



• RSNA2016 聚焦 •

(专题策划:杨岷)

RSNA2016 乳腺影像学

胡益祺,李嫣,冯梦丹,艾涛,夏黎明

【摘要】 2016 年 RSNA 大会中,乳腺影像学是重要组成部分。乳腺论文在数量方面较往年明显增加,且有更多新技术和进展在乳腺检查中得到应用。与往年相比,今年的热点和特点主要有以下几个方面:①乳腺对比增强光谱 X 线成像(CESM)和乳腺断层摄影(DBT)方面的论文数量明显增多,并且新增了乳腺 X 线成像技术在评估乳腺癌治疗疗效方面的应用;②MRI 方面的研究主要集中在不同模型扩散加权成像(DWI)的对比应用及动态增强磁共振成像(DCE-MRI)半定量和定量分析在乳腺癌预后评估的应用,另外还新增了对乳腺 MR 波谱成像与乳腺癌预后因子的相关性进行分析的相关研究;③超声方面增加了高分辨率乳腺超声断层成像,但论文数量不多。本文按照不同成像技术对 RSNA2016 大会中乳腺成像方面的新进展及临床应用进行介绍。

【关键词】 乳腺癌;新辅助化疗;预后因子;钼靶摄影术;乳腺 X 线成像;计算机辅助诊断;磁共振成像;体层摄影术;X 线计算机

【中图分类号】 R814.41;R814.42;R445.2;R737.9 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)02-0102-08

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.02.001

2016 年 RSNA 年会上乳腺成像方面的科学报告较往年明显增多,笔者将按照不同成像技术和方法对今年的研究热点进行综述。

乳腺 X 线检查

1. 钼靶

作为乳腺癌一项独立的危险因素,乳腺密度提供了乳腺癌风险及检查效能的信息。以往的测量乳腺密度(MD)的方法不仅耗时还具有主观性,但是可靠程度并不高。如何能标准化测量乳腺密度,已经成为了很多研究人员探究的主题。Bennett 等利用 Volpara 软件分析 2006—2012 年共 13942 例女性的钼靶图像,结果显示乳腺密度与乳腺癌风险的增加具有相关性,也证实了自动化测量技术的有效性。提示自动测量乳腺体积和密度可以对女性进行乳腺癌危险因素的评估并且可以实现重复性研究。Kathleen 等对公开可用的全自动乳腺密度评估软件——“LIBA”进行了验证性研究。其将两种软件评估的乳腺面积密度和体积密度进行比较。一种是公开可用的乳腺密度全自动化测

量软件(一种个性化乳腺密度评估软件,其可以运行“处理”和“显示”两种数字乳腺 X 线检查格式),另一种是商业软件(仅运行在“处理”格式)。结果显示,LIBA 对于“显示”格式的钼靶图像,所获得的乳腺密度与乳腺癌相关性的评估结果与商业软件类似,这一结论与之前的部分学者的研究结果具有一致性。研究者因此得出结论,这一公开可用的全自动化软件——“LIBA”,利用“显示”格式的图像可以对乳腺密度进行个性化测量和评估,从而进一步可以进行乳腺肿瘤的风险评估。

另外,致密性乳腺可能导致乳腺 X 线筛查的敏感性降低。BI-RADS 分级在对密度评估中强调了乳腺密度的掩蔽潜力,但对其只能达到定性评估,并且在放射科医师之间获得一致认同。James 等根据图片和 DICOM 标题内容自动计算出乳腺密度范围并提取掩蔽指数,来评估因乳腺致密组织所导致的肿瘤漏诊的概率,ROC 分析中,掩蔽指数对评估漏诊率的 AUC 值达到 0.74(95%CI:0.54~0.87)。有趣的是,乳腺体积密度对评估漏诊率的 AUC 值为 0.67(95%CI:0.40~0.84)。因此掩蔽指数可用于预测乳腺 X 线检查的漏率,在临床工作中定量、客观地评估掩蔽指数对于评估是否因为致密性乳腺导致漏诊至关重要。

乳腺 X 线检查是乳腺癌筛查首选的检查方式,可

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:胡益祺(1992—),女,安徽安庆人,硕士研究生,主要从事乳腺 MRI 诊断工作。

通讯作者:夏黎明,E-mail:cjr_xialiming@vip.163.com

显著降低乳腺癌的死亡率。乳腺 X 线摄影通常采用压迫乳腺的方式,但是压迫乳腺是否会获取高质量的钼靶图像,目前并无系统地研究。Nico 等探究了乳腺癌的筛查结果与钼靶检查过程中乳腺压迫程度的相关性,结果显示 5 个压力组的筛查结果间差异具有统计学意义($P=0.004$),检查结果的敏感性随压力增加而降低(77.0%,69.7%,74.5%,63.2%和 77.0%; $P=0.02$);不同压力组的特异性相似,而处于中间范围的压力组的阳性预测值(PPV)最高(28.5%,31.0%,34.2%,26.7%和 28.5%; $P=0.03$)。钼靶检查过程中按压乳腺的压力太大可引起检查间隔期乳腺癌的发病率增加,并且使得筛查的阳性预测值降低。因此控制钼靶摄影过程中压力不仅可以减少检查者的不舒适感,而且还能优化筛查结果。

在过去的十年中,对筛查结果的不同解释使得放射学界推出了各种乳腺 X 线检查指南,但也引发了关于筛查的益处和风险的争论。筛查性乳腺 X 线检查的反对者认为,筛查会造成不必要的召回和活检。Alana 等评估了假阳性活检结果是否会影响后续 X 线筛查的依从性,研究结果显示,与活检结果良性的患者随访情况相比,没有接受活检的患者选择随访的数量更多,这说明活检结果为良性会对钼靶筛查造成负面影响;而活检结果提示为乳腺癌和不典型增生的患者,在活检后更多地会选择随访检查。目前关于女性达到一定年龄是否可以停止乳腺 X 线筛查的争论在学者之间尚未达成一致意见。因为可用的数据大多来自于小型的观察性研究,而年龄 ≥ 75 岁的女性并不包括在随机试验中。Cindy 等对年龄 ≥ 40 岁的女性患者进行了评估,分析年龄与筛查性乳腺 X 线检查中各指标之间的相关性。通过对 2008 年 1 月—2014 年 12 月共 3416075 例女性的 6,980,054 张钼靶图像进行分析,结果显示肿瘤检出率为 0.365%(95%CI: 3.60~3.69),召回率为 10%(95%CI: 1%~10%),建议活检的阳性预测值(PPV2)为 20%(95%CI: 19%~20%),已行活检的阳性预测值(PPV3)为 28%(95%CI: 28%~29%)。在 90 岁之前,随着年龄的增加癌症的检出率、PPV2 和 PPV3 均逐渐上升,召回率逐渐下降。筛查性乳腺 X 线检查对 75~90 岁女性的稳定性指标并不支持到一定年龄可以停止筛查,而是更加支持指南,并且鼓励基于患者疾病和健康状况制订筛查方案。目前,普遍认为对 50 岁以下的女性应进行基于风险评估的钼靶筛查,但是目前实践中尚未对这一方案的价值进行评估。Elizabeth 等的相关研究结果显示,对于 < 50 岁的女性,基于风险评估的乳腺 X 线筛查的召回率和活检率更低,但是对于 50 岁以上的女性,基于年龄的乳腺 X 线筛查的肿瘤检出率更低。

2. 数字化乳腺断层摄影术

数字化乳腺断层摄影(DBT)已经越来越多地应用于临床,通过降低乳腺组织重叠来提高对致密性乳腺的病变检出率。Valentina 等对比了 DBT 与数字乳腺 X 线检查(DM)对乳腺癌的诊断效能及预后。结果显示 DM 和 DBT 召回率分别为 3.6%和 3.5%;检出率分别为 5.4/1000 和 7.7/1000;PPV 分别为 15.5%和 23.3%。与数字钼靶摄影相比,DBT 的检出率较高,并且召回率并没有增加。

Madhavi 等探究了 BIRADS 3 级病变的 DBT 特征和出现概率:对 3 年内的 12611 例患者的 DBT 图像进行分析,其中被评估为 BIRADS 3 级病变的共 2535 例(20%),获得其中 2212 例患者的 12~36 个月随访数据,对其恶性率、肿瘤检出的间期及 X 线特征进行分析。结果显示 25 例为恶性病变(1%),主要 X 线表现为肿块样(12 例)、钙化(11)或结构扭曲(2),无非对称性致密病灶;其中 24 例淋巴结阴性。22 例在首次随访中检出,15 例在 6 个月检查间期检出,3 例在 12 个月检查间期检出,4 例在 24 个月检查间期检出,3 例在第二次随访中检出。该项研究结果表明 BIRADS 3 级病变的恶性率较低(约 1%),大部分表现为肿块或钙化灶,这表明局灶性非对称性致密表现多为良性征象。大多数恶性肿瘤在首次随访中检出,无需继续进行持续 2~3 年的随访复查。因此基于 DBT 技术的乳腺 X 线筛查可能改变诊断工作流程,也可以为可疑良性病变重新定义成像特点和随访间期。

Jung 等对 2012 年 1 月—2014 年 12 月共 265 例(包括 159 例阴性、106 例无钙化的 T1 期浸润性乳腺癌)患者行 FFDM 和 DBT 检查,对同时在 DBT+FFDM 图像上显示的病变和单独在 FFDM 图像上显示的病变的可视化情况进行评分(1~3 分,分别为差、一般、良好)。DBT+FFDM 图像的平均可视化得分较 FFDM 高(2.5 vs 1.8; $P=0.01$)。极致密乳腺是与肿瘤显示较差相关的唯一独立预测因素($OR=0.02$, $P<0.001$)。55 例患者为极致密乳腺,相比 FFDM, DBT+FFDM 的敏感性和特异性无显著改善;但对于 210 例其它致密程度的乳腺患者,DBT+FFDM 的敏感性和特异性显著提高。Jin 等将浸润性乳腺癌的 DBT 单独显示和 DBT、全视野 FFDM 同时显示的临床病理及免疫组织化学特点进行对比,发现浸润性乳腺癌患者中,仅 DBT 显示的肿瘤组织学上比 DBT 和 FFDM 同时显示的肿瘤组织学级别低。

Su 等回顾性分析 273 例女性患者共 277 个浸润性癌灶,所有患者行 DBT 检查并进行了术前评估。由 3 位医师独立阅片,明确肿瘤显示情况、肿块形态以及微钙化。每一个乳腺癌的可视化评分按检出病灶的阅

片者数划为 0~3 分,并按照 0~1 和 2~3 分划分为低显示组和高显示组。结果显示 273 例中,乳腺分型包括脂肪型 4%,散在纤维腺体型 16%,不均匀致密型 58%,极致密型 22%。在 277 个浸润癌病灶中,186 个为 HR(+),HER2(-),47 例为 HR(+/-),HER2(+),44 例为 HR(-),HER2(-)。HR(+),HER2(-)型乳腺癌在 DBT 上的最常见表现为针状肿块;HR(+/-),HER2(+)型主要表现为非针状肿块伴细线状分支状微钙化;HR(-),HER2(-)型主要表现为非针状肿块不伴微钙化。DBT 图像上可见乳腺癌常常发生于极致密型乳腺内并且常表现为较小的肿块,提示乳腺癌的亚型不是影响 DBT 上病灶显示情况的重要因素。不同亚型的乳腺癌在 DBT 上有不同表现,但不会影响它们的显示情况。

Nachiko 等对纳入研究的 108 例患者(38 例乳腺癌,70 例正常或良性病变)行 MMG 和 DBT 检查,获得 MMG、SMMG 和 SMMG+DBT 图像,SMMG 为经 3D 容积技术重建后获得的图像。由 4 位阅片者使用 ROC 曲线独立评估 BIRADS 分级和恶性可能性 POM 评分,并比较 2 mm 层厚、1 mm 层间距与 6 mm 层厚、3 mm 层间距重建方法的诊断效能。结果显示:MMG、SMMG 和 SMMG+DBT 对恶性病变诊断的平均 AUC 值分别为 0.882、0.813 和 0.898。SMMG+DBT 相比单独的 MMG 和 SMMG 有更高的诊断准确性。单独的 MMG 和 SMMG 之间诊断准确性的差异无统计学意义。2 mm 和 6 mm 层厚图像的 BI-RADS 分级的平均 AUC 值分别为 0.893 和 0.893;POM 评分分别为 0.896 和 0.895,两者之间差异无统计学意义。相比 MMG,SMMG+DBT 的诊断准确性更高。上述结果表明,厚层 DBT 图像对比当前的设置,能在不影响诊断准确性的情况下减少过多的阅片量,有助于临床流程的优化。

Tisha 等还比较了浸润性小叶癌(ILC)在 DBT 和 DM 图像上的特征。他们分析了 189 例 ILC 患者(191 个病灶)的影像学征象(DBT 和 DM)与病理结果的相关性。主要征象包括结构扭曲(AD)、局部不对称(FA)、不对称(A)、肿块(M)、钙化(CALC)和阴性(NEG)。DBT 图像上 AD 的出现率明显高于 DM(36% vs. 18%, $P<0.05$)。FA 在 DBT 和 DM 图像上的出现率无明显统计学差异。DBT 图像上的假阴性表现明显少于 DM(0% vs 7%, $P<0.001$)。DBT 图像上结构不对称征象明显多于 DM(15% vs 10%, $P<0.01$)。DBT 图像上 CALC 出现率明显多于 DM(8% vs 7%, $P<0.001$)。相对于 DM,ILC 在 DBT 上常见的征象为结构扭曲和结构不对称。了解 ILC 在 DBT 和 DM 图像上的表现不同有助于放射医师更精

确地诊断。

Vincenzo 等还探究了 DBT 引导的 VAB 对于临床怀疑(欧洲指南中 R3~5 级病变)但未触及病灶的乳腺病变的诊断准确性和临床价值。该研究纳入了 166 例患者共 171 个病灶,144 例取坐位,27 例取侧卧位。分析患者年龄、可疑级别、病灶的形态(微钙化、不透明、结构扭曲)以及大小,通过卡方检验分析它们与 VAB 组织学结果(B1~5)的相关性并记录介入活检的耗时。其中,67.8%的女性 ≥ 50 岁,91 个病灶归为 R3,60 个归为 R4,20 个归为 R5。病灶主要征象包括微钙化(141 个,82.5%)、局部不透光区(6 个,3.5%)和结构扭曲(24 例,14%);67 个病灶大小为 2 cm。VAB 报告有 53 个病灶为阴性(B1=4;B2=4)、47 个病灶处于临界(B3),4 个病灶为可疑阳性(B4)、66 个病灶为阳性(B5),1 个病灶为淋巴瘤。年龄和可疑级别与 VAB 组织学显著相关。102 例患者经过手术无 VAB 组织学降级,其他患者随访期间无肿瘤进展。VAB 平均耗时为 9 min,比文献报道时间长。DBT 引导的 VAB 有很高的诊断准确性和极好的临床诊断价值,是针对临床怀疑但未触及的乳腺病灶的快速、可行的诊断技术,将来可能取代标准的立体定向系统对可疑未触及的病灶进行评估。

Serine 等对比单独 2D 与 2D+3D 技术对浸润性乳腺癌的检出情况及与病理、受体状态和乳腺密度的相关性。结果显示在 177 例浸润性乳腺癌中,2D 图像仅检出 59 例,2D+3D 图像检出 118 例。3D 技术显著改善了筛查和诊断性检查的病变检出率。在 118 例中,有 62 例仅靠 3D 或经 3D 图像更好的检出。3D 图像上肿瘤的主要表现:浸润性小叶癌较多,低级别的浸润性乳腺癌较多(1、2 级,ER/PR 阳性,Her2 阴性)。另外,在致密型乳腺患者中 3D 图像还检出了更多的浸润癌。DBT 增加了筛查和诊断性检查中乳腺癌的检出率。通过 DBT 检出的浸润性小叶癌和低级别浸润性乳腺癌较多(低、中级别,ER/PR 阳性,Her2 阴性)。对比 2D,DBT 技术改善了对结构扭曲和轻微的非对称致密病变的显示,这是低级别浸润性乳腺癌、缓慢生长肿瘤及浸润性小叶癌的较常见征象。

3. 对比增强光谱乳腺 X 线成像

对比增强光谱乳腺 X 线成像(CESM)是一种通过使用对比剂突出血流量增强的区域以实现乳腺癌检出的新型技术。CESM 使用双能量技术,产生类似传统 X 线摄影的低能量图像和突出显示强化病灶的图像。

Vera 等回顾性队列分析了 2012—2016 年共 438 例行乳腺超声和 CESM 检查的女性患者,平均随访 18 个月。共检出 23 例乳腺癌,其中 CESM 检出 21 例,敏感度 91.3%,特异度 92.3%,PPV 和 NPV 为

40.0%和99.5%;DM检出11例,敏感度47.8%,特异度93.7%,PPV和NPV为30.0%和97.0%。DM+US检出17例,敏感度73.9%,特异度85.8%,PPV和NPV为22%和98%。三组之间敏感度和特异度的差异有统计学意义。CESM、DM和DM+US的ROC曲线的AUC分别为0.926、0.772和0.798。因此,CESM对于乳腺癌的早期检查可能是一种有价值的筛查工具,能提供解剖和代谢信息。与DM相比,CESM临床筛查诊断效能较高。

Michelle等还探究了CESM是否能安全地排除或确定患者标准X线摄影或DBT上可疑结构扭曲的病灶为恶性。其通过对45例患者共49个病灶进行回顾性分析,29个为浸润癌,1个为DCIS,病灶直径0.4~4.7 cm,其中16个为浸润导管癌,12个为浸润小叶癌,1个为低级别腺鳞癌;9个为放射瘢痕,10个为良性病灶。有结构扭曲的49个病灶中37个在CESM上显示有强化。其中,29例为恶性病变,PPV为78.4%。CESM上结构扭曲对恶性病变的敏感度为96.7%,特异度为57.9%,NPV为91.7%,假阳性率为21.6%,假阴性率为8.3%,符合率为81.6%。CESM上强化病灶的PPV为78%。此研究中总体敏感度为97%,这其中包括了1例无强化的4 mm恶性病灶伴有背景显著强化,这潜在的模糊了恶性病灶的强化。进一步的研究必须考虑CESM与月经周期的关系。在我们的数据中,30例恶性病灶中29例与强化相关,而且结构扭曲为浸润性癌,这就强调了结构扭曲作为与癌症浸润性相关表现的重要性。因此结构扭曲的任意强化区域都应该进行活检。CESM对结构扭曲具有较高的敏感性和阳性预测值,使得其可作为一种辅助模式诊断恶性病变以及避免活检。

Valentina等还比较了CESM和MRI在评估新辅助化疗中的乳腺癌组织学和分子特征的应用,并探究退缩模式是否会影响NAC后肿瘤的测量。该前瞻性研究中共46例女性患者,包括40例浸润性导管癌,4例浸润性小叶癌;2例化生癌及免疫组化分型上Luminal A 3例,Luminal B 16例,Luminal B HER+ 6例,三阴性12例,HER2+ 9例。在NAC之前、期间和之后对患者行CESM和MRI检查。将病灶消散模式分为3类:向心性(C),巢状(S)、消散(D)。将NAC后CESM和MRI测量的病灶大小与术后组织病理学结果进行对比,结果显示总体相关性 r 分别为0.866和0.728,大小平均低估了4和8 mm。相关性方面主要差异在ILC型(CESM的 $r=0.628$,MRI的 $r=0.298$)和Luminal B型(CESM的 $r=0.750$,MRI的 $r=-0.003$)。病灶消散模式:22例为C,15例为S,9例为D。ILC有75%为S和25%为D;Luminal B有

50%为C,44%为S,6%为D。对比组织病理学的大小平均低估,CESM和MRI仅仅在S模式有明显不同,ILC(CESM为30 mm,MRI为56 mm)和Luminal B(CESM为2 mm,MRI为18 mm)。CESM和MRI上,表现为D模式的ILC和Luminal B的直径分别为7和5 mm。CESM和MRI上,表现为C模式的Luminal B的直径为3 mm。所以,对于NAC后明确治疗反应CESM可能比MRI的诊断可靠,尤其是对于ILC和Luminal B亚型,并且CESM较少受到巢状消散模式不易检出和界定的影响。

乳腺超声

1. 常规超声成像

腋窝淋巴结转移是乳腺癌预后不良的重要指标,而腋窝淋巴结清扫术是判断腋窝淋巴结有无转移的金标准。近年来,随着各种影像技术的发展,术前检查可以检出未发生淋巴结转移的早期乳腺癌。术前准确评估乳腺癌患者腋窝淋巴结有无转移对病情判断、治疗方案选择具有重要意义。目前,超声在评估腋窝淋巴结是否存在转移方面具有一定的敏感性和特异性,并且超声具有无创、无辐射、简单易行的优势。因此,超声被认为是评估腋窝淋巴结有无转移较可靠的检查方法。

Ga等评估了术前腋窝超声检查在避免对大量早期乳腺癌患者进行不必要的腋窝淋巴结清扫(ALND)的应用价值。将2009年3月—2013年2月共1929例行术前腋窝超声检查和随后行乳腺保乳手术的淋巴结阴性的T1/T2期乳腺癌患者纳入研究,其中1475例(76.5%)前哨淋巴结活检(SLNB)阴性,随访稳定超过两年;327例(17.0%)SLNB阳性,随后行ALND,127例(6.6%)超声引导细针穿刺腋窝淋巴结和前哨淋巴结活检阳性。根据前哨淋巴结转移阴性与术前腋窝超声检查结果(阳性或阴性)进行对照、临床病理特点(年龄、临床分期、组织学类型、核级、侵犯范围、分子亚型)。利用多因素回归分析法对非前哨淋巴结转移的独立因素进行分析。结果显示19291例中,203例(10.5%)行ALND腋窝淋巴结清扫的患者其前哨淋巴结转移阴性。其中腋窝超声检查的患者阳性率高于非腋窝超声检查(53.8% vs 3.6%, $P<0.001$)。多因素回归分析发现前哨淋巴结转移阴性的相关独立因素为腋窝超声检查呈阳性(OR=30.163;95%CI:19.970~45.558),临床分期T2(OR=1.733;95%CI:1.156~2.598),周围侵犯(OR=1.733;95%CI:1.156~2.598)。1284例临床分期T1及腋窝超声检查阴性的患者中,185例行ALND(OR=1.733;95%CI:1.156~2.598),前哨淋巴结转移阴性确诊30

例($OR=1.733; 95\%CI:1.156\sim2.598$)。早期乳腺癌患者,术前超声检查的腋窝淋巴结阳性及 T2 分期与前哨淋巴结转移阴性显著相关。该研究显示超声检查阴性、临床分期 T1 的肿瘤患者而前哨淋巴结转移阴性可以避免行腋窝淋巴结清扫。

2. 超声弹性成像

超声弹性成像是一种新型超声诊断技术,能够检测出传统超声无法探测的肿瘤及扩散疾病成像。Seung 等探究钙化在横波弹性成像中对评估乳腺癌病变的影响。该研究回顾分析 2013 年 10 月—2014 年 3 月共 807 例行横波弹性成像的患者。排除无乳腺 X 线检查($n=54$)、测量($n=51$)和随访数据($n=47$)不完整的患者,以及超声检查前已进行新辅助化疗的患者($n=24$)。最后包括 631 位患者共 673 个病灶纳入本研究。我们对超声描述的病变进行分析:类型(肿块或非肿块)、大小、BI-RADS 分级和弹性评分。另外,比较了 3 组中伴钙化的乳腺病变和不伴钙化的乳腺病变(良性病变、原位癌和浸润性癌)的弹性评分,以及影响乳腺病变弹性评分的其它超声因素。乳腺病变组织学或随访超过 2 年被确认。存在钙化的病变占 25.3%(170/673),非钙化病变占 74.7%(503/673)。所有良性病变弹性评分平均为 33.9 kPa,伴钙化的良性病变弹性评分平均分为 62.8 kPa,无钙化的良性病变弹性评分平均分为 29.8 kPa($P=0.000$)。原位癌弹性评分平均分为 97.0 kPa,伴钙化的病变弹性评分平均分为 114.6 kPa,无钙化的病变弹性评分平均分为 52.8 kPa。浸润性癌弹性评分平均分为 157.6 kPa,钙化病变和非钙化弹性评分平均分为 146.4 和 171.9 kPa($P=0.018$)。其他超声因素包括病变类型(肿块或非肿块)、大小、BI-RADS 分级显示与病变弹性评分无相关性。

3. 高分辨率乳腺超声断层成像

基于波形断层的概念的一种新算法被应用到乳腺的超声断层成像来创建组织的高分辨率图像。Neb 等探究了超声断层成像声图和 MRI 图像的空间分辨率,结果显示 UST 声波图像空间分辨率(0.7 ± 0.1) mm, MR 冠状面分辨率(1.6 ± 0.1) mm。在其他平面, MRI 分辨率为 0.8 ± 0.1 , UST 分辨率(2.0 ± 0.3) mm。因此这种基于波形断层摄影一项新算法应用于 UST 数据生成声波图像,其分辨率能与 MRI 相近。

4. 对比增强超声成像

新生血管对于乳腺肿瘤进展、生长和转移非常重要。非侵入性检查对肿瘤的定量分析血供以鉴别良性、恶性病变及指导治疗、预后评估非常重要。对比增强超声成像(CEUS)作为一项无创检查目前可以应用

于临床用来评估肿瘤微循环及灌注。Naoko 等对浸润性乳腺癌超声对比增强定量分析进行了研究,其检测增强面积比与浸润性乳腺癌的组织微血管密度(MVD)是否具有相关性。他们对 2014 年 8 月—2015 年 12 月间进行对比增强超声检查的 40 位浸润性乳腺癌患者进行回顾性分析。在增强后超声图像上手动分割肿瘤体积。获取强化峰值和延迟期的(55—59, 50—60—64, 65—69)。对于每一个病人,我们也分析了三个感兴趣区(ROI)的时间信号曲线(TIC),获得峰值强度的平均值(PI)和曲线下面积(AUC)。结果显示增强区域比值的峰值和延迟时相(50~54, 55~59, 60~64, 65~69s)与组织 MVD 具有显著相关性($r=0.57, 0.62, 0.68, 0.61, 0.58; P=0.0001, <0.0001, <0.0001, <0.0001, =0.0001$)。因此,增强面积比(增强比)与浸润性乳腺癌 MVD 具有显著相关性。

乳腺 MRI

1. 扩散加权成像

乳腺扩散加权成像(DWI)是目前惟一能够检测活体组织内水分子扩散运动的无创方法。高 b 值扩散加权成像可以使乳腺恶性肿瘤更加清晰的显示,但获得这些 b 值会延长快速的非增强扫描时间和降低信噪比。Averi 等探究了高 b 值 DWI 使致密性乳腺的乳腺癌最清晰显示的潜能。对 2014 年 1 月—2015 年 8 月所有致密型乳腺并行动态增强 MRI 的浸润性乳腺癌患者进行回顾性分析。获取多 b 值(0、100、600、800 和 1000s/mm²)DWI,根据线性最小二乘法体素内不相干运动(IVIM)模型获取高 b 值(1000、1500、2000、2500 和 3000s/mm²)DWI。感兴趣区域为病变(l)和对侧组织(t),并计算相对强度(RI),计算公式: $RI=(\mu_l - \mu_t)/\mu_t$; μ = ROI 内的信号强度值。利用 Wilcoxon 秩检验比较不同 b 值的 RI。利用 Wilcoxon 等级测试分析病灶特征(大小、组织学和形态学)。一共有 23 例(平均年龄 58 岁)致密型乳腺患者经 MRI 检测出 25 个浸润性病灶(导管癌 22 个,小叶癌 3 个)。18 个为肿块样病灶,直径 4~83mm,平均 12mm;7 个为非肿块样病灶。随着 b 值增加,RI 逐渐增加,在 b 值为 3000s/mm² 时 RI 值最大,此时对病灶的显示比较清晰。病变的组织学、形态学特征无显著差异($P>0.05$)。IVIM 模型的高 b 值 DWI 图像可以增加图像上肿瘤与正常组织的对比,还可以节省扫描时间,提高图像质量。

Shunan 等探究了 IVIM-DWI 参数与乳腺癌分子亚型和预后因素的相关性。2014 年 3 月—2015 年 5 月对经病理证实的 110 例浸润性导管癌(114 个病灶)患者进行分析。所有患者在手术/细针穿刺活检前进

行多 b 值($0\sim 1000\text{s/mm}^2$)DWI 检查。利用 GE 后处理软件自动测出 IVIM 模型参数(D, D^* 和 f)。利用 Mann-Whitney U 检验和 Spearman 相关系数来分析 IVIM 参数与预后因素(病灶大小, 病理级别, 血管侵犯, 淋巴结转移, 以及 ER、PR、HER2 和 Ki67 的表达水平)。低级别、PR 阴性、HER-2 阳性组的 D 值高于高级别、PR 阳性、HER-2 阴性组($P<0.001$; $P=0.042$; $P=0.001$)。HER-2 阳性组的 D^* 值高于 HER-2 阴性组($P=0.033$)。低级别组 f 值明显低于高级别组($P<0.001$)。HER2 多表达型肿瘤 D 值明显高于 Luminal 组和三阴性组($P=0.026$; $P=0.048$)。因此, Shunan 等认为 D 值与肿瘤分级及 PR 表达水平呈负相关, 与 HER2 表达水平呈正相关, D^* 值与 HER2 水平呈正相关, f 值与肿瘤级别呈正相关。D 值可以将 HER2 多表达型和 Luminal 型及三阴性肿瘤鉴别出来。IVIM 模型 DWI 参数在区分不同的乳腺癌分子亚型和预测预后方面具有潜在价值。

Kun 等评估了单指数模型、双指数模型、拉伸指数模型的 DWI 及扩散峰度成像(DKI)参数在评估乳腺癌方面的应用。获取 94 例经病理证实的乳腺病变患者的 DWI 和 DKI 图像。获取单指数模型的 ADC 值、双指数模型的扩散系数(D)、假扩散系数(D^*)和灌注分数(f)、拉伸指数模型的分子扩散异质性指数(α)和分布扩散系数(DDC)、扩散峰度模型的平均扩散值(MD)和平均峰值(MK)。利用统计分析方法比较良、恶性病灶的所有参数值。结果显示恶性病灶的 DC、D、DDC 和 MD 值明显低于良性病灶($P<0.0001$); 恶性病灶的 α 、 D^* 、MK 值明显高于良性病变($P<0.0001$)。在鉴别良、恶性病灶方面, MD、MK 的 AUC 值(0.967、0.960)明显大于 D^* 、 α 和 f(0.677、0.692、0.522)。浸润性乳腺癌患者中, MK 和 α 与 Ki-67 表达呈正相关($r=0.55$; $r=0.43$)。该研究认为与传统扩散参数相比, DKI 模型可以提供更多的信息, 并且能更好地显示乳腺病变的特征。DKI 的峰度值和 DWI 拉伸指数模型的水分子扩散异质性指数对鉴别乳腺癌术前增殖活动具有重要意义。

Reem 等评估了单指数模型、双指数模型、拉伸指数模型的弥散加权成像在评估乳腺癌新辅助化疗疗效的应用价值。该研究纳入 36 例(平均年龄, 53 岁)接受新辅助化疗的浸润性乳腺癌患者。所有患者在治疗前进行弥散加权磁共振(DW-MRI)成像。为了评估早期治疗反应, 记录下 22 位患者治疗中期 MRI 参数的变化。获取 8b 值(0, 30, 60, 90, 120, 300, 600, 900 s/mm^2)DWI 图像。获取 ADC、组织扩散系数(Dt)、血管分数(?)、分布扩散系数(DDC)和 α 参数。在肿瘤最大直径层面勾划感兴趣的区域。结果显示

16 例患者具有完全反应而另外 20 例患者无反应。各组治疗前的平均扩散系数的差异具有统计学意义($P<0.05$)。ROC 曲线分析中, DDC 的 AUC 值(0.756)明显大于 ADC 和 Dt。DDC 截断值为 $1.141\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 时, 达到最高的敏感度(81%)和特异度(72%)。在治疗中期, 反应组的 ADC($P=0.03$)和 DDC($P=0.04$)值明显升高。但是 Dt 值的改变并不具有统计学意义($P=0.14$)。反应组 f 值降低, 无反应组 f 值升高($P=0.05$)。因此多指数模型参数可提供细胞内和细胞膜信息, 并且其对治疗引起的组织改变很敏感。

目前, DWI 越来越多地应用于临床实践中, 并且其结合 DCE-MRI 形成多参数 MRI, 可明显提高检查的敏感性和特异性。Katja 等探究了 DWI 是否能作为独立检查来检测乳腺癌, 并将其与 DCE-MRI 及多参数 MRI 进行了比较。他们随机挑选了 100 例患者, 由两位有经验的医师评估多参数 MRI 数据。所有 DCE、DWI 图像都是独立进行评估, 并进行 BI-RADS 分级, 记录病灶的大小和 ADC 值。结果显示一共有 42 个恶性和 58 个良性肿瘤。DCE-MRI 检测乳腺癌的敏感度为 100%, 是最敏感的检测方法。DWI 作为一种独立的检查方法, 其敏感度(80%)较低($P=0.001$), 但特异度(78.6%)与 DCE-MRI(66.7%)相比较。DWI 和 DCE-MRI 的诊断符合率分别为 80%和 86%。除了 1 例黏液癌和 1 例 ILC, DWI 漏诊的恶性肿瘤均为直径 $<12\text{mm}$ 的病灶。多参数 MRI 的敏感度为 96.7%, 与 DCE-MRI 间的差异无统计学意义($P=0.45$), 其特异度(76.2%)与 DWI 相近($P=1$), 其诊断符合率(88%)在三者中最高。DWI 对于较小病灶的诊断敏感性较低, 因此不能作为检出乳腺癌的一种独立的检查方法。结合 DWI 和 DCE-MRI 的多参数 MRI 在乳腺癌的诊断中准确性最高。

2. 乳腺动态增强磁共振成像

DCE-MRI 检查中正常乳腺的腺体组织强化被称为背景强化(BPE), 它会影响对乳腺腺体内病变的诊断。Aly 等探究了健康女性 DCE-MRI 中 BPE 的定量数据和随时间变化的特点。结果发现在健康女性 DCE-MRI 扫描中, 绝经前妇女的 BPE 显著高于绝经后的妇女。并且随着年龄增长, BPE 的均值逐渐降低。Geoffrey 等评估腺体 BPE 是否影响乳腺 MRI 的诊断效能, 结果发现 BPE 增加不会影响 MRI 筛查乳腺癌的诊断敏感性, 但会引起特异性下降和活检率增加。BPE 已被证明与乳腺癌风险有关, 但是与 BPE 相关的因素目前还未得到充分研究。Glen 等探究了 BPE 和血浆激素水平是否相关。结果显示纳入该研究的 86 例女性(平均年龄 49 岁)中, 每一种激素与

BPE 都存在负相关,但是相关性并不显著:ER($r=0.05, P=0.05$);PR($r=0.003, P=0.003$);FSH($r=-0.05, P=0.05$);LH($r=-0.1, P=0.1$);PRL($r=0.02, P=0.02$)。该研究认为可能是性激素之外的因素与 BPE 相关。并且该结果并不支持乳腺 MRI 检查要安排在月经周期第二周。Sooyeon 等探究 DCE-MRI 上病变背景信号增强比(SER)对新辅助化疗后是否存在残留肿瘤以及是否是残留的原位癌还是小浸润性肿瘤的鉴别具有重要价值。这项研究纳入了 221 例女性患者(平均年龄 47.9 岁):75 例无残留肿瘤,51 例残留导管原位癌,95 例小浸润性癌($\leq 5\text{mm}$)。利用 t 检验和多元线性回归分析比较不同组的 SER 值和病灶大小。结果显示残余肿瘤 SER 值明显高于无残余肿瘤(1.72 ± 0.40 vs $1.49 \pm 0.32, P < 0.001$)。残余 DCIS 的 SER 值与微小浸润癌间的差异无统计学意义(1.78 ± 0.36 vs $1.69 \pm 0.41, P=0.181$)。残余肿瘤病灶大小明显大于无残余肿瘤(2.42 ± 1.97 vs $1.37 \pm 1.57, P < 0.001$)。多元分析中, MRI 上高 SER 值($OR=6.206, 95\%CI: 2.512 \sim 15.331, P < 0.001$)和较大病灶($OR=1.576, 95\%CI: 1.249 \sim 1.988, P < 0.001$)与残留肿瘤具有明显相关性。因此, MRI 上病变背景信号增强比可以鉴别新辅助化疗后是否存在残留肿瘤。当新辅助化疗后动态增强 MRI 上病灶显示其 $SER < 1.7$, 显示病变具有病理完全缓解的可能性高,这对决定手术范围具有重要价值。但是,它不能鉴别残余肿瘤是导管原位癌还是微小浸润癌。

DCE-MRI 通过注入对比剂后观察病变信号强度随时间变化,获取时间信号曲线(TIC)和相关的血流动力学信息,对病变进行半定量及定量分析。Laura 等评估了早期时间动力学参数在肿瘤分级、肿瘤类型和预后因子方面鉴别浸润性导管癌(IDC)和导管原位癌(DCIS)的应用潜能。他们纳入了 152 例经病理证实的患者(共 178 个病灶),所有患者行 3.0T DCE-MRI 扫描,记录病灶大小、形状、早期强化率(IER)、病理结果、腋窝转移、BPE 及肿瘤周边 BPE。结果显示 IDC 占 76%(135/178),DCIS 占 24%(43/178)。IDC 中,57%(77/135) ER/PR(+),21%(28/135)为三阴性乳腺癌(TBNC),22%(31/135)为人类表皮生长因子受体 2(HER2)阳性。IDC 患者的 IER 高于 DCIS ($P < 0.001$)。肿瘤级别($r=0.38, P < 0.001$)、Ki-67 表达情况($r=0.28, P=0.28$)、BPE($r=0.31, P < 0.001$)、病灶大小($r=0.37, P < 0.001$)。HER2 阳性(213%)和 TNBC(227%)的 IER 值高于 ER/PR 阳性者(164%, $P=0.026$)。BPE/瘤旁 BPE 与病灶大小、肿瘤分级、ki-67 或腋窝淋巴结转移无相关性。故作者认为 IER 可以鉴别高级别肿瘤、HER2 阳性及 TN-

BC、Ki-67 高表达者。

Maryam 等评估了多参数动态增强 MRI 评估不同亚型乳腺癌新辅助化疗的病理完全缓解反应(pCR)。他们回顾性研究了 75 例经活检证实的乳腺癌患者,所有患者都在手术前行 DWI 和 DCE-MRI 成像。根据病灶形态(肿瘤大小、类型和边缘),定性分析(模式和曲线类型)和定量动态血流动力学增强参数(K_{trans} 、 K_{ep} 和 Ve)、ADC 和受体亚型对有无 pCR 进行评估。结果显示 22 例(29%)患者具有 pCR。在单因素分析中,较小肿瘤的直径($P=0.03$)、低 ADC 值($P=0.04$)、低 K_{trans} 值($P=0.05$)、低 Ve ($P=0.04$)和非 luminal 受体($P=0.003$)与 pCR 有显著相关性。在多变量分析中,肿瘤大小($P=0.02$)、ADC 值($P=0.03$)和受体亚型($P=0.04$)与 pCR 仍具有显著相关性;但是, K_{trans} ($P=0.07$)和 Ve ($P=0.08$)与 pCR 相关。基于受体亚型分类后的患者,没有一个参数与 Luminal 型的 pCR 有显著相关性。在非 luminal 亚型中,低 ADC 值($P=0.02$)和 pCR 显著相关。pCR 组和无 pCR 组的肿瘤 ADC 值、定性增强参数及 K_{ep} 的差异无统计学意义。肿瘤形态(大小和边缘)、DWI 结合 ADC 值、血流动力学参数(K_{trans} 和 Ve)都可能预测新辅助化疗的 pCR。这些预测指标三阴性和 HER2 阳性的亚型比 Luminal 亚型指标评估更准确。因此,DCE-MRI 结合 DWI 及定量药代动力学参数在乳腺癌患者治疗前成像可预测新辅助化疗(NAC)的反应,这对挑选出适合 NAC 的患者具有重要意义。

Laura 等通过对进行了 DCE-MRI 和 DWI 成像的 125 例乳腺病变患者进行回顾性分析,探究了 DCE-MRI 结合分段读出 DWI 在乳腺良、恶性病变中的应用。DCE-MRI 局限性在于良性病变如纤维腺瘤富血供。DCE-MRI 结合 DWI 的诊断准确性最高。

3. 乳腺 MR 波谱成像

MRS 研究人体能量代谢病生理改变,通过显示组织生化学波谱,能够在病理形态学异常出现之前发现病变的生活代谢异常。Costanza 等探究了 MRS 中胆碱峰与乳腺癌患者的预后因子之间的相关性。该研究中将病灶 $\geq 8\text{mm}$ 、经活检证实为乳腺癌的患者进行 MRS 检查。最后有 102 例被评估为 BI-RADS 6 级的患者(94/102 IDC, 8/102 ILC)被纳入研究。48/102 例中检测到胆碱峰,病变的平均直径 26.29mm ($8 \sim 60\text{mm}$)。胆碱峰与病变大小($P=0.005$)、Ki-67 ($P=0.003$)、3 级肿瘤($P=0.001$)及 HER2 ($P=0.04$)之间显著相关,胆碱峰与受体 ER 和 PR 的表达状态及乳腺癌亚型之间无显著相关性。MRS 可以用来预测肿瘤侵袭性,并且胆碱峰与预后因子 Ki67、HER2 之间的相关性对临床具有指导意义。

4. 计算机辅助诊断

计算机辅助诊断(CAD)已经成为放射诊断的标准辅助工具。CAD的目标是改善放射诊断的精确度。许多CAD系统已经在美国和全球范围内广泛使用,比如应用于乳腺X线摄影和断层融合检测乳腺癌、胸片及胸部CT检测肺结节、结肠息肉的CT检出等。但目前CAD的临床应用没有明确的标准,放射科医师并未理解其最有意义的应用范围。每个CAD系统都有各自的优缺点,理解CAD系统的优缺点对于临床决策中如何更好结合使用CAD具有重要意义。

Corinne等评估CAD系统在乳腺DBT检查中的应用。发现使用CAD的平均AUC值为0.850,不使用CAD的平均AUC值为0.854,但CAD明显缩短了23.5%的阅片时间。使用CAD与不使用CAD,敏感性、特异性及乳腺癌阴性召回率的差异无统计学意义。DBT合并CAD系统的使用可显著缩短临床阅片时间,提高诊断效率。Rosalind等对比了合成乳腺X线

成像(SM)的CAD与全视野数字乳腺X线成像(FFDM)的CAD的性能。在研究期间内行乳腺X线筛查的1453例患者中有380例按纳入标准入组。患者年龄31~49岁,平均59岁。SM-CAD检测到的肿块数目比FFDM-CAD多($P<0.0001$);在钙化的检测方面,两者差异无显著性($P=0.4408$)。对比FFDM-CAD,SM-CAD检测出更多的肿块伴钙化。总而言之,SM-CAD比FFDM-CAD能发现更多的病灶。CAD系统通过标记X线图像上可疑区域有助于降低假阴性的诊断。但是,放射科医师应该理解到SM的CAD与FFDM的CAD之间的差异。Jin等还探究了术前乳腺MRI采用CAD生成的动力学特征与浸润性乳腺癌患者的无病生存率的相关性。结果显示术前乳腺MRI结合CAD测量的强化峰值与浸润性乳腺癌患者低无病生存率具有明显相关性,可以用来识别易复发的乳腺癌患者亚群。

RSNA2016 腹部影像学

丁琳,李拔森,李浩杰,张配配,梁丽丽,余浩,竺迪,闵祥德,邹显伦,李佳丽,可赞,冯朝燕,李安琴,游慧娟,陆静瑜,李震,王良,胡道予

【摘要】 今年RSNA年会上腹部方面的科学报告较往年增多,腹部诊断技术方法上有了新的突破性进展,动态增强MR成像、能谱CT、多参数MRI、体素内不相干运动技术、CT光谱成像、CT和磁共振图像纹理分析的应用是讨论的热点问题。一系列新技术的报道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;动态增强磁共振成像;能谱CT;多参数MRI;体素内不相干运动;CT光谱成像;CT图像纹理分析;磁共振图像纹理分析

【中图分类号】 R445.5;R814.42;R57 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)02-0109-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.02.002

第102届北美放射学大会(RSNA2016)在腹部诊断技术方法上有了新的进展及特点,下面笔者将从肝脏疾病影像、胆囊、胆道及胰腺影像、食道与胃的影像、小肠及结肠影像、直肠影像、泌尿系统影像、生殖系统的影像及腹部急诊影像等方面分别阐述。

肝脏影像学

1. 肝脏结节性病变

在一项前瞻性评估中,分析钆酸增强MRI时应用肝脏成像报告和数据系统(LI-RADS,LR)诊断肝细胞癌(HCC)的准确性。结果发现在HCC的高危患者

中,LR-5和LR-5V显示出对诊断HCC的高特异性;然而,非HCC恶性肿瘤的大部分被分类为LR-4或LR-5,并且大多数LR-M损伤是HCC,这表明LI-RADS 2014版中LR-M类别需要改进,以更好地排除HCC高危患者中的非HCC恶性肿瘤,以及减少HCCs被诊断为非HCC恶性肿瘤的误诊率。

Guimaraes等在双能(DE)CT容积模式下HCC患者进行动脉期和延迟期后处理,发现最佳对比噪声比(CNR)可提供最佳的整体图像质量,而减影技术并没有增加诊断价值。Huan等前瞻性探讨了MRI动态增强与肿瘤血管浸润的相关性。研究发现肿瘤大小、边缘、癌旁动脉强化程度、肝胆期癌旁低信号与肝细胞癌微血管浸润具有相关性。共享视野多肝动脉期(mHAP)MRI有助于提高对富血管性HCC的诊断可信度。

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:丁琳(1984—),女,湖北武汉人,博士研究生,主治医师,主要从事腹部影像学诊断工作。

通讯作者:胡道予,E-mail:daoyuhutjh@126.com