

论 著

浸润性乳腺癌磁共振特征与分子分型的相关性研究*

周小忠* 黄鑫 刘德樟

广西壮族自治区桂东人民医院影像科
(广西 梧州 543001)

【摘要】目的 通过分析浸润性乳腺癌磁共振特征与分子分型的相关性,探讨磁共振特征对浸润性乳腺癌分子分型的诊断价值。**方法** 回顾性分析165例本院临床确诊为浸润性乳腺癌患者的病理、磁共振资料,根据免疫组化结果分为四个分子分型,比较不同分子分型的磁共振特征差异,多因素Logistic回归分析四个分子分型的影响因素。**结果** 165例浸润性乳腺癌患者以Luminal B型发病最常见。四个分子分型在形状、边缘、强化均匀性、MIP和大小方面的差异具有统计学意义($P<0.05$)。MIP血管增粗是Luminal A型的独立保护因素;边缘有毛刺是Luminal B型的独立危险因素,直径较大、ADC值较高均是Luminal B型的独立保护因素;病灶呈多灶性、直径较大均是HER-2过表达型的独立危险因素;瘤周水肿、直径较大均是三阴性型的独立危险因素,形状不规则形是三阴性型的独立保护因素;以上P值均 <0.05 。**结论** 浸润性乳腺癌磁共振特征与分子分型具有相关性、存在相关的独立影响因素,能为分子分型诊断提供影像学预测价值。

【关键词】 分子分型; 浸润性乳腺癌; 磁共振; Logistic回归分析

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 贺州市科学研究与技术开发计划项目(贺科技202273)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.11.028

Study on Correlation between Magnetic Resonance Characteristics and Molecular Typing of Invasive Breast Cancer*

ZHOU Xiao-zhong*, HUANG Xin, LIU De-zhang.

Department of Imaging, Guidong People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Wuzhou 543001, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

ABSTRACT

Objective To explore the diagnostic value of MRI features for molecular subtypes of invasive breast cancer by analyzing the correlation between MRI features and molecular subtypes of invasive breast cancer. **Methods** The pathological and MRI data of 165 patients with clinically diagnosed invasive breast cancer in our hospital were retrospectively analyzed. According to the immunohistochemical results, it is divided into four molecular subtypes. The MRI features of different molecular subtypes were compared, and the influencing factors of the four molecular subtypes were analyzed by multivariate Logistic regression. **Results** Luminal B was the most common subtype of invasive breast cancer in 165 patients. There were significant differences in shape, margin, enhancement uniformity, MIP and size among the four molecular subtypes ($P<0.05$). MIP vessel thickening was an independent protective factor for Luminal A subtype; Spiculated edge was an independent risk factor for Luminal B subtype, Larger diameter and higher ADC value were independent protective factors for Luminal B subtype; Multifocality and larger diameter were independent risk factors for HER-2 overexpression; Peritumoral edema and larger diameter were independent risk factors for triple-negative type, Irregular shape was an independent protective factor for triple-negative type, All the above P values were <0.05 . **Conclusion** MRI features of invasive breast cancer are correlated with molecular subtype, and there are related independent influencing factors, which can provide imaging predictive value for molecular subtype diagnosis.

Keywords: Molecular Typing; Invasive Breast Cancer; Magnetic Resonance; Logistic Regression Analysis

我国乳腺癌的发病率和死亡率呈上升趋势^[1],已成为女性最常见的恶性肿瘤^[2],其中浸润性乳腺癌(invasive breast cancer, IBC)约占75%左右^[3],癌组织分化较差、侵袭性高、易复发转移等生物学特征^[4],严重威胁我国女性健康。乳腺癌在组织结构形态、病理特征、免疫表型及治疗疗效等方面存在明显个体差异,需要针对不同分子分型采取个性化治疗措施,因此在治疗前准确判定乳腺癌的分子分型具有重要意义。由于肿瘤高度异质性及穿刺活检可能存在抽样误差致使分子分型不一定完全准确,而磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)技术具有软组织分辨率高、多参数成像等优势,可以为分子分型诊断提供参考价值,且目前利用MRI来研究乳腺癌分子分型已成为研究热点,但是各研究结果之间仍存在较大差异,且专门研究IBC磁共振特征与分子分型相关性的文献报道较少。本研究旨在分析IBC磁共振特征与分子分型的相关性、筛选出独立影响因素,探讨磁共振特征对IBC分子分型的诊断价值,为临床制定个性化治疗方案提供信息。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2017年1月至2022年10月我院临床确诊为IBC患者的乳腺病理、MRI检查资料,共计165例女性患者,年龄33-87岁,平均年龄 (50.27 ± 9.13) 岁,患者术前均行乳腺MRI检查、术后均行病理常规及免疫组化检查。根据免疫组化雌激素受体(ER)、孕激素受体(PR)、人表皮生长因子受体2(HER-2)及Ki-67表达情况将患者分为四组:Luminal A型、Luminal B型、HER-2过表达型、三阴性(triple-negative, TN)型。

病例纳入标准: 患者术前完成MRI检查(平扫、扩散加权成像、动态增强扫描);病灶表现为肿块;术后病理诊断为IBC且进行免疫组化分析,获得ER、PR、HER-2、Ki-67数据信息;MRI检查前未接受任何乳腺癌相关治疗。排除标准:妊娠期患者;术前接受过乳腺癌相关治疗的患者;术前无完整MRI检查资料患者;术后病理诊断为非IBC患者;术后病理无免疫组化结果。本研究已通过医院伦理委员会批准(伦理编号:GDY202211)。

1.2 仪器与检查方法 采用GE公司1.5T超导磁共振进行扫描,8通道乳腺专用线圈。俯卧位,双乳自然悬垂。磁共振扫描包括常规平扫、扩散加权成像和动态增强扫描。扫描序列、参数: T_1WI 序列(FSE- T_1WI): 轴位, TR560ms, TE9.7ms, 层厚5mm, FOV33cm $\times$ 33cm。 T_2WI 压脂序列(FSE- T_2WI): 轴位, TR6600ms, TE44.6ms, 层厚5mm, FOV33cm $\times$ 33cm;矢状位, TR3600ms, TE78.6ms, 层厚4.5mm, FOV20cm $\times$ 20cm。DWI序列(EPI-DWI): 轴位, TR5600ms, TE78.2ms, 层厚5mm, FOV33cm $\times$ 33cm, b值 0及1000s/mm²。动态增强扫描序列(VIBRANT): 轴位, TR3.8ms, TE1.7ms, 层厚1.2mm, FOV42cm $\times$ 42cm, 先扫描蒙片再注射Gd-DTPA对比剂进行动态增强扫描,扫描7个周期,扫描时间75s/期。Gd-DTPA注射剂量为

【第一作者】周小忠,男,副主任医师,主要研究方向:胸部、腹部肿瘤影像诊断。E-mail: 906210613@qq.com

【通讯作者】周小忠

0.1mmol/kg体重，注射速率为1mL/s，并用生理盐水冲管。

1.3 图像处理、分析 磁共振扫描获得的数据传输至GE公司的AW4.5工作站，用后处理软件对原始数据进行处理：生成TIC曲线、测量ADC值、最大信号强度投影(MIP)等。由两位从事MRI影像诊断经验丰富的高年资医师根据乳腺MRI 2013版影像报告和数据系统(BI-RADS)采用盲法对影像征象进行全面分析并记录数据，对一些磁共振征象或测量数值存在不一致意见的，通过请教上级医师并讨论达成一致意见。主要观察内容包括：病灶部位、形状、边界、边缘、大小(最大径)、瘤周水肿、临近皮肤凹陷、乳后间隙侵犯、乳头内陷、同侧腋窝淋巴结肿大、病灶数目、内部信号、DWI信号、ADC值、病灶强化方式、动态增强TIC曲线类型等特征。

1.4 病理检查及分子分型 对IBC病灶进行免疫组化分析，检测ER、PR、HER-2、Ki-67的表达情况。根据中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范(2021年版)^[5]分子分型诊断标准将患者分为四个分子分型：Luminal A型：ER/PR(+)且PR高表达(>20%)、HER-2(-)、Ki-67<20%；Luminal B型：ER/PR(+)、HER-2(-)、且Ki-67≥20%或PR低表达(≤20%)，ER/PR(+)、HER-2(+)、任何状态Ki-67；HER-2过表达型：HER-2(+)、ER和PR (-)；TN型：ER、

PR、HER-2均(-)。

1.5 统计方法 本研究使用SPSS 26.0进行数据统计分析。其中，符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)的形式表示，两组间比较采用独立样本t检验，多组间比较采用单因素方差分析；不符合正态分布的计量资料以M(Q₁, Q₃)的形式表示，两组间比较采用秩和检验，多组间比较采用Kruskal Wallis H检验；计数资料以N(%)的形式表示，采用 χ^2 检验；对单因素分析有统计学意义的变量进行多因素Logistic回归分析，均取P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 IBC不同分子分型发病情况及磁共振特征比较 本研究共收集165例IBC患者，发病年龄主要集中于40~60岁之间，Luminal A型、Luminal B型、HER-2过表达型、TN型的例数分别为：29例、93例、28例、15例，分别占比为：17.6%、56.4%、17.0%、9.0%，以Luminal B型发病率最高。四个不同分子分型在形状、边缘、强化均匀性、MIP和大小方面的差异具有统计学意义(P<0.05)，见表1、图1A-图1L；其余磁共振特征间差异无统计学意义(P>0.05)。

表1 IBC不同分子分型磁共振特征差异性检验结果

变量	Luminal A型 (n=29)	Luminal B型 (n=93)	HER-2过表达型 (n=28)	TN型 (n=15)	F或 χ^2	P
病灶部位					10.284	0.591
外上	18(62.1)	36(38.7)	17(60.7)	7(46.7)		
外下	2(6.9)	13(14)	2(7.1)	3(20)		
内上	6(20.7)	32(34.4)	6(21.4)	4(26.7)		
内下	1(3.5)	8(8.6)	2(7.1)	1(6.7)		
乳晕后方	2(6.9)	4(4.3)	1(3.6)	0(0)		
乳头内陷					0.154	0.985
无	24(82.8)	79(85)	24(85.7)	13(86.7)		
有	5(17.2)	14(15.1)	4(14.3)	2(13.3)		
邻近皮肤凹陷					0.635	0.888
无	24(82.8)	78(83.9)	25(89.3)	13(86.7)		
有	5(17.2)	15(16.1)	3(10.7)	2(13.3)		
乳后间隙侵犯					1.263	0.738
无	20(69)	67(72)	18(64.3)	9(60)		
有	9(31)	26(28)	10(35.7)	6(40)		
同侧腋窝淋巴结肿大					1.578	0.664
无	21(72.4)	60(64.5)	16(57.1)	9(60)		
有	8(27.6)	33(35.5)	12(42.9)	6(40)		
病灶数目					5.794	0.122
单发	26(89.7)	81(87.1)	20(71.4)	14(93.3)		
多灶性	3(10.3)	12(12.9)	8(28.6)	1(6.7)		
形状					11.053	0.011
类圆形	4(13.8)	19(20.4)	4(14.3)	8(53.3)		
不规则	25(86.2)	74(79.6)	24(85.7)	7(46.7)		
边界					3.094	0.377
清晰	8(27.6)	31(33.3)	9(32.1)	8(53.3)		
不清晰	21(72.4)	62(66.7)	19(67.9)	7(46.7)		
边缘					8.942	0.030
无毛刺	6(20.7)	16(17.2)	10(35.7)	7(46.7)		
有毛刺	23(79.3)	77(82.8)	18(64.3)	8(53.3)		
瘤周水肿					6.078	0.108
无	14(48.3)	41(44.1)	10(35.7)	2(13.3)		
有	15(51.7)	52(55.9)	18(64.3)	13(86.7)		
内部信号					7.121	0.068
均匀	13(44.8)	26(28)	5(17.9)	2(13.3)		
不均匀	16(55.2)	67(72)	23(82.1)	13(86.7)		
强化方式					2.127	0.546
离心性强化	2(6.9)	12(12.9)	5(17.9)	3(20)		
向心性强化	27(93.1)	81(87.1)	23(82.1)	12(80)		
动态增强曲线类型					4.502	0.609
I型曲线	1(3.5)	0(0)	1(3.6)	0(0)		
II型曲线	8(27.6)	34(36.6)	10(35.7)	5(33.3)		
III型曲线	20(69)	59(63.4)	17(60.7)	10(66.7)		
强化均匀性					20.271	0.002
均匀强化	13(44.8)	22(23.7)	3(10.7)	1(6.7)		
不均匀强化	13(44.8)	60(64.5)	22(78.6)	8(53.3)		
环形强化	3(10.3)	11(11.8)	3(10.7)	6(40)		
DWI					0.950	0.813
稍高信号	6(20.7)	14(15.1)	6(21.4)	3(20)		
高信号	23(79.3)	79(85)	22(78.6)	12(80)		
MIP					8.280	0.041
血管无增粗	16(55.2)	31(33.3)	10(35.7)	2(13.3)		
血管增粗	13(44.8)	62(66.7)	18(64.3)	13(86.7)		
大小	25.37±11.97	26.14±10.8	36.48±22.73 ^{ab}	38.8±18.65 ^{ab}	6.631	<0.001
ADC值	0.98±0.14	0.94±0.15	1.00±0.14	1.02±0.16	2.256	0.084

注：^a表示与Luminal A型比较，^b表示与Luminal B型比较，^c表示与HER-2过表达型比较，P<0.05；大小单位：mm，ADC值单位：×10⁻³mm²/s。

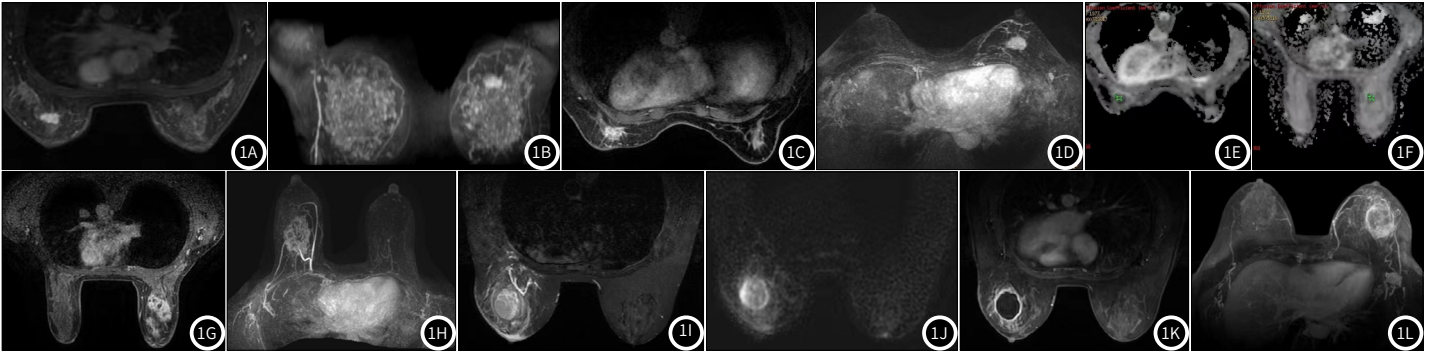


图1A-图1L IBC不同分子分型磁共振表现。Luminal A型：图1A为动态增强扫描图像，左乳肿块呈不规则形，边缘少量毛刺、较均匀强化；图1B为MIP图像，肿块周围无增粗血管。Luminal B型：图1C为动态增强扫描图像，左乳肿块呈类圆形，边缘大量毛刺、不均匀强化；图1D为MIP图像，肿块周围有增粗血管；图1E为ADC图像，肿块ADC值为 $0.811 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。HER-2过表达型：图1G为动态增强扫描图像，右乳肿块呈不规则形、多灶性、边缘不清晰、不均匀强化；图1H为MIP图像，肿瘤周围有增粗血管；图1F为ADC图像，肿块ADC值为 $1.19 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。TN型：图1I为T₂WI压脂序列图像，左乳肿块呈类圆形、边缘较光滑、无明显毛刺，瘤周水肿较明显，信号不均匀；图1J为DWI图像，肿块边缘呈高信号、内部呈低信号；图1K为动态增强扫描图像，肿块呈环状强化；图1L为MIP图像，肿块周围有增粗血管。

2.2 IBC磁共振特征与分子分型相关性的多因素分析

2.2.1 Luminal A型和非Luminal A型磁共振特征差异性检验结果及多因素Logistic回归分析结果 Luminal A型29例，非Luminal A型136例。检验结果显示二者在内部信号、强化均匀性、MIP方面差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表2、图1A、图1B；其余磁共振特征间差异无统计学意义($P > 0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示：MIP血管增粗($OR = 0.413$, 95% CI: 0.179~0.955, $P = 0.039$)是Luminal A型的独立保护因素，见表3。

2.2.2 Luminal B型和非Luminal B型磁共振特征差异性检验结果及多因素Logistic回归分析结果 Luminal B型93例，非Luminal B型72例。检验结果显示二者在边缘、大小、ADC值方面差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表4、图1C、图1D、图1E；其余磁共振特征间差异无统计学意义($P > 0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示：边缘有毛刺($OR = 2.235$, 95% CI: 1.038~4.811, $P = 0.040$)是Luminal B型的独立危险因素；直径较大($OR = 0.969$, 95% CI: 0.944~0.994, $P = 0.015$)、ADC值较高($OR = 0.055$, 95% CI: 0.006~0.519, $P = 0.011$)均是Luminal B型的独立保护因素，见表5。

2.2.3 HER-2过表达型与非HER-2过表达型磁共振特征差异性检验

验结果及多因素Logistic回归分析结果 HER-2过表达型28例，非HER-2过表达型137例。检验结果显示二者在病灶数目、大小方面差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表6、图1F、图1G、图1H；其余磁共振特征间差异无统计学意义($P > 0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示：病灶呈多灶性($OR = 2.766$, 95% CI: 1.015~7.536, $P = 0.047$)、直径较大($OR = 1.031$, 95% CI: 1.006~1.056, $P = 0.015$)均是HER-2过表达型的独立危险因素，见表7。

2.2.4 TN型与非TN型磁共振特征差异性检验结果及多因素Logistic回归分析结果 TN型15例，非TN型150例。检验结果显示二者在形状、边缘、瘤周水肿、强化均匀性、大小方面差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表8、图1I、图1J、图1K、图1L；其余磁共振特征间差异无统计学意义($P > 0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示：瘤周水肿($OR = 5.800$, 95% CI: 1.046~32.17, $P = 0.044$)、直径较大($OR = 1.033$, 95% CI: 1.001~1.066, $P = 0.043$)均是TN型的独立危险因素；形状不规则形($OR = 0.141$, 95% CI: 0.033~0.606, $P = 0.008$)是TN型的独立保护因素，见表9。

表2 Luminal A型和非Luminal A型磁共振特征差异性检验结果

变量	非Luminal A型 (n=136)	Luminal A型 (n=29)	χ^2	P
内部信号			5.027	0.025
均匀	33(24.3)	13(44.8)		
不均匀	103(75.7)	16(55.2)		
强化均匀性			8.756	0.013
均匀强化	26(19.1)	13(44.8)		
不均匀强化	90(66.2)	13(44.8)		
环形强化	20(14.7)	3(10.3)		
MIP			5.773	0.016
血管无增粗	43(31.6)	16(55.2)		
血管增粗	93(68.4)	13(44.8)		

注：大小单位：mm，ADC值单位： $\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。

表4 Luminal B型和非Luminal B型磁共振特征差异性检验结果

变量	非Luminal B型 (n=72)	Luminal B型 (n=93)	t/ χ^2	P
边缘			4.885	0.027
无毛刺	23(31.9)	16(17.2)		
有毛刺	49(68.1)	77(82.8)		
大小	32.49±18.90	26.14±10.80	-2.718	0.007
ADC值	1.00±0.14	0.94±0.15	-2.460	0.015

注：大小单位：mm，ADC值单位： $\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。

表7 HER-2过表达型磁共振特征多因素Logistic回归分析

变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR(95%CI)
病灶数目	1.017	0.511	3.956	0.047	2.766(1.015,7.536)
大小	0.030	0.012	5.883	0.015	1.031(1.006,1.056)
常量	-2.720	0.469	33.686	0.000	0.066

表3 Luminal A型磁共振特征多因素Logistic回归分析

变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR(95%CI)
内部信号	0.095	0.761	0.015	0.901	1.099(0.247,4.889)
强化均匀性			2.582	0.275	
强化均匀性(1)	-1.227	0.769	2.550	0.110	0.293(0.065,1.322)
强化均匀性(2)	-1.221	0.975	1.568	0.210	0.295(0.044,1.994)
MIP	-0.884	0.428	4.270	0.039	0.413(0.179,0.955)
常量	-0.258	0.406	0.405	0.525	0.772

表5 Luminal B型磁共振特征多因素Logistic回归分析

变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR(95%CI)
边缘	0.804	0.391	4.223	0.040	2.235(1.038,4.811)
大小	-0.032	0.013	5.956	0.015	0.969(0.944,0.994)
ADC值	-2.904	1.147	6.410	0.011	0.055(0.006,0.519)
常量	3.368	1.231	7.485	0.006	29.016

表6 HER-2过表达型和非HER-2过表达型磁共振特征差异性检验结果

变量	非HER-2过表达型 (n=137)	HER-2过表达型 (n=28)	t/ χ^2	P
病灶数目			5.337	0.021
单发	121(88.3)	20(71.4)		
多灶性	16(11.7)	8(28.6)		
大小	27.36±12.67	36.48±22.73	2.966	0.003

注：大小单位：mm，ADC值单位： $\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。

表8 TN型和非TN型磁共振特征差异性检验结果

变量	非TN型 (n=150)	TN型 (n=15)	t或 χ^2	P
形状			10.186	0.001
类圆形	27(18)	8(53.3)		
不规则	123(82)	7(46.7)		
边缘			4.849	0.028
无毛刺	32(21.3)	7(46.7)		
有毛刺	118(78.7)	8(53.3)		
瘤周水肿			5.089	0.024
无	65(43.3)	2(13.3)		
有	85(56.7)	13(86.7)		
强化均匀性			10.268	0.006
均匀强化	38(25.3)	1(6.7)		
不均匀强化	95(63.3)	8(53.3)		
环形强化	17(11.3)	6(40)		
大小	27.92±14.48	38.80±18.65	2.699	0.008

注：大小单位：mm，ADC值单位： $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 。

3 讨 论

本研究中所有IBC病例以Luminal B型最常见，与其它学者^[6-7]的研究结果类似。Luminal A型、Luminal B型组织学分级以Ⅱ级为主，HER-2过表达型、TN型以Ⅲ级为主^[7-8]，表明Luminal A型、Luminal B型IBC的恶性程度低于HER-2过表达型、TN型，以TN型恶性程度最高^[6]。本研究显示Luminal A型磁共振特征表现为内部信号及强化相对较均匀、MIP无血管增粗的比例较高，且MIP血管增粗是Luminal A型的独立保护因素，原因在于Luminal A型癌细胞分化良好、恶性程度相对较低，肿瘤细胞生长速度较慢，肿瘤内部及周围新生肿瘤血管相对较少，肿瘤缺血坏死的几率较低。

IBC癌细胞浸润性生长时，会导致结缔组织增生，形成肿瘤边缘毛刺征，其发生率和程度与ER等因素有关。已有学者^[9-10]研究显示ER阳性(Luminal A/B型)与乳腺癌毛刺状边缘呈正相关、可以促进毛刺形成，本研究亦显示边缘有毛刺是Luminal B型的独立危险因素，其边缘毛刺征的发生率明显高于HER-2过表达型、TN型，达到了80%左右。本研究Luminal A型边缘毛刺征的发生率与Luminal B型相当，但是在与非Luminal A型比较时差异无统计学意义，可能与本研究所收集的病例Luminal B型占比较多，而Luminal A型、HER-2过表达型、TN型占比偏少相关。

HER-2过度表达时会导致癌细胞的快速增殖形成肿瘤，同时造成细胞整合素和黏合素功能异常，增加乳腺癌细胞的侵袭性和转移力^[11]，所以HER-2过表达型IBC恶性程度高，易沿乳腺导管、淋巴管或乳腺间质向周围组织蔓延，形成多灶性癌灶。本研究显示病灶呈多灶性是HER-2过表达型的独立危险因素，同时国内外学者^[8,12]的研究也表明HER-2过表达型形成多灶性癌灶的比例最高。HER-2过表达型癌细胞生长速度较快、多灶性癌灶亦可融合成较大肿块，在本研究中直径较大是HER-2过表达型的独立危险因素，其平均直径大于Luminal A型、Luminal B型。

TN型IBC也是恶性程度高，组织学分级差一类肿瘤，肿瘤细胞生长速度快呈膨胀性生长、肿瘤直径较大，也是TN型的独立危险因素；同时瘤周纤维组织增生形成假包膜，部分肿块表现为类圆形、表面较光滑无毛刺，本研究中TN型形状表现为类圆形的比例高于其它类型、形状呈不规则形是TN型的独立保护因素，与部分学者^[8,13-15]研究结果类似；TN型IBC癌细胞生长速度较快，内部缺血坏死程度高，动态增强扫描表现为环形强化的比例较高，既往学者^[6,8,13]的研究也证明了这一点。TN型IBC边缘部分新生血管较多，血管基底膜功能不完善、通透性增高以及癌细胞向周围组织浸润时的炎症性反应均可形成瘤周水肿，本研究中TN型瘤周水肿的比例高达86.7%，明显高于非TN型，是TN型的独立危险因素。

不同分子分型IBC均存在癌细胞数目增多、细胞排列较紧密，且瘤周常有不同程度纤维组织增生、不同程度肿瘤血管增多等因素导致肿瘤内部水分子自由运动受到限制。有研究表明ER阳性降低血管内皮生长因子的水平、阻滞肿瘤血管生成，降低微血管灌注^[16]，水分子自由运动受限的程度相对较大、ADC值也相对较低，本研究也显示Luminal A型、Luminal B型的ADC值低于HER-2过表型和TN型，且ADC值较高是Luminal B型的独立保护

表9 TN型磁共振特征多因素Logistic回归分析

变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR(95%CI)
形状	-1.960	0.745	6.932	0.008	0.141(0.033,0.606)
边缘	-0.447	0.703	0.404	0.525	0.640(0.161,2.538)
瘤周水肿	1.758	0.874	4.045	0.044	5.800(1.046,32.17)
强化均匀性			1.448	0.485	
强化均匀性(1)	0.617	1.124	0.301	0.583	1.853(0.205,16.757)
强化均匀性(2)	1.316	1.218	1.167	0.280	3.728(0.343,40.579)
大小	0.033	0.016	4.094	0.043	1.033(1.001,1.066)
常量	-3.740	1.280	8.541	0.003	0.024

因素。但是安蕾等^[6]的研究显示Luminal A型ADC值最高、TN型ADC值最低，Yang等^[17]研究显示HER-2阳性具有更高的ADC值、而TN型具有较低的ADC值，各研究结果之间的差异可能与入组的病例数不同、b值不同或勾画感兴趣区存在误差等因素有关。

本研究的局限性与不足：本研究所收集的病例数量不是很多，个别组别的病例数相对偏少，可能存在一定的数据偏倚，未来继续收集数据加大样本量研究；本研究主要从磁共振常规形态学和功能学特征进行研究，未涉及影像组学研究，将来可在影像组学方面进一步研究完善。

综上所述，IBC磁共振特征与分子分型具有相关性、存在相关的独立影响因素，能为分子分型诊断提供影像学预测价值，可以为临床制定个性化治疗方案提供参考信息。

参考文献

[1]刘雪薇,王媛,韦丹梅,等.1990—2019年中国女性乳腺癌发病及死亡趋势的年龄-时期-队列模型分析[J].中国全科医学,2023,1:34-41.

[2]刘森,王殊,刘荫华,等.中国浸润性乳腺癌诊治临床实践指南(2022版)[J].中国实用外科杂志,2022,2:121-127.

[3]钟世燕,雷益,余娟,等.磁共振成像在乳腺癌分子分型中的研究进展[J].中国CT和MRI杂志,2022,3:186-188.

[4]Lee SH,Kim O,Kim HJ,et al.Epigenetic regulation of TGF- β -induced EMT by JMJD3/KDM6B histone H3K27 demethylase[J].Oncogenesis,2021,10:1-14.

[5]中国抗癌协会乳腺癌专业委员会.中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范(2021年版)[J].中国癌症杂志,2021,10:954-1040.

[6]安蕾,李丽霞,孙芳,等.浸润性乳腺癌的多模态影像学特征与分子分型的相关性[J].滨州医学院学报,2022,1:51-57.

[7]王雯琼,杨蔚,刘开惠,等.乳腺X线摄影、MRI及病理联合诊断乳腺癌分子分型[J].中国医学影像技术,2023,2:210-215.

[8]丁瑞雪,刘文雅,陈方满.乳腺浸润性导管癌不同分子亚型MRI特征[J].医学影像学杂志,2020,6:989-993.

[9]Yuan C,Jin F,Guo X,et al.Correlation analysis of breast cancer DWI combined with DCE-MRI imaging features with molecular subtypes and prognostic factors [J].Journal of Medical Systems,2019,43(4):83.

[10]于亮,涂灿,江凯,等.乳腺癌的MRI影像特征与ER、PR、HER-2表达的相关性研究[J].医学影像学杂志,2018,5:771-774.

[11]李建灵,殷洁,廖珍,等.乳腺癌 MRI 表现与生物因子 ER、PR、c-erb B-2、p53的相关性研究[J].实用放射学杂志,2015,31(7):1095-1099.

[12]Navarro Vilar L,Alandete Germán S P,Medina García R,et al.MR imaging findings in molecular subtypes of breast cancer according to BIRADS system[J].The Breast Journal,2017,23(4):421-428.

[13]Yetkin DI,Akpınar MG,Durhan G,et al.Comparison of clinical and magnetic resonance imaging findings of triple-negative breast cancer with on-triple-negative tumours[J].Polish Journal of Radiology,2021(86):e269-e276.

[14]陈永升,孙胜君,于晓军,等.不同分子亚型乳腺癌3.0TMRI影像表现分析[J].磁共振成像,2021,12(2):24-28.

[15]赵艳玲,赵年,陈涛,等.三阴性乳腺癌及非三阴性乳腺癌MRI影像学特点分析[J].中国CT和MRI杂志,2021,12:81-83+159.

[16]Yuan C,Jin F,Guo X,et al.Correlation analysis of breast cancer DWI combined with DCE-MRI imaging features with molecular subtypes and prognostic factors [J].Journal of Medical Systems,2019,43(4):83.

[17]Yang Z,Chen X,Zhang T,et al.Quantitative multiparametric MRI as an imaging biomarker for the prediction of breast cancer receptor status and molecular subtypes[J].Frontiers in Oncology,2021,11:628824.

(收稿日期:2024-01-17)
(校对编辑:韩敏求)