

· 综述 ·

# 乳腺MRI对保乳治疗及同侧乳腺肿瘤复发评估的研究进展

李金辉<sup>1</sup>, 尤超<sup>1</sup>, 瞿飞麟<sup>2</sup>, 顾雅佳<sup>1</sup>, 彭卫军<sup>1</sup>

1. 复旦大学附属肿瘤医院放射诊断科, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032;
2. 复旦大学附属肿瘤医院乳腺外科, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032

[摘要] 乳腺癌保乳治疗 (breast conservation therapy, BCT) 是早期乳腺癌的标准治疗方式之一, 保乳治疗后同侧乳腺肿瘤复发 (ipsilateral breast tumor recurrence, IBTR) 是临床实践中高度关注的问题。目前已证实手术切缘阳性、缺少放疗或系统治疗是保乳术后IBTR的高危因素, 而不同患者预后各异, 仍有待进一步开展风险分层评估。如何早期预测及准确诊断保乳术后IBTR是改善患者预后和提高生存率的重要保障。乳腺磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 具有良好的软组织分辨率和空间分辨率, 在保乳术前评估和术后随访中体现出重要的临床价值。本文就MRI在保乳治疗及术后IBTR中的研究现状及进展予以综述。

[关键词] 乳腺癌; 保乳治疗; 磁共振成像; 同侧乳腺肿瘤复发

中图分类号: R737.9; R445.2 文献标志码: A DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2024.01.013

## The progress of breast MRI in evaluating breast conservation therapy and ipsilateral breast tumor recurrence

LI Jinhui<sup>1</sup>, YOU Chao<sup>1</sup>, QU Feilin<sup>2</sup>, GU Yajia<sup>1</sup>, PENG Weijun<sup>1</sup> (1. Department of Radiology, Fudan University Cancer Center, Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China; 2. Department of Breast Surgery, Fudan University Cancer Center, Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: PENG Weijun E-mail: cjr.pengweijun@vip.163.com

[Abstract] Breast conservation therapy (BCT) is one of standard treatments for early breast cancer. Ipsilateral breast tumor recurrence (IBTR) after BCT remains a matter of great concern in clinical practice. Positive surgical margins and lack of radiotherapy or systemic therapy have been confirmed to be high-risk factors for IBTR. Due to the prognosis varying from patient to patient, further risk stratification assessment is still needed. Early prediction and accurate diagnosis of IBTR are important guarantees for improving the prognosis and survival rate of patients. Breast magnetic resonance imaging (MRI) has extremely high soft tissue resolution and spatial resolution, which would be of significant clinical value in preoperative evaluation and postoperative follow-up. This article reviewed the research status and progress of MRI in BCT and IBTR.

[Key words] Breast cancer; Conservation therapy; Magnetic resonance imaging; Ipsilateral breast tumor recurrence

乳腺癌是全球女性最常见的恶性肿瘤, 也是女性癌症相关死亡的主要原因<sup>[1]</sup>。乳腺癌保乳治疗 (breast conservation therapy, BCT) 是早期乳腺癌的标准治疗方式之一, 包括保乳手术及术后全乳放疗。早期乳腺癌患者行规范的保乳治疗不仅可以获得与全乳切除相似的总体生存率<sup>[2]</sup>, 而且患者满意度及其生活质量能得

到明显提高<sup>[3]</sup>。随着新辅助化疗 (neoadjuvant chemotherapy, NAC) 的推广应用, 一些原本无法保留乳房的局部晚期乳腺癌患者也可因肿瘤降期而接受保乳治疗。然而, 与欧美国家50%~80%的保乳率相比<sup>[4]</sup>, 国内早期乳腺癌总体保乳率仅为20%, 担心保乳后同侧乳腺肿瘤复发 (ipsilateral breast tumor recurrence, IBTR) 是

基金项目: 国家癌症中心攀登基金重点项目 (NCC201909B06)

通信作者: 彭卫军 E-mail: cjr.pengweijun@vip.163.com

患者拒绝保乳治疗的主要原因之一<sup>[5]</sup>。

乳腺癌保乳术后IBTR也称为局部复发,是指乳腺癌保乳术后术侧乳腺实质、皮肤、瘢痕等处再次出现乳腺恶性肿瘤。研究<sup>[6]</sup>显示,保乳术后20年的IBTR率约为15%。对于保乳手术患者,如何预防术后IBTR,以及发生IBTR后是否会影响患者的生存,是临床高度关注的问题。临床实践中,影像学检查对乳腺癌患者的术前评估和复发的早期检出起着重要作用。《中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范(2024年版)》<sup>[7]</sup>推荐采用乳腺X线摄影和乳腺超声检查进行保乳术前评估,且已有大量研究<sup>[8-10]</sup>证实磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)对改善患者预后也发挥着重要作用, MRI在确定同侧肿瘤范围及肿瘤分期、多灶性及多中心性乳腺癌评估、隐匿性乳腺癌原发灶的检出和保乳术后IBTR的检出上均优于前两者。此外,研究<sup>[11]</sup>表明,基于影像组学的多序列乳腺MRI,有望提供更多反映肿瘤异质性及疾病演进的量化信息。

因此,本文旨在对保乳术后IBTR的研究现状及进展进行综述,包括IBTR的危险因素、MRI对保乳手术选择的影响、IBTR预测评估及术后监测。

## 1 保乳术后IBTR的危险因素和分类

### 1.1 复发危险因素

目前已证实的与保乳术后IBTR相关的因素包括患者年龄、原发肿瘤病理学特征和治疗措施<sup>[12-15]</sup>。Ono等<sup>[12]</sup>的临床研究显示,≤40岁者10年IBTR发生率为15.7%,41~50岁为3.8%,≥51岁为2.0%,结果提示年龄是保乳术后IBTR的独立风险因素。既往研究<sup>[13-15]</sup>也发现,原发肿瘤大小(>2 cm)、腋窝淋巴结阳性、淋巴管血管侵犯、存在广泛性导管内癌成分、肿瘤组织学分级高、人表皮生长因子受体2(human epidermal growth factor receptor 2, HER2)阳性及三阴性分子分型和NAC后多灶性退缩模式均与术后复发风险增高密切相关。此外,目前大量研究<sup>[13]</sup>已证实,保乳术中切缘阳性、缺少放疗或系统治疗与术后IBTR风险升高及总体生存率降低明显相关。以上与保乳术后IBTR相关的危险

因素相互影响,数个危险因素的叠加会进一步增加复发风险。因此,在临床实践中,术前应精准选择适合的患者施行保乳手术,术中确保切缘阴性、术后辅以综合治疗尤其是放疗,并加强对复发高危患者的长期监控。

### 1.2 真性复发和新原发肿瘤

保乳术后复发患者间预后不尽相同,有学者<sup>[16]</sup>发现部分复发时间长的患者(25%~50%)在IBTR术后预后较好。因此,他们提出了一种假设,将保乳术后真正的局部复发(true local recurrence, TR)与新的同侧原发肿瘤(new primary tumor, NP)进行区分。TR被认为是未被手术及术后放疗完全消除的恶性肿瘤细胞再度生长,而NP是指源于术后残留的正常乳腺腺体组织的新生肿瘤,且研究<sup>[16-19]</sup>已证实NP患者生存预后显著优于TR。Wang等<sup>[17]</sup>发现,TR患者疾病特异性生存期明显短于NP患者(HR=1.4,  $P<0.01$ ),且复发间隔越短则预后越差。Laird等<sup>[18]</sup>的研究显示,NP患者复发间隔时间更长、也更年轻,并且总体生存率和无转移生存率更高(5年无转移生存率:80.3% vs 43.1%;5年总体生存率:91.7% vs 59.7%)。Panet-Raymond等<sup>[16]</sup>的研究也表明,NP患者的复发时间明显长于TR患者。Huang等<sup>[19]</sup>的研究显示,NP患者经二次保乳手术后发生二次IBTR的可能性远远小于TR患者(2% vs 18%,  $P<0.01$ )。因此,IBTR的准确分类有助于进一步的个体化治疗,改善患者预后。

目前还没有公认的方法来确定IBTR究竟起源于原发肿瘤还是第二原发。Jobsen等<sup>[20]</sup>根据IBTR的位置、组织学类型、激素受体状态、人HER2状态、肿瘤分级和切缘状态区分TR和NP。随后Nakagomi等<sup>[21]</sup>根据基因表达谱进行分类,将具有与原发肿瘤相同基因突变的复发灶归为TR,反之则为NP。目前研究<sup>[16-21]</sup>主要根据IBTR与原发肿瘤之间的病理学信息和基因谱信息的差异进行分类,相对复杂且有创。利用简便无创的方法准确区分TR或NP,进一步进行风险分层,可为保乳术后局部复发患者后续治疗提供

临床依据<sup>[22]</sup>。

## 2 乳腺MRI对保乳治疗的评估价值

目前的临床实践中,推荐临床I、II期的早期乳腺癌及经术前治疗降期后达到保乳手术标准的III期患者进行保乳治疗<sup>[7]</sup>。因此,术前准确评估肿瘤分期,选择最合适的手术及术后辅助治疗对于患者生存预后至关重要。而MRI具有良好的软组织分辨率和空间分辨率,在肿瘤分期、多灶性多中心性乳腺癌及隐匿性乳腺癌的探查上灵敏度较高<sup>[23]</sup>。术前MRI对早期乳腺癌和经NAC降期后乳腺癌患者的手术方式选择具有重要的临床指导价值。大量研究<sup>[24-28]</sup>证实,MRI特征可预测保乳术后IBTR,有助于后续辅助治疗及随访监测。此外,保乳手术和放疗会导致乳腺纤维腺体的结构扭曲,降低X线探查的灵敏度,而MRI能够很好地鉴别术后复发与血清肿、脂肪坏死等常见的术后改变。MRI影像组学新方法也有望精准地评估和监测BCT患者的复发风险。

### 2.1 术前MRI选择手术方式

影像学检查是术前保乳评估中重要的工具,目前指南推荐常规行乳腺X线检查和超声检查,针对是否常规行乳腺MRI检查仍存在争议。《中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范(2024年版)》<sup>[7]</sup>认为,术前MRI增加了全乳切除率,并不能降低局部复发风险,且对远期生存率无影响。然而近年来许多研究<sup>[8-9, 29-31]</sup>证实,MRI在肿瘤分期及多灶性病变的探查上优于X线检查,能够降低保乳手术的切缘阳性率、增加手术成功率。一项2021年的系统综述<sup>[9]</sup>分析了2006—2017年关于影像学检查对于导管原位癌大小评估的研究,显示大多数研究(8/9)证实MRI在大小评估方面优于乳腺X线摄影。另一项研究<sup>[8]</sup>表明,MRI除了对肿瘤大小的评估更符合术后病理学检查结果外,对腋窝淋巴结转移、乳腺癌周围侵犯和多灶性乳腺癌的检出率均高于乳腺X线摄影。Lam等<sup>[29]</sup>对373例导管原位癌患者的研究发现,术前MRI组的保乳手术成功率明显高于非MRI组(77% vs 43%)。随后,Sardanelli等<sup>[30]</sup>的一项多中心前瞻性观察性试验也证实术前MRI组的再手术率明显降低。多灶性乳腺癌是

否可以接受BCT是目前争议较大的临床问题,而Boughey等<sup>[31]</sup>的II期前瞻性研究(ACOSOG Z11102)结果表明,术前MRI可大幅度降低多灶性乳腺癌患者BCT后5年局部复发率(1.7% vs 22.6%)。

此外,对于经NAC降期后达到保乳条件的乳腺癌患者,术前准确评估NAC后残留肿瘤大小和退缩模式、选择恰当的手术方式及切除范围对降低术后复发率至关重要。目前MRI是临床公认的评估乳腺癌NAC后残留肿瘤大小和疗效最为可靠的检查手段。朱超等<sup>[32]</sup>的研究证实,乳腺增强MRI上残余肿瘤大小与术后病理学检查结果相关性高于乳腺X线摄影,并且亚组分析显示与三阴性乳腺癌相关性最高,可能与三阴性乳腺癌多为单发肿块,呈向心性退缩有关。研究<sup>[33]</sup>表明,动态对比增强MRI(dynamic contrast-enhanced-MRI, DCE-MRI)的定量参数如容量转移常数( $K^{trans}$ )、速率常数( $K_{ep}$ )、血管外细胞外容积分数( $V_e$ )能够准确地评估乳腺癌NAC效果,具有灵敏度(76%~92%)、特异度(60%~89%)和准确度(76%~90%)高的特点。Hahn等<sup>[34]</sup>的研究表明,弥散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)在疗效评估中的灵敏度与DCE-MRI相当(91.4%),但其特异度(65%)、准确度(84.6%)优于DCE-MRI;当DCE-MRI联合DWI使用时,评估效能显著优于单独行DCE-MRI(特异度80%,准确度91%)。此外,Furman-Haran等<sup>[35]</sup>研究发现,弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)作为DWI的扩展,可以精准地评估NAC效果,并且其评估残余肿瘤大小与术后病理学检查结果高度一致。

以上研究均显示了乳腺MRI在BCT术前评估中的应用价值,无论是常规早期乳腺癌患者还是经NAC降期后的乳腺癌患者,MRI均有望指导乳腺癌保乳手术。

### 2.2 MRI特征对术后IBTR风险的预测价值

除临床病理学因素外,既往研究<sup>[24-28]</sup>证实,术前MRI特征可作为无创生物学标志物预测保乳术后IBTR风险。有研究<sup>[24]</sup>显示,术前MRI多灶性病变、非肿块样强化、更大的肿瘤和

更高的背景实质增强 (background parenchymal enhancement, BPE) 与保乳手术后阳性切缘相关。术前识别以上MRI特征有助于外科医师降低术中的阳性切缘率和再手术率。此外, 有研究<sup>[25-28]</sup>证实, MRI中BPE水平、非肿块强化、多灶性乳腺癌同样与保乳术后IBTR风险相关。Lim等<sup>[25]</sup>发现, BPE是乳腺癌复发风险评估中的影像学标志物, 术前高水平BPE与绝经后乳腺癌患者保乳术后更差的无复发生存期相关 (HR=3.1,  $P<0.01$ )。随后Lee等<sup>[26]</sup>的研究证实, 保乳术后随访期间BPE水平同样与生存预后相关。其结果显示, 随访BPE水平高不仅是保乳术后二次乳腺癌事件 (即IBTR和对侧乳腺癌) 的独立预测因子, 进一步亚组分析同样显示BPE是术后发生IBTR的独立危险因素。Shin等<sup>[27]</sup>的研究探究了NAC患者的术前MRI特征与保乳术后局部复发的关系, 结果证实在MRI中表现为非肿块强化的病灶与术后更差的无复发生存率相关 (HR=3.2,  $P<0.05$ )。Bae等<sup>[28]</sup>的研究纳入3 781例接受BCT的早期乳腺癌患者, 结果表明术前MRI表现为多灶性病变是BCT后局部复发的独立预测因子 (OR=11.9,  $P<0.05$ )。此外, Bae等<sup>[36]</sup>同一研究团队证实瘤周水肿与乳腺癌患者的无复发生存率相关 (HR=4.9,  $P<0.01$ )。随后Cheon等<sup>[37]</sup>同样指出术前瘤周水肿是乳腺癌术后复发事件的独立危险因素 (HR=2.7,  $P<0.05$ )。然而, 上述研究<sup>[36-37]</sup>均未将手术方式限定于保乳手术, 因此其结局指标为术后局部区域复发及远处转移, 术前瘤周水肿是否为保乳术后IBTR的独立危险因素仍需进一步研究加以验证。

因此, 精准评估术前MRI特征, 如BPE水平、是否表现为非肿块样强化及是否为多灶性病变等, 可以为保乳患者提供更好的预后评价和诊疗管理。

### 2.3 术后MRI监测对IBTR的评估价值

术后影像学监测尤为重要, 早期发现复发有助于提高乳腺癌患者生存质量。国内指南<sup>[7]</sup>推荐保乳患者术后除常规超声检查随访外, 还需每年1次行乳腺X线检查随访, 必要时行MRI检查。近年来越来越多研究显示, 乳腺MRI在术后复发

监测中同样具有优越性。Kim等<sup>[10]</sup>研究了乳腺癌患者保乳后早期 (1年及以内) MRI监测的诊断价值, 结果证实MRI鉴别IBTR和术后改变的灵敏度高于乳腺X线摄影和超声 (MRI、乳腺X线摄影、超声灵敏度分别为81%、18%、18%), 而特异度仅略低于其余两者 (MRI、乳腺X线摄影、超声特异度分别为95%、98%、99%)。Cho等<sup>[38]</sup>进一步研究了乳腺X线检查联合MRI检查早期探查同侧复发肿瘤的价值, 证实乳腺X线联合MRI检查的灵敏度和特异度分别为100%和87%, 而单纯乳腺X线摄影的灵敏度仅为52.9%, 结果提示MRI检查可以探查更多隐匿性乳腺癌, 乳腺癌患者BCT后在乳腺X线摄影的基础上加入MRI随访可以提高对早期复发的检测率。此外, Rinaldi等<sup>[39]</sup>发现, 复发灶的平均表观弥散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC) 显著低于术后改变, 与DCE-MRI相比, DWI可进一步提高诊断特异度 (96.2% vs 88.4%)。而Abdel Razek等<sup>[40]</sup>的研究提示, DTI可有效地区分术后改变与乳腺癌复发, 复发肿瘤的平均弥散率明显低于术后改变。此外, Kim等<sup>[41]</sup>比较了乳腺X线摄影、超声和简化MRI (abbreviated MRI, AB-MRI) 在术后监测中的诊断效能, 结果证实AB-MRI的灵敏度和曲线下面积 (area under curve, AUC) 最高 (分别为100%和0.989), 明显优于单纯乳腺X线摄影、超声检查以及乳腺X线摄影联合超声检查。Karam等<sup>[42]</sup>进一步研究发现, 在AB-MRI的基础上加入DTI序列, 扫描和解读报告时间增加较少, 鉴别复发和术后改变的诊断效能大幅提高 (灵敏度、特异度、准确度分别为96.4%、97.1%、96.8%)。

保乳术后IBTR的标准手术方式是挽救性乳房切除术, 目前越来越多的证据<sup>[43-44]</sup>表明二次保乳手术在精准评估后亦是安全的。大肿瘤和多灶性乳腺癌是二次保乳的禁忌证, 因此, 术前可靠的大小评估和确保同侧乳腺没有额外病灶格外重要, 而有研究<sup>[45]</sup>表明MRI在这方面显著优于其他影像学检查。Walstra等<sup>[45]</sup>的研究表明, MRI对复发灶的大小评估、同侧多灶病变的检出更敏感。MRI检查指导IBTR二次保乳的研究较

少，多为回顾性研究，是否能精准指导IBTR二次保乳手术，仍需大队列多中心研究加以验证。

#### 2.4 影像组学对BCT评估的价值

近年来，影像组学通过挖掘影像图像蕴含的高通量特征，从而可视化肿瘤演进及异质性，已被广泛应用于乳腺癌的鉴别诊断、分子分型预测、疗效预后评估等。目前，也有学者开始关注MRI影像组学在BCT精准评估中的临床价值。Xu等<sup>[46]</sup>应用影像组学技术术前预测肿瘤是否存在广泛性导管内癌成分，研究提取DCE-MRI瘤内和瘤周影像组学特征构建模型，显示出较好的诊断性能（AUC=0.815）。存在广泛性导管内癌成分是BCT后局部复发的危险因素之一，而临床工作中只能通过术后病理学检查获得此信息，基于MRI的影像组学有望通过预测广泛性导管内癌成分来精准评估患者保乳术后复发风险。此外，刘晨等<sup>[47]</sup>通过NAC前乳腺MRI影像组学特征预测NAC后肿瘤是否为向心性退缩，拥有较好的预测效能（AUC=0.802）。Huang等<sup>[48]</sup>的研究则进一步使用联合NAC治疗前后双时间节点的MRI深度学习影像组学模型预测病理学完全缓解率，具有较高的预测效能（AUC=0.965）。以上研究均提示影像组学模型有望协助外科医师早期识别可降期保乳的患者，实施个体化诊疗方案，改善患者预后。此外，也有研究<sup>[49-50]</sup>联合影像组学和多组学揭示三阴性乳腺癌分子亚型的生物学意义，未来有望通过跨尺度研究探索BCT后复发灶的生物学异质性，有助于后续外科及多学科治疗管理。

### 3 总结和展望

综上所述，影响保乳术后同侧乳腺肿瘤复发的相关因素很多，术后不同局部复发方式的患者预后之间存在差异，需严格把握保乳手术适应证，并精准地评估复发灶异质性。乳腺MRI具有良好的软组织分辨率和空间分辨率，能够展示乳腺肿瘤的形态学及功能特征，对保乳术前精准评估，术后随访监测、准确识别局部复发具有重要的临床指导价值，有利于乳腺癌患者精准诊疗。影像组学作为前沿技术，有望揭示乳腺原发肿瘤与复发肿瘤的异质性，进一步助力精准诊疗，为

患者个体化治疗提供依据。

#### [参 考 文 献]

- [1] SIEGEL R, MILLER K, WAGLE N S, et al. Cancer statistics, 2023 [J]. *CA Cancer J Clin*, 2023, 73: 17-48.
- [2] VAN MAAREN M C, MUNCK L D, DE BOCK G H, et al. 10 year survival after breast-conserving surgery plus radiotherapy compared with mastectomy in early breast cancer in the Netherlands: a population-based study [J]. *Lancet Oncol*, 2016, 17(8): 1158-1170.
- [3] FLANAGAN M R, ZABOR E C, ROMANOFF A, et al. A comparison of patient-reported outcomes after breast-conserving surgery and mastectomy with implant breast reconstruction [J]. *Ann Surg Oncol*, 2019, 26(10): 3133-3140.
- [4] CHIU A S, THOMAS P, KILLELEA B K, et al. Regional variation in breast cancer surgery: results from the National Cancer Database (NCDB) [J]. *Am J Surg*, 2017, 214(5): 907-913.
- [5] 刘 佳, 吴子敬, 金 锋, 等. 可行保乳手术的乳腺癌患者术式选择的影响因素 [J]. *中国医科大学学报*, 2022, 51(12): 1140-1145.
- [6] VRIELING C, VAN WERKHOVEN E, MAINGON P, et al. Prognostic factors for local control in breast cancer after long-term follow-up in the EORTC boost vs no boost trial: a randomized clinical trial [J]. *JAMA Oncol*, 2017, 3(1): 42-48.
- [7] 中国抗癌协会乳腺癌专业委员会, 中华医学会肿瘤学分会乳腺肿瘤学组. 中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范 (2024年版) [J]. *中国癌症杂志*, 2023, 33(12): 1092-1187.
- [8] 李沉蛟, 李真林, 张雪琴, 等. 动态增强MRI联合钼靶X线检查在乳腺癌手术中的作用 [J]. *中国医刊*, 2021, 56(2): 181-184.
- [9] BARTRAM A, GILBERT F, THOMPSON A, et al. Breast MRI in DCIS size estimation, breast-conserving surgery and oncoplastic breast surgery [J]. *Cancer Treat Rev*, 2021, 94: 102158.
- [10] KIM E J, KANG B J, KIM S H, et al. Diagnostic performance of and breast tissue changes at early breast MR imaging surveillance in women after breast conservation therapy [J]. *Radiology*, 2017, 284(3): 656-666.
- [11] MARINO M A, HELBICH T, BALTZER P, et al. Multiparametric MRI of the breast: a review [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2018, 47(2): 301-315.
- [12] ONO Y, YOSHIMURA M, HIRATA K, et al. The impact of age on the risk of ipsilateral breast tumor recurrence after breast-conserving therapy in breast cancer patients with a > 5 mm margin treated without boost irradiation [J]. *Radiat Oncol*, 2019, 14(1): 121.
- [13] QU F L, MAO R, LIU Z B, et al. Spatiotemporal patterns of

- loco-regional recurrence after breast-conserving surgery [ J ] . *Front Oncol*, 2021, 11: 690658.
- [ 14 ] ELSAYED M, ALHUSSINI M, BASHA A, et al. Analysis of loco-regional and distant recurrences in breast cancer after conservative surgery [ J ] . *World J Surg Oncol*, 2016, 14: 144.
- [ 15 ] LING D C, SUTERA P A, IARROBINO N A, et al. Is multifocal regression a risk factor for ipsilateral breast tumor recurrence in the modern era after neoadjuvant chemotherapy and breast conservation therapy? [ J ] . *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2019, 104(4): 869–876.
- [ 16 ] PANET-RAYMOND V, TRUONG P T, MCDONALD R E, et al. True recurrence versus new primary: an analysis of ipsilateral breast tumor recurrences after breast-conserving therapy [ J ] . *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2011, 81(2): 409–417.
- [ 17 ] WANG J, TANG H L, YIN K H, et al. Second invasive breast cancers in patients treated with breast-conserving therapy [ J ] . *Eur J Surg Oncol*, 2021, 47(10): 2492–2498.
- [ 18 ] LAIRD J, LOK B, SIU C, et al. Impact of an in situ component on outcome after in-breast tumor recurrence in patients treated with breast-conserving therapy [ J ] . *Ann Surg Oncol*, 2018, 25(1): 154–163.
- [ 19 ] HUANG E, BUCHHOLZ T A, MERIC F, et al. Classifying local disease recurrences after breast conservation therapy based on location and histology: new primary tumors have more favorable outcomes than true local disease recurrences [ J ] . *Cancer*, 2002, 95(10): 2059–2067.
- [ 20 ] JOBSEN J J, STRUIKMANS H, SIEMERINK E, et al. The clinical relevance of various methods of classifying ipsilateral breast tumour recurrence as either true local recurrence or new primary [ J ] . *Breast Cancer Res Treat*, 2022, 195(3): 249–262.
- [ 21 ] NAKAGOMI H, INOUE M, HIROTSU Y, et al. PIK3CA-AKT pathway predominantly acts in developing ipsilateral breast tumor recurrence long after breast-conserving surgery [ J ] . *Breast Cancer Res Treat*, 2022, 193(2): 349–359.
- [ 22 ] QU F L, LI J J, SHAO Z M. Comments on: The clinical relevance of various methods of classifying ipsilateral breast tumor recurrence as either true local recurrence or new primary [ J ] . *Breast Cancer Res Treat*, 2023, 197(1): 243–244.
- [ 23 ] 赵丹, 罗娅红. 动态增强MRI在乳腺癌保乳手术中的应用价值 [ J ] . *肿瘤影像学*, 2018, 27(5): 375–378.
- [ 24 ] BAE, BERNARD-DAVILA B, SUNG J S, et al. Preoperative breast MRI features associated with positive or close margins in breast-conserving surgery [ J ] . *Eur J Radiol*, 2019, 117: 171–177.
- [ 25 ] LIM Y, KO E S, HAN B K, et al. Background parenchymal enhancement on breast MRI: association with recurrence-free survival in patients with newly diagnosed invasive breast cancer [ J ] . *Breast Cancer Res Treat*, 2017, 163(3): 573–586.
- [ 26 ] LEE S H, JANG M J, YOEN H, et al. Background parenchymal enhancement at postoperative surveillance breast MRI: association with future second breast cancer risk [ J ] . *Radiology*, 2023, 306(1): 90–99.
- [ 27 ] SHIN S U, CHO N, LEE H B, et al. Neoadjuvant chemotherapy and surgery for breast cancer: preoperative MRI features associated with local recurrence [ J ] . *Radiology*, 2018, 289(1): 30–38.
- [ 28 ] BAE, CHANG J M, CHO N, et al. Association of preoperative breast MRI features with locoregional recurrence after breast conservation therapy [ J ] . *Acta Radiol*, 2018, 59(4): 409–417.
- [ 29 ] LAM D L, SMITH J, PARTRIDGE S C, et al. The impact of preoperative breast MRI on surgical management of women with newly diagnosed ductal carcinoma in situ [ J ] . *Acad Radiol*, 2020, 27(4): 478–486.
- [ 30 ] SARDANELLI F, TRIMBOLI R M, HOUSSAMI N, et al. Magnetic resonance imaging before breast cancer surgery: results of an observational multicenter international prospective analysis(MIPA) [ J ] . *Eur Radiol*, 2022, 32(3): 1611–1623.
- [ 31 ] BOUGHEY J C, ROSENKRANZ K M, BALLMAN K V, et al. Local recurrence after breast-conserving therapy in patients with multiple ipsilateral breast cancer: results from ACOSOG Z11102 (alliance) [ J ] . *J Clin Oncol*, 2023, 41(17): 3184–3193.
- [ 32 ] 朱超, 刘春玲, 黎娇, 等. 乳腺X射线摄影及MRI评估伴微钙化乳腺癌新辅助治疗后残余病灶 [ J ] . *中国医学影像技术*, 2021, 37(12): 1839–1843.
- [ 33 ] RAUCH G M, ADRADA B E, KUERER H M, et al. Multimodality imaging for evaluating response to neoadjuvant chemotherapy in breast cancer [ J ] . *AJR Am J Roentgenol*, 2017, 208(2): 290–299.
- [ 34 ] HAHN S Y, KO E Y, HAN B K, et al. Role of diffusion-weighted imaging as an adjunct to contrast-enhanced breast MRI in evaluating residual breast cancer following neoadjuvant chemotherapy [ J ] . *Eur J Radiol*, 2014, 83(2): 283–288.
- [ 35 ] FURMAN-HARAN E, NISSAN N, RICART-SELMA V, et al. Quantitative evaluation of breast cancer response to neoadjuvant chemotherapy by diffusion tensor imaging: initial results [ J ] . *J Magn Reson Imaging*, 2018, 47(4): 1080–1090.
- [ 36 ] BAE, SHIN S U, RYU H S, et al. Pretreatment MR imaging features of triple-negative breast cancer: association with response to neoadjuvant chemotherapy and recurrence-free survival [ J ] . *Radiology*, 2016, 281(2): 392–400.
- [ 37 ] CHEON H, KIM H J, KIM T H, et al. Invasive breast cancer: prognostic value of peritumoral edema identified at preoperative MR imaging [ J ] . *Radiology*, 2018, 287(1): 68–75.
- [ 38 ] CHO N, HAN W, HAN B K, et al. Breast cancer screening with mammography plus ultrasonography or magnetic resonance imaging in women 50 years or younger at diagnosis and treated with breast conservation therapy [ J ] . *JAMA Oncol*, 2017, 3(11): 1495–1502.
- [ 39 ] RINALDI P, GIULIANI M, BELLI P, et al. DWI in breast MRI: role of ADC value to determine diagnosis between recurrent tumor and surgical scar in operated patients [ J ] . *Eur J Radiol*, 2010, 75(2): e114–e123.
- [ 40 ] ABDEL RAZEK A A K, ZAKY M, BAYOUMI D, et al. Diffusion tensor imaging parameters in differentiation recurrent breast

- cancer from post-operative changes in patients with breast-conserving surgery [ J ] . Eur J Radiol, 2019, 111: 76-80.
- [ 41 ] KIM M Y, SUH Y J, AN Y Y. Imaging surveillance for the detection of ipsilateral local tumor recurrence in patients who underwent oncoplastic breast-conserving surgery with acellular dermal matrix: abbreviated MRI versus conventional mammography and ultrasonography [ J ] . World J Surg Oncol, 2021, 19(1): 290.
- [ 42 ] KARAM R, ELMOKADEM A H, EL-RAKHAWY M M, et al. Clinical utility of abbreviated breast MRI based on diffusion tensor imaging in patients underwent breast conservative therapy [ J ] . Radiol Med, 2023, 128(3): 289-298.
- [ 43 ] Arthur DW, Winter KA, Kuerer HM, et al. Effectiveness of breast-conserving surgery and 3-dimensional conformal partial breast reirradiation for recurrence of breast cancer in the ipsilateral breast: the NRG oncology/RTOG 1014 phase 2 clinical trial [ J ] . JAMA Oncol, 2020, 6(1): 75-82.
- [ 44 ] Su Y, Guo R, Xue J, et al. Increased mortality with repeat lumpectomy alone after ipsilateral breast tumor recurrence [ J ] . Oncologist, 2019, 24(9): e818-e827.
- [ 45 ] WALSTRA C J E F, SCHIPPER R J, WINTER-WARNARS G A, et al. Local staging of ipsilateral breast tumor recurrence: mammography, ultrasound, or MRI? [ J ] . Breast Cancer Res Treat, 2020, 184(2): 385-395.
- [ 46 ] XU H, LIU J K, CHEN Z, et al. Intratumoral and peritumoral radiomics based on dynamic contrast-enhanced MRI for preoperative prediction of intraductal component in invasive breast cancer [ J ] . Eur Radiol, 2022, 32(7): 4845-4856.
- [ 47 ] 刘晨, 陈小波, 黄晓媚, 等. 基于MRI影像组学预测乳腺癌新辅助化疗后肿瘤退缩模式的研究 [ J ] . 磁共振成像, 2023, 14(3): 28-35.
- [ 48 ] HUANG Y H, ZHU T, ZHANG X L, et al. Longitudinal MRI-based fusion novel model predicts pathological complete response in breast cancer treated with neoadjuvant chemotherapy: a multicenter, retrospective study [ J ] . EclinicalMedicine, 2023, 58: 101899.
- [ 49 ] SU G H, XIAO Y, JIANG L, et al. Radiomics features for assessing tumor-infiltrating lymphocytes correlate with molecular traits of triple-negative breast cancer [ J ] . J Transl Med, 2022, 20(1): 471.
- [ 50 ] JIANG L, YOU C, XIAO Y, et al. Radiogenomic analysis reveals tumor heterogeneity of triple-negative breast cancer [ J ] . Cell Rep Med, 2022, 3(7): 100694.

(收稿日期: 2023-11-20 修回日期: 2024-01-17)