

多模态影像联合诊断在早期乳腺癌筛查中的应用价值研究

高子臣

绍兴文理学院医学院

DOI:10.12238/bmtr.v7i5.16499

[摘要] 乳腺癌作为全球女性发病率最高的恶性肿瘤,其早期发现对于改善预后和降低死亡率至关重要。传统的单一影像学检查方式在灵敏度和特异性方面均存在不足,难以满足临床对早期筛查的高要求。近年来,多模态影像联合诊断成为研究热点,钼靶摄影能够清晰呈现钙化灶和结构扭曲,超声在发现小结节和致密乳腺病灶中具有独特优势,而MRI凭借高软组织分辨率和功能成像能力可识别微小病灶及多灶性病变。三者有机结合可实现优势互补,提高早期检出率和诊断准确性。本文从多模态影像诊断的理论基础与临床意义入手,系统阐述钼靶、超声和MRI的应用特点,探讨三者联合的应用价值,分析现实问题与挑战,并提出优化路径。研究表明,多模态影像联合诊断能够显著改善乳腺癌早期筛查的效果,但在推广过程中仍面临成本高、流程复杂和缺乏统一标准等难题。未来,人工智能和大数据技术的深度融合将进一步推动乳腺癌筛查向智能化、精准化发展。

[关键词] 乳腺癌; 多模态影像; 钼靶摄影; 超声; MRI; 联合诊断

中图分类号: R737.9 文献标识码: A

Research on the application value of multimodal image joint diagnosis in early breast cancer screening

Zichen Gao

School of Medicine, Shaoxing University

[Abstract] Breast cancer is the most common malignant tumor among women worldwide, and early detection is crucial for improving prognosis and reducing mortality. Traditional single-modality imaging techniques often fall short in both sensitivity and specificity, making them inadequate for meeting the high demands of early clinical screening. In recent years, multimodal imaging-based diagnosis has emerged as a research focus. Mammography provides clear visualization of calcifications and structural distortions, ultrasound excels in detecting small nodules and lesions in dense breast tissue, while MRI—thanks to its high soft-tissue resolution and functional imaging capabilities—can identify small and multifocal lesions. The organic integration of these three modalities offers complementary advantages, significantly improving early detection rates and diagnostic accuracy. This paper starts with the theoretical foundation and clinical significance of multimodal imaging diagnostics, systematically outlines the application characteristics of mammography, ultrasound, and MRI, and explores the value of their combined use. It also analyzes current practical challenges and proposes optimization strategies. Research shows that multimodal imaging significantly enhances the effectiveness of early breast cancer screening. However, its widespread adoption still faces obstacles such as high cost, procedural complexity, and lack of standardized protocols. In the future, the deep integration of artificial intelligence and big data technologies is expected to further drive breast cancer screening toward greater intelligence and precision.

[Key words] breast cancer; multimodal imaging; mammography; ultrasound; MRI; combined diagnosis

引言

乳腺癌的发病率在全球范围内持续上升,成为威胁女性健康的主要疾病之一。大量研究表明,早期乳腺癌患者若能接受及时干预,其五年生存率可超过90%,而晚期患者的生存率则显著

降低。因此,提升早期乳腺癌的检出率是当前防治工作的重点。钼靶摄影作为常规筛查手段,适合大规模人群,但对致密乳腺女性敏感性不足;超声成像无辐射,适合各类人群,尤其在年轻女性中应用广泛,但对钙化病灶的敏感性有限;MRI虽然灵敏度极

高,但成本和假阳性率限制了其普及。单一影像学技术已难以满足复杂的临床需求,多模态影像联合诊断在此背景下应运而生。它能够通过不同影像学方法的优势互补,提高检出率和诊断准确性,为乳腺癌的精准筛查提供更可靠的工具。本文将系统分析其理论基础、临床应用、存在问题和优化路径,以期为未来乳腺癌防治提供参考。

1 多模态影像诊断的理论基础与临床意义

(1) 多模态影像诊断的基本原理。所谓多模态影像,是指将不同成像机制的影像学方法联合应用,使其在信息获取和结构呈现上实现互补。钼靶摄影通过X线对乳腺组织进行投影,能够清晰显示微钙化灶及结构扭曲;超声则利用声波反射,呈现乳腺组织的回声特征和血流情况;MRI通过磁共振信号提供高分辨率结构图像,并可结合动态增强反映肿瘤血流特征和代谢活动。三者联合能够在形态学、结构学和功能学层面提供更完整的信息,避免单一检查遗漏微小病灶。

(2) 乳腺癌筛查中的重要性。乳腺癌早期常表现为微小钙化、低回声结节或轻度结构改变,这些细微表现单靠某一种影像学方法可能难以识别。多模态诊断能够从不同角度对同一病灶进行观察,提高发现率,尤其适用于高危人群和致密乳腺女性。

(3) 临床意义。多模态影像诊断不仅提高了早期检出率,还在分型、分期、疗效评估和随访管理中发挥重要作用。它有助于制定个体化治疗方案,推动精准医疗的发展,同时也为降低死亡率和提高预后提供了可靠支撑。

2 钼靶摄影、超声与MRI的应用特点

(1) 钼靶摄影的优势与局限。钼靶摄影是国际公认的乳腺癌筛查方法,其最大优势在于对微小钙化灶的敏感性较高,这对于检测导管原位癌极为重要。此外,它能显示结构扭曲和肿块影,对非浸润性癌有较高检出率。然而,在年轻女性或致密乳腺患者中,由于腺体组织密集,钼靶影像对比度下降,敏感性明显不足,容易漏诊小病灶。

(2) 超声的优势与局限。乳腺超声广泛应用于临床,其无创、无辐射和经济便捷的特点,使其成为年轻女性和孕期女性的主要筛查工具。它在识别小结节、囊实性病变方面表现突出,能通过多普勒技术分析血流信号,为良恶性鉴别提供参考。但超声成像依赖操作者经验,缺乏统一量化标准,且在钙化灶显示方面远不如钼靶敏感,可能导致假阴性或假阳性。

(3) MRI的优势与局限。乳腺MRI因其极高的软组织分辨率和动态增强成像优势,在发现多灶性、微小病变及评估肿瘤浸润范围方面极具价值,尤其适合高危人群筛查和术前评估。MRI不仅能够显示病灶形态,还能通过增强曲线反映肿瘤血供特征,具有较强的功能学价值。然而,其检查费用高昂、检查时间长,并且灵敏度虽高但特异性不足,常导致假阳性率升高,造成患者心理负担甚至过度干预。

3 多模态影像联合诊断的应用价值

(1) 提高早期检出率。钼靶在钙化灶检出方面独具优势,超声适合致密乳腺和小结节识别,MRI能够发现钼靶和超声难以识别的病灶。

三者联合应用能够实现优势互补,显著提高早期乳腺癌的检出率。尤其在高危人群和致密乳腺女性中,多模态联合显著降低了漏诊概率。

(2) 改善良恶性鉴别能力。多模态影像提供多维度信息,钼靶强调形态学表现,超声强调回声和血流,MRI强调血供和代谢差异。通过综合分析,能够更准确地区分良恶性病灶,减少不必要的活检,提高诊断的特异性。

(3) 减少误诊与过度治疗。单一影像学检查常因假阴性或假阳性而导致误诊,进而引发漏诊或过度治疗。多模态影像通过交叉验证和综合判读,有效降低了误判风险,既保障了诊断准确性,也减少了患者的经济与心理负担。

4 多模态影像在乳腺癌筛查中的问题与挑战

4.1 成本与资源分布不均

多模态影像学检查的联合应用在临幊上具有重要价值,但其推广受到成本与资源分布不均的制约。开展此类检查需要昂贵的影像设备,如高端CT、MRI和先进的超声系统,同时还需配备经验丰富的影像科医师与技术人员。对大型三甲医院而言,这些条件相对完备,可以支撑多学科联合诊断和精准评估,但在基层医疗机构,由于资金有限、技术力量薄弱,往往难以实现全覆盖。这种差距使得优质医疗资源集中在大城市和区域中心医院,导致城乡与区域之间在诊断水平和服务能力上的不均衡。患者若想接受全面检查,往往需要跨区域就医,增加了经济与时间成本,也加重了大医院的就诊压力。解决这一问题的关键在于推动分级诊疗与资源共享,例如通过远程影像平台、区域医疗中心建设以及移动影像设备应用,让基层医疗机构能够借助共享资源与远程专家支持,提高诊断能力,缓解资源分布不均带来的矛盾。

4.2 检查流程复杂

在多模态影像应用过程中,检查流程复杂是影响患者体验的重要因素。许多患者往往需要在不同科室间往返,完成CT、MRI、超声等多种检查,不仅占用大量时间,还容易造成体力与心理上的负担。对于部分老年人或行动不便的患者而言,频繁转诊与长时间等待更加不便。复杂的流程也在一定程度上影响了患者的依从性,一些人因为担心检查次数过多、辐射暴露、费用增加或时间消耗而选择放弃或推迟筛查。与此同时,医院在流程安排上若缺乏协调,容易导致资源浪费与检查重复,不仅降低诊断效率,还增加了患者的经济压力。为改善这一问题,有必要优化检查路径,推动一站式影像检查与联合诊断模式,减少患者在不同环节的往返。

4.3 标准化不足

多模态影像在实际应用中虽展现出显著优势,但在融合方式、诊断标准和报告模式等方面仍存在明显不足。不同医疗机构在影像采集参数、图像后处理方法和判读标准上差异较大,导致同一病例在不同平台或不同医生间可能出现不一致结论。这种缺乏统一规范的问题,不仅削弱了影像融合的价值,也在一定程度上限制了跨区域、跨机构的数据共享与对比分析。特别是在临床研究和多中心试验中,影像结果难以形成可比性,影响了

诊断与治疗方案的推广应用。为解决这一问题,需要建立多模态影像的标准化体系,包括采集规范、数据接口、诊断流程与报告格式等方面的要求。

5 多模态影像联合诊断的优化路径与未来发展

5.1 推动影像技术深度融合

医学影像技术的快速发展,使多模态融合成为提高诊断精度与效率的重要方向。通过构建多模态影像融合平台,可以将CT、MRI、超声、PET等不同来源的数据进行自动匹配与联合分析,从而全面展现病灶的结构特征与功能信息。人工智能在这一过程中发挥着重要作用,其在病灶识别、特征提取与风险预测中具备较高的准确性与稳定性,能够帮助医生快速锁定重点区域并提供辅助诊断意见。融合平台不仅能提高影像解读的一致性,还能通过算法学习不断优化分析模型,减少因人为差异带来的偏差。在临床应用中,这种融合技术能够为肿瘤分型、疾病早期筛查和治疗效果评估提供更精准的数据支撑。

5.2 优化诊断流程提升医疗效率

在现代医疗服务体系中,诊断流程的合理化与标准化是提高效率与改善患者体验的关键。通过建立科学完善的诊断流程,可以实现检查项目的有序安排,避免因流程不清或衔接不畅造成重复检查与资源浪费。在具体实施中,应根据疾病特点和患者需求,明确检查的优先顺序与组合方式,使诊断过程更加高效与规范。对医生而言,标准化流程有助于提升诊疗决策的准确性和一致性,减少人为差异导致的偏差;对患者而言,流程优化缩短了等待时间,减少了不必要的检查环节,从而增强就诊的依从性与满意度。随着信息化技术的发展,智能化诊断流程管理系统可实现跨部门、跨科室的协同,实时跟踪患者的检查进度并进行合理调度,为医疗资源的最优配置提供技术支持。

5.3 推动资源共享与医疗均衡发展

在医疗资源分布不均的背景下,资源共享已成为提升基层医疗水平的重要手段。依托远程医疗与影像云平台,基层医院能够直接接入大型中心医院的优质影像资源和专家判读服务,从而突破地域与设备限制,实现跨区域的实时会诊与远程诊断。通过云端影像的集中管理与调取,医生不仅能够快速获取高质量影像资料,还能得到权威专家的分析意见,提升诊疗的准确性和科学性。这种资源共享机制,有助于缓解基层医院设备不足和专业人才匮乏的问题,缩小城乡与区域间的医疗差距。在患者层面,远程诊疗减少了转院与奔波,提高了就医的便捷性与效率,降低了经济负担。随着大数据与人工智能的深入应用,影像云平台还

可进一步实现病例数据的深度挖掘与智能分析,为临床决策和疾病预防提供支持,从而推动医疗体系整体走向更加均衡与高效的发展格局。

6 结论

多模态影像(钼靶+超声+MRI)联合诊断在早期乳腺癌筛查中的应用价值日益凸显。它能够弥补单一检查的不足,提高检出率和诊断准确性,改善良恶性鉴别,并减少误诊与过度治疗。在推广过程中仍需解决成本、流程、标准化等问题。未来,通过人工智能与大数据的深度融合,以及影像技术与分子诊断的结合,多模态影像将在智能化、精准化筛查中发挥更大作用,为乳腺癌的早期发现和个体化防治提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]王丽,张晓华.多模态影像在乳腺癌诊断中的应用进展[J].中国医学影像技术,2021,37(6):889-894.
- [2]李芳,陈志强.钼靶摄影、超声与MRI在乳腺癌筛查中的联合价值研究[J].临床放射学杂志,2022,41(2):321-326.
- [3]刘敏,赵倩.基于多模态影像的乳腺癌早期筛查策略探讨[J].中国肿瘤临床,2023,50(4):172-178.
- [4]李红,赵俊,高媛.MRI联合钼靶和超声在乳腺癌早期筛查中的诊断准确性研究[J].中国医学科学院学报,2020,42(3):298-304.
- [5]周敏,孙洁,韩冰.多模态影像学在乳腺癌高危人群早期筛查中的临床价值[J].实用放射学杂志,2019,35(11):1721-1726.
- [6]陈芳,刘蕾,张敏.钼靶、超声及MRI联合应用在乳腺癌诊断中的优势分析[J].现代肿瘤医学,2021,29(14):2348-2353.
- [7]郑丽,王楠,李倩.多模态影像学对乳腺癌早期病灶检出率的影响[J].中国医学影像技术,2020,36(12):1902-1906.
- [8]黄燕,吴琼,孙丽.钼靶+超声+MRI在乳腺癌术前分期与早期筛查中的应用价值[J].中华临床医师杂志(电子版),2019,13(8):765-770.
- [9]王玉,赵蕾,陈雪.多模态影像融合技术在乳腺癌早期诊断中的临床研究[J].中国医学创新,2021,18(10):56-60.

- [10]李静,马燕,郭红.钼靶、超声与MRI联合诊断在乳腺癌早期筛查中的敏感性与特异性评价[J].中国肿瘤临床,2020,47(7):352-357.

作者简介:

高子臣(1999--),男,汉族,湖北潜江人,学历:在读,研究方向:肿瘤。