

乳腺 X 线摄影 BI-RADS 4 级可疑恶性微钙化的风险分层评估

陈宇思, 张士德, 赵立峰, 张灵芝, 姜慧杰

【摘要】 目的:结合微钙化的形态和分布描述,对乳腺 X 线摄影 BI-RADS4 级可疑恶性微钙化进行准确的风险分层。**方法:**回顾性分析 2013 年 1 月—2021 年 7 月在哈尔滨医科大学附属第二医院经病理证实的乳腺 X 线摄影 BI-RADS 4 级可疑恶性微钙化患者 1270 例。以病理结果为金标准,采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法分析可疑恶性微钙化的相关危险因素,计算并比较阳性预测值 (PPV)。**结果:**患者的绝经状态、微钙化的形态及分布是 BI-RADS 4 级可疑恶性微钙化的相关危险因素 ($P < 0.05$),乳腺 X 线摄影 BI-RADS 4 级可疑恶性微钙化总体 PPV 为 39.1%。各形态描述的 PPV 分别为:无定形钙化 6.5%,粗糙不均质钙化 22.7%,细小多形性钙化 84.8%,细线状或细线分支状钙化 91.1%。分布描述的 PPV 如下:区域分布 32.4%,成簇分布 36.9%,线样分布 69.2%,段样分布 80.3%;对于形态和分布描述组合,无定形钙化区域、成簇分布、线样或段样分布的 PPV 分别为 4.1%、5.2%、40.9%;粗糙不均质钙化区域分布、成簇分布、线样或段样分布的 PPV 分别 15.8%、24.5%、63.6%。**结论:**由于无定形、粗糙不均质和细小多形性微钙化的 PPV 存在差异,建议在形态描述进行亚分级,并结合可疑微钙化的形态和分布描述可进行准确的风险分层,尤其是对于绝经后的患者,恶性可能性更高。

【关键词】 乳腺肿瘤; 乳腺 X 线摄影术; 微钙化

【中图分类号】 R814.41; R737.9 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2023)07-0905-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.07.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Risk stratification evaluation of suspicious malignant microcalcifications in BI-RADS category 4 of mammography CHEN Yu-si, ZHANG Shi-de, ZHAO Li-feng, et al. The 2nd Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, China

【Abstract】 Objective: To accurately stratify the risk of suspicious malignant microcalcifications in BI-RADS category 4 of mammography by combining their morphological and distribution characteristics. **Methods:** 1270 cases of BI-RADS category 4 suspected malignant microcalcifications confirmed by pathology in the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University from January, 2013 to July, 2021 were retrospectively analyzed. Using the pathological results as the gold standard, the risk factors of suspected malignant microcalcifications were analyzed and the positive predictive value (PPV) was calculated and compared by χ^2 test or Fisher's exact test. **Results:** Menopausal status, morphology and distribution of microcalcifications, were found to be significant risk factors for BI-RADS category 4 ($P < 0.05$). The overall PPV for BI-RADS category 4 suspicious malignant microcalcifications in mammography was 39.1%. The PPV for different morphological descriptions were as follows: amorphous calcifications, 6.5%; coarse heterogeneous calcifications, 22.7%; fine pleomorphic calcifications, 84.8%; fine linear/fine linear branching calcifications, 91.1%. The PPV for different distribution descriptions were as follows: regional distribution, 32.4%; clustered distribution, 36.9%; linear distribution, 69.2%; segmental distribution, 80.3%. For the combination of morphology and distribution descriptions, the PPV for amorphous calcifications in regional distribution, clustered distribution, and linear or segmental distribution were 4.1%, 5.2%, 40.9% respectively. PPVs for coarse heterogeneous calcifications in regional, clustered, and linear or segmental distribution were 15.8%, 24.5%, 63.6% respectively. **Conclusion:** Due to the varying PPVs of amorphous, coarse heterogeneous, and fine pleomorphic

作者单位: 150086 哈尔滨, 哈尔滨医科大学附属第二医院(陈宇思、张士德、姜慧杰); 163458 黑龙江, 大庆龙南医院(赵立峰、张灵芝)

作者简介: 陈宇思(1993—), 女, 黑龙江省绥化人, 博士研究生, 主要从事乳腺癌影像诊断研究。

通讯作者: 姜慧杰, E-mail: jianghuijie@hrbmu.edu.cn

microcalcifications, it is recommended to further subcategorize the morphological descriptions. Combining the morphology and distribution descriptions of suspicious microcalcifications can enable accurate risk stratification, particularly for postmenopausal patients who have a higher likelihood of malignancy.

【Key words】 Breast neoplasms; Mammography; Microcalcifications

乳腺 X 线摄影是乳腺疾病的最基本检查方法, 40 岁及以上乳腺癌一般风险女性应每年检查一次, 其检查的目的在于发现潜在的乳腺癌和其他乳腺疾病, 除改善疗效外, 还可有效降低乳腺癌死亡率^[1], 乳腺 X 线摄影在检出钙化方面, 具有其他影像学方法无可替代的优势^[2]; 在乳腺癌筛查中发现微钙化 (microcalcifications, MCCs) 与约 55% 的不可触及的乳腺肿瘤和 85%~95% 的乳腺导管原位癌 (ductal carcinoma in situ, DCIS) 相关^[3,4], 美国放射学院 (American College of Radiology, ACR) 第 5 版乳腺影像报告和数据系统 (breast imaging report and data system, BI-RADS) 建议将 MCCs 分为典型良性 MCCs 和可疑恶性 MCCs, 其中可疑恶性 MCCs 包括无定形、粗糙不均质、细小多形性、细线状或细线分支状钙化, 前三种 MCCs 阳性预测值 (positive predictive value, PPV) 评估为 4B 级 (10% < PPV ≤ 50%), 第四种 PPV 评估为 4C 级 (50% < PPV ≤ 95%)^[5]。尽管 BI-RADS 4 级可疑恶性 MCCs 可以具体分为 4B 级和 4C 级, 但不同描述 PPV 值不同。本研究回顾性分析并探讨与乳腺 X 线摄影 BI-RADS 4 级可疑恶性 MCCs 相关危险因素, 计算并比较其 PPV。

材料与方法

1. 研究对象

回顾性分析 2013 年 1 月-2021 年 7 月就诊于哈尔滨医科大学附属第二医院并进行乳腺 X 线摄影检查, 乳腺钼靶报告为 BI-RADS 4 级单纯 MCCs 患者的临床资料。纳入标准: ①术前接受乳腺 X 线摄影检查且投照体位及图像质量均符合诊断要求, 所有病灶均经乳腺外科手术且有明确病理结果, 且术后用乳腺 X 线机对本靶进行验证; ②BI-RADS 4 级单纯微钙化患者, 不伴有肿块、不对称致密、结构扭曲; ③首诊检查前无其他治疗。排除标准: ①患者已确诊乳腺癌或其他恶性肿瘤; ②患者曾接受过抗癌治疗 (放疗或化疗)。本研究共纳入 1270 例患者, 均为女性, 年龄 27~87 岁, 平均 48.4±9.2 岁。

2. 检查方法

采用 Hologic Selenia 全数字化乳腺 X 线摄影机, 对所有患者常规行双侧乳腺进行头尾位和内外侧斜位投照, 需要时补充侧位投照。

3. 图像分析

所有图像均由两名 20 年以上乳腺 X 线摄影诊断经验的医师在不知病理结果的情况下独立诊断, 参照 ACR BI-RADS 第 5 版标准对病变进行评估。如果两位放射科医师对病变的描述解释不同, 则在讨论后达成共识。分析乳腺 X 线摄影图像表现包括可疑恶性 MCCs 形态、分布, 对于具有多个描述特征的 MCCs, 尽可能归为与其最接近的描述类型。

4. 统计学分析

采用 SPSS 26.0 进行统计学分析, 计数资料采用率表示, 采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法对良恶性 MCCs 患者的临床资料进行分析, 以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1. BI-RADS 4 级可疑恶性微钙化患者的临床资料

1270 例 BI-RADS 4 级可疑恶性 MCCs 患者中, 良性 MCCs 患者 773 例 (60.9%), 其中乳腺腺病 445 例、纤维腺瘤 200 例、高危病变 128 例 (不典型导管增生 26 例, 导管内乳头状瘤 49 例, 粘液囊肿样病变 4 例, 放射状瘢痕 9 例, 小叶原位癌 15 例, 不典型小叶增生 25 例), 恶性 MCCs 患者 497 例 (39.1%), 其中原位癌 38 例, 浸润性癌 459 例。经 χ^2 检验分析, 患者的绝经状态、MCCs 的形态及分布是 BI-RADS 4 级可疑恶性 MCCs 的相关危险因素 ($P < 0.05$, 表 1)。

表 1 BI-RADS 4 级可疑恶性微钙化患者临床资料 [例 (%)]

变量	病理		χ^2	P
	良性 (n=773)	恶性 (n=497)		
年龄			2.386	0.122
<50 岁	457(62.69)	272(37.31)		
≥50 岁	316(58.41)	225(41.59)		
绝经状态			11.327	0.001
绝经前	552(64.04)	310(35.96)		
绝经后	221(54.17)	187(45.83)		
家族史			0.641	0.423
无	619(60.33)	407(39.67)		
有	154(63.11)	90(36.89)		
生育史			1.674	0.196
无	17(73.91)	6(26.09)		
有	756(60.63)	491(39.37)		
微钙化形态			633.542	<0.001
粗糙不均质	326(77.25)	96(22.75)		
无定形	386(93.46)	27(6.54)		
细线状或细线分支状	7(8.97)	71(91.03)		
细小多形性	54(15.13)	303(84.87)		
微钙化分布			93.148	<0.001
成簇	427(63.07)	250(36.93)		
段样	21(19.63)	86(80.37)		
弥漫	11(78.57)	3(21.43)		
区域	310(67.54)	149(32.46)		
线样	4(30.77)	9(69.23)		

2. 根据形态、分布和组合描述的 PPV

可疑恶性 MCCs 的总体 PPV 为 39.1%。形态学描述的 PPV 分别为:无定形 6.5%,粗糙不均质 22.7%,细小多形性 84.8%,细线状或细线分支状 91.1%;分布描述的 PPV 如下:区域分布 32.4%,成簇分布 36.9%,线样分布 69.2%,段样分布 80.3%。对于形态和分布描述组合,无定形 MCCs 区域分布、成簇分布、线样或段样分布的 PPV 分别为 4.1%和 5.2%、40.9%;粗糙不均质 MCCs 区域分布、成簇分布、线样或段样分布的 PPV 分别 15.8%、24.5%、63.6%;细小多形性 MCCs 区域分布、成簇分布、线样

讨 论

乳腺 MCCs 是乳腺癌的早期可疑指标,乳腺 MCCs 发生在乳腺的乳管和其他相关结构中,并遵循乳管解剖,以往研究发现,与恶性病变相关的乳腺 MCCs 往往体积更小,数量更多,分布更密集^[6],MCCs 与 DCI、患者愈后、分子分型显著相关^[7,8],MCCs 还与生存率降低和复发风险增加有关^[9]。在 MCCs 相关乳腺癌中,管腔 B 型淋巴结转移的风险最高^[10]。目前,ACR BI-RADS 第 5 版建议使用分布描述语进行描述,如区域、成簇、线样或段样分布,但并未根

表 2 BI-RADS 4 级可疑恶性微钙化形态及分布描述的 PPV

微钙化	良性		恶性		总计	PPV
	非高危病变	高危病变	原位癌	浸润性癌		
形态						
无定形	336(52.1%)	50(39%)	9(23.7%)	18(3.9%)	413(32.5%)	6.5%(27/413)
粗糙不均质	257(39.8%)	69(54%)	4(10.5%)	92(20.0%)	422(33.2%)	22.7%(96/422)
细小多形性	47(7.2%)	7(5.5%)	22(57.9%)	281(61.2%)	357(28.1%)	84.8%(307/357)
细线状或细线分支状	5(0.8%)	2(1.6%)	3(7.9%)	68(14.8%)	78(6.1%)	91.0%(71/78)
分布						
弥散	7(1.1%)	4(3.1%)	0	3(0.7%)	14(1.1%)	21.4%(3/14)
区域	272(42.2%)	38(29.7%)	0	149(32.5%)	459(36.1%)	32.4%(149/459)
成簇	349(54.1%)	78(60.9%)	12(31.6%)	238(51.9%)	677(53.3%)	36.9%(250/677)
线样	3(0.5%)	1(0.8%)	6(15.8%)	3(0.7%)	13(1.0%)	69.2%(9/13)
段样	14(2.2%)	7(5.5%)	20(52.6%)	66(14.4%)	107(8.4%)	80.3%(86/107)
总计	645	128	38	459	1270	39.1%(497/1270)

或段样分布的 PPV 分别 82.5%、85.4%、90.1%;线样分支状 MCCs 区域分布、成簇分布、线样或段样分布的 PPV 分别 93.1%、86.9%、92.3%(表 2)。无定形 MCCs 区域分布、成簇分布时,应纳入 BI-RADS 4A 级,无定形 MCCs 线样、段样分布应纳入 4B 级;粗糙不均质 MCCs 成簇、区域分布应纳入 4B 级;粗糙不均质 MCCs 线样、段样分布应纳入 4C 级;细小多形性、细线样或线样分支状 MCCs 无论何种分布都应纳入到 4C 级(表 3,图 1、2)。

表 3 BI-RADS 4 级可疑恶性微钙化形态及分布组合描述的 PPV

可疑恶性微钙化形态及分布	PPV	BI-RADS 分级
无定形		
区域	4.1%(8/194)	4A
成簇	5.2%(10/190)	4A
线样或段样	40.9%(9/22)	4B
粗糙不均质		
区域	15.8%(20/126)	4B
成簇	24.5%(69/281)	4B
线样或段样	63.6%(7/11)	4C
细小多形性		
区域	82.5%(151/183)	4C
成簇	85.4%(94/110)	4C
线样或段样	90.1%(55/61)	4C
细线状或细线分支状		
区域	93.1%(27/29)	4C
成簇	86.9%(20/23)	4C
线样或段样	92.3%(24/26)	4C

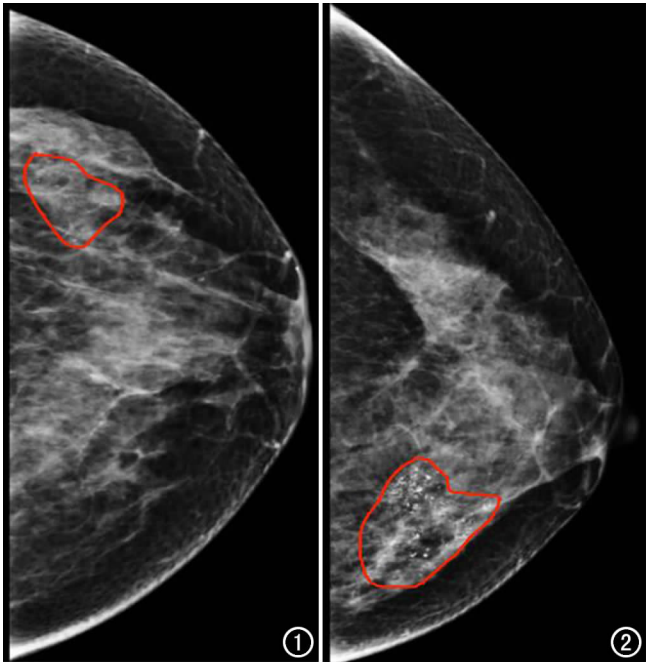


图 1 女,47 岁,未停经,无乳腺癌病史,左乳区域分布模糊无定形微钙化,病理为乳腺腺病伴导管腔内微钙化。图 2 女,65 岁,停经,无乳腺癌病史,左乳区域分布细小多形性微钙化,病理为乳腺高-中级别导管内癌。

据可疑 MCCs 的分布提供风险分层。一些研究报道^[11,12],MCCs 分布也会影响患者的 PPV,线样(代表钙化源于一支导管)或段样分布(代表钙化源于一支或多支分支导管,也可能发生在一叶或一个段叶以上的多灶性癌)的 MCCs 被认为是高风险的,并且比成簇分布的 MCCs(至少有 5 枚 MCCs 占据在一个最大径线 ≤ 1 cm 的空间内,或较多的 MCCs 占据在最大径线 ≤ 2 cm 的范围内)更可能提示恶性肿瘤,成簇分布的 MCCs 被认为比区域分布 MCCs(最大径线 > 2 cm)更可疑,这突出表明,在评估 MCCs 恶性可能性时,有必要同时考虑 MCCs 的形态和分布^[9]。在本研究中,线样分布的 MCCs 恶性可能性远远高于区域或成簇分布的 MCCs,这与 Avdan 等^[13]和 Chen 等^[14]的研究一致,支持形态描述和分布描述在恶性肿瘤危险分层中的作用,不同的形态描述和分布描述有不同的 PPV,当考虑到可疑 MCCs 的良恶性时,要结合形态和分布对可疑恶性 MCCs 进行风险分层^[6]。

BI-RADS 第 5 版推荐的 4A 级、4B 级、4C 级最终评估的恶性可能性分别为 2%~10%、10%~50%、50%~95%。本研究中发现,无定形 MCCs 的 PPV (6.5%)最低,与以往报道相符合(2.8%~7.6%)^[12,15-17],尤其是无定形 MCCs 区域分布、成簇分布时,应纳入 BI-RADS 4A 级,良性可能性大,可以选择影像随访;Kim 等^[12]报道粗糙不均质 MCCs 无论何种分布都应纳入 4B 级,细小多形性 MCCs 成簇分布时也要纳入 4B 级, Ji 等^[18]报道粗糙不均质 MCCs 区域分布应纳入 4A 级,成簇分布时应纳入 4B 级;细小多形性 MCCs、细线状或细线分支状 MCCs 区域分布时应纳入 4B 级,然而,本研究发现粗糙不均质 MCCs 线样、段样分布应纳入 4C 级;细小多形性 MCCs、细线状或细线分支状 MCCs 成簇、区域、线样或段样分布时应纳入 4C 级。虽然 4B 级 MCCs 有相当大的机会发生良性病变,但 4C 级有更高的恶性可能性,会更引起临床医生的警惕,分析研究结果不同原因可能与样本量小及观察者间就钙化形态描述差异导致,需要进一步的前瞻性研究,包括更大的研究人群,来验证笔者的结果。

Choi 等^[11]研究发现 50 岁以上且无乳腺癌病史的女性中检测到弥漫分布的无定形 MCCs,其平均 PPV $< 2.0\%$;Hayley 等^[15]发现,乳腺 X 射线摄影中成簇分布无定形 MCCs;通常不典型,但很少与侵袭性恶性肿瘤相关;Madoka 等^[16]报道,乳腺 X 射线摄影中成簇分布无定形 MCCs 对乳腺癌的检出贡献最小,并且被认为与任何可识别的预后改善无关;Eun 等^[19]发现若乳腺 X 线摄影检查发现无定形 MCCs 呈区域状或成簇分布,并且 MRI 增强检查无强化时,则可考虑随

访,而不是立即活检;Liy 等^[20]报道:铸形钙化,即具有长而细的线状分支结构的微钙化,与腋窝淋巴结转移、雌激素受体(estrogen receptor, ER)阴性和人表皮生长因子 2(human epidermal growth factor 2, HER2)过表达显著相关,铸形钙化显著降低总生存期(overall survival time, OS)和无病生存期(disease free survival, DFS),铸形钙化是乳腺癌患者的一个独立预后因素。

以往的研究^[9,15]通过 BI-RADS 结合 MCCs 形态和分布来研究 MCCs 的风险分层,未纳入临床因素,然而, Li 等^[21]报道,乳腺腺体成分、年龄、BMI、初潮年龄晚、首次分娩年龄早、母乳喂养时间长、绝经状态、生育数量多和有母乳喂养史是乳腺癌重要因素。Megan 等^[22]报道,乳腺活检、未产妇、初生年龄和激素治疗、绝经状态这些风险因素通过使乳腺组织成分的变化影响乳腺癌风险;Hu 等^[23]研究发现 BI-RADS US 4 级病变患者的 PPV 和年龄显著相关,在指定最终评估级别时,应密切关注老年患者, Lei 等^[24]是第一次利用影像组学对乳腺 MCCs 良恶性病变的预测进行研究,通过 Logistic 回归分析,确定影像组学特征和绝经状态为独立危险因素, Chen 等^[14]对 123 例患者回顾性研究发现,乳腺 X 线摄影检查中, MCCs 的形态、分布、最大直径以及绝经状态是可疑恶性 MCCs 的独立预测因素。Shen 等^[25]开发了基于 4 个风险因素,即年龄、乳腺 X 线摄影检查目的、成簇无定形钙化的最大跨度和乳腺导管平行/垂直方向的最大跨度的比值来预测单纯成簇无定形 MCCs 的恶性风险,发现年龄 ≥ 60 岁的老年女性比年轻女性有更高的恶性可能性, Oligane 等^[15]发现 50 岁以下的人群患乳腺癌的概率较低,本研究纳入临床危险因素,发现患者年龄、乳腺癌家族史、生育史不会影响乳腺 MCCs 的 PPV,然而,绝经状态是乳腺恶性 MCCs 的危险因素,与 Lei 等^[24]及 Chen 等^[14]等研究结果一致。

本研究的局限性:①样本量不够大,没有明确病理诊断的患者未纳入研究,且为单中心回顾性研究,不可避免存在选择偏倚;②放射科医生最初评估可疑 MCCs 时做出的活检还是随访的决定并不一致,拒绝乳腺活检和乳腺手术的患者没有入组;③只回顾了手术时乳腺 X 线摄影 MCCs 检查结果,但并没有与之前的检查进行比较,以确定新的发展、增加或可疑的变化,这也会影响 BI-RADS 分级。

综上所述,由于无定形、粗糙不均质和细小多形性 MCCs 的 PPV 不同,需要对可疑恶性 MCCs 的形态描述进行亚分级,结合可疑 MCCs 的形态和分布描述可提供准确的风险分层,尤其是当患者绝经后,恶性可能性更大。

参考文献:

- [1] Njor SH, Schwartz W, Blichert-Toft M, et al. Decline in breast cancer mortality: How much is attributable to screening? [J]. J Med Screen, 2015, 22(1): 20-27.
- [2] 呼国庆, 张欣, 刘世浩, 等. 乳腺癌新辅助化疗后钼靶下钙化的改变与临床病理特征和预后的关系[J]. 放射学实践, 2021, 36(7): 873-878.
- [3] Mordang JJ, Gubern-Mérida A, Bria A, et al. The importance of early detection of calcifications associated with breast cancer in screening[J]. Breast Cancer Res Treat, 2018, 167(2): 451-458.
- [4] 马发鹏, 常宝, 王时茂, 等. 乳腺导管原位癌 X 线特征与病理核分级及不同肿瘤因子表达相关性[J]. 放射学实践, 2020, 35(6): 731-735.
- [5] Uematsu T. The need for supplemental breast cancer screening modalities: a perspective of population-based breast cancer screening programs in Japan[J]. Breast Cancer, 2017, 24(1): 26-31.
- [6] Cai H, Huang Q, Rong W, et al. Breast microcalcification diagnosis using deep convolutional neural network from digital mammograms[J]. Comput Math Method Med, 2019: 2717454.
- [7] Lamb LR, Kim G, Oseni TO, et al. Noncalcified ductal carcinoma in situ (DCIS): rate and predictors of upgrade to invasive carcinoma[J]. Acad Radiol, 2021, 28(3): e71-e76.
- [8] 张奕昭, 王金花, 谭婉婷, 等. 微钙化的计算机辅助分析对乳腺导管原位癌及微浸润的诊断价值[J]. 放射学实践, 2016, 31(12): 1196-1200.
- [9] Ogrady S, Morgan MP. Microcalcifications in breast cancer: from pathophysiology to diagnosis and prognosis[J]. Biochim Biophys Acta Rev Cancer, 2018, 1869(2): 310-320.
- [10] Cen D, Xu L, Zhang S, et al. BI-RADS 3-5 microcalcifications: prediction of lymph node metastasis of breast cancer[J]. Oncotarget, 2017, 8(18): 30190-30198.
- [11] Choi WJ, Han K, Shin HJ, et al. Calcifications with suspicious morphology at mammography: should they all be considered with the same clinical significance? [J]. Eur Radiol, 2021, 31(4): 2529-2538.
- [12] Kim SY, Kim HY, Kim EK, et al. Evaluation of malignancy risk stratification of microcalcifications detected on mammography: a study based on the 5th edition of BI-RADS[J]. Ann surg oncol, 2015, 22(9): 2895-2901.
- [13] Avdan Aslan A, Gültekin S, Esendağlı Yılmaz G, et al. Is there any association between mammographic features of microcalcifications and breast cancer subtypes in ductal carcinoma in situ? [J]. Acad Radiol, 2021, 28(7): 963-968.
- [14] Chen L, Duan HY, Tang XM, et al. A mammography-based nomogram for prediction of malignancy in breast suspicious calcification[J]. Acad Radiol, 2022, 29(7): 1022-1028.
- [15] Oligane HC, Berg WA, Bandos AI, et al. Grouped amorphous calcifications at mammography: frequently atypical but rarely associated with aggressive malignancy[J]. Radiology, 2018, 288(3): 671-679.
- [16] Iwase M, Tsunoda H, Nakayama K, et al. Overcalling low-risk findings: grouped amorphous calcifications found at screening mammography associated with minimal cancer risk[J]. Breast cancer-tokyo, 2017, 24(4): 579-584.
- [17] Moy L. Should we continue to biopsy all amorphous calcifications? [J]. Radiology, 2018, 288(3): 680-681.
- [18] Youk JH, Gweon HM, Son EJ, et al. Scoring system to stratify malignancy risks for mammographic microcalcifications based on breast imaging reporting and data system 5th edition descriptors [J]. Korean J Radiol, 2019, 20(12): 1646-1652.
- [19] Eun NL, Son EJ, Gweon HM, et al. The value of breast MRI for BI-RADS category 4B mammographic microcalcification: based on the 5th edition of BI-RADS[J]. Clin Radiol, 2018, 73(8): 750-755.
- [20] Li Y, Cao J, Zhou Y, et al. Mammographic casting-type calcification is an independent prognostic factor in invasive breast cancer [J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 10544.
- [21] Li T, Tang L, Gandomkar Z, et al. Mammographic density and other risk factors for breast cancer among women in China[J]. Breast J, 2018, 24(3): 426-428.
- [22] Rice MS, Tamimi RM, Bertrand KA, et al. Does mammographic density mediate risk factor associations with breast cancer? An analysis by tumor characteristics[J]. Breast Cancer Res Treat, 2018, 170(1): 129-141.
- [23] Hu Y, Yang Y, Gu R, et al. Does patient age affect the PPV3 of ACR BI-RADS Ultrasound categories 4 and 5 in the diagnostic setting? [J]. Eur Radiol, 2018, 28(6): 2492-2498.
- [24] Lei C, Wei W, Liu Z, et al. Mammography-based radiomic analysis for predicting benign BI-RADS category 4 calcifications[J]. Eur J Radiol, 2019, 121: 108711.
- [25] Shen L, Jiang T, Tang P, et al. Comprehensive quantitative malignant risk prediction of pure grouped amorphous calcifications: clinico-mammographic nomogram[J]. Quant Imaging Med Surg, 2022, 12(5): 2672-2683.

(收稿日期: 2022-06-21 修回日期: 2023-03-03)