

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(cm^2)和体积(cm^3)。腰肌净体积(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

(PMI-V)和倾斜体积(PMI-LV)通过除以高度平方(m^2)来获得。第4周和第8周的RDI计算为最初4周和第8周的实际给药剂量与标准推荐剂量之比。斯皮尔曼等级相关被用来分析可吸入颗粒物-甲、可吸入颗粒物-丙和可吸入颗粒物-左室与呼吸窘迫综合征的关系。单变量Cox风险分析用于评估心血管疾病对无进展生存期的影响。结果提示测量的腰肌肌肉体积内的平均脂肪分数为 $15.7\% \pm 4.2\%$ ($6.9\% \sim 24.5\%$)。PMI-A、PMI-V和PMI-LV的平均值分别为 $(5.8 \pm 1.5) \text{cm}^2/\text{m}^2$ 、 $(93.0 \pm 22.2) \text{cm}^3/\text{m}^2$ 和 $(79.0 \pm 21.4) \text{cm}^3/\text{m}^2$ 。4周和8周的中位RDI分别为0.82和0.63。中位PFS为199天。PMI-A与4周或8周的RDI无显著相关性。PMI-V与4周($\rho=0.347, P=0.023$)和8周($\rho=0.303, P=0.048$)RDI显著相关。PMI-LV与4周($\rho=0.36, P=0.018$)和8周($\rho=0.334, P=0.029$)的RDI有较好的相关性。第4周和第8周的心率变异性是影响术后疼痛的重要因素($0.39, P=0.035; 0.023, P<0.001$)。因此,腰肌脂肪比例各有不同。在接受利伐他汀治疗的HCC患者中,在DECT测得的PMI-LV与4周和8周的RDI相关,这是PFS的重要因素。

2. MRI研究进展

Qayyum等的研究是确定磁共振成像的HCC特征和磁共振弹性成像的硬度变化是否与免疫治疗反应相关。通过对38名接受免疫肿瘤的原发性肝癌患者进行肝脏磁共振成像/磁共振血管成像,于免疫治疗6周后重复活检或切除。用MRI动态对比增强图像上的肿瘤强化方式改变、ADC值和肝脏弹性变化对非手术患者(派姆单抗)和手术患者(纳武单抗和/或伊匹单抗)的治疗反应进行比较。治疗反应被定义为非手术患者1年或更长时间的总生存率,以及手术患者病理上 $<50\%$ 的存活肿瘤。结果提示25名患者是可评估的。中位年龄为67岁(32,78)。肝病的病因是酒精性肝病(8例)、丙型肝炎病毒(8例)、乙型肝炎病毒(2例)和未知(7例)。11/25(44%)患者出现治疗反应。HCC大小中位数为4.7 cm(1.2,14.0);大小的中值变化为 -0.32 cm (-1.2 cm 为反应者, 0 cm 为非反应者, $P=0.02$)。HCC硬度的基线和变化中位值分别为5 kPa(2.2,12.4)和 -0.1 kPa ($-2.2, 1.5$)。治疗反应与所有病例的HCC硬度增加相关($P<0.001$),并与门静脉期假性包膜的缺失相关($r=0.77 \sim 1.0, P<0.001$)。假性包膜缺失作为反应预测因子的敏感度、特异度、阳性预测值(PPV)、阴性预测值(NPV)和符合率分别为 $72.7\% \sim 100\%$ 、 100% 、 100% 、 $82.4\% \sim 100\%$ 和 $88\% \sim 100\%$ 。治疗反应与肿瘤ADC值降低($r=0.4, P=0.05$)和动脉期增强($r=0.5, P=0.007$)

相关。因此,HCC硬度增加和门静脉期假包膜缺失是免疫检查点阻断早期反应的潜在生物标志物。

Bane等的研究通过对怀疑患有门静脉高压症(PH)的患者中,将导航门控4D血流测量的肝血管血液动力学参数与肝静脉压力梯度(HVPG)相关联。研究纳入35位慢性肝脏疾病的患者,并对32位患者均行经颈静脉肝活检进行了肝静脉压力梯度测量及4D血流序列扫描,对门静脉(PV),肠系膜上,脾和肝中静脉,腹主动脉及其腹腔分支测量血管横截面面积,流经平面平均时间以及峰值速度和流量。结果提示血管的确定具有较好的观察者一致性($\text{kappa}=0.88, P<0.001$)。观察者间测量结果的一致性可以接受[$\text{CV}<20\%$, Bland-Altman 偏倚 $<20\%$, BALA($\%$)= $(-90, 90)$],并且在观察大动脉时一致性得到改善。腹腔干的流速(Spearman $r=0.45, P=0.012$)、腹腔干峰值流速($r=0.62, P<0.001$)和腹腔干血流量($r=0.41, P=0.026$)与肝静脉压力梯度呈正相关。腹腔干的峰值流速(ANOVA $P=0.001$)和腹腔干流速(ANOVA $P=0.024$)随门脉高压的严重程度增加而增加,而且在诊断PH($\text{HVPG} \geq 5 \text{ mmHg}$)和临床显著PH($\text{HVPG} \geq 10 \text{ mmHg}$)时表现出优秀的诊断效能(AUC $0.7 \sim 0.9$)。与未患肝硬化者($n=17$)相比,门静脉流速在肝硬化患者中($n=11$)显著降低($P=0.026, \text{AUC}=0.77, P=0.02$)。因此,门脉高压症患者的腹腔干血流量和流速增加,肝硬化患者门静脉流速减少,这与肝硬化和门脉高压症患者中出现的肝动脉缓冲反应相一致。通过4D血流测量的腹腔干参数在诊断门脉高压症严重性方面具有优良的性能,但需要通过更多患者进一步验证。

胆囊

Huda等的研究通过比较螺旋CT和DECT在急性胆囊炎中的表现。该研究对象包括包括32名急性腹痛、随后的胆囊切除术和病理证实的急性胆囊炎患者,以及33名连续的无疼痛患者。结果提示在CT上检测到31%(10/32)的胆囊炎患者和0/33的正常患者胆囊窝充血(AUC 0.656, 95%CI 0.528~0.770),在DECT检测到66%(21/32)的胆囊炎患者和3%(1/33)的正常患者胆囊窝充血(AUC 0.813, 95%CI: 0.697~0.899)。AUC差异达到统计学意义($P=0.0005$)。在CT上检测到13%(4/32)的胆囊炎患者和0/33的正常患者胆囊壁不均匀壁增强(AUC 0.563, 95%CI 0.434~0.685),在DECT处检测到38%(12/32)的胆囊炎患者和0/33的正常患者(AUC 0.688, 95%CI: 0.560~0.797)的不均匀壁增强。AUC差异有统计学意义($P=0.005$)。在32例经组织学证实的

胆囊炎患者中,8 例病理显示坏疽。13%(1/8)的确诊坏疽患者和 4%(1/24)的无坏疽胆囊炎患者在 CT 上检测到坏疽(AUC 0.542,95%CI:0.357~0.718),63%(5/8)的确诊坏疽患者在 DECT 检测到坏疽,13%(3/24)的无坏疽胆囊炎患者在 DECT 上检测到坏疽(AUC 0.75,95%CI:0.566~0.885)。AUC 差异达到统计学意义($P=0.04$)。因此,在急性坏疽性胆囊炎中,DECT 表现出优于常规 CT 的表现。

胰腺

Faizi 等的研究目标是确定可预测急性坏死性胰腺炎(ANP)患者临床结局的基于 CT 的身体成分预测因子。通过对 506 例 ANP 患者的腹部 CT 进行分析,使用 Osirix 软件以基于密度的分割技术进行徒手计算总肌肉面积(TMA),腰肌面积(PMA),总脂肪面积(TFA),内脏脂肪面积(VFA)和皮下脂肪面积(SFA)。从 TMA 和 TFA 获得总体中位骨骼肌密度(SMDMed)和中位脂肪密度(FDMed),并将其校正为正值。还针对肌肉/脂肪区域的平均密度(cTFA,cTMA)进行了校正以解释全身水肿。临床结果包括死亡率、住院时间(LOS)和内窥镜引流。结果提示共有 46 名(9%)患者死于 ANP,152 名(30%)患者的 LOS ≥ 30 天,而 259 名(51%)患者需要内镜引流。死亡患者的 CT 检查显示 VFA 较高(232.5 vs 179.4, $P=0.01$),调整后的 FD 较高(104 vs 97.6, $P=0.005$),VFA/TMA 较高(1.3 vs 1.1, $P=0.005$),较高 VFA/PMA(12.6 vs 9.2, $P=0.0006$),较低的 SMDMed(24.2 vs 37.5, $P=0.0001$)和较高的 SFA(261.9 vs 216.2, $P=0.02$)。在 LOS <30 天和 ≥ 30 天组之间,VFA、调整后的 FD、VFA/TMA、VFA/PMA 和 SMDMed 也显著不同。有趣的是,只有 VFA 对于内镜下引流作为预后指标显示出统计学意义。因此,基于 CT 的身体成分生物标记物可高度预测 ANP 相关的死亡率和 ≥ 30 天的长期 LOS。除 VFA 以外,这些功能并未预示内镜引流的必要性。这项研究可以作为结合临床和基于 CT 的特征以预测 ANP 结局的未来建模的指南。

Gadimi 等的研究是使用 mDixon 磁共振成像对偶然检测到胰腺导管乳头状粘液性肿瘤(IPMN)患者及其与囊肿生长的关联进行评估,以评估胰腺脂肪含量。这些研究纳入 106 例 IPMN 囊肿患者,并对每位患者进行基线横断面成像,并且每隔至少 12 个月进行一次随访成像,并在基线和最后一次可用随访中确定并测量最大的囊肿。囊肿的生长是根据 ACR 标准确定的。患者分为两组:囊肿不断增长的患者和囊肿稳定的患者。使用 mDixon 方案通过将 ROIs 置于仅水

和仅脂肪序列上的胰头,胰体和胰尾中来量化胰腺脂肪含量。为了确定囊肿生长与胰腺脂肪百分比之间的可能联系,进行了单因素和多因素 logistic 回归分析。结果提示在随访期间(中位数 53 个月,IQR 32~72),有 59 名(55.7%)被分类为囊肿正在生长的受试者和 47 名(44.3%)患有稳定囊肿的受试者。与囊肿正在生长的患者(中位数 12.2%,IQR 10.4~17.5)相比,囊肿稳定的受试者(中位数 18.1%,IQR 10.7~27.7)的估计胰腺脂肪含量明显更高($P=0.005$)。采用单因素逻辑回归评估囊肿生长与患者/囊肿特征之间的关系。基于最低的 Akaike 信息准则(AIC)选择了最佳的多元 Logistic 回归模型。胰腺脂肪、囊肿大小和患者年龄是多变量模型的变量。调整年龄和囊肿大小后,胰腺脂肪含量高 1%的患者,囊肿生长的几率降低 4%(OR 0.96, $P=0.02$)。因此,胰腺脂肪含量与 IPMNs 的生长独立相关。该数据对于为 IPMN 开发更具体的监视策略可能有用。

肾脏

Rasmussen 等的研究是评估在所有临床阶段中从多参数磁共振成像(mpMRI)得出的透明细胞可能性评分(ccLS)的效能。该研究对 933 个 MRI 进行了 ccLS 预先分配。其中,有 463 个肾脏肿块(444 例患者)通过肾活检(66)或手术切除(397)进行了病理学诊断,代表了该研究队列。在研究队列中,22%的肿块 ccLS 1~2、14%的肿块 ccLS 3,64%的肿块 ccLS 4~5。47%为临床分期 T1a,22% T1b 和 31% T2~4。在肾透明细胞癌(ccRCC)诊断中,ccLS ≥ 4 的敏感度和特异度分别为 89.3%和 78.6%。在 ccRCC 诊断中,ccLS ≥ 3 的敏感度和特异度分别为 97.6%和 56.1%。诊断较高阶段的肿瘤的准确性得到提高($P=0.0025$)。因此,在临床实践中对肾脏肿块患者使用 mpMRI 进行 ccRCC 的无创诊断效果不错,ccLS 诊断效能较大的肿瘤中表现显著。

Dana 等的研究是基于 CT 的影像组学模型以区分良性和恶性复杂性囊性肾病(CCRL),患有囊性肾病变的 149 个成年患者行肾脏 CT 扫描,遗传性多发性肾囊肿患者被排除在外。参考标准包括组织学和/或至少 4 年的 CT 或 MRI 随访,Bosniak 分类没有任何变化。Bosniak 分类由两名经验丰富的腹部放射科医生共同确定的。为了获得平衡的 CT 特征分布,训练和独立的测试集(来自两个不同的机构)在每个 Bosniak 类别中包含相似数量的患者。使用 PyRadiomics Python 软件包从对比增强的(肾脏增强阶段)CT 图像中,从分割的完整体积的肾囊肿中提取 3D 放射学特征(212)。训练了一个随机森林分类器,以区分

恶性和良性 CCRL。确定了用于诊断恶性肿瘤的 20 个最重要特征,并针对该特征子集训练,验证和测试了第二个模型。结果显示在独立的外部测试集中包括了 50 个 CCRL(10 个 Bosniak I, 9 个 Bosniak II, 12 个 Bosniak II F, 9 个 Bosniak III 和 10 个 Bosniak IV)。20 个最重要的特征导致训练集(AUC 0.92, 0.83~1.00)和测试集(AUC 0.92)之间具有相似的性能。敏感度、特异度和平衡精度分别为 89%、100% 和 91%。不论 Bosniak 类别如何,所有良性 CCRL 均得到正确预测。使用随机森林分类器将测试数据集中唯一证实的恶性 Bosniak II F 病变预测为良性,但比良性 Bosniak II F 病变具有更高的恶性风险,正确预测了 16 例恶性 CCRL 中的 12 例。因此,该放射学模型在区分良性和恶性 CCRL 方面具有强大的效能,尤其是在预测良性病变方面。

前列腺

Suvvanarreg 等的研究是基于全组织病理学(WMHP)相关性的 3T 多参数 MRI(3TmpMRI)参数,开发用于诊断活检初次男性活检临床有意义的前列腺癌(csPCa)的预测模型。该研究包括机器人前列腺切除术(RALP)和 WMHP 之前 3TmpMRI 上检测到的 388 处病灶的 228 例连续活检男性患者。由两名泌尿生殖放射科医生(GU-R)根据前列腺影像报告和数据系统(PI-RADS)v2.1 回顾性审查了所有病变。所有差异 PI-RADS 分数均与高级 GU-R 达成共识。导出了基于 3TmpMRI 参数的多元预测模型,以预测 csPCa 的可能性(格里森评分 $\geq$ 格里森第 2 组)。结果提示在 3TmpMRI 上的 388 个病变中,检出了 294 个(75.8%)csPCa。单变量分析大小、前列腺体积、病变水平(基部,中部,先端)、区域(过渡区域,外周区域)、T2 评分、扩散评分、平均 ADC、ADC 比,局灶增强(是/否)、增强曲线(持续,高原,流出)、Ktrans、Kep、浓度-时间曲线下的初始面积(IAUC)、指数肿瘤(是/否)是重要的预测指标($P<0.05$)。基于单变量分析的现有临床模型和重要的 MRI 预测指标创建了多变量预测模型,这些预测指标包括病变大小、病变水平、区域、T2 评分、指数肿瘤、平均 ADC 和局灶增强(是/否)。这些变量的对数回归系数用于开发诺模图,以确定具有良好校准和内部自举验证的 csPCa 概率。活检决定的适用阈值为 csPCa 概率为 25%;与 PI-RADS v2.1 及 ≥ 3 分即可诊断出 csPCa 相比,其敏感度、特异度、PPV 和 NPV 分别为 98.6%、25.5%、80.6% 和 85.7%。因此,基于 3TmpMRI 参数的预测模型在男性初次活检中诊断 csPCa 方面明显优于 PI-RADS v2.1 ≥ 3 。

Walker 等的研究是为了确定基线多参数 MRI

(mpMRI)功能,以预测高风险局部前列腺癌患者对新辅助恩杂鲁胺+雄激素剥夺疗法(ADT)的病理反应。该研究是首次治疗的高危非转移性前列腺癌的患者参加了一项 II 期临床试验,以评估新辅助药物恩杂鲁胺(160 mg/天)+ADT(戈塞瑞林),在基线和治疗后 6 个月接受 mpMRI 检查,随后进行前列腺全部切除术(RP)。使用患者特定的 3D 打印模具将 RP 标本与 MRI 切成同一平面。RP 标本上的靶向活检标本和治疗后的肿瘤均由专家 GU 病理学家进行了染色和分析。最终病理情况下的最小残留疾病(MRD)定义为残留肿瘤负荷 <0.05 cc。一名放射线专家对所有 mpMRI 影像进行了解读,并在基线和随访时在 MRI 上手动绘制了可疑病变的轮廓。MR 特征包括额外的前列腺扩张、病变体积、ADC 值和灌注(Ktrans)。使用适当的非参数统计测试评估了病变和患者水平的指标与残留疾病之间的关联。结果提示 36 例患者完成了所有成像、治疗和 RP。在基线 mpMRI 上检测到 58 个病变,在 6 个月的随访影像学检查中仍有 40 个可测量。在整个病理学检查中,有 15 例患者表现为 MRD。在病变水平的多变量分析中,基线 mpMRI 病变体积在最终病理学上最能预测 MRD, AUC 为 0.88, 0.77~0.98($P=0.01$),而 ADC、灌注和前列腺肥大差异没有统计学意义。同样,在患者水平上,多变量分析显示,基线 mpMRI 相对肿瘤体积(肿瘤累及的腺体百分比)最能预测 MRD, AUC 为 0.89, 0.79~0.99($P=0.01$),无其他重要预测因子。相对肿瘤体积的最佳临界值分别为 8.1%,MRD 预测的敏感度分别为 87% 和 81%。因此,基线 mpMRI 处的相对病变体积可预测未经治疗的高危局限性前列腺癌对新辅助药的病理反应。

结直肠

1. CT 研究进展

Cho 等研究是评价术前 CT 壁外静脉浸润(EMVI)和壁外浸润深度(DEMI)对升结肠癌患者的预后意义。该研究纳入 189 例 T3 升结肠癌的患者,两名腹部放射科医生在不知道病理结果的情况下均对术前 CT 独立评估了 EMVI 和 DEMI。研究采用 Fisher 精确检验进行单变量分析,并采用 logistic 回归进行多变量分析,评估术前 CT 上年龄、性别、EMVI 和 DEMI 与同步转移的相关性。连续变量被二分(年龄大于或小于平均年龄;DEMI >5 mm 或 ≤ 5 mm)。使用对数秩检验比较变量(年龄、性别、EMVI、DEMI、同步转移和病理上的淋巴结转移)与无病生存期(DFS)的关系。使用 Cox 比例风险模型来识别与复发显著的变量。结果提示其中 21 例术前 CT 发生同步转移。29 例患者显示 EMVI, 78 例患者显示 5 mm 以上

的 DEMI。在多变量分析中, $DEMI > 5 \text{ mm}$ 与同步转移相关(优势比为 27.5, 95% CI 9.8~82.1, $P < 0.001$)。在 DFS 分析中, 包括 166 例患者(66 名男性), 不包括接受非治愈性手术(R1 或 R2)或失去随访的患者。中位随访时间为 47 个月(四分位间距为 29~60 个月)。在至少 12 个月的随访中观察到 34 例患者(20%)复发。与更差的 DFS 相关的变量为 EMVI(危险比[HR] 3.6, 95% CI: 1.4~9.2, $P = 0.001$), $DEMI > 5 \text{ mm}$ (HR 3.8, 95% CI: 1.7~8.5, $P = 0.008$), 以及病理上的淋巴结转移(HR 2.7, 95% CI: 1.1~6.7, $P = 0.03$)。观察者之间的一致性良好(EMVI 0.67, 95% CI: 0.50~0.83; DEMI 0.64, 95% CI: 0.48~0.80)。因此, 术前 CT 存在 EMVI 和 $DEMI > 5 \text{ mm}$ 与 T3 期升结肠癌预后不良相关。

Chen 等的研究是探讨光谱检测器计算机断层扫描(SDCT)得出的定量参数在结直肠癌区域转移淋巴结(LN)诊断中的价值。该研究纳入 84 例大肠癌患者增强静脉期 SDCT 图像。测量最大区域 LN 的短轴直径(S), 并评估 LN 的边界和增强均匀性。测量 LN 总体积的碘密度(ID)、有效原子序数(Zeff)、归一化碘密度(NID)和归一化有效原子序数(NZeff)。在病理转移和非转移的淋巴结之间对这些参数进行比较。采用受试者操作特征(ROC)曲线评估这些参数的诊断效能。结果提示总共纳入 84 个 LN, 其中 31 个是转移性 LN。增强静脉期图像中 LN 的短轴直径、边界、增强同质性、ID、Zeff、NID 和 NZeff 均显示转移性和非转移性 LN 之间存在显著差异($P < 0.001$)。ID 是区分转移性和非转移性 LN 的最佳参数, AUC 为 0.946。在 ID 为 1.56 mg/mL 的阈值下, 敏感度和特异度分别为 87.10% 和 88.68%。诊断价值高于 LN 的 S(AUC = 0.830, $P < 0.05$)、边界(AUC = 0.659, $P < 0.001$)和增强同质性(AUC = 0.734, $P < 0.001$)。观察者之间的可重复性对于 LN 测量的 ID、Zeff、NID 和 NZeff 非常好(组内相关系数 0.977~0.986)。因此, SDCT 定量参数有助于对结直肠癌患者局部转移性淋巴结转移的准确诊断, 其中 ID 对鉴别转移性和非转移性淋巴结转移的诊断效率最高。

2. MRI 研究进展

Haj-Mirzaian 等的研究目的是评价局部进展期直肠癌患者短、长疗程新辅助(化疗)放疗后复查 MRI 的诊断价值, 并比较这两种新辅助(化疗)放疗方案之间的放射学反应。该研究纳入 44 例患者(短疗程 22 例, 长疗程 22 例; 根据年龄、性别、治疗前磁共振 TNM(mrTNM)分期进行匹配)。短程放疗定义为手术前一周给予 25 Gy, 长期(化学)放疗定义为在手术前 5~6 周给予 50.4~54 Gy。放射科医生使用治疗前和治

疗后的 T_2 WI 和 DWI 评估了基于 MRI 的肿瘤消退等级(mrTRG)、mrTNM 分期和其他影像学特征。回顾了治疗后的术后 TNM(pTNM)阶段的病理结果。使用加权 k 分析评估了再分期 MRI 发现与病理结果之间的一致性水平。使用回归分析评估方案(短期与长期)与放射/病理结果之间的关联。结果提示 mrTNM/mrTRG 和 pTNM 分期之间观察者一致性(K 值)为 0.3~0.8。分析显示, 短程组($\kappa = 0.81$)与长程组($\kappa = 0.32$)相比, 放射学和病理学发现之间的一致性更高($P = 0.002$)。与长疗程相比, 短程放疗具有更好的 mrTRG(OR 3.75, 95% CI: 1.1~13.1)和 mrTNM(OR 4.39, 95% CI: 0.9~19.4)完全缓解。然而, 新辅助方案与 pTNM 完全应答和 Δ ADC 之间未发现显着相关性($P > 0.05$)。因此, 在局部进展期直肠癌患者中, 短疗程放疗后复查 MRI 较长疗程放疗更有效。此外, 与长期(化疗)放疗相比, 影像学上短期新辅助放疗可能导致更好或相等的肿瘤治疗效果。

Guan 等的研究是建立一个新的 MRI 标准来预测局部进展期直肠癌(LARC)的术后肿瘤消退等级(pTRG), 从而可以准确地预测预后。该研究纳入 214 例 LARC 患者的回顾性样本建立的新 MRI 标准(mrTRS)。随后, 纳入了 878 名 LARC 患者的前瞻性, 多中心研究。获得了基线和术后 MRI, 并通过病理、临床和随访数据收集了包括 mrTRS、mrTRG、T 分期、N 分期、壁外静脉侵犯(EMVI)、直肠系膜筋膜(MRF)在内的影像学特征。主要结果是通过采用对数秩估计和多元 Cox 回归模型的 Kaplan-meier 方法证明 mrTRS 是 LARC 新辅助化疗患者预后的独立预测因子。第二个结果是通过时间依赖性 ROC 曲线比较 mrTRS 和 mrTRG 对 3 年预后的预测能力。结果提示多变量分析表明, mrTRS 是生存结果的独立预测因子。与不良反应者相比, mrTRS 分层的良好和中度反应者死亡风险显著降低(HR 0.04, 95% CI: 0.01~0.31; HR 0.35, 95% CI: 0.23~0.52), 远处转移(HR 0.25, 95% CI: 0.13~0.52; HR 0.42, 95% CI: 0.30~0.58)和局部复发(HR 0.01, 95% CI: 0.23~0.52; HR 0.38, 95% CI: 0.16~0.90)。相反, mrTRG 分层组之间的生存结局没有显著差异。对于 mrTRS 和 mrTRG 评估, 观察者之间具有极好的一致性($k = 0.92$ 和 0.62)。因此, 建立的 mrTRS 可作为评估 LARC 新辅助放化疗肿瘤消退程度的有效预测指标。

腹部 CT 辐射剂量

Narita 等研究是运用超高分辨率计算机断层成像(U-HRCT)扫描仪获得空间分辨率更高的图像, 尽管在较小的探测器上, 要获得足够的入射光子需要更高

的辐射剂量。深度学习重建(DLR)是在基于模型的迭代重建(MBIR)重建的高剂量 CT 图像的训练数据集上训练的深度卷积神经网络。为了减少辐射剂量,研究评估了 DLR 对腹部 U-HRCT 图像的影响。该研究对 74 例经 U-HRCT 获得的肝脏动态 CT 扫描进行评价,其中 37 例采用标准剂量扫描(A 组),37 例采用 70%标准剂量扫描(B 组)。用混合 IR、MBIR 和 DLR 重建肝动脉(HAP)和平衡期(EP)图像。放射科医生将脊柱旁肌肉衰减的标准差记录为图像噪声。总体图像质量由另外两位放射科医生使用从 1(不可接受)到 5(优秀)的 5 分置信等级进行评估。非劣性的定义是使用预先指定的非劣性界限,其中,对于图像噪声,95% CI 的上限不超过 2.0,并且对于整体图像质量,95%CI 的下限小于-1。在该范围内,对于图像噪声,95% CI 的上限不超过 2.0,对于整体图像质量,95%CI 的下限小于-1。结果提示在 DLR(95%CI:

-0.97~1.71)、混合 IR(95%CI:2.32~5.60)和 MBIR(95%CI:-0.62~3.21)图像上,HAP 图像噪声无劣化标准。在 EP 中,B 组 DLR 和 MBIR 图像的图像噪声不低于 A 组(DLR 95%CI:0.59~1.86,MBIR 95%CI:-1.13~1.85)。然而,在混合红外图像上,B 组不如 A 组(95%CI:2.75~5.64)。B 组 HAP(95%CI:-0.74~0.18)和 EP(95%CI:-0.85~0.16)的 DLR 图像质量评分不低于 A 组,但在 HAP 的混合 IR 和 MBIR 图像上,B 组不如 A 组(混合 IR 95%CI:-1.47~-0.44;MBIR 95%CI:-1.82~0.60)。EP 图像也是如此(混合 IR 95%CI:-1.67~-0.59;MBIR 95%CI:-3.32~-1.03)。因此,DLR 即使在降低辐射剂量的情况下也能保持腹部 U-HRCT 图像的质量。

(收稿日期:2020-01-28)

• RSNA2020 聚焦 •

RSNA2020 医学影像技术研究进展

周依然,吴迪,方纪成,刘栋,鲁君,甘桐嘉,刘宇飞,姚义好,张烁琪,陈佳,朱文珍

【摘要】 数字化医学影像技术在现代临床医学的疾病诊断与疗效评价方面发挥着越来越重要的作用,是现代医疗不可或缺的部分。RSNA2020 医学影像技术的研究热点主要集中在提高图像质量、降低辐射剂量、联合深度学习算法、开发新技术以及临床相关研究等方面,本文将基于不同影像技术对其领域相关研究进行综述。

【关键词】 计算机体层摄影;图像质量;辐射剂量;深度学习;磁共振成像

【中图分类号】 R814.42;R814.41;R445.2;R-05 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2021)03-0315-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.03.007

计算机体层摄影(CT)

1. 提高图像质量

Wang 等在配备双层平板探测器的锥束 CT 系统上应用了一种新的基于模型的物质分离方法(model-based material decomposition,MBMD),用于高分辨率光谱 CT 成像。基于双层平板探测器的原型,其顶部为 200 μm 的碘化铯(CsI)闪烁晶体,采集相对低能量的数据,底部为 550 μm 的 CsI 闪烁晶体,采集相对高能量通道的数据。两个通道都采用 2880 $\times$ 2880 个 150 μm 的像素组成的非晶硅(a-Si)探测器面板。两层

之间的 1 mm 铜过滤层提高了光谱分离效率。MBMD 方法通过获取特定通道相关的模糊核函数直接估计材料密度分布。将 3D 打印模型浸入 50 mg/mL 的碘溶液中,采用滤波反投影法(filtered back projection,FBP)重建的图像域分解法(IDD)、理想模型 MBMD(iMBMD)和系统模糊建模 MBMD(bMBMD)三种方法测量水和碘的密度体积,发现 MBMD 法显著降低了噪声,提高了空间分辨率,且 bMBMD 较 iMBMD 的效果更好。

传统的快速千伏(kV)切换双能量 CT(dual energy computed tomography,DECT)在每个 kV 时需收集足够的图像,同时要求频繁的 kV 切换,限制了有效的管电流调试。目前提出了一种用于快速 kV 切换 DECT 的级联深度学习重建方法,采用稀疏 kV 采样切换,减少了对频繁 kV 切换的依赖,保持图像分辨率,有效地实现数据域物质分离。使用 Aquilion ONE

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: 周依然(1995-),男,湖北恩施人,博士研究生,主要从事中枢神经系统影像学研究。

通信作者: 朱文珍, E-mail: zhuwenzhen8612@163.com