

## RSNA2020 乳腺影像学

杨真露,李嫣,詹晨奥,胡益祺,霍敏,陈成洋,唐彩丽,覃艳金,艾涛,夏黎明

**【摘要】** 2020 年 RSNA 大会中乳腺影像学的研究热点和进展包括如下几个方面:①基于大量多中心图像数据构建乳腺 X 线摄影的人工智能算法,用于减轻影像医生工作量并提高筛查效能;②常规超声及超声新技术在乳腺癌诊断、腋窝评价及预测治疗应答方面的应用;③乳腺 MRI 在乳腺癌检出、随访、术前确定肿瘤范围、预测预后和新辅助化疗应答方面的应用。

**【关键词】** 乳腺;乳腺癌;乳腺 X 线摄影;超声;磁共振成像;人工智能;影像组学

**【中图分类号】** R737.9;R814.41;R445.1;R445.2;R445.4 **【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1000-0313(2021)03-0307-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.03.005

## 乳腺 X 线检查

## 1. 数字乳腺 X 线摄影(Digital Mammograms, DM)

数字乳腺 X 线摄影是目前乳腺癌筛查的主要工具,繁重的工作量和腺体重叠带来的漏诊是影像医生面临的主要问题。今年 RSNA 关于数字乳腺 X 线摄影的研究仍聚焦于人工智能(artificial intelligence, AI),通过大量多中心图像数据进行模型建立是一大亮点,这些人工智能模型旨在减轻影像医生工作量并提高筛查效能。

数字乳腺 X 线摄影筛查通常需要双重阅片,这是一种劳动密集型的方法。Sharma 等使用 AI 算法代替第二个阅片者可以使 81.9% 的女性获得明确诊断,只有 18.1% 的病例需要额外的阅片者再次阅读,从而提供了一种可行的解决方案来应对乳腺 X 线摄影阅片中的劳动力危机。Ananthasivan 等发现无论医生经验如何,AI/机器学习(ML)辅助报告系统都能减少放射科医生报告周转时间,提高其工作效率。而 Strand 等发现将 AI 算法与放射科医生联合阅片时,虽然可以检出更多癌症,但异常评估却成比例增加,未来研究要集中解决 AI 联合医生双重阅片时导致的异常评估增加。另一个减少工作量的策略是建立分诊模型,Rodriguez-Ruiz 等利用 AI 系统(Transpara version 1.6.0,ScreenPoint Medical)对筛查性乳腺 X 线摄影进行分诊筛选,低于 AI 评分阈值的病例只需要单次阅片,而高于阈值的需要双重阅片,这与传统的双重阅片相比,癌症检出率保持不变,而召回率降低且阳性

预测值提高,从而可以减少工作量并提高筛查性能。Lamb 等也训练了一种深度学习模型用于分诊乳腺筛查 X 线摄影,该模型可以显著减少工作量,通过调整假阴性率阈值,可以减少假阴性或假阳性结果,达到预期结果。

在预测乳腺癌风险方面,传统的预测模型主要是依据临床病史和腺体密度,Lamb 等发现乳腺 X 线摄影包含了传统风险模型不能识别的高预测性标志物,他们利用大量乳腺 X 线摄影图像构建的深度学习(DL)模型可以明显提高乳腺癌的风险预测。Kim 等利用 200,000 张数字乳腺 X 线图像训练了一种神经网络分类器 GMIC,用于对乳腺筛查 X 线片做出恶性预测,结果发现该分类器对非致密乳房的预测效果优于对致密乳房,并且与放射科医生相似。减少间期癌发生率是乳腺癌筛查项目的重要目标,Mann 等发现不论是作为独立阅片者或用作预选工具,AI 肿瘤检测系统(Transpara,Screen Point Medical)都可以帮助确定哪些患者可以从额外的乳腺筛查影像学中受益,以降低间期癌的发生率。

乳腺癌筛查策略不仅要敏感地检出癌症,还需要正确地识别良恶性,减少不必要的活检。通常乳腺 X 线摄影上被评估为 BI-RADS 4 类的病灶大多数被建议活检,但是其中 70%~80% 的活检呈阴性。Liu 等利用卷积神经网络模型 VGG-16 对乳腺 X 线摄片上评价为 BI-RADS 4 的病灶进行再分类,结果显示 25%~35% 的 BI-RADS 4 病灶可以避免不必要活检,同时“更高级别病灶”(非典型增生、导管原位癌和浸润性乳腺癌)的检出敏感度达到 95%。Rodriguez-Ruiz 等利用人工智能系统对乳腺 X 线摄影筛查召回的有可疑钙化的患者进行恶性可能性评分,如果仅对评分为 10 的病变进行活检时,只会漏掉一个低级别的导管原位癌,而良性活检的数量将减少 23.1%。

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:杨真露(1991-),女,贵州安顺人,博士,主治医师,主要从事乳腺 MRI 研究。

通信作者:夏黎明,E-mail: xialiming2017@outlook.com

此外,基于乳腺 X 线摄影的人工智能研究还探索了新的内容。Kim 等应用 3 个国家 5 家医院的 170230 张乳腺 X 线摄影数据建立了一种检测乳腺癌的 AI 算法,该算法产生一个连续的 AI 异常评分,范围在 0~1 之间,对应于恶性肿瘤的概率,研究发现不同 BI-RADS 分类的 AI 异常评分有显著性差异,AI 异常评分可作为乳腺 X 线摄影 BI-RADS 分类的独立生物标志物。乳腺腺体的致密程度影响乳腺 X 线摄片的阅片准确性,同时与乳腺癌的发生具有一定相关性。Lee 等利用大量乳腺 X 线摄影数据开发了一种可评估乳腺致密程度的 AI 算法,在 2D 及合成 2D 乳腺 X 线摄影图像上评估乳腺密度时,该 AI 算法可以达到放射科医生的水平,有利于快速、准确地评估腺体密度。人工智能在筛查乳腺 X 线摄影技术中显示出巨大的前景,然而,在实际应用中,人工智能模型的性能在包括种族在内的各种重要因素上表现出了偏差。此外,黑人和白人妇女在乳腺 X 线摄影的筛查质量和乳腺癌统计方面也存在差异。然而根据 Lotter 等研究,发现 AI 模型在黑人和白人的乳房 X 线摄影图像中表现出相似的良恶性鉴别能力。

## 2. 数字化乳腺断层成像(digital breast tomosynthesis, DBT)

部分研究显示筛查中纳入 DBT 可以减少召回率并提高癌症检出率。但该技术作为独立或者补充性筛查工具的价值仍需进一步研究。Pavic 等研究显示与数字乳腺 X 线摄影(DM)相比,双视野的广角 DBT 以及广角 DBT 联合 DM 可以显著提高乳腺癌检出率和阅片者自信度,但是召回率没有变化,并且发现在双视野广角 DBT 上额外检出的乳腺癌大多数是伴有结构扭曲的小浸润性癌。一项荟萃分析显示与单独的 2D 乳腺 X 线摄影相比,联合 DBT 和 2D 乳腺 X 线摄影可以在筛查中检测到更多乳腺癌。另外,一项大型的随机对照实验发现利用 DBT 联合 DM 对 50~69 岁女性进行筛查时可以明显提高乳腺癌检出率,但是不能减少间期癌及后期癌症的发生。引进人工智能系统支持 DBT 阅片后,使得放射科医生可以更优化地分配阅片时间,进一步提高诊断敏感度。这些结果可能会增加 DBT 作为筛查工具的证据。

## 3. 对比增强能谱乳腺 X 线成像(contrast-enhanced spectral mammogram, CEM)

研究证明 CEM 检测病灶的敏感度高于传统乳腺 X 线摄影,并且具有较高的特异性。乳腺密度评估是乳腺 X 线摄影诊断的重要组成部分,CEM 采用的对比剂是否会对乳腺密度的评估造成影响,是研究关注的热点。Gennaro 等研究显示非增强的乳腺 X 线摄影术和低能量 CEM 在乳房体积密度的评估上具有

较高一致性。

不伴肿块的可疑微钙化定性是乳腺 X 线摄影诊断的难点。Gomaa 等回顾性分析了 510 例乳腺 X 线摄影上没有肿块的可疑钙化病灶,发现 CEM 区分良恶性微钙化的敏感度、特异度、阴性预测值及阳性预测值分别为 79.26%、100%、61.64% 和 100%;预测高级别导管原位癌的敏感度、特异度、符合率分别为 98%、81.8%、93.1%;预测浸润性癌或高级别导管原位癌的敏感度、特异度、符合率分别为 98.5%、81.8% 和 87.5%。CEM 在评估可疑微钙化的分级和侵袭性方面具有重要的作用,存在非肿块样强化是高级别 DCIS 或侵袭性癌的征象,而无强化有助于诊断良性病变或非侵袭性/低级别导管原位癌。

此外,基于 CEM 图像的影像组学研究也提供新的思考。Wang 等利用增强乳腺 X 线摄影(CEM)的高能量、低能量、双能量剪影图像提取到的影像组学特征分别构建乳腺良恶性疾病的鉴别模型,发现利用高能量图像或者所有 CEM 图像构建的模型可以达到最佳诊断效果,AUC 分别为 0.938 和 0.889。

## 乳腺超声

### 1. 常规超声

超声(US)是一种常用的乳腺检查手段,不仅可以检测和诊断乳腺肿块,还能反映腋窝淋巴结浸润情况。Porembka 等报道对于筛查性 DBT 召回的患者,单独使用 US 对非钙化病变进行诊断评估的假阴性率较低,因此可以避免行 DM 检查。Candelaria 等研究了 283 例三阴性乳腺癌患者的超声图像形态学特征和淋巴结浸润的关系,发现超声显示肿瘤的形态和边界与淋巴结浸润程度相关。

### 2. 腋窝超声

腋窝淋巴结浸润情况对于乳腺癌分期及治疗方案制定至关重要。Jin 等研究显示对乳腺癌腋窝淋巴结受累评估时,淋巴结对比增强超声检查的敏感度为 73.53%,符合率为 73.15%,未受累的淋巴结通常表现为皮质强化,而无强化的肿大淋巴结是受累的重要特征。Pinker-Domenig 等利用淋巴超声(Lymphosonography)识别前哨淋巴结,与放射性示踪剂和参考标准(蓝色染料)相比,淋巴超声在识别乳腺癌患者前哨淋巴结方面具有更高的准确性。

### 3. 剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)

利用 SWE 评估乳腺组织或病灶硬度有潜力用于预测患者预后和治疗应答。Kim 等发现 SWE 测量得到的高硬度值与 T1-2 期乳腺癌患者较差的无病生存率有关。Grover 等发现 SWE 的参数 Emean 预测

局部进展期乳腺癌新辅助化疗后病理反应的敏感度和特异度分别为 90.9% 和 75%, 优于普通超声的预测敏感度和特异度(分别为 72.7% 和 62.5%), 这有助于为患者制定个体化治疗方案。根据最新治疗指南, 对于肿瘤 DX 复发评分(ODX RS)大于 16( $\geq 50$  岁)或大于 26(50 岁)的早期乳腺癌患者, 单纯化疗和内分泌治疗几乎没有益处。Youk 等开发和验证了基于 SWE 的诺模图, 可以预测 ODX RS 并指导辅助性全身治疗决策。

#### 4. 自动化乳腺超声(automated breast ultrasound, ABUS)

ABUS 可以减少传统超声检查对操作人员的依赖性, 但是 ABUS 对乳腺组织的显示常伴有严重阴影, 使得图像分析的难度增加, 降低了特异度。Allajbeu 等发现在普通超声上评为非均质性腺体及在乳腺 X 线摄影上评为 BI-RADS C 级的乳腺类型, 在 ABUS 上更容易出现中度或者重度的背景实质阴影, 这会提升检查的假阳性率。Suzuki 等比较了 114 例患者的 3D ABUS 冠状面以及横轴面扫描对乳腺肿块探测的准确性以及读取时间, 结果发现 3D ABUS 冠状面与常规横轴面相比, 乳腺肿块显示的准确性相同, 但有效缩短了读取时间。

#### 5. 超声新技术

常规超声在检测微钙化方面具有很大局限性。Kim 等介绍了一种使用彩色多普勒(CD)闪烁伪影(CDTA)的超声新技术, 并评估了其检测乳腺癌微钙化的可行性, 结果提示乳腺微钙化在 CDUS 上产生可识别的 CDTA 信号, 对乳腺癌微钙化的检测效果好, 中位检出率为 96.7%。

Reis 等探讨了一种新型的无创定量超声标记-乳腺异质性指数(HI)在超声上预测乳腺肿块良恶性方面的应用, 结果显示 HI 能够预测乳腺良恶性病变, 并与肿瘤侵袭性的临床指标 Nottingham 评分呈正相关。

#### 6. 人工智能

使用全监督方式训练 DL 模型时需要注解兴趣区 ROI, 这样耗时耗力且有偏见。Kim 等基于超声图像开发了一种弱监督 DL 模型用于自动检测乳腺肿块并进行良恶性分类, 结果显示弱监督模型在内部和外部验证集中的诊断性能与全监督模型的性能没有明显差异, 提示这种相对省力的弱监督 DL 模型在乳腺癌的超声诊断中是可行的, 且具有良好的鉴别诊断能力。

### 乳腺磁共振成像(MRI)

乳腺 MRI 具有优秀的软组织分辨率和丰富的成像序列, 包括常规  $T_1$ 、 $T_2$  加权成像、弥散加权成像

(DWI)及动态增强 MRI(DCE-MRI)等, 不仅可以提供解剖学特征, 还可以反映病灶的功能学改变。因此乳腺 MRI 在乳腺癌检出、随访、术前确定肿瘤范围、预测预后和治疗应答方面都具有重要价值。

术前 MRI 可以检出其他成像方式未检出的癌症、确定癌灶范围并预测预后。Park 等发现年轻乳腺癌患者的术前 MRI 检查可以检出额外的恶性病灶, 并通过显著降低重复手术率和阳性切缘率来改善手术结局。一项大型多中心临床研究也显示术前 MRI 显示的导管原位癌范围比乳腺 X 线摄影显示的更大, 并且可以额外检出癌症。Jung 等发现术前 MRI 显示乳腺癌病灶大于 5cm 和瘤周水肿是预测年轻乳腺癌患者术后复发的独立因子。由于 MRI 检测的高敏感性, 临床上有部分乳腺癌仅在 MRI 上被检出, 对于这部分癌症的特征需要进一步评估。Malmierca 等发现就病理学、免疫组织化结果和病灶大小而言, 仅 MRI 检出的乳腺癌与常规技术(DM, DBT, US)检出的乳腺癌没有区别, 并且未提高乳房切除术的比率, 因此, 不应将仅 MRI 检出的乳腺癌视为过度诊断。

DCE-MRI 检测病灶的敏感性高, 但是特异性相对较低。Mann 等发现超快 DCE-MRI 的加入可以显著提高常规 DCE-MRI 诊断乳腺癌的特异性, 而敏感性保持不变, 超快成像衍生的参数增强时间(TTE)比传统的时间信号强度曲线(TIC)具有更高的诊断准确性。虽然 DCE-MRI 具有重要的诊断价值, 但是钆对比剂(GBCA)的安全性也需要重视。BI-RADS 3 类病灶通常需要定期随访, 重复使用钆对比剂可能会让患者有所顾虑, 需要开发非增强的乳腺 MRI 技术用于随访。Eskreis-Winkler 等发现在 BI-RADS 3 类病灶的 6 个月随访中, 乳腺  $T_2$  加权图像显示的病灶大小变化和 BI-RADS 分类与 DCE-MRI 显示结果具有极好的一致性, 这表明在部分随访病例中可以避免使用 GB-CA。DWI 也是一种无需对比剂的成像手段, 其反映水分子扩散情况。Lee 等发现在诊断无症状女性早期乳腺癌时, 无论病灶大小, 组织病理学和分子亚型如何, DWI 的检测能力均优于乳腺 X 线摄影。

确定乳腺癌分子分型对于选择合适的治疗方案至关重要。Kim 等在 DCE-MRI 和 ADC 图上测量乳腺癌瘤内异质性, 发现在不同的乳腺癌分子亚型中, 这些动力学异质性和 ADC 异质性指数具有显著差异, 提示这些异质性参数可以无创地反映乳腺癌的分子亚型, 有利于指导和监测治疗。人工智能算法有望进一步挖掘图像特征与分子亚型的关系。Zhang 等发现与传统的卷积神经网络网络(CNN)相比, 使用 CLSTM 的循环网络可以追踪 DCE 采集期间信号强度的变化, 在预测乳腺癌 ER、PR、HER-2 亚型中表现出更高的

准确性。

乳腺癌新辅助化疗患者的完全病理应答与较长的无复发生存期相关。早期预测新辅助化疗应答情况有利于制定合适的化疗方案,及时调整方案,挑选出真正受益的患者,避免无效化疗带来的副作用。Ko 等报道了一种新的图像指标用于预测新辅助化疗效果,基于治疗前 MRI 获得脂肪-肿瘤界面值,发现较高的脂肪-肿瘤界面值与较差的治疗应答相关,在肥胖患者、HER-2 阳性患者和肿瘤体积较大的患者中这种相关性更高。异质性高的肿瘤通常较难获得持久应答,而瘤内灌注异质性是肿瘤异质性的主要驱动力。Niell 等报道乳腺 DCE-MRI 的肿瘤内灌注异质性可预测新

辅助化疗病理完全应答(pCR),预测符合率达到 83%。影像组学特征是影像医生肉眼无法评估的图像特征,有望增加诊断价值。Chitalia 等发现联合乳腺癌新辅助化疗后早期的影像组学特征变化和分子分型信息可以提高对新辅助化疗后无复发生存率的预测。Musall 等发现新辅助治疗第 2 周期和第 4 周期后的 ADC 图瘤周区域的影像组学特征对三阴性乳腺癌的病理完全应答有很高的预测价值。新辅助治疗第 2 周期后的瘤周含脂肪区域的 9 个特征构建的模型性能最佳,在测试集的预测 AUC 达到 0.70。

(收稿日期:2021-02-01)

## • RSNA2020 聚焦 •

### RSNA2020 腹部影像学

彭洋,杨阳,孟晓岩,李佳丽,梁萍,周紫玲,陈铭珍,熊子曼,海玉成,李世超,郝璐雯,苑冠杰,周薇,胡道予

**【摘要】** RSNA2020 腹部影像学对腹部多个脏器(肝脏、胆囊、胰腺、肾脏、前列腺、结直肠)从诊断及治疗方面进行研究,其中基于机器学习的影像学研究为肿瘤治疗相关的影像学组学及肿瘤预后等热门研究领域的有力分析工具。

**【关键词】** 腹部影像学;机器学习;肿瘤治疗;肿瘤预后

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

**【文章编号】** 1000-0313(2021)03-0310-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.03.006

RSNA 2020 腹部影像学诊断及治疗方面的研究进展及新技术应用情况主要体现在以下几个方面。

#### 肝脏

##### 1. CT 研究进展

Choi 等的研究使用第三代双能量 CT(DECT)进行肝脏 DECT 检查,有 75 名患者在接受肝脏 CT 检查后 100 天内进行了肝脏磁共振成像,这些患者被纳入本研究。肝脏脂肪变性的金标准由肝脏磁共振多回波 Dixon 技术确定。通过比较从肝脏的动脉期、门脉期和延迟期 DECT 获得的真实非对比图像和三个虚拟非对比图像上的肝脏密度差异,并评估四个非对比图像上的肝脏密度和肝脏磁共振成像上测量的肝脏脂肪变性程度之间的相关性。结果提示患者肝脏脂肪变性的平均程度为 3.8%。三个兴趣区的肝密度在四个非

兴趣区无差异( $P>0.05$ )。在肝左外侧和右前侧切片中,所有的门静脉海绵样细胞的肝密度均显著低于肿瘤坏死因子受体( $P<0.001$ )。在右后肝切片中,虚拟非对比图像(VNCd)上的肝密度明显低于真实非对比图像( $P<0.001$ ),并且肝密度在其他成对比较中彼此没有差异。肿瘤坏死因子受体上三个兴趣区域的肝密度与肝脂肪变性程度显著相关,但三个血管性神经病变上所有兴趣区域的肝密度与其不相关。在三个不同区域测量的肝密度大多与肿瘤坏死因子相关的肝密度有显著差异。因此,肝脂肪变性仅与肿瘤坏死因子测定的肝密度显著相关,而与血管内皮细胞测定的肝密度不相关。

Yamaguchi 等的研究目的是研究在 DECT 上测量的腰大肌倾斜量是否能预测原发性肝癌(HCC)患者使用利伐他汀治疗后的相对剂量强度(RDI)。通过对 43 名 HCC 患者在治疗前接受 DECT 检查。在非对比 DECT 图像上测量第三腰椎水平的腰肌面积( $\text{cm}^2$ )和体积( $\text{cm}^3$ )。腰肌净体积( $\text{cm}^3$ )=腰肌体积 $\times$ (1-脂肪分数),其中脂肪分数使用三材料分解算法测量。为了标准化该值,面积的腰肌指数(PMI-A)、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:彭洋(1984—),男,湖北咸宁人,博士,主治医师,主要从事腹部影像学研究。

通信作者:胡道予, E-mail:daoyuhu@hust.edu.cn