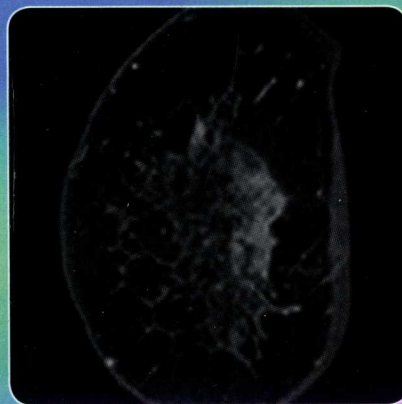
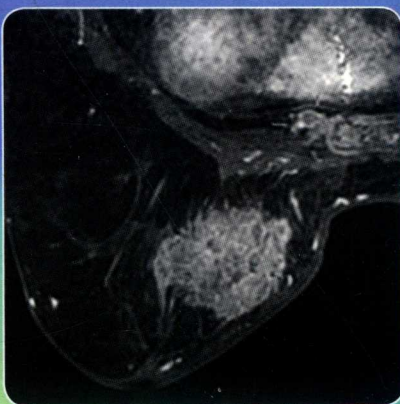
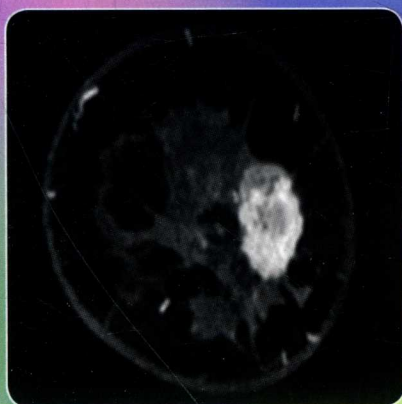


乳腺 MRI诊断学

编 著 程流泉 龙莉艳



科学出版社

乳腺 MRI 诊断学

编著 程流泉 龙莉艳

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了乳腺 MRI 的检查与诊断, 内容包括乳腺 MRI 的临床适应证、乳腺疾病的临床概述、乳腺 MRI 的检查技术、BI-RADS 的字汇解析和分类诊断等。书中收录大量典型病例解析, 图文并茂、内容新颖实用, 是可供乳腺疾病诊疗、影像科医师参考的重要工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

乳腺 MRI 诊断学 / 程流泉, 龙莉艳编著. —北京: 科学出版社, 2018.3
ISBN 978-7-03-056791-8

I . ①乳… II . ①程… ②龙… III . ①乳房疾病—核磁共振成像—诊断学
IV . ① R655.804

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 048776 号

责任编辑: 李 玫 / 责任校对: 何艳萍
责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 吴朝洪

版权所有, 违者必究, 未经本社许可, 数字图书馆不得使用

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京汇瑞嘉合文化发展有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 3 月第 一 版 开本: 889 × 1194 1/16

2018 年 3 月第一次印刷 印张: 25 1/4

字数: 708 000

定价: 230.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前言

FOREWORD

《乳腺 MRI 诊断学》是 2013 年出版的《乳腺 MRI 手册》的升级版本。5 年来众多读者对《乳腺 MRI 手册》寄予关注、支持、包容和质疑，激励我改进更正。这两本书都是我一字一句写出来的，费了不少心血，但疏漏难免。写作过程中，我在大量的文献观点和自己经验的兼顾中挣扎，当部分有冲突的观点逐渐在文献中找到了支持后，坚定了我的学术自信，在同事们的帮助下进一步收集、积累大量的数据和实例以修正和充实自己的观点。在拟定《乳腺 MRI 诊断学》的撰写计划时，我将写作重点转移到分享自己的观点和经验上，与文献求同存异。

在多年的乳腺 MRI 技术推广交流过程中，我将积累的经验概括为 3 句话：①与其说是受经济制约，不如说是缺乏观念更新。这是与乳腺外科医师交流的主题，介绍乳腺 MRI 的价值。②与其说是看出病灶，不如说是做出病灶。这是说与磁共振技师的，强调检查和处理技巧。③与其做出组织学诊断，不如给出合理建议。这是说与放射科医师的，强调影像诊断的规范化。

从推广的实例中，我深刻感受到改脉冲序列容易，改阅片习惯很难，要让更多的同行知其道用其妙，还需要更多的努力。而我自己也需要不断地去寻找创新点和增长点，不做学术的守财奴。本书中的所有数据真实可靠，但是必须承认数据抽样偏倚性和认识的局限性，希望读者在参考本书时，能积极反馈、帮助改进。

真诚地感谢解放军总医院乳腺疾病多学科团队（MDT）的外科学李席如教授、王建东教授、张艳君副教授、郑一琼博士，病理学刘梅副教授，肿瘤学杨俊兰教授、赵卫红教授、李瑛副教授，放射治疗学马林教授、刘芳副教授，医学统计学曹秀堂教授，中医学张印博士，心理学崔红教授，影像学李俊来教授、王知力教授、邢宁副教授、张爱莲副主任技师、李颖博士和李梦露技师，以及帮助我收集了大量病例的进修医师姚明、李艳辉、姚晓群、姚艳琴、张宝英、谢宗玉、雷小勇、周欣、龚良庚、汪家章、白志勇等，感谢他们对本书的出版给予的支持、帮助！

程流泉 教授
解放军总医院
2018 年 1 月

目 录

CONTENTS

第一章 乳腺 MRI 的临床适应证	1
第一节 诊断与筛查	1
第二节 术前评估	32
第三节 治疗后评价	45
第二章 乳腺影像的临床基础	76
第一节 乳腺的解剖与生理	76
第二节 乳腺的病理概述	89
第三节 乳腺疾病的活检	144
第四节 乳腺疾病的外科治疗	147
第五节 乳腺癌的放射治疗、化学治疗与内分泌治疗	155
第三章 乳腺 MRI 检查技术	162
第一节 乳腺 MRI 检查的基本要求与准备	162
第二节 DWI 扫描与 ADC 值测量	168
第三节 T2WI 与 T1WI 扫描	181
第四节 动态增强扫描与后处理	187
第四章 BI-RADS MRI 字汇解析	213
第一节 纤维腺体组织类型	220
第二节 背景实质强化	225
第三节 点状强化	237
第四节 肿块	242

第五节 非肿块样强化	258
第六节 时间信号曲线 (TIC)	279
第七节 不强化肿块、含脂肪的病灶、假体	290
第八节 伴随征象	290
第九节 病灶的综合判断	291
第五章 BI-RADS MRI 分类诊断	306
第一节 BI-RADS 分类评估与处理建议	306
第二节 BI-RADS 分类评估的 MRI 诊断指标	332
第三节 积分分类方式的诊断效能验证	375
第六章 磁共振成像的基本原理	380
第一节 磁共振现象	380
第二节 脉冲序列	384
第三节 磁共振信号的病理生理基础	389
第四节 磁共振造影剂	392
第五节 乳腺磁共振检查的注意事项	394
参考文献	395

第一章 乳腺 MRI 的临床适应证

乳腺 MRI 的应用推广，与其说是医疗经济问题，不如说是技术差别和理念的问题。经过 10 余年的技术改进和临床应用研究，MRI 对乳腺疾病的诊断价值基本达到共识，总的趋势是 MRI 在乳腺癌诊疗过程中的作用越来越受到重视，甚至不可或缺。在综合各种学术组织的文献荟萃、指南、共识和评论的基础上，笔者将乳腺 MRI 的临床适应证按照诊断与筛查、术前评估、治疗评价三个任务进行阐述，目的是让放射科医师明确乳腺 MRI 的检查目的，为临床诊疗提供针对性的服务，同时让临床医师了解 MRI 在乳腺疾病诊疗中的作用，合理利用 MRI 提供的信息。

第一节 诊断与筛查

用 MRI 进行乳腺疾病的诊断与筛查的任务包括：①鉴别诊断，对临床触诊（clinical breast examination, CBE）、超声（ultrasound, US）和乳腺 X 线摄影（X-ray mammography, XMG，俗称钼靶）不能确诊或诊断意见不一致的病灶进一步明确诊断；②筛查，指对具有高危乳腺癌患病因素的群体用 MRI 筛查；③隐匿癌排查，对腋窝出现淋巴结转移而 US、XMG 未能确定病变的隐匿性病例进行排查；④引导活检，对 US 和 XMG 不能定位的病灶在 MRI 引导下活检以明确诊断。

一、乳腺疾病的鉴别诊断

对病灶进行诊断和鉴别诊断是影像学诊断的基本工作任务。乳腺的影像检查措施主要是 XMG、US 和 MRI，其他的如红外线成像、CT 和核医学检查都没有足够的敏感性和特异性，或因辐射问题而不能成为临床常规选择。XMG、US 和 MRI 成像原理不一样，因此显示的内容也不一样，各有优势和不足。2005 年，国际专家共识将 MRI 作为“当 CBE、XMG 和 US 不能明确或诊断意见不一致或不确定、无法完成引导定位和活检时的诊断措施”，但是在 2009 年的共识内容中此条款被删除，因为没有足够的循证医学证据支持在 XMG 和 US 不能确定病灶、无法引导活检的条件下进行乳腺 MRI 检查的必要性。而在笔者看来，这一点正是选择 MRI 进一步检查的可操作性依据，是临床医师面对 US 和 XMG 不同诊断结论报告时的合

理选择，笔者将其细化为表 1-1。国外不选择 MRI 作为乳腺疾病诊断措施的一个主要原因是卫生经济因素，在国内由于 MRI 收费并不高，如果在 US 与 XMG 不确定的情况下选择乳腺活检或手术，可能导致病灶被高估而带来过度处理，同样也是医疗损失。无论是从医疗创伤还是卫生经济角度，MRI 都应该是一个更合理的选择。但是，没有足够的循证医学和卫生经济学证据将 MRI 上升为筛查措施，因此笔者仍然保留此内容作为乳腺 MRI 检查的适应证，并简化表达为“刀下留乳二阶筛查”，即在 US 和（或）XMG 拟进行活检或切除之前用 MRI 进行再确认，使临床医师把握乳腺 MRI 适应证更具有可操作性的执行参考。根据笔者的研究数据和临床经验，将乳腺影像检查的路径归纳如图 1-1。

表 1-1 推荐选择 MRI 作为鉴别诊断的参考

CBE 扪及包块、发现乳头溢液，尤其是黄色或血性溢液，US 和（或）XMG 阴性
XMG 提示致密型或多量混杂型纤维腺体，可能导致病灶遗漏
US 检查提示 3 类或以上病灶，需要进一步确诊
US 与 XMG 检查结果不一致，且其中之一为 4 类，需要进一步明确
XMG 检查提示不对称密度、结构扭曲、可疑钙化，US 不能确认
不存在经济问题而对潜在乳腺病灶比较焦虑

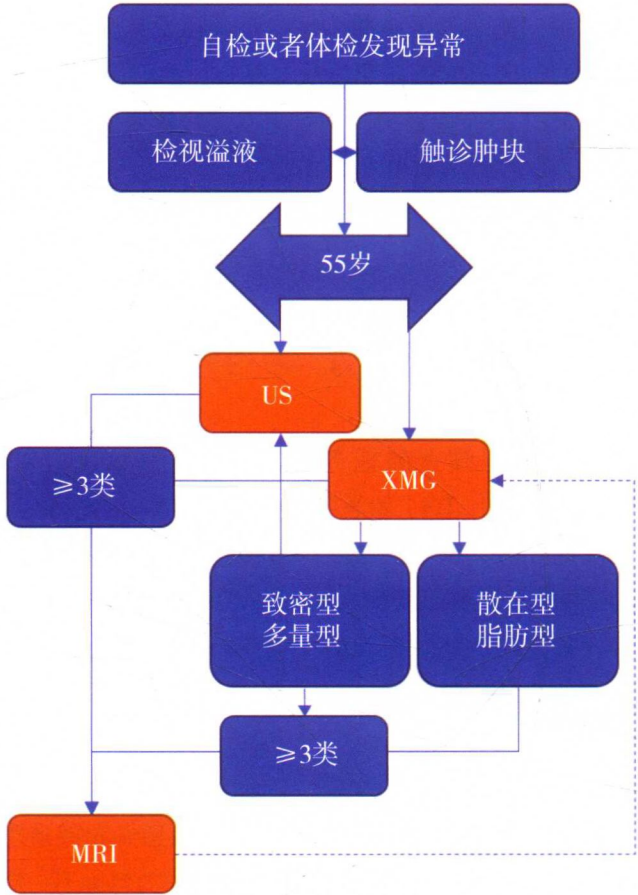


图 1-1 乳腺影像检查措施的选择路径

当 CBE 发现乳腺溢液或扪及肿块等需要影像学检查时，55 岁以下患者建议首选 US 而非 XMG，55 岁以上患者可以考虑首选 XMG，这是由 55 岁以下患者致密型和多量混杂型纤维腺体占 80% 以上的数据决定的。检查过程中，如果 XMG 检查提示为致密型或多量混杂型纤维腺体时，改用 US 或直接选择 MRI；US 和 XMG 评价为 3 类或以上时，无论是基于鉴别诊断还是术前评估目的，均建议 MRI 检查

（一）乳腺 X 线摄影

依靠组织的 X 线衰减差异成像，是单一参数成像，是乳腺组织密度在单个方向的投影叠加，图像灰阶度由组织密度和厚度共同决定。多数情况下，纤维腺体组织和肿瘤实质的密度十分接近，其对比差异不足以被分辨，只有在脂肪背景衬托下可以突出显示；而肿瘤在 XMG 能被检出的一个关键因素是厚度差异，即肿瘤组织相对致密，但是在致密型和多量混杂型腺体类型中，纤维腺体组织密度会掩盖肿瘤而导致漏诊，或者正常的腺体组织重叠形成肿瘤假象，这些因素从成像原理的角度形成了 XMG 的假阴性和假阳性表现（图 1-2~图 1-7）。在 XMG 的诊断中，钙化密度显著高于纤维腺体和脂肪，因而钙化及其形态也就成为 XMG 诊断的关键线索之一，但是钙化现象并非肿瘤独有，更非恶性肿瘤的特征，仅凭钙化来判断病灶良恶性的观念应该摒弃，更不能以钙化作为手术切除的指标之一。数字乳腺断层摄影（digital breast tomosynthesis, DBT）及锥形束 CT（cone-beam CT, CBCT）可以降低厚度的干扰，从笔者会诊的经验看，可以显著改善病灶的显示，但是无法改变组织自身的密度差异，遇到等密度的病灶仍然存在分辨困难，可能需要借鉴 MRI 的增强模式，其临床应用效能有待进一步的观察论证。在 XMG 与 MRI 的比较方面，笔者总结了一组 138 个病灶的 MRI 和 XMG 的匹配对照研究，MRI 和 XMG 分别由 2 名医师各自独立评价，两者的符合情况见表 1-2。两者分类诊断一致率为 27.5%（38/138），其中可追溯到病理证实的 34 个病灶，病理检查“良性—危险—恶性”与“≤3 类—4 类—5 类”的匹配符合率 MRI 为 94.1%（32/34），XMG 为 67.6%（23/34）；以 MRI 发现的病灶为参照，XMG 的假阳性率和假阴性率均接近 10%。

（二）超声

超声依靠组织回声差别进行成像，不同组织的超声回声特性是不同的，液体、脂肪、纤维腺体、钙化等在图像上形成灰阶的低回声、中等回声、高回声及声影等。US 是一种断层成像方式，可以用探头对目标组织进行逐层扫描分辨，具有更好的空间定位和实时成像能力，是引导穿刺活检的首选措施。当肿瘤组织和纤维腺体组织缺乏回声差别时，也存在对比分辨困难，因而 US 也在引进对比剂以改善对比差异。与 MRI 比较，US 主要是非肿块强化（non-mass enhancement, NME）的回声对比差异分辨不足而难以检出，或者无法分辨肿块周围的非肿块强化成分而低估病变范围（图 1-8~图 1-10），这是 US 和 XMG 漏诊和低估病变的主要原因。龚良庚与笔者合作回顾性统计分析 80 例 NME 类病灶的 MRI、US 和 XMG 的诊断效能（表 1-2，表 1-3），病理证实良性病灶 29 例，恶性病灶 51 例。如果单纯统计漏诊，XMG 报告阴性 43 例，漏诊率 53.8%，其中恶性病灶漏诊 20 例（39.2%），良性病灶漏诊 23 例（79.3%）；US 报告阴性 16 例，漏诊率 20%，其中恶性病灶漏诊 6 例（11.8%），良性病灶漏诊 10 例（34.5%）。MRI 对 NME 病变的良恶性预测的敏感性为 90.2%，特异性为 72.4%，准确性为 83.75%。MRI 与 XMG 和 US 的对病变的显示差异从 XMG、US 和 MRI 的 BI-RADS 字汇分类中可以更好地理解（表 1-4），NME 在 US 没有对应的描述词汇，在 XMG 可见表现为结构扭曲、不对称密度，不足以定性诊断。随着技术改进，US 开始向多参数成像方式发展，如彩色多普勒检测血流、组织弹性成像、超声造影，提供组织的多模态信息，显著地改进了超声的成像和诊断效能。三维超声的出现也使乳腺超声的扫描摆脱个体差异，向标准化发展，提高了超声诊断的效能。

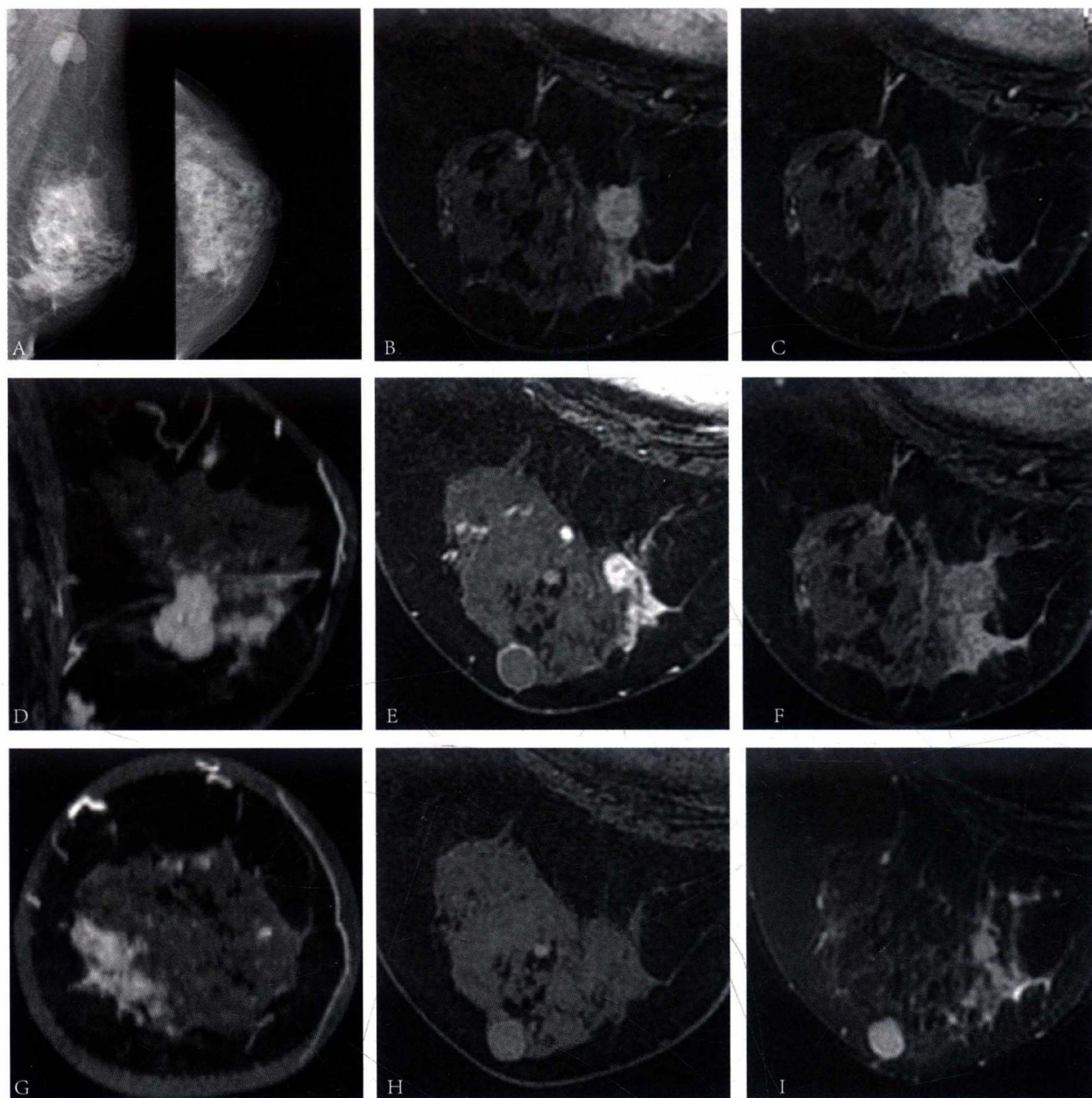


图 1-2 XMG 的密度与厚度

通过 MRI 与 XMG 的配对分析，XMG 显示左侧乳腺乳头后方簇集样分布的钙化和腋窝的淋巴结边缘部分钙化（A），是通过组织自身的密度差别对比显示的。内下象限的不规则肿块（B-D）是因为肿瘤实质的厚度差异显示的，对应 MRI 显示的类圆形肿块部分；MRI 显示的肿块周围的非肿块样强化成分（E-G）因为没有密度和厚度差异在 XMG 上则无法显示，也就无法准确界定病灶的大小、边界和分期。MRI 也不是通过肿瘤和纤维腺体的自身对比差异显示病灶的，在平扫的 T1WI 和 T2WI 上也缺乏对比分辨而无法显示肿瘤（H、I），通过注射对比剂凸显肿瘤和纤维腺体的血供差异可显示病灶及其形态。在定性诊断上，XMG 报告簇集样钙化为 5 类，肿块为 4 类；而 MRI 报告肿块与非肿块样强化为 5 类，对应簇集样钙化为 2 类（囊肿）。病理检查示：左侧乳腺浸润性乳腺癌，合并周围弥漫导管内癌；乳头后方积乳囊肿。在病灶定性和肿块范围的界定方面，XMG 和 MRI 存在明显的差别

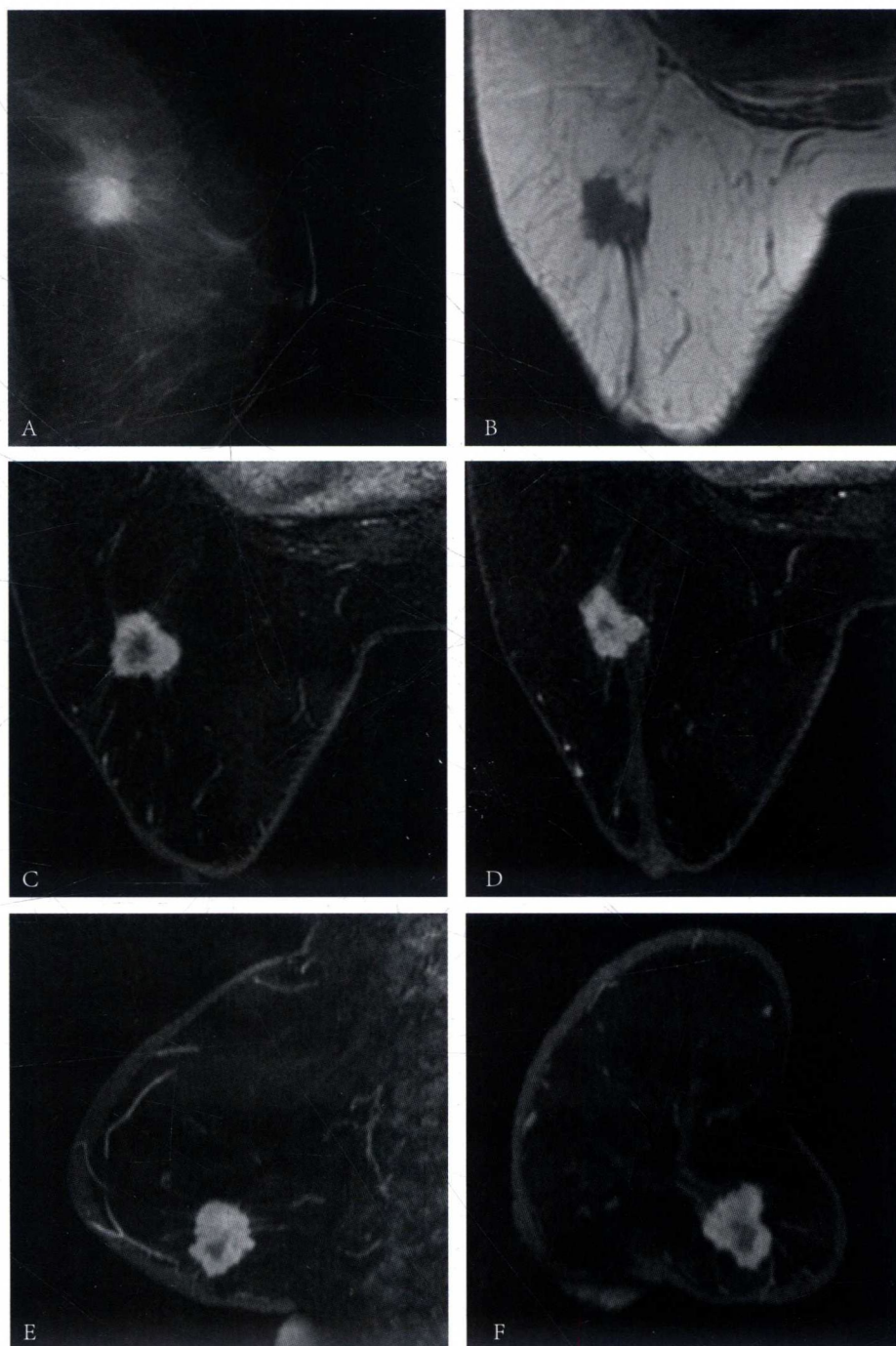


图 1-3 XMG 显示的乳腺癌

在脂肪型纤维腺体背景下，右侧乳腺肿块的形态及毛刺等细小结构显示清晰（A），其形态学特征与 MRI 接近（B-F），MRI 可见不规则环形强化的肿块，周围毛刺。一般认为，在脂肪型纤维腺体背景下，XMG 与 MRI 对病灶的显示和诊断接近



图 1-4 XMG 乳腺癌灶被遮盖

在混杂型纤维腺体背景中，XMG 未能显示任何病灶（A、B）。MRI 显示左侧乳腺不规则小肿块（C、D），直径 8mm，高分辨率成像显示病灶边缘有毛刺征象，DCE-TIC 平台型，判读为 BI-RADS 5 类。但是病灶太小，即使在 MRI 图像引导下超声靶扫描亦不能显示病灶。手术根据 MRI 提供的位置盲切，病理检查在相应位置找到浸润性导管癌



图 1-5 XMG 假阳性

患者 47 岁，临床诊断乳腺增生。XMG 显示左侧乳腺外上象限不规则肿块（A、B），报告 BI-RADS 4 级，建议 MRI 检查。MRI 显示左侧乳腺（C、D）外上局限性腺体增多，形成 XMG 上的假肿块征象。乳腺内多发的点状强化，BI-RADS 3 级，建议随访观察

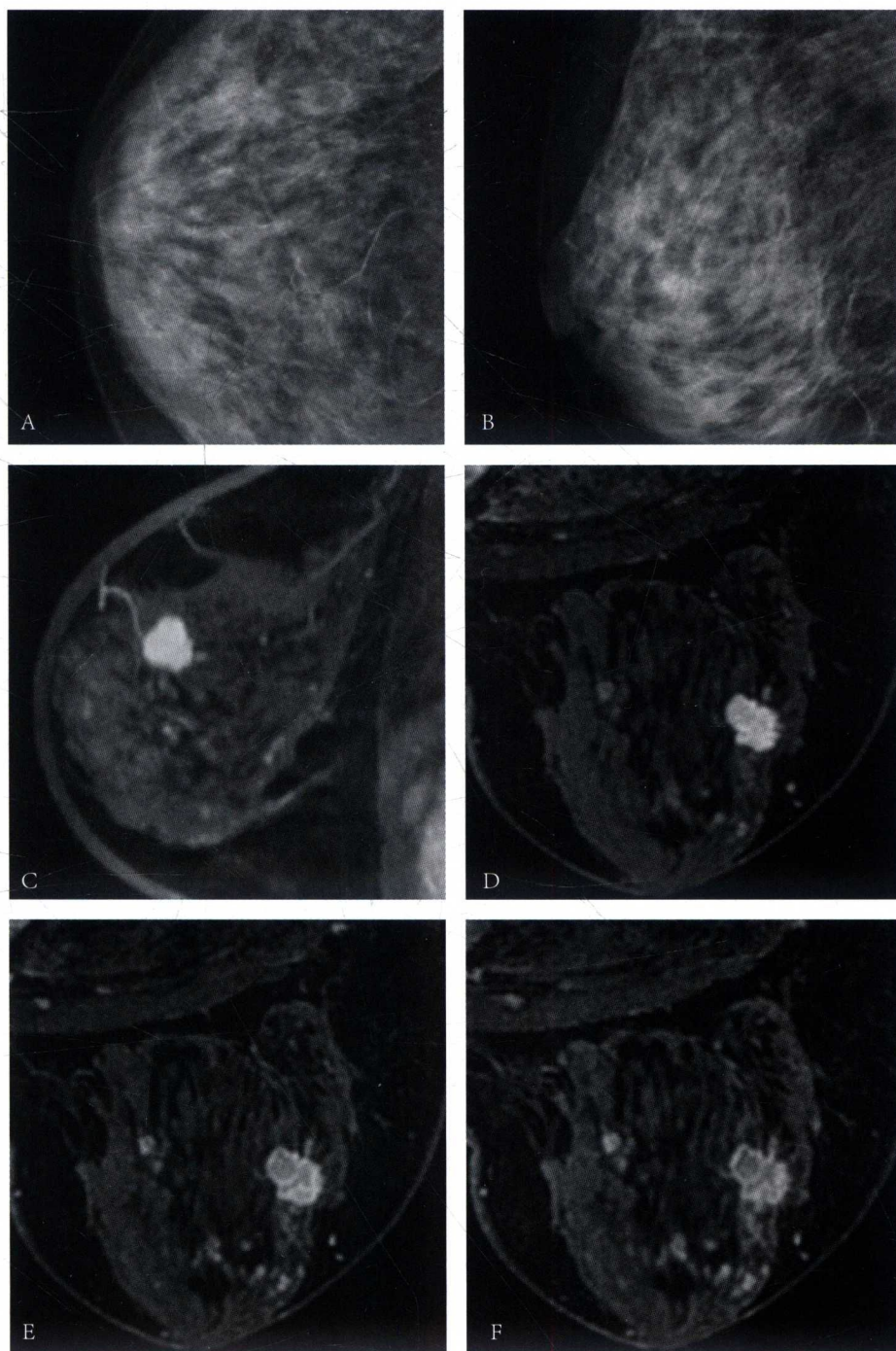


图 1-6 致密型腺体的 XMG 检查

XMG 检查显示致密型纤维腺体，在 CC 位显示右侧乳腺外侧象限不规则肿块（A），在 RLO 位显示不十分明确（B），在首次 XMG 报告中此病灶被忽视。MRI 显示为不规则肿块并边缘毛刺（C-F），环形强化，廓清型曲线，BI-RADS 5 类。病理检查示：浸润性乳腺癌。XMG 由于投影重叠及病灶自身密度的对比差异，在致密型乳腺中有很高的漏诊风险，MRI 显示的病灶周围多发点状强化在 XMG 则无法显示，因此不建议致密型腺体的患者采用 XMG 做评估

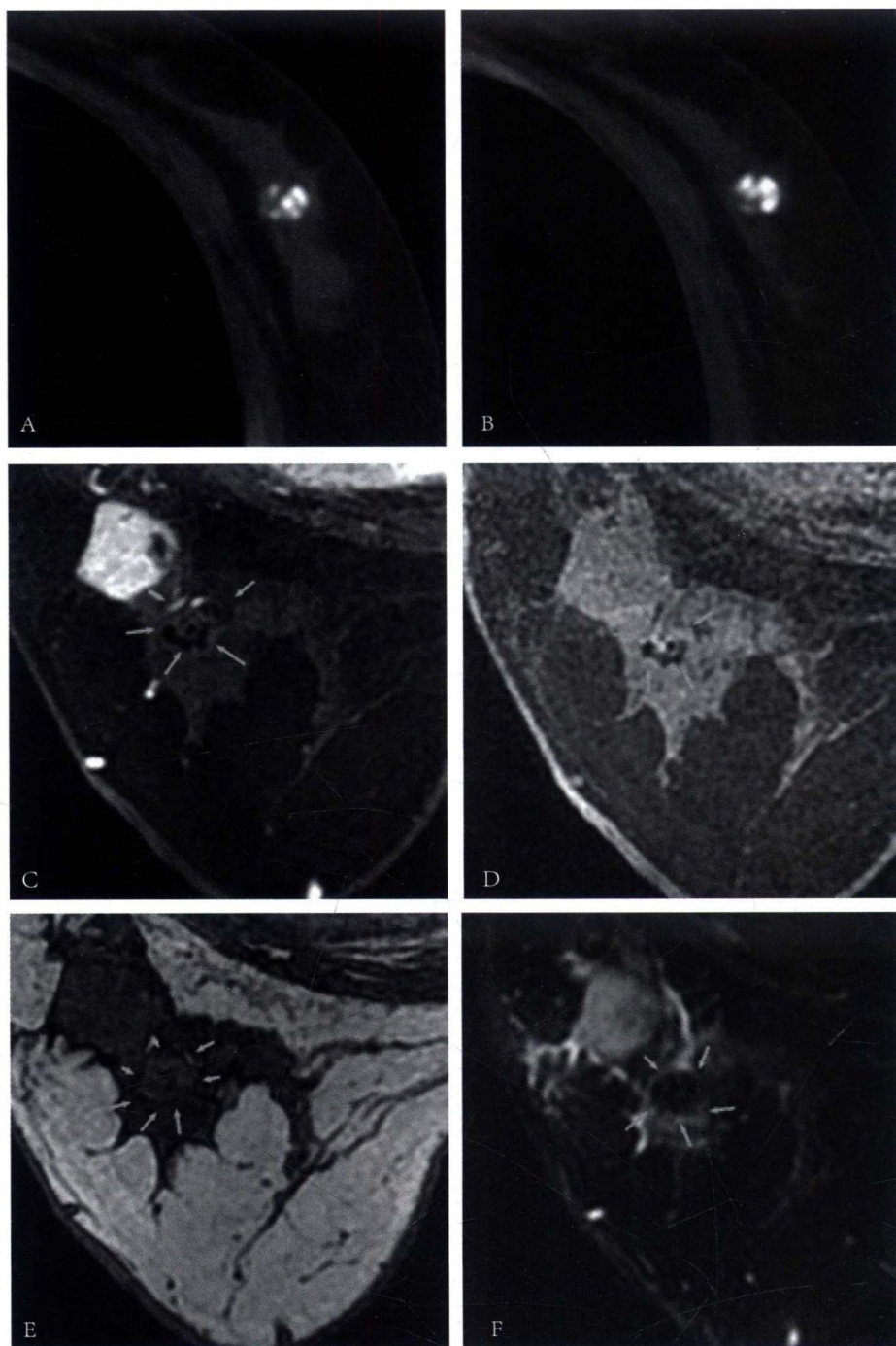


图 1-7 投影与断层

患者 64 岁，发现左侧乳腺肿块 1 周。体检时 CT 胸部检查（A、B）发现乳腺爆米花样钙化，申请乳腺 MRI 检查。粗大的钙化在 MRI 各个序列均呈低信号（箭），病理证实为纤维腺瘤。MRI 检查发现钙化旁类圆形肿块，显著均匀强化，平扫 T1WI、T2WI 信号与腺体接近（C-F）。但是相应位置 CT 与周围纤维腺体没有密度差异而不能识别。病理检查示：左侧乳腺浸润性乳头状癌，分化中等，其中部分呈包裹型乳头状癌，浸润癌范围 $2\text{cm} \times 2\text{cm} \times 1\text{cm}$ ，周围见极少量中等级别导管原位癌（ $<1\%$ ）。免疫组化染色浸润癌：PR（ $+<1\%$ ），ER（-），SM-MHC（-），Ki-67（ $+>90\%$ ），p63（-），CK5（-），AR（-），HER-1（2+），HER-2（0）。另见乳腺纤维腺瘤，间质伴玻璃样变性钙化，肿瘤大小 $1.5\text{cm} \times 1.5\text{cm} \times 1.2\text{cm}$ 。由本病例推测，在 XMG 检查中，厚度和密度差异是检出病灶的必要条件，DBT 和 CBCT 虽然解决了厚度重叠问题，但是没有改变密度差异，可能也需要补充对比剂才能更有效地显示乳腺病灶。

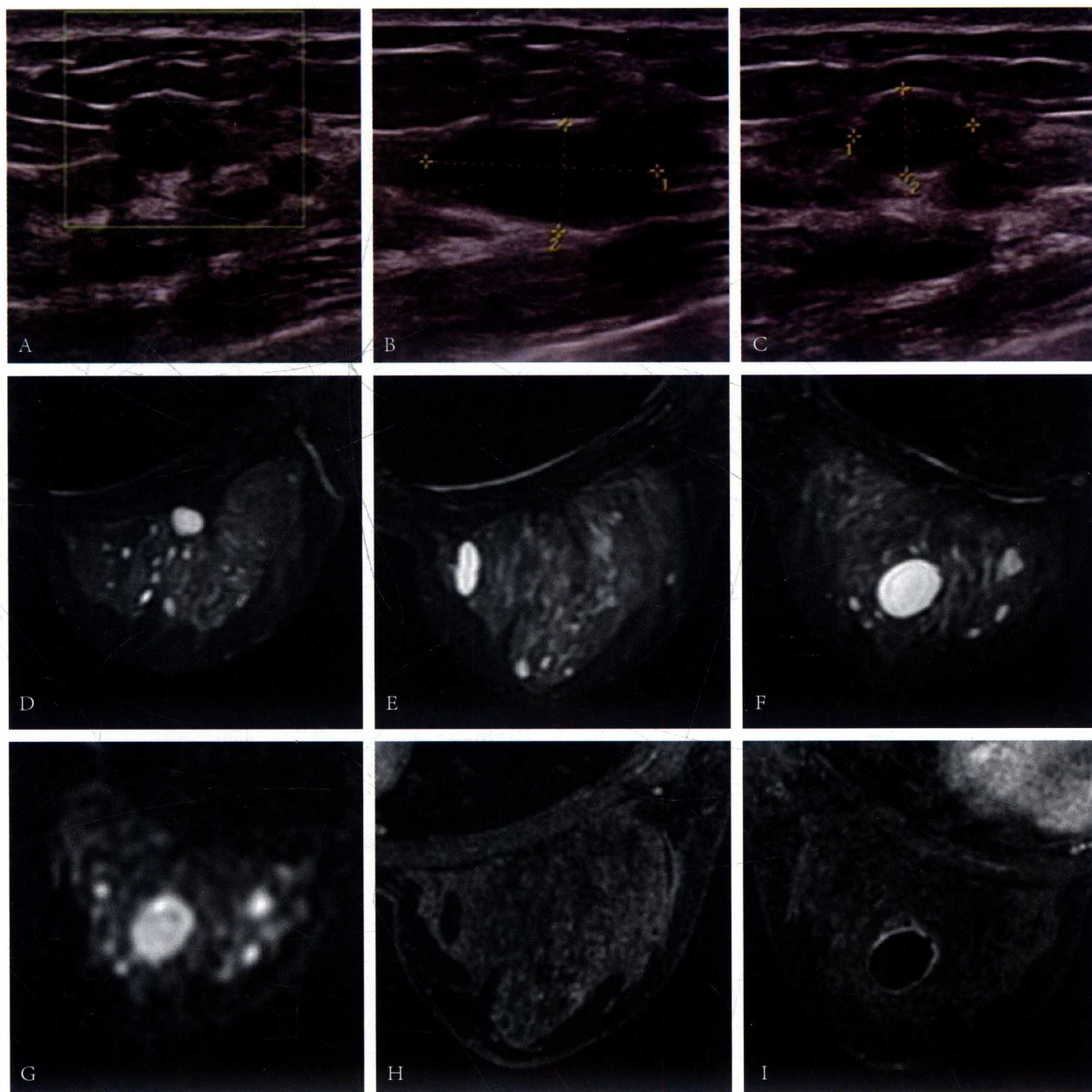


图 1-8 囊肿的 US 表现

US 对囊肿是可以直接诊断的，境界清晰，回声均匀（A-C），诊断准确性很好，无须 MRI 再次确认（D-I）。部分超声报告的囊肿在 MRI 没有报告主要是因为没有被强化而被忽略，另有部分小的囊肿在 MRI T2WI 呈等信号、未强化（H、I）而不显示

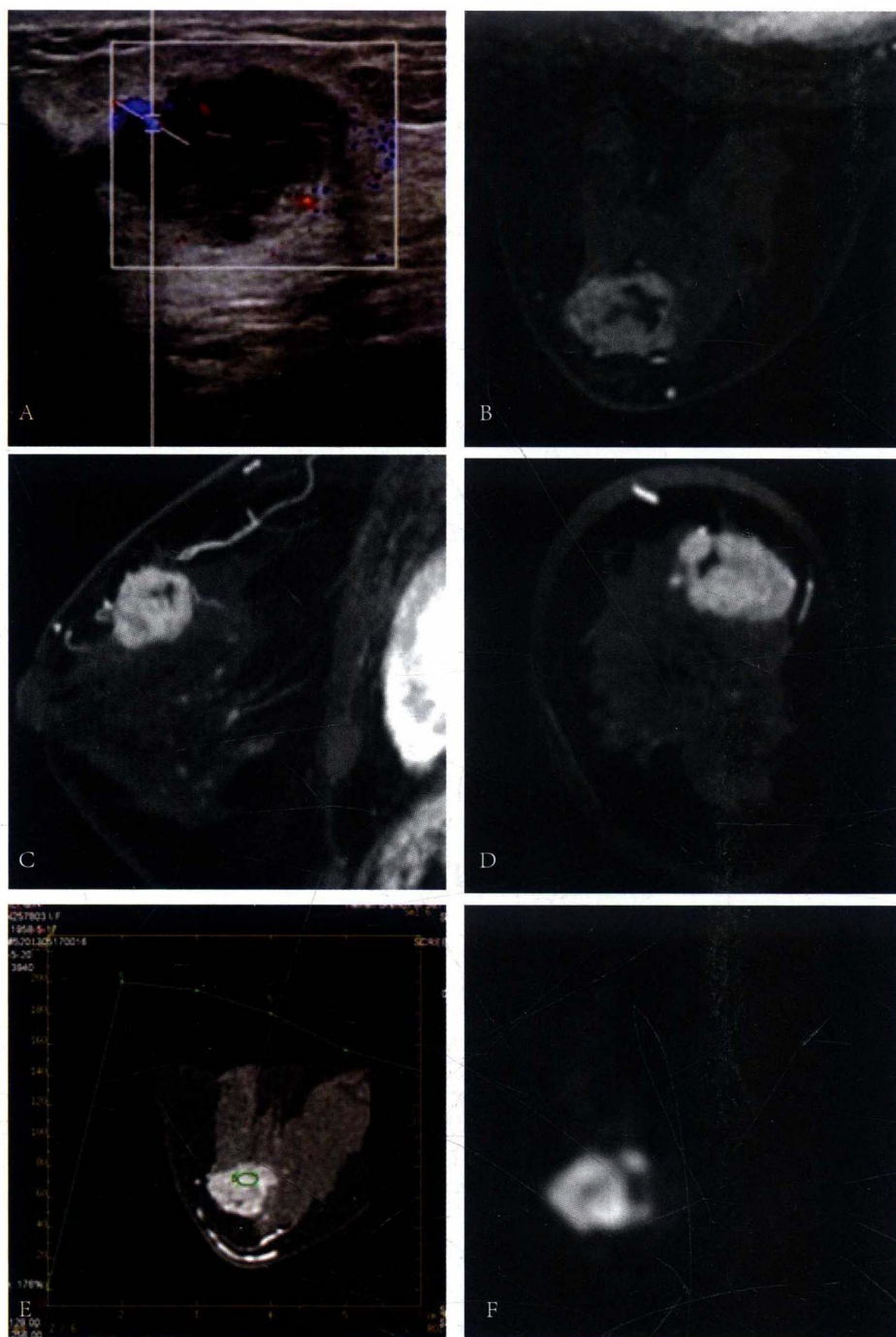


图 1-9 US 显示肿块

患者 55 岁，发现肿块 1 周。超声检查示：左侧乳腺 12 点位置距乳头约 1cm 处可见一不均质低回声结节，大小约 $3.1\text{cm} \times 2.5\text{cm} \times 1.7\text{cm}$ ，边界欠清，形态不规则，呈分叶状。CDFI 示其内及周边可见血流信号（A）；左侧乳腺不均质低回声结节，考虑 BI-RADS 5 类，建议超声引导下穿刺活检；左侧腋下多发低回声结节，为异常肿大淋巴结。外院 XMG 报告左侧乳腺外侧不规则肿物伴钙化，乳腺癌待排查，建议 MRI 并活检；双侧乳腺增生，部分囊性增生；双腋下淋巴结肿大。MRI 显示类圆形分叶状肿块（B-D），边缘光滑，TIC 廓清型（+1）（E）， $\text{DWI-ADC}_{\min}=0.80 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ （+1）（F），判断 5 类，但是 MRI 未报告淋巴结增大。手术切除的左侧乳腺及腋下脂肪组织，总大小为 $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 4.5\text{cm}$ ，梭形皮肤面积为 $12\text{cm} \times 3.5\text{cm}$ ，乳头大小为 $1.2\text{cm} \times 1.2\text{cm} \times 0.8\text{cm}$ ，近外上象限距乳头 3cm 处皮下方可见一结节状肿物，肿物大小为 $2.8\text{cm} \times 2.5\text{cm} \times 2\text{cm}$ ，肿物切面呈灰白色间灰红色，实性，质硬；与周围组织界线不清，其余乳腺切面呈灰白色、质韧。腋窝下检出淋巴结 21 枚，大者为 $1.5\text{cm} \times 1\text{cm} \times 0.5\text{cm}$ ，小者为 $0.3\text{cm} \times 0.2\text{cm} \times 0.2\text{cm}$ 。左侧乳腺浸润性导管癌，SBR 分级为 III 级，肿瘤大小为 $2.8\text{cm} \times 2.5\text{cm} \times 2\text{cm}$ ，周围乳腺呈增生性腺病改变，未累及乳头及皮肤，基底未见癌，腋窝淋巴结未见转移癌（0/21）。一般认为，肿块在超声可以被准确显示，淋巴结不以大小作为转移的依据，高分辨率超声对显示淋巴结形态更有优势

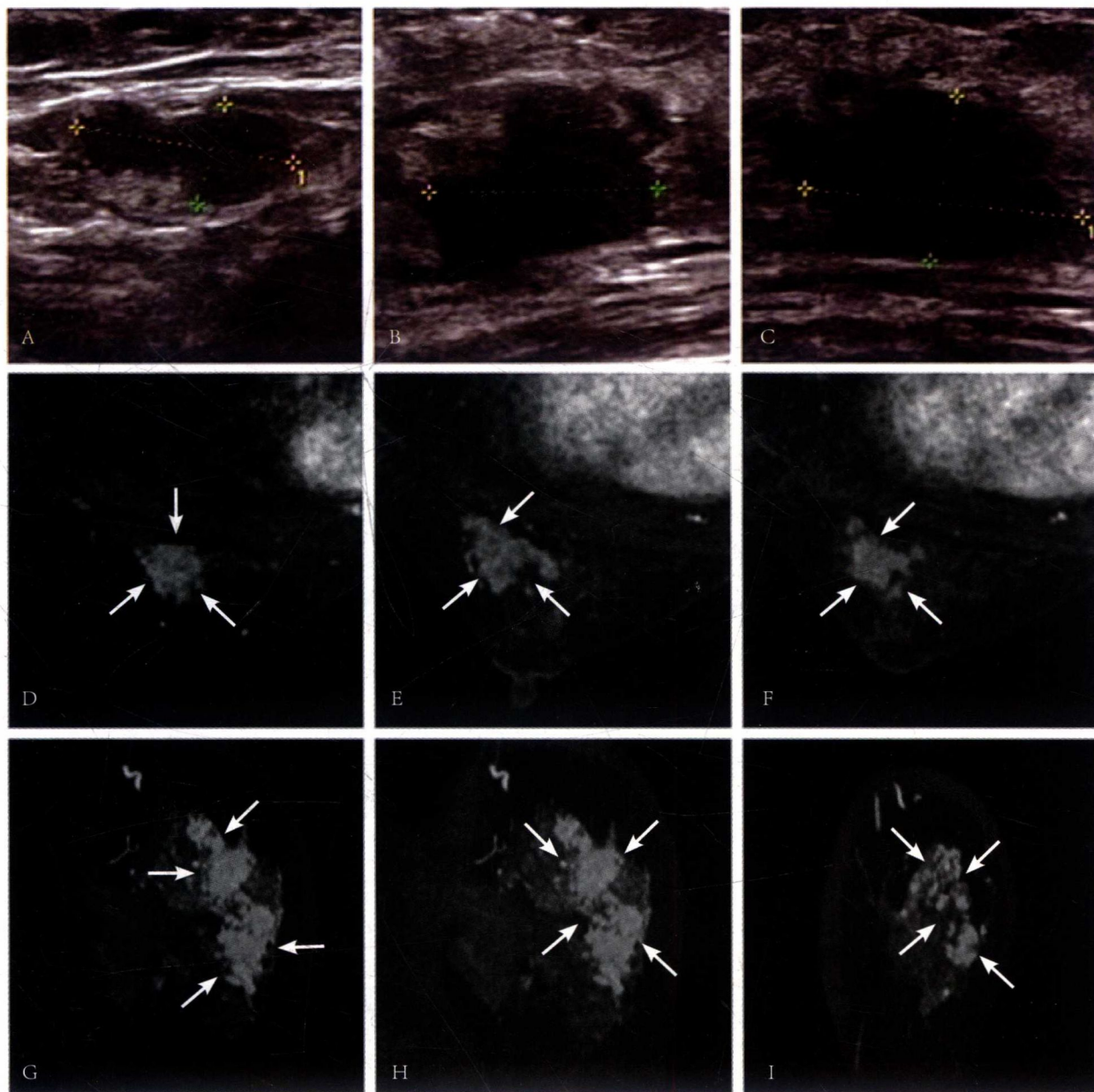


图 1-10 US 显示非肿块强化

US (A-C) 显示左乳 1 点位置距离乳头 2cm 处有一 $1.7\text{cm} \times 1.0\text{cm} \times 1.4\text{cm}$ 结节, 边缘不规则, CDFI 少量点状血流, BI-RADS 5 类; 病灶周边多个小结节, 较大者为 $0.7\text{cm} \times 0.6\text{cm}$, 边缘不规则。而 MRI (D-I) 显示左侧乳腺非肿块强化, 范围占整个乳腺体积的 $1/2$, 区域分布。比较 US 与 MRI 图像, US 显示病灶中形成肿块的部分, 而病灶周围的非肿块强化成分在 US 缺乏组织对比度, 因而不能被检测到, US 低估了病灶的范围。超声造影剂的使用可能会改善这种组织对比状况。病理检查: 左侧乳腺浸润性乳腺癌并弥漫导管内成分