



• RSNA2018 聚焦 •

RSNA2018 腹部影像学

罗彦,孟晓岩,李佳丽,陈晓,胡瑶,竺笛,梁萍,杨阳,周紫玲,李安琴,邹显伦,吕银章,王梓,范婵媛,谢金珂,可赞,游慧娟,李震,王良,胡道予

【摘要】 2018 年 RSNA 年会上腹部影像学方面的研究热点主要包括人工智能、影像组学/纹理分析和能谱 CT 的基础研究和临床应用,为今后的临床和科研工作开拓了新的思路。

【关键词】 腹部疾病;机器学习;深度学习;影像组学;纹理分析;能谱 CT;多参数磁共振成像

【中图分类号】 R445.2;R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2019)04-0357-08

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.04.001

第 104 届北美放射学年会上(RSNA2018)腹部影像学方面的大会报告及影像展板中讨论的热点问题主要有人工智能、影像组学/纹理分析和能谱 CT 的基础研究和临床应用等。笔者将按照解剖部位,分别对肝脏、胆囊及胆道、胰腺、肾上腺、胃肠道、泌尿和生殖系统方面的影像学研究热点和进展进行阐述。

肝脏影像学

机器学习/深度学习是本次 RSNA 的研究热点。Verloh 等利用人工神经网络(artificial neural network, ANN)算法建立了一种基于对比增强 MR 图像的自动肝脏分割系统。使用全卷积神经网络(fully-convolutional neural network, FCN)算法,Shall 等开发出一种基于深度学习的 MRI 肝脏病灶自动分割方法,可更准确有效地测量肝脏病灶的大小及其随时间变化的情况。肝脏结节通常使用美国肝病研究学会(American Association for the Study of Liver Diseases, AASLD)和肝脏影像报告与数据系统(liver imaging reporting and data system, LI-RADS)标准进行分类。Yamashita 等研究显示深度卷积神经网络(convolutional neural network, CNN)模型有助于对比增强 CT/MRI 肝脏病变的 LI-RADS 分级。但肝硬化患者中有很大比例的肝脏结节依据 AASLD 或 LI-RADS 标准仍不能确定良恶性。Mokrane 等通过机器学习建立模型,可提高对比增强 CT 在高风险肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)患者中鉴别

良恶性结节的准确性。Hamm 等开发的 3D 深度 CNN 模型可利用对比增强 MRI 图像自动分类局灶性肝脏病变,在对 296 例患者的 494 个不同类型病变[肝囊肿,血管瘤,局灶性结节性增生, HCC, 肝内胆管细胞癌(intrahepatic cholangiocarcinoma, IHCC)和结肠癌肝转移]的诊断中, CNN 模型的总体诊断符合率为 92%, 敏感度达 92%, 特异度达 98%。

机器学习/深度学习与影像组学/纹理分析相结合在预测 HCC 疗效和预后中的应用具有巨大前景。Morshid 等研究显示利用 FCN 算法建立预测模型,在模型中加入治疗前 CT 图像的纹理特征可提高巴塞罗那临床肝癌(Barcelona Clinic Liver Cancer, BCLC)分期法在预测经肝动脉化疗栓塞治疗 HCC 疗效的准确性。Kim 等利用机器学习建立模型,该模型结合患者术前钆塞酸增强 MRI 影像组学特征和临床资料,可预测单发的小于 5cm 的 HCC 在手术切除术后早期(<2 年)和晚期(2~5 年)的复发情况。早期 HCC 射频消融术(RFA)后,超过 50% 的患者在 2~3 年内出现肝内复发(intrahepatic recurrence, IHR)。Hsu 等将影像组学与深度学习相结合,建立了基于对比增强 CT 影像组学特征的模型,该模型可用于预测接受 RFA 治疗的早期 HCC 患者 2 年内发生 IHR 的风险。

美国放射学院在 2017 年更新了 LI-RADS。本次 RSNA 中部分学者对 LI-RADS(2017 更新)的应用进行了评估。Choi 等利用 LI-RADS 对单发的肝硬化背景下原发性肝癌的钆塞酸增强 MRI 进行分析,显示 LI-RADS 能正确区分大多数 HCC 与 IHCC,但是对混合型肝细胞癌-胆管细胞癌(cHCC-CC)与 HCC 的鉴别尚有一定难度。LI-RADS 分级是预测原发性肝癌患者术后总生存率(overall survival, OS)和无复发生存(recurrence free survival, RFS)的独立预后因素。

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: 罗彦(1986—),女,四川人,硕士,主治医师,主要从事腹部影像诊断工作。

通讯作者: 胡道予, E-mail: cjr.hudaoyu@vip.163.com

Li 等发现与增强 CT 相比,钆塞酸增强 MRI 能显示更多的主要和辅助征象,对诊断 HCC 更加敏感。LI-RADS(2017 更新)中辅助征象是可选的,影像医师可选择是否应用辅助征象来调整 LI-RADS 分级。Berman 等发现辅助征象可导致大部分病变的 LI-RADS 分级发生调整,倾向于分级的上调,在 MRI 诊断中比 CT 中更常见,且主要影响根据主要征象分为 LR-3 级的病例,可能会对患者的临床决策产生影响。LI-RADS(2017 更新)新增了肝脏病灶局部治疗后疗效评估的内容(LR-Treated),将其细分为无法评估治疗反应(LR-TR Nonevaluable)、治疗后无肿瘤存活(LR-TR Nonviable)、治疗反应不确定(LR-TR Equivocal)和治疗后肿瘤存活(LR-TR Viable)四大类。Shropshire 等对 LI-RADS(2017 更新)在经动脉栓塞治疗 HCC 疗效评估中的价值,结果显示治疗前以及治疗后三位影像医师的 LI-RADS 分级均表现为中等程度的一致性,以手术病理结果为金标准,LR-Treated 预测治疗后无肿瘤存活的阴性预测值(negative predictive value, NPV)和预测治疗后肿瘤存活的阳性预测值(positive predictive value, NPV)均较高。

在肝纤维化与肝硬化方面,多频磁共振弹性成像技术(multifrequency magnetic resonance elastography, mMRE)对肝纤维化分期显示出良好的诊断准确性,可减少侵入性肝脏活检的需要,并能显示整个肝脏纤维化的分布情况。传统的 MRE 采用呼气末屏气采集图像, Li 等研究显示采用自由呼吸的快速 MRE 对肝脏硬度的评估具有良好的准确性,特别是对于无肝硬化的患者,有助于不能配合屏气(如儿科或镇静等)的患者 MRE 检查。Park 等从钆塞酸增强 MRI 肝胆期图像中提取影像组学特征,建立影像组学纤维化指数,结果显示基于影像组学分析的指数与肝纤维化病理分期显著正相关。Ren 等研究显示肝硬化患者门脉期肝实质平均碘浓度与总碘浓度明显低于健康志愿者,利用能谱 CT 中的物质分离技术可评估肝硬化时肝脏的血流的变化情况,为肝硬化的早期诊断提供更多依据。

在肝脏脂肪变性评估方面,2 点 Dixon 和 T_2^* 多回波容积 Dixon 序列互为补充。与多回波 Dixon 的质子密度脂肪分数(proton density fat fraction, PDFF)定量测量相比,2 点 Dixon 序列对脂肪的定性评估更加敏感,但特异度较低。体模实验显示,不同厂商和场强条件下,6 点 Dixon 序列在测量脂肪比例方面非常准确。PDFF 在不同场强、不同观察者以及 2 周时间间隔的测量值之间具有高度可重复性。当脂肪分数(fat fraction, FF)变化比例大于 5% 时表明不同场强条件下纵向随访的真实变化。结合 FF、肝脏硬度和

T_1 弛豫时间的非侵入性 MR 指数对于检测非酒精性脂肪性肝病(non-alcoholic fatty liver disease, NAFLD)患者的非酒精性脂肪性肝炎(non-alcoholic steatohepatitis, NASH)具有较高的诊断效能。基于单源双能 CT 门脉期图像生成的 FF 显示出与标准的脂肪肝 MRI 评估参数有很强的相关性。

胆囊及胆道系统影像

Min 等研究显示胆囊癌(gallbladder cancer, GBC)的 ADC 值与肿瘤分化及分期[美国癌症联合委员会(American Joint Committee on Cancer, AJCC)]显著相关,并且是预测 GBC 患者术后长期无病生存(disease-free survival, DFS)的预后因素。

Winther 等利用深度学习实现了全自动探测原发性硬化性胆管炎(primary sclerosing cholangitis, PSC)三维磁共振胰胆管造影(3D-MRCP)的典型影像表现。然而经验表明神经网络算法倾向于过度拟合数据集特征,该研究结果尚需要更多的多中心数据进一步的验证。Choi 等以术中胆管造影为参照标准,显示术前联合 T_2 磁共振胆管造影(T_2 -MRC)和钆塞酸增强肝胆期磁共振胆管造影(HBP-MRC)比单独使用 T_2 -MRC 能更佳地显示活体肝移植供者的胆道解剖结构。为了探讨低剂量 MR 肝脏特异性造影剂钆塞酸二钠用于 CT 胆管造影的可行性, Dilger 等利用不同浓度的钆塞酸二钠溶液在体外模具进行单能和双能 CT 扫描,结果显示,钆塞酸二钠有望用于 CT 胆管造影,能提供与临床含碘对比剂相似的对比噪声比(contrast to noise ratio, CNR)。双能 CT 或低 kV 单能 CT 有助于提高图像的 CNR。

胰腺影像学

深度学习及纹理分析/组方分析等方法在胰腺肿瘤的诊断与鉴别诊断中同样发挥着重要作用。Luo 等利用残差学习框架(residual learning framework, ResNet)的深度学习卷积神经网络(deep convolutional neural network, DCNN)对胰腺神经内分泌肿瘤(pancreatic neuroendocrine neoplasms, P-NENs)术前增强 CT 图像进行分析。结果显示,DCNN 有助于鉴别低分化 P-NENs(G3)和高中分化 P-NENs(G1+G2),其诊断准确率为 80.6%, 敏感度为 79.0%, 特异度为 81.0%。Chu 等研究显示 Haralick 纹理分析可用于鉴别胰头部胰腺癌与肿块型胰腺炎,在 T_2 WI 和增强前、增强后 T_1 WI 中,以增强后 T_1 WI 的诊断效能最高。增强后 T_1 WI 的相对偏差(relative deviation)、均匀性(uniformity)和紧密性-1(compactness 1)三个纹理特征组合,敏感度达 86.2%, 特异度达 84.9%,

AUC 为 0.948。胰腺癌具有最高的紧密性,其次是肿块型胰腺炎,最低的为正常胰腺。与肿块型胰腺炎和正常胰腺组织相比,胰腺癌显示出更高的相对偏差和更低的均匀性。Taffel 等探讨了全肿瘤 ADC 组方分析在壶腹部/胰腺恶性肿瘤鉴别中的作用,研究显示腺癌的平均 ADC、平均 0~10 百分位数和平均 10~25 百分位数显著高于神经内分泌肿瘤。在 TNM 分期方面,上述 3 个参数在 N0 期肿瘤中显著高于 N 分期 ≥ 1 的肿瘤,然而这些参数在 T 分期和肿瘤分级方面的差异无统计学意义。

在评估胰腺癌预后及治疗疗效方面,Amer 等研究显示双能 CT(DECT)70 keV 胰腺实质期肿瘤宿主界面强化差值可作为预测胰腺导管腺癌(pancreatic ductal adenocarcinoma,PDAC)患者预后的生物学标志。肿瘤宿主界面强化差值 ≥ 40 HU 的患者,中位生存期显著缩短。对于非进展期 PDAC 患者,考虑年龄、肿瘤大小、手术和新辅助治疗等因素后,肿瘤宿主界面强化差值与 OS 相关。在无远处转移的 PDAC 患者中,肿瘤宿主界面强化差值高与较短时间发生转移相关。Bae 等发现术前 MR 图像上肿瘤较大、紧邻肠系膜上静脉、肿瘤 N1 分期以及可见残余肿瘤是预测胰腺癌患者预后不良的因素。Kim 等对接受一线化疗的胰腺癌患者,在化疗前后行动态对比增强(dynamic contrast enhanced,DCE)MRI 扫描,依据 RECIST 标准评估疗效,研究结果显示化疗后治疗有效组的容积转移常数(Ktrans)显著增高。利用小模具与患者一起扫描作为内参照,对 Ktrans 值进行校准,可显著降低 Ktrans 值的变异,提高定量检测的准确性。

肾上腺

改良 Dixon 脂肪定量技术为鉴别肾上腺结节良恶性提供了准确、快捷、可重复性高的方法。Feist 等利用 6 回波采集的改良 Dixon 脂肪定量技术测定肾上腺结节的质子密度脂肪分数(PDFF)。PDFF 诊断肾上腺腺瘤的具有很高的敏感度及特异度。PDFF 在不同观察者间的一致性明显高于肾上腺信号强度(SI)指数((同相位 SI-反相位 SI)/同相位 SI $\times 100\%$)和肾上腺-脾脏化学位移比([反相位上病灶 SI-脾脏 SI)/(同相位上病灶 SI-脾脏 SI)-1] $\times 100\%$)。Wu 等探索利用基于高斯算法(GA)的组方分析能否诊断平扫中 CT 值 >10 HU 的肾上腺乏脂性腺瘤。研究结果显示,经噪声校准后的 GA 指数在鉴别肾上腺乏脂性腺瘤与转移瘤的效能(AUC=0.74)显著高于不经噪声校准的 GA 指数(AUC=0.52),其诊断效能与结节平均 CT 值(AUC=0.78)和结节大小(AUC=0.81)相当。Peng 等研究发现在感染性休克患者中肾上腺"空

心征"是预后不良的独立危险因素。肾上腺空心征表现为双侧肾上腺弥漫性增大,动脉期肾上腺中央部分呈明显低密度,而静脉期呈低密度"空心"的中央部分强化并与周围肾上腺密度相近。

胃影像学

影像组学有望在术前无创性地评估胃癌的病理分级、浆膜侵犯和淋巴结转移情况,为临床个体化治疗提供参考。Lv 等回顾性提取 196 例胃腺癌患者宝石能谱 CT 静脉期单能图像的影像组学特征,发现影像组学模型在鉴别低分化与中高分化胃癌的敏感度为 73.3%、特异度为 83.3%,诊断符合率为 78.3%,AUC=0.872,优于常规能谱 CT 参数——标准化碘(水)浓度(AUC=0.668)。Sun 等基于三期(动脉期、门脉期和延迟期)对比增强 CT 图像创建影像组学模型,该模型在验证集中诊断胃癌浆膜侵犯(T3 和 T4a 分期)的敏感度为 79.8%、特异度为 71.9%,诊断符合率为 77.0%,AUC=0.804。Fang 等从静脉期 CT 图像中提取深度学习影像组学特征与传统影像组学特征,将两者结合用于预测胃癌淋巴结转移(N0 期与 N 分期 ≥ 1),在训练集与验证集中诊断符合率分别为 76.4%和 73.6%,诊断效能高于传统影像组学特征(AUC 分别为 0.799 和 0.735)。

双能 CT 在预测胃癌淋巴结转移中具有巨大潜力。Li 等研究显示由双能 CT 静脉期碘浓度,肿瘤胃壁厚度和 Borrmann 分型构成的诺模图在验证集中达到预测胃癌淋巴结转移的效力(AUC=0.793)。诺模图同时显示出预测患者 PFS 和 OS 的能力(C 指数分别为 0.675 和 0.643)。Yang 等测量了 141 个胃癌邻近区域淋巴结的双能 CT 参数(动脉期碘浓度和碘图 CT 值)和常规形态学参数(短径和增强 CT 值),显示上述参数在转移性与非转移性淋巴结间的差异具有统计学意义,诊断淋巴结转移的 AUC 分别为 0.808、0.695、0.708,和 0.650。将四项参数串联结合,诊断敏感度和特异度分别为 21.9%和 98.5%;并联结合,诊断敏感度和特异度达 100.0%和 80.9%,与 Yang 等的研究结果相似。Chai 等研究显示,胃癌转移性淋巴结在双能 CT 动脉期与静脉期的碘值显著高于非转移性淋巴结,其诊断淋巴结转移的准确率高于常规动脉期与静脉期 CT 值(86.9% vs. 69.9%,82.2% vs. 66.9%, P 均 <0.05)。结合常规形态学参数短/长径比值与双能 CT 动脉期碘值,诊断符合率达 89.2%。

在评估预后方面,Feng 等发现,对比增强 MDCT 诊断的 T 分期、N 分期和壁外血管侵犯是胃癌患者 1 年 DFS 的独立预后因素,HR 分别为 3.35(95%CI: 1.25~8.99)、1.99(95%CI: 1.08~3.63)和 3.40

(95%CI:1.79~6.47)。Cheng 等研究显示对比增强 MDCT 诊断壁外血管侵犯联合淋巴结转移是 cT4a 期胃癌患者 3 年 PFS 的独立不良预后因素(HR=2.169,95%CI:1.300~3.618)。Yang 等研究显示进展期胃腺癌双能 CT 标准化碘浓度不仅与肿瘤 Lauren 分型,浸润深度,淋巴结转移情况,病理 TNM 分期及肿瘤血管生成有关,同时是 DFS 和 OS 的独立危险因素。

小肠结肠影影像学

克罗恩病(Crohn's disease,CD)成为小肠结肠影像学研究重点。Fletcher 等依据主观评估肠壁 DWI 图像弥散受限,同时客观测定肠壁平均最小 ADC 值评估 CD 疾病活动度,并以病理组织学为金标准,结果显示 DWI 对于 CD 末端回肠病变诊断的灵敏度和特异度均达 99%(Kappa 值 0.98),对于结肠病变的总体特异度为 75%,不同观察者间达中度一致性(Kappa 值 0.40)。

评估肠道纤维化是 CD 研究热点。Huang 等研究结合 DKI 和 IVIM 参数,显示 ADC,DKI 扩散系数(Dapp),峰度(Kapp)和 IVIM 灌注分数(f)与 CD 组织学纤维化评分具有相关性,在无/轻度和中重度纤维化肠段间存在显著差异。结合 f、ADC 和 Kapp,鉴别中重度纤维化与无/轻度纤维化的敏感度为 94.40%,特异度为 85.21%,AUC=0.889;假扩散系数(D*)与纤维化无关。Fang 等研究显示磁化转移率(magnetization transfer ratio,MTR)有助于 CD 患者肠道炎性与纤维性狭窄的鉴别。T₂WI 上高信号与 CD 的组织学炎症评分之间具有显著相关性,MTR 可鉴别轻度与中重度纤维化。结合 MTR 和 T₂WI 上高信号,对炎性与纤维性狭窄的鉴别诊断结果与病理学结果间具有中度一致性。考虑到肠平滑肌的存在会导致正常肠壁中 MTR 稍增加,Meng 等引入了一个新的 MTR 参数[(受累肠壁 MTR-正常肠壁 MTR)/(肌肉 MTR-正常肠壁 MTR)],并与 MTR 和标准化 MTR(受累肠壁 MTR/肌肉 MTR)比较,结果显示标准化 MTR 与纤维化评分间的相关性最高($r=0.700$),其次是新 MTR($r=0.695$)和 MTR($r=0.590$)。因此,与 MTR 和新 MTR 相比,标准化 MTR 可能略优,通过简单计算即可定量反映肠道纤维化的严重程度。

在 CT 方面,Wang 等回顾性分析 80 例年轻(18~40 岁)的门诊 CD 患者的 CT 图像,发现所有受累的小肠节段均低于 L2 水平,且并未额外发现有临床意义的肠外征象。由 L2 水平开始扫描平均可减少 28.4%(95%CI:27.6%~29.2%)的辐射剂量。Zhang 等的研究结果显示能谱 CT 的能谱曲线斜率、碘浓度、

50keV 的 CT 值及有效原子序数与 CD 简化内镜评分之间具有相关性,可用于评估 CD 疾病的活动性。

直肠影像学

直肠癌淋巴管血管侵犯(lymphovascular invasion,LVI)和淋巴结转移对患者治疗决策具有重要作用。不同研究显示 DWI,DCE-MRI 及双能 CT 可术前无创性评估直肠癌 LVI 和淋巴结转移情况。Liu 等测定直肠癌 DWI 和高分辨率 T₂WI 肿瘤体积(DWI-GTV,T₂WI-GTV)显示,DWI-GTV 和 T₂WI-GTV 随着直肠癌 N 分期的升高而增加,可区分不同 N 分期的肿瘤。DWI-GTV 是预测 LVI 和淋巴结转移的独立危险因素。当淋巴结较小时,通过形态学难以判断其是否转移。直肠癌中约有 50%的转移性淋巴结短径<5mm。为了评估 DCE-MRI 定量参数是否能鉴别直肠癌中短径<5mm 淋巴结的良恶性,Xiao 等测量了淋巴结的 Ktrans、速率常数(kep)、血管外细胞外容积比(Ve)、短径/长径和短长径比等,发现转移性淋巴结的 Ktrans 值明显低于非转移性淋巴结,而其它参数在转移性与非转移性淋巴结间的差异无统计学意义。双能 CT 能有效鉴别直肠癌有无血管侵犯。Fan 等发现有血管侵犯的直肠癌静脉期碘浓度和有效原子序数显著高于无血管侵犯的肿瘤。而动脉期上述参数无法鉴别直肠癌有无血管侵犯。

K-ras 基因在指导结直肠癌靶向治疗上具有重要作用。研究显示,通过影像学手段有助于术前预测 K-ras 基因突变情况。Wang 等发现能谱 CT 部分定量和定性参数与结直肠癌 K-ras 基因突变相关。动脉期 K-ras 突变型结直肠癌的碘浓度、标准化碘浓度、能谱曲线斜率和低能量水平(40~70keV)CT 值比 K-ras 野生型更高。其他与 K-ras 突变相关的定性指标包括:病变位于右半结肠、肠壁偏心性增厚和病灶周围淋巴结增多,而与病灶周围脂肪浸润程度和肛周侵犯程度无关。Liu 等从经病理证实的未接受治疗的直肠癌患者斜轴位 T₂WI 中提取的影像组学特征创建模型,结果显示影像组学模型与术后 K-ras 基因突变显著相关,而患者临床资料和肿瘤 MRI 分期与 K-ras 突变无关。

在早期评估直肠癌新辅助治疗(Neoadjuvant chemoradiotherapy,NCRT)疗效方面,Santiago 等研究显示"轨道征"能早期识别局部进展期直肠癌 NCRT 后的持续完全应答(complete response,CR)。NCRT 后,T₂WI 上原来肿瘤位置上出现两条低信号环,中间以均匀中等信号或高信号,即为"轨道征",其诊断效能优于常规 T₂WI、DWI 和内镜检查。Zerunian 等以手术切除后病理疗效评估为金标准,显示直肠癌

NCRT 后 CR 患者斜轴状位 T_2 WI 图像的熵、峰度和正像素均值(mean value of positive pixels, MPP)均显著降低,熵可用于预测 CR。

泌尿生殖系统影像学

机器学习在鉴别肾脏良恶性肿瘤与肾细胞癌(renal cell carcinoma, RCC)亚型方面具有巨大潜力。Coy 等使用开源软件 Google TensorFlow Inception 开发出一种基于机器学习的肾脏病变分类系统,可利用四期(平扫,皮髓质期,肾实质期和排泄期)CT 图像鉴别透明细胞性肾细胞癌(clear cell renal cell carcinoma, ccRCC)和肾嗜酸细胞瘤,符合率可达 82.5%。Zhao 等从 T_2 WI 和对比增强 T_1 WI 中提取影像组学特征,使用随机森林算法将组学特征与临床资料进行整合创建预测模型,该模型鉴别 RCC 与肾嗜酸细胞瘤的诊断符合率达到 80.5%,高于 MR 影像学专家的诊断准确性。Farhadi 等基于 DCNN 算法建立模型利用 T_2 WI 鉴别 ccRCC 和肾嗜酸细胞瘤,模型的总体诊断符合率达 78.63%。Cui 等利用三期(平扫,皮髓质期和肾实质期)CT 图像全肿瘤纹理特征建立机器学习分类模型鉴别 RCC 和乏脂肪性肾血管平滑肌脂肪瘤(lipid-poor angiomyolipoma, lp-AML),符合率可达 92.78%,高于影像医师的诊断准确性。Li 等利用机器学习建立皮髓质期图像的影像组学特征模型可鉴别 ccRCC 与非透明细胞肾细胞癌,该模型诊断准确性与影像医师相当。

机器学习在肾结石的诊断与预测疗效中亦有应用。Park 等利用 CNN 算法开发的计算机辅助检测(computer aided detection, CAD)可在薄层 CT 图像中诊断泌尿系结石,具有极高的敏感度(100%)、特异度(99.8%)、符合率(99.9%)、阳性预测值(99.8%)和阴性预测值(100%)。Mannil 等利用机器学习随机森林算法建立肾结石三维 CT 纹理特征模型,可预测患者冲击波碎石术(shock wave lithotripsy, SWL)的成功率,结合患者临床资料(体质指数(body mass index, BMI), 结石初始大小和结石距体表距离), AUC 可达 0.80~0.85。不同学者研究显示双能 CT 在评估泌尿系结石成分上具有很高的准确性,能区分尿酸结石,非尿酸结石与混合性结石,并可进一步区分非尿酸结石的不同亚型。利用双能 CT 无创性评估结石成分,对患者的临床决策具有重要意义。

尽管患者高龄和肿瘤内出血、肿瘤边界模糊、宫腔连续这三个 MRI 特征提示子宫肉瘤的可能性,临床上仍很难鉴别子宫肉瘤与平滑肌瘤。Xie 等研究显示影像组学模型在鉴别子宫肉瘤及平滑肌瘤中优于有经验的影像医师。酰胺质子转移(amide proton transfer, APT)磁共振成像可用于鉴别子宫良恶性病变。子宫内膜癌的 APT 水平明显高于子宫平滑肌瘤,子宫腺肌症及正常子宫肌层,后三者的 APT 水平无明显差异。弥散加权成像在鉴别附件肿块良恶性中十分有用,与 ADC 值相比,病灶在高低 b 值图像上信号强度的比值在鉴别肿块良恶性方面具有更高的诊断准确性。

多参数 MRI (mp-MRI) 在前列腺癌(prostate cancer, PCa)的诊断中发挥着重要作用。Johnson 等以 PCa 根治术后病理结果为金标准,结果显示尽管 mp-MRI 会漏诊相当一部分的 PCa 病灶,大多数漏诊病灶级别低且体积较小,对于级别高且体积较大的病灶 mp-MRI 诊断效能依然较好,漏诊率较低。肿瘤小、PSA 密度低、Gleason 评分(Gleason score, GS)低、病理分期早、病灶多发以及未使用直肠内线圈等因素与漏诊相关。与其研究结果相似, Ullrich 等发现 mp-MRI 可较准确诊断 $GS \geq 3+4$ 的 PCa。PI-RADS 评分 3 分患者中, $GS \geq 3+4$ 的 PCa 极少见。因此, Ullrich 等认为对 PI-RADS 评分为 3 分的患者,尤其当病变位于移行带时,可定期随访 MRI,而无需立即活检。对于合并前列腺广泛炎性病变和弥漫性间质增生的患者,若前列腺体积较小和/或 PSA 密度较高,可以考虑活检。对于 PI-RADS 评分 3 分的病变,有临床意义前列腺癌(clinical significant prostate cancer, CS-PCa)的诊断仍非常困难。Valbusa 等基于机器学习,从 mp-MRI 中提取影像组学特征建立模型,以病理结果为参考标准,影像组学模型诊断病灶良恶性的敏感度与特异度均较高,利用影像组学模型可改善 PI-RADS 的诊断流程。研究显示对于 MRI 检出的 PI-RADS 评分 4~5 分的病变,定量测定病灶 ADC 值可提高诊断准确性,避免不必要的穿刺活检。同样的, Kim 等研究显示 MRI 对 PI-RADS 评分为 4~5 分的 PCa 和 CS-PCa 的检出率都很高。但是,在行 MRI 引导下前列腺靶向穿刺活检时,仍应同时行系统性穿刺活检,以减少漏诊。