

乳腺钼靶钙化征象分类与乳腺良恶性肿瘤诊断的价值

布阿依夏木·麦提也木*, 吐尔斯娜依·艾白都拉#

新疆维吾尔自治区喀什地区第二人民医院放射影像中心, 新疆 喀什

收稿日期: 2024年7月23日; 录用日期: 2024年8月16日; 发布日期: 2024年8月26日

摘要

乳腺钼靶钙化征象的分类及其在乳腺良恶性肿瘤诊断中的价值, 已成为影像学和临床医学研究的热点。钼靶X线摄影检查作为乳腺癌筛查的主要手段, 其在识别和区分乳腺良恶性肿瘤方面的准确率高达90%以上。在钼靶X线上观察到的乳腺钙化现象, 虽然多数为良性病变, 但其在恶性肿瘤的诊断中也占有重要地位。据统计, 大约80%的乳腺良性病变和20%的恶性肿瘤表现为钙化, 而乳腺癌患者中有约65%合并有乳腺钙化。本研究通过对比分析乳腺良恶性病变中的微钙化征象, 发现其在钙化的数目、密度、密集度、形态及分布特征上存在显著差异。这些差异为乳腺良恶性病变的诊断提供了重要的影像学依据。例如, 乳腺癌中的微钙化往往表现为低密度、数目多、密集度高, 形态上以细沙样、线形分支样、蠕虫样等为主, 而良性病变则多以粗颗粒样钙化为主。在分布上, 乳腺癌的微钙化多呈线状或段状分布, 而良性病变则多表现为弥漫状分布。进一步的研究还分析了乳腺疾病患者的钼靶X线影像, 发现乳腺钙化的性质及其表现特征对于乳腺良恶性病变的鉴别诊断具有显著的临床意义。特别是在微小乳腺癌和导管浸润癌的早期诊断方面, 钼靶钙化征象的分类和分析显得尤为重要。因此, 深入理解和掌握乳腺钼靶钙化征象的分类及其诊断价值, 对于提高乳腺良恶性肿瘤的诊断准确性、促进早期治疗以及改善患者预后具有至关重要的意义。

关键词

乳腺钼靶, 钙化征象, 乳腺良恶性肿瘤, 诊断价值

The Value of Mammography in the Classification of Calcification Signs and the Diagnosis of Benign and Malignant Breast Tumors

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 布阿依夏木·麦提也木, 吐尔斯娜依·艾白都拉. 乳腺钼靶钙化征象分类与乳腺良恶性肿瘤诊断的价值[J]. 临床医学进展, 2024, 14(8): 1120-1127. DOI: 10.12677/acm.2024.1482329

Buayixiamu-Maitiyemu*, Tuersinayi-Abdulla#

Radiology Center, Second People's Hospital of Kashgar Prefecture in Xinjiang Uygur Autonomous Region, Kashgar Xinjiang

Received: Jul. 23rd, 2024; accepted: Aug. 16th, 2024; published: Aug. 26th, 2024

Abstract

The classification of mammography calcification signs and their value in the diagnosis of benign and malignant breast tumors have become a hot spot in imaging and clinical medical research. As the main means of breast cancer screening, mammography has an accuracy rate of more than 90% in identifying and distinguishing benign and malignant breast tumors. Although most of the mammary calcifications observed on mammography are benign lesions, they also play an important role in the diagnosis of malignant tumors. According to statistics, about 80% of benign breast lesions and 20% of malignant tumors show calcification, while about 65% of breast cancer patients have breast calcification. In this study, we found that there were significant differences in the number, density, intensity, morphology and distribution characteristics of microcalcification in benign and malignant breast lesions. These differences provide an important imaging basis for the diagnosis of benign and malignant breast lesions. For example, microcalcifications in breast cancer tend to be low-density, large in number, and high in intensity, and are mainly fine sand-like, linear-branched, and worm-like, while benign lesions are mostly coarse-grained calcifications. In terms of distribution, the microcalcifications of breast cancer are mostly linear or segmental, while the benign lesions are mostly diffuse. Further studies also analyzed the mammography of patients with breast diseases, and found that the nature and manifestations of breast calcification have significant clinical significance for the differential diagnosis of benign and malignant breast lesions. In particular, in the early diagnosis of microscopic breast cancer and ductal invasive carcinoma, the classification and analysis of mammography calcification signs are particularly important. Therefore, it is of great significance to understand and grasp the classification and diagnostic value of mammography calcification signs to improve the diagnostic accuracy of benign and malignant breast tumors, promote early treatment, and improve the prognosis of patients.

Keywords

Mammography, Signs of Calcification, Benign and Malignant Tumors of the Breast, Diagnostic Value

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

乳腺癌是全球女性中最常见的恶性肿瘤之一，其发病率和死亡率仍然居高不下[1]。根据世界卫生组织的统计，每年有数十万女性因乳腺癌而丧生，这显著威胁到女性的健康[2] [3]。早期发现和诊断是提升乳腺癌患者生存率的关键。在所有乳腺癌筛查技术中，钼靶 X 光摄影(Mammography)因其高效和经济性，被广泛应用于临床和筛查中[4]。钼靶 X 光摄影不仅能够发现早期乳腺癌，还能观察到乳腺内的微小变化，如钙化现象[5]。钙化，尤其是微钙化，是乳腺 X 光片中常见的现象，其形态和分布特征对乳腺癌的诊断

至关重要[6][7]。虽然钙化本身并不直接等同于癌症,但某些特定类型的钙化,特别是形态不规则、分布集中的微钙化,常与乳腺癌相关[8]。因此,准确识别和分类钙化征象,对于医生判断乳腺病变的性质及指导后续临床决策极为重要[9]。随着医疗技术的进步,特别是数字化乳腺摄影(Digital Breast Tomosynthesis, DBT)和人工智能(AI)的应用,钼靶 X 光摄影的诊断精度得到了显著提高[10][11]。这些技术使得医生能够更清晰地观察乳腺内的微小结构,提高了钙化检出率和诊断的准确性。因此,深入研究钙化征象的分类及其在乳腺良恶性肿瘤诊断中的价值,对于提高乳腺癌的早期诊断率和治疗效果具有重要意义。这不仅可以帮助医生在临床上做出更准确的诊断,还可以为患者提供更合适的治疗方案,从而提高患者的生存质量和生存率。

2. 钙化征象的分类

2.1. 微钙化与宏钙化

2.1.1. 微钙化

微钙化是指在乳腺 X 光片上显示的直径小于 0.5 毫米的钙化点[12]。这些细小的钙化点通常无法通过触摸检查发现,而需依赖于高分辨率的成像技术,如钼靶 X 光摄影进行检测[13]。微钙化的形态多样,可能呈现为圆形、点状、线状或分支状。恶性微钙化通常表现为不规则形状和群集分布,其边缘可能呈锯齿状或粗糙,反映了其快速且无序的生长特性[14]。相较之下,良性微钙化则通常呈现更规则的形状和更光滑的边缘[15]。微钙化可能单独出现,或呈群集状分布,特别是在肿瘤生长较为活跃的区域[16]。而良性病变中的微钙化则通常分布较散,常见于乳腺导管周围。

2.1.2. 宏钙化

宏钙化指的是直径大于 0.5 毫米的钙化点,这些钙化点在乳腺 X 光片上更为明显,有时甚至可以通过触摸检查感觉到[17]。宏钙化通常呈现为较大的块状或条状结构,形状较为规则,边缘清晰[18]。这类钙化多与良性病变相关,如乳腺囊肿的钙化、乳腺纤维腺瘤的钙化等[19]。宏钙化的分布通常较为分散,不像微钙化那样倾向于群集。它们可能分布在乳腺的任何位置,但通常见于较老年的女性,与乳腺组织的老化和退化有关。

微钙化和宏钙化是乳腺成像中常见的两种钙化现象,它们在形态和分布上的差异对于区分乳腺良性和恶性病变具有重要的诊断价值[20]。正确识别和解读这些钙化征象,对于乳腺癌的早期发现和治疗计划的制定至关重要。

2.2. BI-RADS 分类法

BI-RADS (Breast Imaging-Reporting and Data System)是由美国放射学会(American College of Radiology, ACR)开发的一套标准化乳腺成像报告系统[21]。该系统不仅为乳腺成像的描述提供了标准化指南,还包括了对成像结果的分类评估,特别是对乳腺钙化的详细评估指导[22]。BI-RADS 分类法将乳腺成像结果划分为不同的类别,从而帮助放射科医生明确成像所见的临床意义,并指导后续的临床管理。该系统将成像结果分为七个级别:BI-RADS 0: 需要额外成像资料;BI-RADS 1: 完全正常;BI-RADS 2: 良性发现;BI-RADS 3: 可能良性;BI-RADS 4: 可疑异常;BI-RADS 5: 高度可疑恶性;BI-RADS 6: 已证实的恶性。在 BI-RADS 系统中,钙化的评估具有特别的重要性,因为它们可能是早期乳腺癌的早期迹象。钙化的形态和分布是判断其性质的关键。例如,广泛分布的细小、规则的钙化通常被归类为 BI-RADS 2,而群集的、不规则的钙化根据其形态的可疑程度,可能被归类为 BI-RADS 4 或 5。这种分类有助于精确地评估潜在的乳腺病变,从而为临床决策提供重要依据。

3. 钙化征象与乳腺良恶性肿瘤的关联

3.1. 良性钙化

钙化征象在乳腺成像中频繁出现，正确判断其良恶性对乳腺癌的诊断至关重要。良性钙化通常与非癌性病变相关，其准确识别有助于避免不必要的过度治疗和侵入性检查。良性钙化的形态较为规则，常见形状包括圆形、椭圆形或点状，边缘清晰[23]。在分布上，良性钙化通常较为分散，不呈现明显的群集状。这些特征使得放射科医生能在初步筛查中有效区分良性和潜在恶性钙化。例如，乳腺囊肿的钙化表现为囊肿内壁的钙沉积，形状规则，边缘光滑；纤维腺瘤是一种常见的良性乳腺肿瘤，其内部可能出现钙化，通常呈现为小的、圆形或椭圆形的钙化点[24]。皮肤钙化则通常位于乳腺表面，形状小而规则，与乳腺癌无关。

3.2. 恶性钙化

相较于良性钙化，恶性钙化通常显示出更复杂和不规则的形态特征，这些特征对于放射科医生在早期阶段识别潜在的恶性病变至关重要。恶性钙化往往呈群集状，集中在较小的区域内，通常与肿瘤的生长活动区域相关联[25]。例如，导管内癌(DCIS)是一种局限在乳腺导管内的非侵袭性癌症，常伴有微钙化，这些钙化通常呈线状、分支状或粗糙不规则，分布集中[26]。浸润性导管癌(IDC)作为最常见的乳腺癌类型，其钙化可能呈现为细小、不规则且密集分布的点状结构[27]。

4. 钙化征象在乳腺癌诊断中的应用

4.1. 乳腺 X 光摄影

钙化征象在乳腺癌诊断中扮演着关键角色，尤其是在早期癌症的检测和评估过程中。正确的识别和解读钙化征象能显著提高乳腺癌的诊断准确性。乳腺 X 光摄影(Mammography): 这是检测乳腺钙化的首选技术[28]。利用高分辨率的影像，医生能够观察到乳腺内的微小钙化点。在一项关于对 80 例伴有乳腺钙化的乳腺疾病患者数字化乳腺 X 线征象微钙化对乳腺良恶性疾病的诊断价值影像评估的研究中，研究得出结论：在乳腺良恶性疾病诊断中，数字化乳腺 X 线征象微钙化检查可以提高诊断准确性[29]。还有一项研究中证实了微钙化灶的数目、密度、密集度、形态及分布特征与乳腺良、恶性病变有一定关系，其钼靶 X 线征象可对乳腺良、恶性病变作出初步判断[30]。

4.2. 超声波检查

当 X 光摄影结果显示可疑钙化时，超声波检查能提供更多信息，帮助确定钙化的确切位置及其与周围组织的关系。在一项有关乳腺癌微钙化超声征象及预后因素分析相关的研究中，乳腺癌微钙化超声征象以点状强回声为主，预后受多种因素影响，如年龄、临床分期、肿瘤大小等[12]。有一项包 45 个病例的回顾性研究中指出，乳腺腺瘤大部分表现为与纤维腺瘤类似的良性肿瘤超声特征，约 30%有可疑恶性征象，无典型恶性肿瘤征象[17]。

4.3. 磁共振成像(MRI)

对于那些难以通过 X 光或超声波明确诊断的案例，MRI 能提供更详细的软组织图像，有助于进一步评估钙化区域。近年的一项最新研究中，研究者比较了 MRI 与 X 线在乳腺导管原位癌的敏感性上的差异，最终结果显示乳腺专用 MRI 在检测导管原位癌微侵入和导管原位癌组方面的灵敏度优于乳房 X 光检查[31]。

4.4. 细针穿刺活检

当钙化征象高度可疑时, 通常会进行细针穿刺活检。这一步骤可以从钙化区域获取细胞样本, 进行病理学检查, 以确定是否存在恶性细胞[32]。空心针活检诊断为经典小叶原位癌患者的治疗仍存在争议, 部分原因是临床病理学与非典型小叶增生重叠。尽管由于其低升级率, 在细针活检中观察到非典型小叶增生, 但对小叶原位癌缺乏共识[33]。在一项研究中, 对 81 名手术切除小叶原为癌的患者数据分析发现, 有 11 例最终发展为了癌症, 其中浸润性小叶癌 8 例、浸润性导管癌 1 例和导管原位癌/多形性小叶原位癌 3 例, 因此, 得出结论为与非典型小叶增生不同, 细针活检中发现的小叶原位癌应手术切除。早期浸润性小叶癌升级比例很高, 这凸显了这种方法的价值[34]。

钙化征象在乳腺癌诊断中的应用是一个涉及多个步骤和多学科的综合过程。通过精确的成像技术和细致的病理分析, 医生能够有效地识别和评估乳腺内的钙化征象, 从而做出准确的诊断并制定适当的治疗计划, 提高乳腺癌患者的治疗效果和生存率。

5. 技术进展与未来方向

5.1. 数字化乳腺摄影技术(DBT)

数字化乳腺摄影, 也称为三维乳腺摄影, 通过获取乳腺多个角度的影像, 重建出三维的乳腺图像。这种技术比传统的二维摄影能更清晰地显示乳腺内部结构, 尤其是在密集型乳腺组织中[10]。DBT 能够减少组织重叠造成的影像模糊, 提高微钙化的检出率, 有助于早期发现乳腺癌[35]。在一项比较数字乳腺断层合成(DBT)和数字乳腺 X 线摄影(DM)在乳腺癌早期检测和诊断中的价值的研究中, DBT 和 DM 对早期乳腺癌的敏感性分别为 70.8%和 52.5%, 特异性分别为 85.0%和 79.3%, 准确率分别为 70.8%和 50.8%。DBT 在早期乳腺癌检测中的阳性率和准确率均高于 DM [36]。2019 年一项关于评价数字乳腺断层合成(DBT)在致密乳腺病变诊断中的价值的研究中, 根据 BI-RADS 标准将 180 个样本病例病变分为非均匀致密腺体型和极致密腺体型。手术前进行乳腺 MRI 和 DBT 检查。生成 ROC 曲线, 以病理结果为金标准, 评价两种检查方法对致密乳腺病变的诊断效果。MRI、DBT 对乳腺病变的敏感性分别为 93.3%和 86.7%, 特异性分别为 68.3%和 79.1%。表明 DBT 在致密腺体背景下可有效诊断乳腺良恶性病变, 对乳腺恶性病变的诊断效果与 MRI 相似[37]。

5.2. 计算机辅助诊断(CAD)系统

CAD 系统通过分析成像数据, 自动识别和分类钙化征象, 减少放射科医生的主观判断差异。这些系统利用机器学习算法, 可以从大量数据中学习钙化的特征, 提高诊断的一致性和准确性。在一项研究乳腺 X 线照片成簇微钙化自动检测方案的检测性能研究中, 研究者将计算机辅助诊断(CAD)系统应用于英国乳腺 X 线摄影图像分析协会(MIAS)的数据库, 最终结果灵敏度为 95.8%, 每张图像的假阳性率为 1.8 个簇。这表明, 在我们的 CAD 系统中自动检测簇状微钙化对放射科医生的帮助是可靠的[38]。还有一项研究评估全场数字乳腺 X 线摄影(FFDM)的计算机辅助检测(CAD)性能报道中[39] [40], CAD 在 123 例癌症病例中检测到 115 例(94%); 6 例中有 6 例(100%)为脂肪乳腺, 66 例中有 63 例(95%)为纤维腺密度分散的乳房, 46 例中有 43 例(93%)为异质致密乳房, 5 例中有 3 例(60%)为极致密乳房。冠心病检测到 93% (41/44)表现为钙化、92% (57/62)表现为肿块, 100% (17/17)表现为混合肿块和钙化。CAD 检测到 94%的浸润性导管癌(n = 63)、100%的浸润性小叶癌(n = 7)、91%的其他浸润性癌(n = 11)和 93%的导管原位癌(n = 42)。1~10 mm (n = 55)癌症的 CAD 敏感性为 89%; 11~20 毫米(n = 37), 97%; 21~30 毫米(n = 16), 100%; 大于 30 mm (n = 15), 93%。CAD 假阳性率为每四张图像 2.3 个标记。表明带有 FFDM 的 CAD 在识别表

现为钙化和肿块的癌症方面显示出高灵敏度。乳腺 X 线摄影敏感性较低的癌症(包括浸润性小叶癌和小肿瘤(1~20 mm))保持敏感性。CAD 和 FFDM 应能有效帮助放射科医生早期发现乳腺癌。需要进一步的研究来评估更大人群的 CAD 准确性。

5.3. 人工智能在乳腺钙化分析中的应用

利用机器学习和深度学习算法, AI 可以分析大量的乳腺影像数据, 自动识别出钙化等重要征象。AI 不仅可以提高诊断的速度和准确性, 还可以帮助医生识别出细微的变化, 这些变化可能被人眼忽视。在一项使用人工智能和超声数据对小乳腺叶状肿瘤和纤维腺瘤进行鉴别诊断相关研究中 Niu [37]等人得出结论人工智能的定量分析可以识别小 PT 和 FA 之间形态和质地特征的细微差异。

6. 结论

乳腺癌作为全球女性中最常见的恶性肿瘤之一, 其早期发现和诊断对于提高患者的生存率至关重要。钙化征象, 尤其是微钙化, 是乳腺 X 光摄影中的一个关键诊断特征, 其形态和分布特征对于乳腺癌的早期诊断具有重要价值。随着医疗技术的进步, 特别是数字化乳腺摄影(DBT)和人工智能(AI)的应用, 钼靶 X 光摄影的诊断精度得到了显著提高, 使得医生能够更清晰地观察乳腺内的微小结构, 提高了钙化检出率和诊断的准确性。在致密乳腺病变的诊断中, MRI 和 DBT 显示出高敏感性, 尤其是 DBT 在致密腺体背景下显示出与 MRI 相似的诊断效果, 表明其在乳腺良恶性病变的诊断中具有重要价值。此外, 计算机辅助诊断(CAD)系统的应用通过自动识别和分类钙化征象, 减少了放射科医生的主观判断差异, 提高了诊断的一致性和准确性。AI 的进一步应用在乳腺钙化分析中展示了其在提高诊断速度和准确性方面的潜力。总之, 通过这些技术的综合应用, 医生能够更有效地识别和评估乳腺内的钙化征象, 从而做出更准确的诊断并制定适当的治疗计划。这不仅有助于提高乳腺癌患者的治疗效果, 也显著提升了患者的生存质量和生存率。未来, 随着技术的不断进步和新方法的开发, 我们有望进一步提高乳腺癌的早期诊断率和治疗成功率。

参考文献

- [1] Ji, Y.T., Liu, S.W., Zhang, Y.M., et al. (2024) Comparison of the Latest Cancer Statistics, Cancer Epidemic Trends and Determinants between China and the United States. *Chinese Journal of Oncology*, **46**, 1-11.
- [2] Liang, X., Yang, J., Gao, T., et al. (2023) Analysis on the Trends of Incidence and Age Change for Global Female Breast Cancer. *Chinese Journal of Oncology*, **45**, 313-321.
- [3] Gamboa, A.C., Gronchi, A. and Cardona, K. (2020) Soft-Tissue Sarcoma in Adults: An Update on the Current State of Histotype-Specific Management in an Era of Personalized Medicine. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **70**, 200-229. <https://doi.org/10.3322/caac.21605>
- [4] Yue, X.P., Shi, J.F., Mao, A.Y., et al. (2017) Natural History of Breast Cancer: A Systematic Review of Worldwide Randomized Controlled Trials of Mammography Screening. *Chinese Journal of Oncology*, **39**, 154-160.
- [5] 黎星, 伍尧泮, 汪端, 等. 钼靶 x 线检查在以钙化为唯一征象的乳腺癌诊断中的价值[J]. 新疆医科大学学报, 2007, 30(2): 165-167.
- [6] Li, Y., Ye, Z.X., Wu, T., et al. (2013) Comparison of Full-Field Digital Mammography and Digital Breast Tomosynthesis on Assessment of the Lesions in Dense Breast: A Preliminary Study. *Chinese Journal of Oncology*, **35**, 33-37.
- [7] Shen, S.J., Sun, Q., Xu, Y.L., et al. (2012) Comparative Analysis of Early Diagnostic Tools for Breast Cancer. *Chinese Journal of Oncology*, **34**, 877-880.
- [8] Sun, X.F., Xing, W., Yu, S.N., et al. (2020) Clinical Value of Suspicious Calcification in the Diagnosis and Surgical Treatment of Breast Lesions Using Contrast-Enhanced Spectral Mammography. *Chinese Journal of Oncology*, **100**, 42-46.
- [9] 李杰. 钼靶 x 线钙化征象对良恶性乳腺肿块的诊断价值研究[J]. 宁夏医科大学学报, 2013, 35(5): 589-591.
- [10] Yang, L., Li, J. and Zhou, C.W. (2017) Value of Digital Breast Tomosynthesis (DBT) in the Diagnosis of Breast Le-

- sions. *Chinese Journal of Oncology*, **39**, 33-38.
- [11] Helal, M., Khaled, R., Alfarghaly, O., Mokhtar, O., Elkorany, A., Fahmy, A., *et al.* (2024) Validation of Artificial Intelligence Contrast Mammography in Diagnosis of Breast Cancer: Relationship to Histopathological Results. *European Journal of Radiology*, **173**, Article 111392. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2024.111392>
 - [12] 段婧, 赵成茂, 汪学昌, 等. 乳腺癌微钙化超声征象及预后因素分析[J]. 中国医药, 2019, 14(7): 1015-1018.
 - [13] Macedo, M., Bassaganyas, C., Ganau, S., Sanfeliu, E., Ubeda, B. and Bargallo, X. (2020) Ultrasound Findings of Breast Adenomas. *Journal of Ultrasound in Medicine*, **39**, 2173-2180. <https://doi.org/10.1002/jum.15328>
 - [14] Chen, S., Shao, G., Shao, F., *et al.* (2018) Diffusion-Weighted Imaging Texture Features in Differentiation of Malignant from Benign Nonpalpable Breast Lesions for Patients with Microcalcifications-Only in Mammography. *Journal of Zhejiang University Medical Sciences*, **47**, 400-404.
 - [15] 方秀珍, 李德春, 王安震, 等. 数字化乳腺 x 线征象微钙化对乳腺良恶性疾病的诊断价值[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(16): 29-32.
 - [16] 杨亚芳, 段克举, 刘真真, 等. 乳腺数字化摄影中微钙化的临床分析[J]. 临床外科杂志, 2019, 27(3): 223-226.
 - [17] Scimeca, M., Giannini, E., Antonacci, C., Pistolese, C.A., Spagnoli, L.G. and Bonanno, E. (2014) Microcalcifications in Breast Cancer: An Active Phenomenon Mediated by Epithelial Cells with Mesenchymal Characteristics. *BMC Cancer*, **14**, Article No. 286. <https://doi.org/10.1186/1471-2407-14-286>
 - [18] Wang, L., Yang, W., Xie, X., Liu, W., Wang, H., Shen, J., *et al.* (2020) Application of Digital Mammography-Based Radiomics in the Differentiation of Benign and Malignant Round-Like Breast Tumors and the Prediction of Molecular Subtypes. *Gland Surgery*, **9**, 2005-2016. <https://doi.org/10.21037/gs-20-473>
 - [19] Ebrahim, L., Dissanayake, D., Metcalf, C. and Wylie, E. (2016) Screen-Detected Breast Carcinoma with Macroscopic Dystrophic Calcification: A Pictorial Essay with Radiological Pathological Correlation. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*, **60**, 216-223. <https://doi.org/10.1111/1754-9485.12426>
 - [20] Choi, Y.J., Ko, E.Y. and Kook, S. (2008) Diagnosis of Pseudoangiomatous Stromal Hyperplasia of the Breast: Ultrasonography Findings and Different Biopsy Methods. *Yonsei Medical Journal*, **49**, 757-764. <https://doi.org/10.3349/ymj.2008.49.5.757>
 - [21] 李易, 丁宁, 蔡丰, 等. 常规全视野数字化乳腺 x 线摄影(ffdm)与常规 ffdm+点压放大诊断乳腺良、恶性微钙化[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(9): 1342-1345.
 - [22] Liu, J., Wu, J.P., Wang, N., *et al.* (2021) Value of Elastography Strain Ratio Combined with Breast Ultrasound Imaging Reporting and Data System in the Diagnosis of Breast Nodules. *Acta Academiae Medicinae Sinicae*, **43**, 63-68.
 - [23] Mercado, C.L. (2014) BI-RADS Update. *Radiologic Clinics of North America*, **52**, 481-487. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2014.02.008>
 - [24] 龙蓉, 曹崑, 罗瑶, 等. 对比增强乳腺 x 线摄影灰度值定量测量鉴别诊断乳腺钙化良性与恶性的研究[J]. 中华放射学杂志, 2023, 57(1): 54-59.
 - [25] Ghosh, K., Vierkant, R.A., Frank, R.D., Winham, S., Visscher, D.W., Pankratz, V.S., *et al.* (2017) Association between Mammographic Breast Density and Histologic Features of Benign Breast Disease. *Breast Cancer Research*, **19**, Article No. 134. <https://doi.org/10.1186/s13058-017-0922-6>
 - [26] 卢简言, 倪晨曦, 吴东. 乳腺良恶性钙化的评分和临床应用[J]. 中国医学影像学杂志, 2008, 16(5): 385-387.
 - [27] Wang, W.Y., Wang, X., Gao, J.D., *et al.* (2017) Analysis of the Clinicopathological Characteristics and Prognosis in 674 Cases of Breast Intraductal Papillary Tumor. *Chinese Journal of Oncology*, **39**, 429-433.
 - [28] Zhang, M.L., Wang, X., Xing, Z.Y., *et al.* (2022) Young Mammary Paget's Disease Patients with Underlying Breast Invasive Ductal Carcinoma: Clinicopathological Features and Prognosis. *Chinese Journal of Oncology*, **44**, 425-429.
 - [29] Lü, X.J., Liu, N., Li, Q., *et al.* (2019) Diagnostic Value of Digital Breast Tomosynthesis for Mass Lesions in Dense Breast. *Chinese Journal of Preventive Medicine*, **99**, 3110-3113.
 - [30] Bohan, S., Ramli Hamid, M.T., Chan, W.Y., Vijayanathan, A., Ramli, N., Kaur, S., *et al.* (2021) Diagnostic Accuracy of Tomosynthesis-Guided Vacuum Assisted Breast Biopsy of Ultrasound Occult Lesions. *Scientific Reports*, **11**, Article No. 129. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80124-4>
 - [31] 张超, 王静, 陈宏伟. 乳腺良恶性病变中微钙化钼靶 x 线征象分析[J]. 蚌埠医学院学报, 2018, 43(5): 633-636.
 - [32] Ren, Y., Zhang, J., Zhang, J. and Xu, J. (2022) Efficacy of Digital Breast Tomosynthesis Combined with Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Early Breast Cancer. *World Journal of Clinical Cases*, **10**, 10042-10052. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v10.i28.10042>
 - [33] Wang, X., Wang, W., Wang, J., *et al.* (2015) Clinical Application of MRI-Guided Puncture of Breast Microlesions. *Chinese Journal of Oncology*, **37**, 682-685.

-
- [34] Wu, J., Kong, R., Tian, S., Li, H., Liu, J., Xu, Z., *et al.* (2021) Advances in Ultrasound-Guided Vacuum-Assisted Biopsy of Breast Microcalcifications. *Ultrasound in Medicine & Biology*, **47**, 1172-1181. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2021.01.008>
- [35] Pride, R.M., Jimenez, R.E., Hoskin, T.L., Degnim, A.C. and Hieken, T.J. (2021) Upgrade at Excisional Biopsy after a Core Needle Biopsy Diagnosis of Classic Lobular Carcinoma in Situ. *Surgery*, **169**, 644-648. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2020.07.025>
- [36] Zhang, H.W., Li, J.T., Lü, M.H., *et al.* (2017) The Breast Cancer Diagnosis Accuracy of the Digital Breast Tomosynthesis Technique. *Chinese Medical Journal*, **97**, 1387-1390.
- [37] Xu, A.Q., Weng, X.B., Zheng, J., *et al.* (2019) Comparison of the Diagnostic Values of Dynamic Enhanced Magnetic Resonance Imaging, Digital Breast Tomosynthesis, and Digital Mammography for Early Breast Cancer. *Acta Academiae Medicinae Sinicae*, **41**, 667-672.
- [38] Rehman, K.u., Li, J., Pei, Y., Yasin, A., Ali, S. and Mahmood, T. (2021) Computer Vision-Based Microcalcification Detection in Digital Mammograms Using Fully Connected Depthwise Separable Convolutional Neural Network. *Sensors*, **21**, Article 4854. <https://doi.org/10.3390/s21144854>
- [39] Ge, J., Hadjiiski, L.M., Sahiner, B., Wei, J., Helvie, M.A., Zhou, C., *et al.* (2007) Computer-Aided Detection System for Clustered Microcalcifications: Comparison of Performance on Full-Field Digital Mammograms and Digitized Screen-Film Mammograms. *Physics in Medicine and Biology*, **52**, 981-1000. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/52/4/008>
- [40] Niu, S., Huang, J., Li, J., Liu, X., Wang, D., Wang, Y., *et al.* (2021) Differential Diagnosis between Small Breast Phyllodes Tumors and Fibroadenomas Using Artificial Intelligence and Ultrasound Data. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, **11**, 2052-2061. <https://doi.org/10.21037/qims-20-919>