去 TLG 计算出肺实质糖酵解(GLPG),结果显示光子放疗组的部分体积校正标准摄取值(partial volume correction SUV, PVC-SUV)和 PVC-GLPG 均明显升高,而仅接受质子放疗的患者并不存在这种改变,证实质子放疗可减少放疗相关性肺炎。

Ohno 等采用相同的数学方法,使用基于实体瘤的疗效评价标准(response evaluation criteria in solid tumors, RECIST)指南比较 CT 动态对比增强灌注病变区域检测成像(ADCT)、MR 动态灌注成像、FDG-PET/CT 在局限期小细胞肺癌(SCLC)患者治疗效果的预测能力,发现动态对比增强灌注 ADCT 和 MR 动态灌注成像在预测局限期 SCLC 患者的治疗结果方面比 FDG-PET/CT 更好。

血管介入

采用肺动脉增强扫描评估 PE 时,根据患者特定的血流动力学实时调节扫描开始时间,可实现最佳扫描,减少非诊断性扫描次数。Schwartz 等评估肺动脉增强扫描的图像质量,结果显示该方法可提高主观图像质量,并减少非诊断性肺动脉段的总数。Chen 等探讨对于危重患者行低对比剂低电压的容积螺旋(volume helical shuttle, VHS)模式的可行性,结果显示在总辐射剂量不变,并减少 58%的对比剂用量下,获得了较为满意的图像效果,有助于克服危重患者不能很好地配合的困难。

Branch 等证实了一种可视化机器学习算法在非

心电图同步、非对比剂增强的胸部 CT 中定量分析胸主动脉直径的能力,提出该方法的自动主动脉测量可丰富放射学报告中的流行病学研究,节省临床医生解释时间,以及确保不错过异常扩张的主动脉。

胸部其他炎症与肿瘤

免疫相关肺炎 (immune-related pneumonitis, IRP) 是一种可由免疫治疗引起的、罕见的、有潜在致命性的疾病。Kim 等比较 IRP 与肺炎的临床及 CT 表现发现,相较于病原体肺炎,IRP 更常出现弥漫性分布的网状结构及 GGO、双侧和外周分布的小叶间隔增厚等 CT 征象,故放射科医生应熟悉 IRP 的表现,以免延误诊断和发生严重的药物相关并发症。

Kim 等比较胸腺上皮肿瘤 (thymic epithelial tumors, TET) 和胸腺囊肿的生长率发现,体积倍增时间 (volume-doubling times, VDTs) 和出现间隔增长的频率无法将胸腺上皮肿瘤和胸腺囊肿区分开,水分衰减 (≤ 20 HU) 是胸腺囊肿病变生长的标志,因此,对于明显的囊肿可以进行 CT 随访,而不是手术切除,即使他们呈间隔生长。Hwang 等发现 MRI 增强鉴别前纵隔良性囊肿和实性病变的相对增强比 (relative enhancement ratio, RER) 临界值为 26% 时,可适当区分良性囊肿和实性前纵隔肿块,这可能有助于减少无效的胸腺切除术。

肺气肿和 COPD

COPD 存在多种病理模式,选择更好的影像学成像方式、制定更为全面的评分标准对于患者的临床分级及预后评估日趋重要,尤其是吸烟患者。Chae 等描述了正常 CT 受试者的区域空气体积变化分布,并发现随着年龄的增长,上、下叶的气量呈下降趋势;而吸烟者的气量变化对重力依赖的方向性似乎与正常值相反;相对区域空气体积变化 (relative regional air volume changes, RRAVC) 图的可视化有助于这些变化的识别。Karanjah 等则利用商用软件首次分析肺癌与肺气肿患者的异质性,提出半自动量化每个肺叶的肺气肿是可行的,量化肺气肿的区域和全肺异质性可能有助于 COPD 患者发展为肺癌的风险分层。

Bartlett 等在应用附加的锐核 (Q65)/光子计数检测器 (photon counting detectors, PCDs)/1024 矩阵重建图上,标记出每个肺叶中能清晰显示的最高级别的支气管分支,并对 3 级和 4 级支气管进行评估发现,该方法可增加高阶支气管和支气管壁的可视化而不降低结节的检测能力,表明与目前的常规胸部 CT 重建相比 [常规的临床内核 (B46)/能量整合检测器 (energy integrating—detectors, EIDs)/512 和 1024 矩阵], 该

重建方法可提高中小支气管的可见性,使放射科医师能更好地判断肺部的病理情况。

Ohno 等研究发现,在 COPD 的肺功能丧失评估和临床阶段分类上,具有 3D 肺运动评估的吸气/呼气氩增强区域检测器比不具有 3D 运动分析的 CT 性能好。

因需每年行肺癌筛查的患者发生其他心肺疾病的风险也较高,故对这部分患者使用低剂量 CT 扫描 (LDCT) 是非常有意义的。Lee 等通过对 860 例患者的 LDCT 使用深度学习,证明该方法识别其他病症,特别是预测肺气肿存在一定的潜力。目前该算法虽尚在微调中,但考虑到其已经实现的高性能,微调可能会实现更高的性能,具有提高效率和防止遗漏重要发现的潜力。

Retson 等利用卷积神经网络 (CNN),从全胸 CT 中选择 10 个等距轴向胸部图像的子集进行训练,以此预测的肺总量 (TLC),功能残气量 (FRC) 和肺气肿百分比等均与实际情况的相关性较好,表明对 CNN 的改进可将其扩展到其他结构或体积;并可能实现肺功能定量和体积测量的自动化,从而简化疾病的监测。

Sevco 等对来自国家肺筛查试验 (NLST) 的低剂量 CT 扫描图,比较了两种独立视觉评估方案 [方案一是评估肺气肿存在或不存在;方案二是将肺分为上、中、下三个区域,将肺气肿分为无 (0%)、微量 (1%~25%)、轻度 (25%~50%)、中度 (50%~75%) 和严重 (>75%) 五个等级],结果显示方案二更符合肺活量测定法检测到的气流阻塞率以及先前公布的肺癌筛查人群的肺气肿率;由于肺气肿是肺癌的重要危险因素,该研究表明,需要标准化并改进肺癌筛查低剂量 CT 扫描的肺气肿的评估方法。

Ohno 等通过比较接受 3D 氧增强 MRI、薄切片 CT 和肺功能测试的 20 名患者发现,与定量 CT 相比,3D 氧增强 MRI 具有更好的对吸烟者的肺功能损失评估和临床阶段分类能力。

Kaddouri 等通过对参加 COPD Gene 研究的 4126 名受试者研究发现,无论吸烟受试者有无 COPD,其基线水平可见性肺气肿的存在都与 5 年随访时肺气肿的高进展率和空气潴留有关,意味着吸烟者 CT 图像上可见性的肺气肿是后续病情进展的重要预测指标。

Schreuder 等对已故 COPD 参与者及与之匹配的存活患者分析后计算标准化肺气肿评分 (normalized emphysema score, normES),并模拟死亡率随时间的变化,参考模型包含基线 (T_0) normES、第一次 (T_1)、第二年度筛选轮次 (T_2) 的 normES; normES 进展 (normES progression, normESprog) 的计算通过从 T_1 或 T_2 的 $\log(\text{normES})$ 中减去 T_0 的 $\log(\text{normES})$ 并

除以它们之间的时间,结果显示标准化肺气肿评分进展,可比单一基线测量更好地预测长期死亡率。

气道疾病

气道作为呼吸系统的重要组成部分,对它的定量评估非常重要。Park 等比较放射技师与机器学习模型(machine learning model, MLM)测量气道的研究发现,经过训练的 MLM 对气道测量的结果与有经验的放射技师没有差异,且耗时更短,因此,如果气道分割得当,MLM 可在无专家参与的情况下完全自动地测量所有的气道分支。Li 等在哮喘患者 CT 小气道测量与临床及炎症指标的相关性研究中发现,CT 气道指标与哮喘发病年龄、病程、吸烟状况、血清瘦素、IgE、诱导痰 Eos%和 MMP-9 有一定的关系;CT 气道指数还与 FEV1 / FVC 和 FEV1%呈正相关。

Chae 等使用标准化方案的定量 CT 评估表明,吸烟可以诱导气道壁增厚并减少呼吸期间气道壁厚度的变化,这意味着气道壁顺应性的降低;第 3 级气道受吸烟的影响最大,提示在研究吸烟的影响时,标准化和关注节段性气道壁的增厚十分重要;成对吸气 CT 和动态呼气 CT(dynamic exhalation CT, DECT)之间的气管面积缩小百分比可用于气管软化(tracheomalacia, TM)的诊断和分级。但 Lee 等的单中心研究中,与单相 DECT 相比,在两个连续的超低剂量 DECT (mDECT)中的任一个取最大的气管面积缩小百分比的方法,能显示更低的患者辐射剂量,平均气管面积缩小百分比增加, TM 诊断率更高,疾病分布更严重。

Ruiter 等在猪模型中研究了一种新型的锥形束 CT(cone beam CT, CBCT)图像引导原型,显示在不使用支气管镜而使用 CBCT 三维分割和图像引导结合透视进行基于导管的支气管内导航到达周围肺是可行的;导管和导线的设计,包括尺寸、形状和物理性能是导航成功的重要预测因素,特别是对于更外周的气道导航任务。

肺部弥漫性病变

影像学的诊断往往会影响患者的治疗策略。IgG4 相关疾病(RD)是一种免疫介导的纤维炎症性疾病,可影响呼吸系统。Daye 等探讨胸部影像学 IgG4-RD, IgG4 抗体水平与肺部症状间的关系,结果显示气道受累是 IgG4-RD 的常见表现;当 IgG4-RD 抗体水平升高和肺部症状出现时,胸部成像有助于诊断 IgG4-RD 的肺部受累情况,这将影响患者治疗方案的选择。在诊断 IV 期 NSCLC 患者时,间质性肺异常(interstitial lung abnormalities, ILA)的存在与较短的生存期有关,Araki 等在一个更大的 IV 期 NSCLC 患

者治疗队列中验证了两者的相关性,他提出胸部 CT 上识别 ILA 很重要,因为 ILA 可作为较短生存期的标志物,有助于患者的监测和管理。

在鉴别无蜂窝状改变的特发性肺纤维化(idiopathic pulmonary fibrosis, IPF)与非特异性间质性肺炎(non-specific interstitial pneumonia, NSIP)的研究中, Kim 等发现结合胸膜粘连和急性支气管折叠有助于诊断;他们还认为最小密度投影(MinIP)图像分析支气管轨迹可提高无蜂窝化的 IPF 的诊断可信度。Cho 等认为类固醇治疗(TX)效果欠佳的组织性肺炎(OP)在 CT 上有一定的特征,同时基线胸部 CT 上的支气管扩张(BE)与治疗反应差及易复发相关。

Lin 等证实经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)患者的预后与 CT 上弥漫性肺病(纤维化和肺气肿)相关,并提出在 TAVR 术前,行 CT 检查评估网状和蜂窝状结构等病变,有助于患者出现术后不良事件的可能性预判。Prosch 等为研究无监督机器学习方法识别 IPF 患者疾病进展的 CT 模式的作用,将所有研究对象的 CT 都自动分割成超级体素,并提取在质心位置的灰度共生特征,结果显示用于预测的个体数据集因肺部的位置不同而提供的信息不同,预示成像标记的数据驱动识别能够利用复杂的模式来检测和量化疾病进展。

心肺大血管

肺血管 CT 是评价 PE 的首选诊断方法,通常采用碘化对比剂(CM)注射。Schicchi 等证实可以使用较低量的 CM 在新的双源 CT 技术获得诊断质量的肺血管 CT。

单次 MRI 扫描可同时评估心脏、肺的形态和功能。既往研究表明阻塞性肺疾病与心功能不全有关。Ricarda 等在一项基于人群的全身 MRI 扫描队列研究中发现,在无心血管疾病的患者队列中,非专用全身 MRI 得出的心功能和容积参数,如心搏出量和双心室舒张末期容积与肺容积显著相关。

Ma 等采用二维相位对比磁共振成像(2D phase-contrast MRI, 2D-PC MRI)发现,吸烟者的主肺动脉血流与左心房功能参数呈正相关,提示对二者的进一步研究有助于了解和揭示吸烟对心血管系统的影响。

急诊放射学

心输出量(cardiac output, CO)是一种在急诊和住院患者中具有诊断和预后价值的重要指标,然而,目前确定 CO 需要侵入性或昂贵的检查。Chang 等应用 CT 肺动脉血管成像(CTPA),提供了一种简单的评估 CO 的方法,即通过在升主动脉中段水平的横轴面

CTPA 图像上测量血管密度来评估低 CO,从而识别 CO 降低的患者,并量化 CO。

Vito 等将基于迭代重建技术(IMR)的 80 kV 的 CTPA 和利用混合迭代重建(IDose⁴) 100 kV 的 CT-PA 进行比较发现,基于 IMR 的低剂量 CTPA 可在极低噪声情况下获得优质的诊断图像(主观质量),并显著减少辐射剂量,是急诊 PE 的一种可行方案。Guangming 等利用双能谱 CT 最优 keV 单色图像,提高了计算机辅助检测软件的 PE 检测能力。Abdellatif 等比较第二代双源(Flash)和第三代双源(Force)评估 PE 的研究显示,与 Flash 相比,Force CT 扫描仪的图像质量明显更高,平均采集时间明显更短,运动伪影更少,其在大范围的急诊放射学中具有显著的可用价值。

Mozafarykhamseh 等发现全自动计算机辅助诊断(computer aided diagnosis,CAD)在急诊腹部 CT 上,可显著提高放射科医生对肺部结节的检出能力,并提出 CAD 可充当第二阅片者的角色。

基于体积 CT 数据集的多种后处理重建技术可用于生成三维(3D)图像,从而更好地描述复杂的解剖细节。容积再现(volume rendering,VR)是一种常用的标准 3D 重建技术,最近食品药品监督管理局(FDA)批准了另一种称为电影再现(CR)的技术,根据 Qamar 等在急性创伤情况下使用 CR 图像的初步经验显示,CR 是一种很有前景的新兴技术,它能够以细致的解剖细节显示视觉上逼真的 3D 高清晰度图像,但 CR 图像在患者管理中的临床应用尚需更多的研究证实。

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕,已于 2008 年 3 月 1 号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下:请登录《放射学实践》网站(<http://www.fsxsj.net>)点击进入首页 → 点击“作者投稿” → 按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息,同时记住用户名和密码,以便查询稿件处理进度) → 用新注册的用户名和密码登录 → 点击“作者投稿”进入稿件管理页面 → 点击“我要投稿” → 浏览文件 → 上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮,只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作,文章须以 WORD 格式上传,图表粘贴在文章中) → 录入稿件标题、关键词等 → 最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(100 元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度,不必打电话或发邮件查询,具体步骤如下:用注册过的用户名和密码登录 → 点击“作者查稿”进入稿件管理页面 → 点击左侧导航栏“我的稿件库” → “稿件状态”显示稿件处理进度 → 点击“查看” → 选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到,作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿),本刊须花费大量精力将稿件录入系统中,部分稿件重复多次处理,这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿,如果通过邮箱或邮局投稿,本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足,网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处,希望各位影像同仁不吝赐教,多提宝贵意见,予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题,或者对本系统及网站有好的意见和建议,请及时联系我们。

联系人:石鹤 明桥 联系电话:027-69378385 15926283035