

DCE-MRI、DWI 联合检查在诊断三阴性乳腺癌中的价值

高 伟,黄 杨,李瑜珂

河南省安阳市妇幼保健院放射科,河南安阳 455000

摘 要:**目的** 探讨动态增强磁共振(DCE-MRI)、弥散加权成像(DWI)联合检查在诊断三阴性乳腺癌(TNBC)中的临床价值。**方法** 选取2020年4月至2023年2月该院收治的130例乳腺癌患者作为研究对象,以穿刺活检与免疫组化结果为金标准,分为TNBC组和非TNBC组,两组均行DCE-MRI、DWI检查,分析DCE-MRI、DWI联合检查对TNBC的诊断价值。比较两组DCE-MRI定量参数[容积分数(V_e)、容量转移常数(K_{trans})及速率常数(K_{ep})],半定量参数[对比剂流入浓度增强率(W_{in})、对比剂流出浓度衰减率(W_{out})、对比剂浓度达峰时间(TTP)]及DWI检查不同弥散敏感因子(b 值)时两组表观弥散系数(ADC值)。**结果** 经穿刺活检与免疫组化结果确诊,TNBC组27例、非TNBC组103例。两组病灶类型、T2信号、强化类型比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),TNBC组 K_{trans} 、 K_{ep} 高于非TNBC组($P<0.05$), V_e 、 W_{out} 低于非TNBC组($P<0.05$), TTP 短于非TNBC组($P<0.05$)。TNBC组 b 值为800、1 000、1 500 s/mm²时ADC值均低于非TNBC组($P<0.05$)。DCE-MRI检出20例TNBC,110例非TNBC;DWI检出17例TNBC,113例非TNBC;DCE-MRI+DWI检出28例TNBC,102例非TNBC。DCE-MRI+DWI检查诊断TNBC的准确度、灵敏度、阴性预测值高于两种检查方式单独诊断($P<0.05$),漏诊率低于两种检查方式单独诊断($P<0.05$)。**结论** DCE-MRI+DWI检查诊断TNBC可有效提高诊断准确率、灵敏度及阴性预测值,为TNBC的诊断、针对性干预提供依据。

关键词:三阴性乳腺癌; 动态增强磁共振; 弥散加权成像; 表观弥散系数; 诊断
中图法分类号:R737.9;R445.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9455(2024)07-0954-05

Value of DCE-MRI and DWI combined examination in diagnosing triple negative breast cancer

GAO Wei, HUANG Yang, LI Yuke

Department of Radiology, Anyang Municipal Maternal and Child Health Care
Hospital, Anyang, Henan 455000, China

Abstract:**Objective** To explore the clinical value of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) and diffusion weighted imaging (DWI) combined examination in the diagnosis of triple negative breast cancer (TNBC). **Methods** A total of 130 patients with breast cancer admitted and treated in this hospital from April 2020 to February 2023 were selected and divided into the TNBC group and non-TNBC group according to the results of puncture biopsy and immunohistochemical results. DCE-MRI and DWI were performed in both groups. The diagnostic value of DCE-MRI and DWI combined examination in TNBC was analyzed. The DCE-MRI quantitative parameters [volume fraction (V_e), volume transfer constant (K_{trans}) and rate constant (K_{ep})], semi quantitative parameters [contrast agent inflow concentration enhancement rate (W_{in}), contrast agent outflow concentration attenuation rate (W_{out}), contrast agent concentration peak time (TTP)], and the apparent diffusion coefficient (ADC value) of the two groups when DWI checking different diffusion sensitivity factors (b value) were compared between the two groups. **Results** The results of puncture biopsy and immunohistochemistry definitely diagnosed 27 cases in the TNBC group and 103 cases in the non-TNBC group. The differences of lesion type, T2 signal and enhancement type between the two groups were statistically significant ($P<0.05$). The K_{trans} and K_{ep} levels in the TNBC group were higher than those in the non-TNBC group ($P<0.05$), while the V_e , W_{out} levels were lower than those in the non-TNBC group ($P<0.05$), TTP was shorter than that in the non-TNBC group; the ADC values of the TNBC group with b values as 800 s/mm², 1 000 s/mm², and 1 500 s/mm² were lower than those of the non-TNBC group ($P<0.05$); DCE-MRI detected 20 cases of TNBC and 110 cases of non-TNBC; DWI detected 17 cases of TNBC and 113 cases of non-TNBC; DCE-MRI+DWI detected 28 cases of TNBC and 102 cases of non-TNBC. The

accuracy, sensitivity and negative predictive value of DCE-MRI+DWI examination in diagnosing TNBC were higher than those of the two examination methods alone ($P<0.05$), and the missed diagnosis rate was lower than that of the two examination methods alone ($P<0.05$). **Conclusion** DCE-MRI+DWI examination for diagnosing TNBC could effectively improve the diagnostic accuracy, sensitivity and negative predictive value of TNBC, which providing a basis for the diagnosis and targeted intervention of TNBC.

Key words: triple negative breast cancer; dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging; diffusion weighted imaging; apparent diffusion coefficient; diagnosis

三阴性乳腺癌(TNBC)是乳腺癌的一种亚型,约占乳腺癌总数的 15%,其在乳腺癌各亚型中恶性程度最高、预后最差^[1]。TNBC 仅依赖化疗,靶向治疗、内分泌治疗对 TNBC 无明显疗效,因此明确鉴别 TNBC 对于临床个性化治疗、改善患者预后意义重大^[2]。免疫组化分析是诊断 TNBC 的金标准,但其结果受限于肿瘤体积、异质性等,难以全面、定量分析^[3]。近年随着临床医学影像学技术的进步,动态增强磁共振(DCE-MRI)、弥散加权成像(DWI)逐渐应用于乳腺肿块临床诊断中,提高了对乳腺癌的鉴别诊断效能^[4-5]。而 DCE-MRI、DWI 针对 TNBC 鉴别诊断的研究较少,本研究尝试探究 DCE-MRI、DWI 联合应用对 TNBC 的诊断价值。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》要求,通过本院医学伦理委员会审批(伦理批号:2019KY01012),获得患者家属知情同意。选取 2020 年 4 月至 2023 年 2 月本院收治的 130 例乳腺癌患者作为研究对象,年龄 27~58 岁,平均(45.26±5.68)岁;体质量指数 18~26 kg/m²,平均(22.84±1.37)kg/m²。以穿刺活检与免疫组化结果为金标准,分为 TNBC 组、非 TNBC 组。纳入标准:(1)临床资料完整,预行外科手术;(2)女性;(3)治疗前接受 DCE-MRI、DWI 检查;(4)检查前未经任何治疗;(5)影像学资料完整、有效;(6)检查后 1 周内取得明确的组织病理结果、免疫组化结果。排除标准:(1)存在 DCE-MRI、DWI 检查禁忌证;(2)有胸部或乳腺放疗、手术等其他疾病治疗史;(3)资料不全或图像质量不佳;(4)伴有其他恶性肿瘤;(5)存在心理疾病或精神障碍;(6)处于哺乳期或妊娠期。

1.2 方法

1.2.1 TNBC 判定 乳腺癌包块经穿刺活检、组织学诊断,所获得的标本进行常规固定(10%甲醛溶液)、包埋(石蜡)、切片(4 μm 厚)处理,HE 染色明确病理类型、组织学分级,采用免疫组化法检测雌激素受体(ER)、孕激素受体(PR)及人表皮生长因子受体 2 蛋白(HER2)表达。ER、PR 表达阳性;染色细胞核内有棕黄色颗粒;HER2 阳性:细胞膜染色为棕黄色或黄色;ER、PR、TNBC 均为阴性判定为 TNBC。

1.2.2 DCE-MRI 检查 采用 3.0 T 磁共振扫描仪(美国 GE 公司,型号:Signa Excite HDx 型),16 通道乳腺相控线圈进行扫描。扫描双侧乳腺与腋窝,序列:TR 6.4 ms,TE 3.3 ms,矩阵 288×384,视野 288 mm×384 mm,层厚 2.0 mm。层间距:0.4 mm,扫描时相 34 期,第 1 时相扫描时间 17.7 s,而后单时相扫描 8.7 s,共扫描约 304.8 s。

1.2.3 DWI 检查 采用 SE-EPI 序列,参数设置:TE 73 ms,TR 7 900 ms,NEX 为 4,层厚 8 mm,层距 2 mm,矩阵 128×130,视野 420 mm×420 mm,脂肪信号抑制采用 EPI 技术,分别设置 3 个弥散敏感因子(b 值),b 值=800、1 000、1 500 s/mm²,拟合表观弥散图像。

1.2.4 数据处理 使用 Omni-Kinetics V2.08 软件处理数据,确定病变位置,避开血管、坏死、出血、钙化区域,由 2 名影像学主治医师手动选取感兴趣区域,选择肿物的实质成分强化最明显位置,测量病灶动态增强定量参数:容积分数(Ve)、容量转移常数(Ktrans)及速率常数(Kep);半定量参数:对比剂流入浓度增强率(W-in)、对比剂流出浓度衰减率(W-out)、对比剂浓度达峰时间(TTP),并测量病灶表观弥散系数(ADC 值),在不同层面测量 3 次取平均值。所有图像均由 2 名影像学主治医师双盲分析,意见不一致时协商后达成统一意见。

1.3 观察指标 (1)统计 DCE-MRI、DWI 检查单独及联合诊断结果。(2)比较两组常规形态学特征、DCE-MRI 定量参数(Ve、Ktrans 及 Kep)、半定量参数(W-in、W-out 及 TTP)。(3)比较 DWI 检查不同 b 值时两组 ADC 值。(4)分析 DCE-MRI、DWI 检查单独及联合诊断的效能。

1.4 统计学处理 采用 SPSS23.0 统计软件对数据进行分析。经 K-S 法检验具备方差齐性和呈正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 DCE-MRI、DWI 检查单独及联合诊断结果 以穿刺活检与免疫组化结果为金标准,130 例乳腺癌患者中确诊 27 例 TNBC 患者(TNBC 组),103 例非 TNBC 患者(非 TNBC 组)。DCE-MRI 检出 20 例

TNBC,110 例非 TNBC。DWI 检出 17 例 TNBC,113 例非 TNBC。DCE-MRI+DWI 检出 28 例 TNBC, 102 例非 TNBC。见表 1~3。

表 1 DCE-MRI 检查诊断结果(n)

DCE-MRI	金标准		合计
	TNBC	非 TNBC	
TNBC	18	2	20
非 TNBC	9	101	110
合计	27	103	

表 2 DWI 检查诊断结果(n)

DWI	金标准		合计
	TNBC	非 TNBC	
TNBC	16	1	17
非 TNBC	11	102	113
合计	27	103	

2.2 两组常规形态学特征、DCE-MRI 定量参数及半

表 4 两组常规形态学特征、DCE-MRI 定量参数及半定量参数比较[n(%)或 $\bar{x}\pm s$]

组别	n	病灶类型		病灶大小 (cm)	T2 信号			强化类型	
		单灶肿块型	非肿块型及多灶型		等低信号	高信号	超高信号	环形	非环形
TNBC 组	27	21(77.78)	6(22.22)	3.13±0.78	1(3.70)	21(77.78)	5(18.52)	17(62.96)	10(37.04)
非 TNBC 组	103	57(55.34)	46(44.66)	2.86±0.91	3(2.91)	98(95.15)	3(2.91)	41(39.81)	62(60.19)
t/χ ²			4.488	1.411		9.459			4.623
P			0.034	0.161		0.024			0.031

组别	n	定量参数			半定量参数		
		Ve	Ktrans	Kep	W-in	W-out	TTP(min)
TNBC 组	27	0.23±0.04	1.31±0.23	1.19±0.31	0.63±0.27	0.02±0.01	0.55±0.10
非 TNBC 组	103	1.52±0.12	0.27±0.07	0.86±0.19	0.65±0.30	0.03±0.01	0.67±0.19
t/χ ²		-54.926	23.156	6.946	-0.315	-4.625	-3.163
P		<0.001	<0.001	<0.001	0.754	<0.001	0.002

表 5 DWI 检查不同 b 值时两组 ADC 值比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	800 s/mm ²	1 000 s/mm ²	1 500 s/mm ²
TNBC 组	27	1.11±0.15	0.96±0.14	0.88±0.14
非 TNBC 组	103	1.18±0.13	1.04±0.11	0.96±0.12
t		-2.411	-3.170	-2.976
P		0.017	0.002	0.004

定量参数比较 两组病灶类型、T2 信号、强化类型比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),但两组病灶大小比较,差异无统计学意义($P>0.05$);TNBC 组 Ktrans、Kep 高于非 TNBC 组($P<0.05$),Ve、W-out 低于非 TNBC 组($P<0.05$),TTP 短于非 TNBC 组($P<0.05$)。见表 4。

表 3 DCE-MRI、DWI 检查联合诊断结果(n)

DCE-MRI+DWI	金标准		合计
	TNBC	非 TNBC	
TNBC	26	2	28
非 TNBC	1	101	102
合计	27	103	

2.3 DWI 检查不同 b 值时两组 ADC 值比较 TNBC 组 b 值为 800 s/mm²、1 000 s/mm² 和 1 500 s/mm² 时 ADC 值均低于非 TNBC 组($P<0.05$)。见表 5。

2.4 DCE-MRI、DWI 单独及联合检查诊断 TNBC 的效能 DCE-MRI+DWI 检查诊断 TNBC 的准确度、灵敏度、阴性预测值高于两种检查方式单独诊断,漏诊率低于两种检查方式单独诊断,差异均有统计学意义($P<0.05$);DCE-MRI+DWI 检查与二者单独检查诊断 TNBC 的特异度、误诊率、阳性预测值比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 6。

表 6 DCE-MRI、DWI 单独及联合检查诊断 TNBC 的效能比较(%)

检查方法	准确度	灵敏度	特异度	漏诊率	误诊率	阳性预测值	阴性预测值
DCE-MRI	91.54	66.67	98.06	33.33	1.94	90.00	91.82
DWI	90.77	59.26	99.03	40.74	0.97	94.12	90.27

续表 6 DCE-MRI、DWI 单独及联合检查诊断 TNBC 的效能比较(%)

检查方法	准确度	灵敏度	特异度	漏诊率	误诊率	阳性预测值	阴性预测值
DCE-MRI+DWI	97.69	96.30	98.06	3.70	1.94	92.86	99.02
χ^2	6.017	10.800	0.407	10.800	0.407	0.240	7.612
P	0.049	0.005	0.816	0.005	0.816	0.886	0.022

3 讨 论

乳腺癌细胞依靠微血管供养,属于血管依赖性肿瘤,其肿瘤内部血流丰富,为 DCE-MRI 的鉴别诊断提供了理论基础^[6-7]。TNBC 是 ER、PR、HER2 表达均为阴性的乳腺癌特殊亚型,相对于其他类型乳腺癌,TNBC 肿瘤病灶较大、淋巴结转移风险较高,且术后复发、转移概率更高^[8-9]。本研究显示,TNBC 病灶以单灶肿块型为主(77.78%),且多为环形强化(62.96%)。王春华等^[10]研究发现,DCE-MRI 的全肿瘤影像组学特征对 TNBC 具有重要的鉴别诊断价值。DCE-MRI 可动态观察病灶对比剂灌注及流出特点,基于对比剂显影获取乳腺组织、毛细血管的动态影像,根据病灶强化率、强化特点等明确肿瘤局部微循环特点及血流动力学变化,分析病灶强化相关作用因素^[11-12]。DCE-MRI 既能观察肿瘤强化特征,还可通过 Ve、Ktrans、Kep 等定量参数反映患者肿瘤血管渗透性、局部血流灌注等情况,进一步鉴别病变类型^[13]。Ktrans 可反映单位体积内病变组织渗透情况, Ve 主要反映血管外细胞间隙中的对比剂容量, Kep 反映了毛细血管渗透性^[14-15]。KANG 等^[16]报道显示,TNBC 患者 Ktrans、Kep 较浸润性导管癌高,与本研究结果具有一致性;TNBC 组 Ktrans、Kep 高于非 TNBC 组($P<0.05$),说明 TNBC 新生血管丰富,有更高的血管通透性。这主要由于 DCE-MRI 能通过显示水分子弥散速度,对其随机运动的动态分布状况进行评价。病灶内细胞繁殖性越强、密度越高,水分子弥散受生物膜结构的限制越明显。陈小凤等^[17]研究表明,Ktrans、Ve、Kep 在 TNBC 与非 TNBC 患者中无明显差异,与本研究结果不同,分析原因可能与 MRI 扫描参数、选用数学模型不同有关。本研究 TNBC 样本量较小,研究存在一定局限性。此外,本研究中 TNBC 组 Ve 低于非 TNBC 组,提示 TNBC 细胞增殖较快,恶性程度较高。同时 TNBC 组 TTP 较短,分析可能是 TNBC 肿瘤新生血管密度更高,血管通透性更高,因此,对比剂在肿瘤病灶中交换增多、速度加快。

DWI 能呈现不同生理、病理状态下活体组织内水分子微观运动,观察 TNBC 病灶中水分子扩散情况^[18-19]。ADC 值可反映水分子扩散运动的剧烈程度,其受 b 值及生物膜结构影响。量化分析 ADC 值可鉴别乳腺肿瘤性质,定位病灶位置,观察肿瘤扩散情况。ADC 值在不同 b 值下可表现不同,b 值越小,

ADC 值越大,反之亦然^[20]。TNBC 组 b 值为 800、1 000、1 500 s/mm² 时 ADC 值均低于非 TNBC 组($P<0.05$),提示不同弥散系数下 TNBC 患者 ADC 值与非 TNBC 患者均存在差异,为临床鉴别诊断提供了依据。为进一步提高 TNBC 诊断准确性,本研究联合应用 DCE-MRI、DWI 检查,显示二者联合诊断 TNBC 的准确度、灵敏度、阴性预测值高于二者单独诊断($P<0.05$),且漏诊率较低($P<0.05$),表明 DCE-MRI、DWI 联合应用可为 TNBC 诊断提供重要参考依据。

综上所述,DCE-MRI、DWI 联合应用于 TNBC 可有效提高临床诊断效能,减少漏诊,对临床制订治疗方案具有积极意义。

参考文献

[1] RIZZO A,CUSMAI A,ACQUAFREDDA S,et al. KEY-NOTE-522, IMpassion031 and GeparNUEVO: changing the paradigm of neoadjuvant immune checkpoint inhibitors in early triple-negative breast cancer[J]. Future Oncol,2022,18(18):2301-2309.

[2] 李会欣,刘伟,邵建强,等. 三阴乳腺癌患者血液外泌体 mi RNA-27a/P-gp 在新辅助化疗后的变化及其对血管新生的影响[J]. 徐州医科大学学报,2021,41(5):357-362.

[3] 胡田,贾春梅,薛影,等. 乳腺癌超声造影增强特征与免疫组化及腋窝淋巴结转移的相关性分析[J]. 医学研究杂志,2021,50(6):111-114.

[4] 李金红,陈志忠. 磁共振动态增强扫描时间-信号强度曲线联合磁共振扩散加权成像表观扩散系数在乳腺癌诊断中的应用价值[J]. 中国妇幼保健,2021,36(6):1423-1426.

[5] 张晶,邹紫勤,占丹,等. 弥散加权成像在 HER-2 低表达与 HER-2 阳性乳腺癌的鉴别价值分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2022,20(12):86-88.

[6] 罗兆丽,杨春华,王芳芳,等. 3.0 T 磁共振动态增强及扩散加权成像在浸润性乳腺癌腋窝淋巴结转移诊断中的应用价值[J]. 实用医院临床杂志,2022,19(4):173-177.

[7] 王洁,唐文伟,田忠甫,等. 乳腺癌 DCE-MRI 参数及 ADC 与病理分子预后标记物的相关性分析[J]. 磁共振成像,2021,12(3):76-79.

[8] 刘琳瑜,章蓉,卢冬梅,等. 乳腺癌全肿瘤体素内不相干运动-弥散加权成像 (IVIM-DWI) 直方图定量参数与 ER、PR 和 HER-2 表达的相关性[J]. 中国医学影像技术,2021,37(3):380-385.

(下转第 962 页)

[5] MILES M V P, HICKS R C, PARMER H, et al. Traumatic brain injury patients with platelet inhibition receiving platelet transfusion demonstrate decreased need for neurosurgical intervention and decreased mortality[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2022, 92(4): 701-707.

[6] 汪雁博, 郝国贞, 姜云发, 等. 血栓弹力图评价骨科手术围术期应用利伐沙班与低分子量肝素对凝血功能影响的 Meta 分析[J]. 检验医学与临床, 2022, 19(1): 57-61.

[7] 阙文君, 谢宇頔, 余泽波, 等. 血栓弹力图血小板功能对脑出血进展及预后的评估价值[J]. 解放军医学杂志, 2021, 46(7): 687-691.

[8] JHA R M, KOCHANNEK P M, SIMARD J M. Pathophysiology and treatment of cerebral edema in traumatic brain injury[J]. Neuropharmacology, 2019, 145(Pt B): 230-246.

[9] ROBINSON C P. Moderate and severe traumatic brain injury[J]. Continuum (Minneapolis Minn), 2021, 27(5): 1278-1300.

[10] MARTIN G E, PUGH A M, MORAN R, et al. Microvesicles generated following traumatic brain injury induce platelet dysfunction via adenosine diphosphate receptor[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2019, 86(4): 592-600.

[11] FURAY E J, DALEY M J, SATARASINGHE P, et al. Desmopressin is a transfusion sparing option to reverse platelet dysfunction in patients with severe traumatic brain injury[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2020, 88(1): 80-86.

[12] 王玮玮, 陈诚, 潘慧, 等. 血小板计数 D-二聚体 RANTES 与颅脑外伤患者 NIHSS 评分关系及预测预后价值[J]. 中国急救医学, 2022, 42(5): 401-405.

[13] QUINE E J, MURRAY L, TRAPANI T, et al. Thromboelastography to assess coagulopathy in traumatic brain injury patients undergoing therapeutic hypothermia[J]. Ther Hypothermia Temp Manag, 2021, 11(1): 53-57.

[14] ALVIKAS J, ZENATI M Z, CAMPWALA I, et al. Rapid detection of platelet inhibition and dysfunction in traumatic brain injury: a prospective observational study[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2022, 92(1): 167-176.

[15] 李兵, 乔鹏, 武宏杰. 创伤性颅脑损伤术后凝血功能障碍与疾病严重程度和肝功能的关系[J]. 创伤外科杂志, 2020, 22(6): 447-450.

[16] 刘玮, 张乃莹. 血栓弹力图监测止血功能在择期骨科手术患者输血中的效果[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(20): 11-14.

[17] KAY A B, MORRIS D S, COLLINGRIDGE D S, et al. Platelet dysfunction on thromboelastogram is associated with severity of blunt traumatic brain injury[J]. Am J Surg, 2019, 218(6): 1134-1137.

[18] 周世平, 陈兵华, 秦玲. 基于血栓弹力图监测孕晚期血小板减少症患者凝血功能的研究[J]. 中国妇幼健康研究, 2020, 31(6): 752-756.

[19] 毛小强, 金晶, 余国峰. 凝血-纤溶失衡与颅脑损伤严重程度的关系及对急性创伤性凝血病的预测价值[J]. 中华全科医学, 2022, 20(3): 407-410.

[20] WOODRUFF G, PRICE D, SODHI A, et al. Does the degree of platelet adenosine diphosphate and arachidonic acid receptor inhibition correlate with the severity of injury in non-brain-injured trauma patients[J]. Am Surg, 2022, 88(3): 384-388.

(收稿日期: 2023-08-10 修回日期: 2023-11-25)

(上接第 957 页)

[9] 张嘉雯, 龚予希, 白茹梦, 等. 三阴性乳腺癌中肿瘤相关巨噬细胞的临床作用及价值[J]. 临床与实验病理学杂志, 2023, 39(3): 336-338.

[10] 王春华, 罗红兵, 刘圆圆, 等. 基于药代动力学动态增强磁共振的影像组学特征对三阴性乳腺癌诊断价值的研究[J]. 磁共振成像, 2021, 12(2): 29-33.

[11] 唐竹晓, 徐丽娜, 孙召龙, 等. 磁共振成像动态增强联合 DWI 序列评估乳腺癌新辅助化疗中肿瘤组织变化应用可行性研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2022, 20(3): 74-76.

[12] 贺春燕, 张啸飞, 刘兵, 等. 多普勒 US 及 DCE-MRI 对乳腺癌 NAC 后残留肿瘤的诊断价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2022, 33(5): 309-314.

[13] 马烨, 李锋, 张双, 等. 动态增强磁共振成像在乳腺癌诊断中的临床价值及联合 Her-2 和 Ki-67 检测对其预后评估的价值研究[J]. 中国医学装备, 2022, 19(3): 71-75.

[14] 李骥, 彭飞, 王硕. 增强 MRI 多功能直方图参数与三阴性乳腺癌 PD-L1 表达的相关性分析[J]. 中国医药导报, 2021, 18(34): 30-34.

[15] 汪汉林, 李自凯, 梁奕, 等. DWI 联合 DCE-MRI 对鉴别孤立性肺结节良恶性的诊断价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2023, 21(5): 37-39.

[16] KANG S R, KIM H W, KIM H S. Evaluating the relationship between dynamic contrast-enhanced MRI (DCE-MRI) parameters and pathological characteristics in breast cancer[J]. J Magn Reson Imaging, 2020, 52(5): 1360-1373.

[17] 陈小凤, 范伟雄, 程凤燕, 等. 动态对比增强磁共振成像联合表观扩散系数值对三阴性乳腺癌的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2019, 35(8): 1258-1261.

[18] 钱吉芳, 章蓉, 赵丽, 等. 三阴性与非三阴性乳腺癌的表观弥散系数与 Ki-67 指数的相关性研究[J]. 磁共振成像, 2020, 12(5): 69-72.

[19] 何瑞红, 李立, 钱伟军. DCE-MRI、多 b 值 DWI 结合 CA153、CEA 对乳腺癌及肿块型浆细胞性乳腺炎的鉴别诊断价值研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2023, 21(6): 89-92.

[20] 武兵, 朱慧, 沙德厚, 等. DWI 联合血清糖类抗原 153、125 及癌胚抗原诊断乳腺癌的价值研究[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(8): 1326-1329.

(收稿日期: 2023-08-10 修回日期: 2023-11-25)