

化疗( $P=0.02$ )为显著的负性预后因素。3 年肿瘤特异性生存率为 90%(95%CI, 82%~97%)。局部肿瘤进展 6 例(9%, 6/70), 发生于首次射频消融后 6~19 个月, 该研究显示肺部 RFA 可为结直肠肺转移瘤( $\leq 3$ cm)患者提供良好的治疗效果。

## CT 引导穿刺

Mirek 等回顾性分析了 228 例影像学指导的肺活检。其中 117 例是外周或基于胸膜的病变。38 例为超声引导, 70 例为 CT 引导。总体而言, 超声引导活检的平均最大轴向直径、胸膜接触长度大于 CT, 局限性病变手术时间短于 CT。两种引导方式的等待时间和重大并发症的发生率无显著性差异。超声引导的成

本相对较低, 没有电离辐射, 并且可以实时进行针头可视化, 使其成为 CT 引导下对周围肺部病变进行活检的可行性替代方法。

Mohamed Soliman 等发现在 CT 引导下经皮肺穿刺活检过程中, 使用肺管封闭剂, 可导致肺部 CT 上的影像学改变; 该研究最终纳入 65 名接受过 CT 引导下经皮肺穿刺活检术且观察 3 个月以上的患者, 83%(54/65)的患者在 3~6 个月的随访中(CT 或 PET/CT), 沿着肺管封闭剂的路径发现结节状的线性疤痕, 这种 CT 改变持续了平均 13.8 个月, 60%(15/25)的患者发现了位于与填塞剂相关的疤痕区域的微弱 FDG 摄取。放射科医生在临床诊断时应注意这种活检后的影像学表现。

## • RSNA2019 聚焦 •

# RSNA2019 乳腺影像学

詹晨奥, 胡益祺, 杨真露, 霍敏, 艾涛, 夏黎明

**【摘要】** 2019 年 RSNA 关于乳腺影像学方面的研究热点和重点主要包括以下几个方面: ①人工智能与影像组学在乳腺病变中的应用; ②乳腺 PET-CT/MRI 方面的研究; ③新技术的开发与讨论; ④腋窝淋巴结、癌症预后及新辅助化疗反应的研究。

**【关键词】** 乳腺肿瘤; 乳腺; 人工智能; 影像组学; 深度学习; 体层摄影术, X 线计算机; 磁共振成像

**【中图分类号】** R737.9; R814.42; R445.2 **【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1000-0313(2020)02-0138-05

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.02.003

2019 年 RSNA 年会上, 乳腺影像学研究依旧是其重点内容。本文将按照不同检查手段进行相关介绍。

## 乳腺 X 线检查

### 1. 钼靶

钼靶作为乳腺筛查工具, 广泛应用于临床。人工智能(AI)是钼靶相关研究的热点内容。Ha 等针对深度学习(DL)图像重建进行研究, 证实了使用新 DL 算法进行图像重建能明显降低钼靶的辐射剂量。Burnside 等开发了基于乳腺钼靶预测微钙化的 AI 算法。Marasinou 等利用机器学习量化微钙化的分布和形态以提高乳腺癌的预测。Mutasa 等利用卷积神经网络

(CNN)算法成功鉴别乳腺钼靶中的单纯乳腺导管内不典型增生(ADH)和乳腺导管原位癌(DCIS)。Gastouniotti 等证实 DL 获得的乳腺钼靶表型可显示乳腺实质结构的种族差异。Lee 等、Watanabe 等及 Mark 等再次证实了 AI 对临床实践的指导作用及巨大潜力。Kim 等证实使用 AI 筛查钼靶时, 可提高检出率并减少假阳性率。Nam 等证实了 DIB-MMG 作为从钼靶影像中得到的标志物, 可在术前评估肿瘤浸润性, 且 Kim 等通过实验表示 DIB-MMG 可作为早期诊断乳腺癌的有效诊断工具。Dembrower 等使用开发的 AI 算法, 进行乳腺钼靶癌症的检测和风险评估。

钼靶还可进行乳腺密度的评估。Rhodes 等对美国女性关于乳腺密度的认知进行调查, 证实了乳腺密度的重要性。而 Kim 等建立了可量化乳腺密度的 DL 模型, 对 131468 张乳腺钼靶影像进行分析, 证实该模型可指导临床医生的工作。Melissa 等研究证实, 隆胸女性的推移植入物的平均腺体量通常高于全植入物的

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: 詹晨奥(1992-), 女, 湖北随州人, 博士, 主要从事乳腺 MRI 研究和诊断工作。

通讯作者: 夏黎明, E-mail: xialiming2017@outlook.com

平均腺体量。

## 2. 数字化乳腺断层摄影

数字化乳腺断层摄影(DBT)是一种准三维成像技术,其诊断准确性高于钼靶,可以提高乳腺癌的检出率,减少误检率。因为其广为人知的优势,DBT正迅速成为美国和世界各地的标准诊断方法。Sona等在大型学术肿瘤中心进行的DBT研究证实,DBT可显著降低召回率,同时保持癌症检出率和阳性预测值。自DBT诞生以来,最佳角度的讨论一直是热点。Plaunova等初步研究比较了两种具有不同角度范围的DBT系统,研究结果表明广角DBT比窄角DBT更容易显示肿块型病灶和结构扭曲,同时能够减少召回率和假阳性,通过较少的成像更快地诊断病变。而窄角DBT能较好地显示钙化灶。对于DBT而言,庞杂的图像数据给放射科医生带来了较重的负担,使医生的阅片效率显著降低,为此,Doganay等建立了一种DL模型,该模型可对DBT图像进行预读片,有效识别出DBT图像中的可能诊断,减轻医生负担。同时,Gilboa等也开发了一种正常与未定的二分类器,其研究结果证明了AI在减少医生工作量方面的潜力。Lee等研究了基于DL技术从DBT数据中获取的DIB-DBT,结果表明DIB-DBT可实际用作DBT中乳腺癌筛查的有效诊断支持工具。Son等可通过从DBT中提取的影像学特征来预测乳腺癌的分子亚型。如今,DBT引导的真空辅助乳腺活检也是热点问题。Wang等通过研究表明,与常规立体定向真空辅助活检相比,DBT引导的真空辅助活检可以活检更多的非钙化病变,因为它不仅可以靶向钼靶上检测的钙化病变,还可以靶向仅在DBT上可见的非钙化病变。

## 3. 对比增强乳腺X线成像

对比增强乳腺X线成像(CESM)有助于识别标准乳腺X线成像中的不确定结果。Amanda等对63名患者共105个被评为BIRADS 4/5的病灶进行CESM检查及活检,结果表明CESM中不强化病灶预示着较好的病理结果,证实CESM可确切地将一些可疑病灶降为BIRADS 3,同时提高了潜在恶性病变的检出率。有人提出CESM可替代MRI作为乳腺癌筛查和分期的方法,因此CESM与MRI的比较研究方面,也有较多成果。Schradling等通过对53名MRI发现BIRADS 4级病灶的女性患者进行分析,结果未能证实CESM的高敏感性和特异性。Maria等对CESM与MRI的影像组学分析潜力进行研究,证明CESM在激素受体状态和等级方面与MRI具有相似的准确度。Hwang等通过实验表明CESM对DCIS特别是非钙化DCIS的检测能力与MRI相似。Bernardi等通过实验表明,CESM尽管在评估治疗完全缓解时显示出

一些局限性,但是其在新辅助化疗评估肿瘤大小和治疗应答方面与MRI相似。

Bicchierai等证实了CESM在术前乳腺癌分期中的高诊断性。Abdelhameed等证实了CESM可以准确评估新辅助化疗患者残留病灶的范围,在三阴性乳腺癌和HER2高表达乳腺癌中,CESM测量的大小与病理结果的相关性更高。

由上述可知,CESM具有很高的临床应用价值,然而CESM需要两次采集,剂量问题是个关键。而Herk等通过实验证明光谱法与KES成像技术均可在维持图像质量的前提下,减少应用剂量。Clauser等通过实验评估了低剂量对比增强乳腺X线成像(L-CESM)对常规影像学可疑妇女的诊断性能,其结果显示出高敏感性和准确性,同时还具有增加特异性和阳性预测值的潜力。

## 乳腺CT

乳腺CT是一种乳腺检查的手段,但因其射线量大,以及乳腺组织结构对射线极其敏感,导致相关研究一直较少,大部分研究重点在于减少辐射剂量方面。Fu等的研究结果表明,DL驱动的稀疏视图重建减少辐射剂量是可行的,证实了DL驱动的稀疏视图重建在降低乳腺CT辐射剂量以使其达到适合乳腺癌筛查水平方面具有潜在可能性。Park等对低剂量灌注CT进行研究。他们纳入257例患者共771个病灶,通过对俯卧位低剂量CT灌注进行研究,来预测淋巴结状况、肿瘤等级、肿瘤大小、雌激素受体、孕激素受体、HER2、Ki67和癌症分子亚型。该研究结果表明,使用低剂量灌注CT进行影像组学分析对于预测浸润性乳腺癌的预后生物标志物是一种有效的非侵入性工具。Hiroshi等则对CT淋巴系统造影术进行了研究。众所周知,术中前哨淋巴结(SLN)活检可能导致手术时间延长或手术治疗方案的改变,因此术前鉴别有无SLN转移十分重要。但目前还没有十分有效的检查方法。Hiroshi等通过计算机辅助分析CT淋巴系统造影术(CTLG)以研究乳腺癌术前有无SLN转移。他们纳入100例患者,包括45例转移者,55例未转移者,通过支持向量机利用筛选出的6个客观特征进行SLN的评估。结果显示敏感度为97.8%(44/45),特异度为98.2%(54/55),阳性预测值为97.8%(44/45),阴性预测值为98.2%(54/55),AUC为0.972。该研究证实了通过计算机辅助方法分析CTLG以预测SLN是否转移是可行的。

## 乳腺超声

### 1. 常规超声

超声具有无创、快捷等优点,能清楚显示乳腺各层软组织及内部结构,相邻组织的改变,能较好地显示肿块形态、位置及结构。由于无辐射性,适用于任何年龄女性患者的乳腺检查,可作为 X 线的补充检查。Chorev 等、Chang 等对乳腺超声进行了研究。他们将超声作为补充性检查加入筛查中,其研究结果均表明补充性超声检查可增加乳腺癌筛查的敏感性和癌症检出率,但降低了活检阳性率。同时 Chorev 等的研究结果还表明在超声基础上,增加临床数据可以提高特异性,减少不必要的活检。Destounis 等研究补充性乳腺超声对不同危险分级女性的意义。结果表明在一般风险的患者中,乳腺超声可提高癌症检出率,但是检出率低于高风险患者。说明一般风险女性的乳腺筛查方案仍需要不断优化,且超声确实可以作为 X 线筛查的有效补充。AI 在超声应用方面也展现了较多的成果。Sim 等开发了一种基于超声影像组学的分类器并对其进行评估,结果表明该分类器确实可以在超声检查上将叶状肿瘤与纤维腺瘤区分,防止不必要的切除创伤。Berg 等通过研究表明基于 AI 辅助的 CADx 能显著提高放射科医生的敏感性和特异性。Kim 等与 Sooyeon 等的研究结果亦证明了计算机辅助定量系统(S-Detect™)在影像诊断方面的巨大潜力。Li 等的研究证明了超声的影像组学特征具有区分是否有侵略性生物学特征的三阴性乳腺癌的潜力。他们还通过实验表明三阴性乳腺癌的超声变化受转录组分子亚型的影响,并有可能预测预后。

## 2. 剪切波弹性成像

剪切波弹性成像(SWE)是一种能评估组织硬度的超声技术。Huang 等对 SWE 是否可预测浸润性乳腺癌患者对新辅助化疗的反应进行了一项前瞻性研究,该研究纳入了 90 名患者,在化疗活检前对患者进行 SWE 检查,并在第 1、2 和 4 次化疗后再次进行 SWE 检查,对数据进行处理与分析。结果显示反应组与无反应组之间的 SWE 变异性显著不同。该研究表明在新辅助化疗期间,SWE 可作为浸润性乳腺癌早期肿瘤治疗反应的预测指标。

## 3. 超声波断层扫描

以往的研究表明,超声波断层扫描(UST)测量所得的组织声速是一种成像生物标志物,可用于追踪乳腺中的肿瘤变化。Sak 等研究了组织声速与他莫昔芬反应的关系。而 Duric 则研究了组织声速与新辅助化疗反应的关系。传统评估他莫昔芬治疗反应的检查是钼靶和动态增强 MRI,评估新辅助化疗反应的检查是 PET 和动态增强 MRI。多次进行上述检查均有风险,而组织声速能在规避风险的同时达到反应效果的评估。Duric 等还利用 UST 对乳腺硬度进行研究,结果

表明使用 UST 刻画病灶的硬度是可行且准确的。此外,UST 可测量整个乳腺的组织硬度,这是目前其他超声设备无法实现的功能。

## 4. 透射超声

Malik 等研究了机器学习在透射超声乳腺密度计算中的应用。乳腺 X 线高密度是乳腺癌风险预测模型的重要输入指标。目前,乳腺密度评估依赖于二维图像或由二维重建图像构建的三维模型,而这可能无法完全反映乳腺复杂的结构。因此 Malik 等描述并比较了基于透射超声利用阈值和计算机算法计算乳腺密度的方法,并比较了定量乳腺密度与乳腺 X 线成像自动计算的乳腺密度。结果显示由透射超声得出的定量乳腺密度与 X 线乳腺密度明显相关,且证明了基于计算机的定量乳腺密度算法比基于阈值的算法更加稳健,重复性更好。Malik 等还介绍了使用透射超声进行乳腺结构 3D 打印的实验,其结果显示透射超声可以生成整个乳腺的图像,还可以按组织类型客观地对其进行分割和颜色编码。这种对 3D 分割的乳腺组织体积进行单独成像的独特能力为 3D 打印模型提供了潜在的临床可能性。

## 5. 全乳超声

Philpotts 等提议利用全乳超声(WBUS)作为致密型乳腺女性的乳腺癌筛查补充手段。为证实这一提议,Philpotts 等在一家大型学术机构进行实验。实验结果表明在常规乳腺 X 线断层扫描后,大部分 WBUS 检查结果正常,只有小部分患者需要随访或活检。所有 BR3/4 的椭圆形肿块都是良性。在 WBUS 补充检查中乳腺癌的检出率很低。Philpotts 还进行了手持式 WBUS 筛查致密乳腺组织女性的效率的研究。该研究结果显示 WBUS 具有时间效率,每个案例的扫描时间仅需 12min,由于大多数病例是正常的,不需要重新检查,因此能节省超声科医生时间。

## 6. 自动化乳腺超声系统

自动化乳腺超声系统(ABUS)可以克服操作人员的依赖性。Jia 等对于在钼靶后添加手持超声(HHUS)和 ABUS 在中国女性乳腺癌诊断工作流程中的临床价值进行了评估和比较。该研究纳入了 1266 名女性,其中包括 323 名乳腺癌病例。研究结果显示在钼靶中添加超声检查可以改善乳腺癌的诊断,且与 HHUS 相比,ABUS 的诊断性能明显更好。该结果表明在乳腺致密妇女中,钼靶的敏感性在临床时间中受到限制,添加超声检查,尤其是 ABUS,可以改善诊断并克服操作员的依赖性。

## 7. 腋窝超声

腋窝淋巴结的浸润对于乳腺癌的适当治疗至关重要。Rotili 等的研究证实了腋窝超声(AUS)可作为早

期乳腺癌术前分期的一种非侵入性、低成本、易于获得和准确的治疗方法。

## 乳腺 MRI

### 1. 常规乳腺 MRI

新辅助化疗改变了乳腺癌的管理。新辅助化疗后最好的结果是病例完全缓解,但目前仍没有足够准确的微创方法来诊断,手术仍旧是金标准。Sutton 等对 MRI 下活检在诊断新辅助化疗后病理完全缓解中的准确性进行了初步研究。与手术病理相比, MRI 引导的活检在诊断新辅助化疗后的完全缓解方面的准确性非常高。该结果表明, MRI 引导的活检是一种有潜力的微创方法,可准确诊断化疗后的完全缓解。Michaels 等的研究表明, MRI 引导下穿刺活检诊断的 ADH 需要行手术切除,而其他高危病变更适合进行影像学随访而不是手术切除,特别是在没有合并乳腺癌的情况下。Ram 等则证实了良性结节在 MRI 引导下活检比 6 个月随访 MRI 更为合理。上述三项研究均证明了 MRI 引导下活检的重要性。Dietzel 等的研究表明 MRI 联合机器学习和血管自动容积分析可以提高乳腺癌患者的生存预测。Yu Ji 等在大型乳腺 MRIs 临床数据集中验证诊断性影像组学模型的性能,在该实验中,模型鉴别乳腺良恶性病变的 AUC 为 0.89,证实了模型在鉴别病变方面具有较好的性能,说明该影像组学方法可能帮助临床医生改善乳腺癌的诊断和治疗。Truhn 等则利用 DL 方法在乳腺 MRI 中评估恶性肿瘤,其结果也表明如在更大的数据集上进行培训,该系统诊断性能可能达到专业人员水平,这将大大节省人力资源。

### 2. DWI

DWI 的高 b 值图像能够更好地显示乳腺恶性肿瘤,但缺点是扫描时间较长且容易产生伪影。Bickel 等对于合成高 b 值图像进行了研究,结果显示与常规 b 值图像相比,合成高 b 值图像可提高图像质量和乳腺恶性肿瘤的可见性,同时避免了高 b 值 DWI 扫描的缺点。Ai 等探讨了基于同步多层加速分段读出平面回波成像技术(SMS rs-EPI)的 DWI 在乳腺病变诊断中的可行性和有效性。结果显示与传统 rs-EPI 技术相比, SMS rs-EPI 能显著缩短成像时间,且具有相似的诊断性能和图像质量。这有助于扩大其在乳腺影像学中的应用范围。Iima 等研究不同扩散时间得到的 ADC 值对乳腺良恶性肿瘤的鉴别和预后的价值。Wang 等的研究结果显示,基于 ADC 的影像组学模型是浸润性导管癌患者 Ki-67 指数的可行预测指标。而 Celebi 等也通过实验证实 ADC 可能在预测组织学间质肿瘤浸润淋巴细胞水平方面发挥着重要作用。

### 3. 动态增强磁共振成像(DCE-MRI)

DCE-MRI 可提供大量的影像学数据,关于 DCE-MRI 研究可分为 3 类:①背景实质强化(BPE);②动力学参数;③基于 AI 的肿瘤特征。

BPE 可能增加乳腺癌的风险,因此相关研究也是一大重点。Niell 等采用半自动分割算法提取 BPE 的定量指标,结果显示 BPE 的定量测量有可能预测乳腺癌的发生风险,但仍需要大样本数据进行验证。Arefan 等的研究结果表明定量 BPE 与乳腺癌远处复发风险和腋窝淋巴结转移均有关。Lee 等开发了基于 DL 的乳腺 MR 图像中乳腺纤维组织(FGT)和 BPE 体积分割和分类的算法,并对其进行评估。该研究结果显示,这种基于 DL 的算法可以为乳腺 MR 图像总的 FGT 和 BPE 提供可靠的分割和分类结果。这与预测预后不良息息相关。You 等评估了女性激素水平与正常乳腺 BPE 或 ADC 之间的关系,并分析了 BPE 和 ADC 值对癌症的可检测性。结果显示 BPE 定量值与孕酮水平显著相关,乳腺癌的可检测性取决于两者对比度增强图像的 BPE 等级和 DWI 的 ADC 等级。

Kim, Luo 等对于动力学参数进行了相关研究。Kim 等研究表明,计算机辅助诊断提取的 MRI 动力学特征可作为乳腺癌患者无远处转移生存率的定量指标。Luo 等的研究结果表明 DCE-MRI 动力学定量参数的直方图和纹理特征可鉴别 Luminal A 和 Luminal B 乳腺癌。

Deng 等通过 DCE-MRI 与 DL 模型集成的影像组学分析预测乳腺癌患者淋巴结的区域转移。Xue 等也通过实验证明了基于影像组学特征与临床特征相结合可预测腋窝淋巴结转移。Zhao 等通过影像组学证实了其可识别新辅助化疗完全缓解的患者。Wang 等的实验表明通过使用 ResNet 算法进行 DL,将邻近的肿瘤周围组织作为输入,可产生约 90% 的高鉴别诊断准确率。

### 4. 多参数 MRI

Song 等探讨了 3T 多参数 MRI(mpMRI)预测 I—II 期 Luminal 型乳腺癌的 Ki-67 增值指数及组织学分级的价值,结果显示 mpMRI 提供的肿瘤形态特征和动力学特征指标可用于预测早期 Luminal 型乳腺癌的增殖活性和组织学分级,从而优化个性化治疗。Tsai 等的实验证实具有  $T_2c$ (增强后  $T_2$ )和 DCE 序列的 mpMRI 影像组学模型有可能预测 ER 阳性患者的复发风险。而 Tao 等通过 mpMRI 开发影像组学列线图以预测乳腺癌,其结果表明结合  $K_{trans}$ 、 $T_2WI$  和 ADC 的影像组学特征可构建最佳模型,而该模型可用于预测每位患者的乳腺癌风险,并将有助于提高术前乳腺癌的诊断准确性。

## 乳腺 PET-CT/MRI

Sun 等针对无症状患者进行了全身 PET/CT 与 PET/MRI 的比较,评估二者的癌症筛查效能。研究结果显示,两种方法均可在早期检测到多种癌症;但与 PET/CT 相比,PET/MRI 在除肺外的实体器官中具有更高的检测率和更高的敏感度;同时考虑到减少辐射剂量,因此建议将 PET/MRI 作为无症状受试者的癌症筛查程序的一部分。Romeo 等的研究结果表明,PET/MRI 检查可能有助于早期预测局部晚期乳腺癌患者对新辅助化疗的反应,功能参数(灌注及代谢)可能会识别出完全缓解的患者。Martin 等对于乳腺

MRI、全身 MRI、PET/MRI 及 AUS 是否能代替 SLN 切除术进行了研究。结果表明 PET/MRI 和 AUS 对于乳腺癌患者的淋巴结分期均具有可接受的诊断准确性,并且优于乳腺 MRI 和全身 MRI;但是 PET/MRI 和 AUS 均不能可靠的鉴别淋巴结阳性和阴性患者,因此,SLN 活检不能被影像所替代。Bruckmann 等比较了全身 MRI 和 PET/MRI 对于原发性乳腺癌 NM 分期的评估。这是一项多中心试验,全身 MRI 扫描方案包括从头到腿的横向 T<sub>2</sub>WI、T<sub>1</sub>WI 与 DWI 序列。结果表明 PET/MRI 和全身 MRI 对乳腺癌患者的 M 分期评估较准确,且 PET/MRI 在 N、M 的分期中均略优于 MRI。

## • RSNA2019 聚焦 •

## RSNA2019 腹部影像学

马丽娅,邹显伦,竺笛,梁萍,李佳丽,闵祥德,孟晓岩,李安琴,海玉成,陈铭珍,杨阳,王梓,吕银章,胡学梅,胡道予

**【摘要】** 2019 年 RSNA 腹部影像学内容丰富,热点问题包括人工智能(AI)及其对肝脏、直肠的诊断、疗效评估等,为腹部影像学临床和科研工作的进一步开展提供了多角度的思路。

**【关键词】** 腹部疾病;人工智能;机器学习;深度学习;影像组学;双能 CT;多参数磁共振成像

**【中图分类号】** R814.42;R445.2;R574;R575;R576;R573;R571 **【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1000-0313(2020)02-0142-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.02.004

2019 年 RSNA 腹部影像学内容丰富,本文分别对人工智能(AI)、肝胆系统、胰腺、消化道、泌尿生殖系统、介入方面的影像学研究热点和进展进行阐述。

### 人工智能(AI)

今年 AI 相关的研究较往年明显增加,专设了一个 AI 版块。涉及腹部部分主要包括以下几个方面。

#### 1. 肝脏

Hectors 等研究发现,MRI 影像组学特征与肝癌组织病理学、基因组学特征以及复发之间存在显著相关。Singh 等结合增强 DECT 及基于机器学习(ML)建立模型发现,基于 DECT 的肿瘤分析和影像组学原型可以准确地区分肝良、恶性病灶。基于标准库(PyRadiomics 2.1.2)及主成分分析(PCA)、支持向量

机(SVM)分类器等 AI 方法,Liu 等研究发现肝门静脉期和增强前的 MRI 影像学特征可能区分肝细胞-胆管混合癌(cHCC-CC)与肝细胞癌(HCC)和胆管癌(CC)。Zhu 等研究发现,对于进行肝大部分切除术后的肝硬化患者,术前 Gd-EOB-MR 检查建立基于影像组学的图像模型可预测术后患者的肝衰竭。Kim 等对高风险 HCC 患者进行多期增强 CT 检查,并开发和验证基于深度学习(DL)模型,该模型可用于帮助放射科医生检测肝脏恶性病灶。Agarwal 的团队对于活体供体肝移植术(LDLT)患者进行术前腹部 CT 评估中,具有手动切除和全自动的 AI 效果最佳。对于乳腺癌肝转移病灶,Mostafavi 等发现基于 ML 的影像组学可预测和评估转移性肝病对治疗的部分反应。

#### 2. 胃肠道

直肠癌患者进行 MRI 检查后,Lu 等通过人工神经网络(ANN)构建的影像学预测模型,可用于提高其 T 分期的准确性。Cui 等的研究发现多参数 MRI (mp-MRI)影像组学特征是评估局部进展期直肠癌(LARC)无病生存的独立生物学指标,结合影像组学

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:马丽娅(1987-),女,湖北北京山人,硕士研究生,主治医师,主要从事腹部影像学诊断和研究工作。

通讯作者:胡道予,E-mail:daoyuhu@hust.edu.cn