

论 著 · 乳腺

体素内不相干运动联合动态增强磁共振成像对乳腺癌不同中医证型的诊断价值*

党 燕 孙圣峰 李新争
王飞云 张 堯 王唯伟*
济宁医学院附属医院医学影像科
(山东 济宁 272000)

【摘要】目的 探讨体素内不相干运动联合动态增强磁共振成像联合运用在乳腺癌中医证型鉴别诊断方面的临床价值。方法 选取了162例经过病理确诊的乳腺癌患者，依据中医辨证分成了肝郁痰凝证(83例)、冲任失调证(44例)以及正虚毒炽证(35例)三组，对各组患者的临床资料、常规MRI特征以及IVIM参数和DCE-MRI参数展开分析。结果 三组间病灶形态及强化方式差异有统计学意义($P=0.003$; $P=0.037$)。定量参数分析指出，正虚毒炽证组在D、 D^* 、 K^{trans} 以及 K_{ep} 值上都高于其他两组，其中 K^{trans} 值对该证型的诊断效能最佳，AUC均大于其他定量参数($Z=2.537\sim 2.831$, $P<0.05$)。DCE-MRI模型为 $K^{trans}+K_{ep}$ ，AUC为0.902，大于IVIM模型($D+D^*$)(AUC=0.820)及常规MRI模型(AUC=0.765)。DCE-MRI与IVIM的联合模型AUC为0.945，诊断效能高于IVIM、DCR-MRI及常规MRI单一模型($Z=1.995\sim 3.153$, $P<0.05$)。结论 IVIM与DCE-MRI的联合运用可为乳腺癌中医证型的鉴别诊断提供更为可靠的影像学依据。

【关键词】乳腺癌；中医证型；磁共振成像；
体素内不相干运动；
动态增强磁共振成像

【中图分类号】R737.9；R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】山东省中医药科技项目(Q-2022132)；
济医附院医学英才培养计划项目
(2022-yxyc-010)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.10.030

Prediction of the Expression of TCM Syndrome in Breast Cancer Based On Intravoxel Incoherent Motion and Dynamic Contrast Enhancement Imaging*

DANG Yan, SUN Sheng-feng, LI Xin-zheng, WANG Fei-yun, ZHANG Yao, WANG Wei-wei*.
Department of Imaging, Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining 272000, Shandong Province, China

ABSTRACT

Objective Exploring the clinical value of combining intra-voxel incoherent motion imaging with dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging in the differential diagnosis of TCM syndrome types of breast cancer. **Methods** A total of 162 breast cancer patients confirmed by pathological diagnosis were selected. Based on TCM syndrome differentiation, they were divided into three groups: liver depression phlegm coagulation syndrome (83 cases), Chongren dysfunction syndrome (44 cases), right vacuity exuberant toxin syndrome (35 cases). An analysis of the clinical data, conventional MRI features, IVIM parameters, and DCE-MRI parameters of each group of patients was conducted. **Results** There were statistically significant differences in lesion morphology and enhancement patterns among the three groups ($P=0.003$; $P=0.037$). Quantitative parameter analysis showed that the right vacuity exuberant toxin syndrome group had higher values in D, D^* , K^{trans} , and K_{ep} compared to the other two groups. Among these, the K^{trans} value exhibited the best diagnostic efficacy for this syndrome type, with an AUC greater than that of the other quantitative parameters ($Z=2.537\sim 2.831$, $P<0.05$). The DCE-MRI model ($K^{trans}+K_{ep}$) has an AUC of 0.902, which is greater than the IVIM model ($D+D^*$) (AUC=0.820) and the conventional MRI model (AUC=0.765). The combined model of DCE-MRI and IVIM had an AUC of 0.945, which was higher in diagnostic performance than the single models of IVIM, DCR-MRI, and conventional MRI ($Z=1.995\sim 3.153$, $P<0.05$). **Conclusion** The combined use of IVIM and DCE-MRI can provide more reliable imaging evidence for the differential diagnosis of TCM syndrome types of breast cancer.

Keywords: Breast Neoplasms; TCM Syndrome; Magnetic Resonance Imaging; Intravoxel Incoherent Motion; Dynamic Contrast Enhancement Imaging

乳腺癌是女性群体里发病率最高的恶性肿瘤，呈现出十分突出的病理异质性特点^[1]，中医治疗此疾病的特色是依照不同证型制定个体化诊疗方案，这种辨证施治原则对保障临床疗效有着关键意义^[2]。当前研究大多运用超声检查以及常规磁共振技术来剖析各中医证型对应的病理生理机制^[3-4]，不过基于功能MRI定量参数的多模态联合诊断在乳腺癌中医辨证分型方面的应用研究还处于空白状态。体素内不相干运动成像技术能区分由微循环灌注导致的“假性扩散”和真实水分子扩散，为评估肿瘤异质性提供了精确的定量方法^[5]。动态对比提高磁共振成像借助药代动力学模型对肿瘤微血管灌注及血管通透性特征进行定量分析，更准确地反映病变本质^[6]。本研究拟整合IVIM与DCE-MRI这两种功能磁共振定量技术，构建乳腺癌中医证型的客观化诊断体系。

1 资料与方法

1.1 患者 此次研究对2020年6月到2023年6月期间在本院接受诊疗的162例女性乳腺癌患者临床资料展开回顾性分析，这些患者年龄处于27岁至79岁之间，平均年龄约(51.6 ± 9.7)岁。纳入标准：其一，全部病例都拥有完整的IVIM和DCE-MRI序列检查结果，并且借助手术或者穿刺活检确诊病理类型，具体病理分型有非特殊类型浸润性癌146例、导管原位癌8例、乳头状癌2例、髓样癌2例、浸润性小叶癌2例、筛状癌1例以及粘液癌1例，其二，所有患者在术前均已完成中医证型分型，其中肝郁痰凝型83例、冲任失调型44例、正虚毒炽型35例。不符合诊断要求的MRI图像质量或者临床资料不完整的病例属于排除标准。

1.2 MRI检查方法 运用GE Discovery 750W 3.0T磁共振扫描系统并搭配8通道双乳腺相控阵线圈来开展影像采集工作，在IVIM横断位扫描过程中，将重复时间设定为2500ms、回波时间设定为90ms，采用4mm的层厚以及0.4mm的层间距，采集矩阵为 128×128 ，视野大小为 $350\text{mm}\times 350\text{mm}$ ，扫描总共耗时6分40秒。b值选取时采用12个梯度，其中低b值组也就是 $b\leq 200\text{s/mm}^2$ 的这一组，包含20、30、50、70、100、150、200这七个参数，高b值组即 $b>200\text{s/mm}^2$ 的这一组，设置了500、700、1000、1500、2000这五个参数，激励次数会随着b值的增加而进行调整，低b值组统一采用1次激励，高b值组则分别采用2、2、4、5、6次激励。DCE-MRI检查采用VIBRANT序列技术，参数设置为层厚1.4mm、层间距0mm以及相同的视野，翻转角为 2° ，借助肘前静脉以3mL/s的流速注射0.1mmol/kg的钆喷酸葡胺对比剂，一共采集45个动态时相，每

【第一作者】党 燕，女，主治医师，主要研究方向：乳腺MRI诊断工作。E-mail: 4957916@qq.com

【通讯作者】王唯伟，男，主治医师，主要研究方向：MRI诊断工作。E-mail: 1027070940@qq.com

个时相时长为7秒，总的扫描时间是5分15秒。

1.3 图像处理及分析 本研究运用双盲法，由两名经验丰富的影像诊断医师对乳腺癌MRI影像特征展开独立评估，若出现诊断分歧，则借助协商达成统一意见，依照BI-RADS第五版标准，对肿瘤的形态学特征、动态提高表现以及时间-信号强度曲线类型进行了系统评估，所有影像数据均于GE AW 4.6工作站进行处理，借助Function tools模块获取IVIM的D、D*、f参数图与DCE-MRI的K^{trans}、V_e、K_{ep}参数图。具体操作流程如下：在b=1000的IVIM图像以及动态提高序列中强化最十分突出的时相上，挑选肿瘤实质成分最大的三个连续层面，避开出血坏死区域，划定20至150mm²的ROI区域，并将ROI自动映射至各参数伪彩图中，最终取三个层面测量值的均值作为各定量参数结果。

1.4 中医证型及病理、免疫组化分析 按照《中华人民共和国中医药行业标准——中医病证诊断疗效标准》的规范规定，乳腺癌的中医证候可系统地划分成肝郁痰凝型、冲任失调型以及正虚毒炽型这三大类别^[7]，在分子分型这一方面，本研究参考2022年中国临床肿瘤学会颁布的《乳腺癌诊疗指南》里确立的生物学标志物检测标准，着重考察雌激素受体[ER]、孕激素受体[PR]、人类表皮生长因子受体2[HER-2]以及细胞核增殖指数Ki-67等关键指标的表达式^[8]。依据上述免疫组化检测得出的结果，经过对ER、PR与HER-2的表达特征进行综合分析，把乳腺癌病例划分成Luminal A型、Luminal B型、HER-2阳性型以及三阴性这四种分子亚型^[9]，此分类体系给临床精准诊疗提供了关键的病理学依据。

1.5 统计学方法 本研究运用SPSS 17.0以及MedCalc19.5.1这两款统计软件来开展数据分析工作，针对不同中医证型乳腺癌患者的临床病理资料和常规MRI特征的差异情况，分别借助 χ^2 检验和单因素方差分析来实施统计学处理，在定量参数测量这一方面，依靠组内相关系数对两位观察者关于IVIM及DCE-MRI参数测

量的结果一致性给予评估。借助One-wayANOVA或者Kruskal-WallisH检验来比较各中医证型之间IVIM与DCE-MRI参数的差异，对于那些存在统计学差异的参数，运用Mann-WhitneyU检验或者LSD-t检验进行两两比较，依据有统计学意义的定量参数，分别构建IVIM、DCE-MRI以及二者联合的预测模型，并且凭借受试者工作特征曲线分析来评估各模型的诊断效能，计算曲线下面积。最后采用Delong检验比较不同模型AUC值的差异，同时计算各模型的敏感性、特异性以及准确度等诊断指标。

2 结果

2.1 不同中医证型乳腺癌的临床病理资料 统计分析的结果说明，三组患者在雌激素受体、孕激素受体、淋巴结转移情况、病理分级、TNM分期以及分子分型等各项指标方面，均呈现出有统计学意义的差异，展开来说，肝郁痰凝证与冲任失调证组的患者，其ER和PR的表达大多为阳性，而正虚毒炽证组的表现主要是阴性表达。正虚毒炽证组患者的病理分级以及临床分期高于其他两组，并且淋巴结转移的发生率明显高于肝郁痰凝证组与冲任失调证组，从分子分型分布来看，肝郁痰凝证组以Luminal型为主，冲任失调证组HER-2阳性型较多，正虚毒炽证组主要呈现三阴性，不过三组患者在年龄、HER-2表达水平以及Ki-67增殖指数等指标上，未体现出统计学上的较大差异，具体情况可见表1。

2.2 不同中医证型的乳腺癌间的常规MRI对比分析 肝郁痰凝证以及冲任失调证组患者的病灶大多呈现出类圆形的特征，和正虚毒炽证组相比较存在统计学差异(P=0.003)；正虚毒炽证组肿瘤内部强化方式多不均匀，并且环形强化比例比其他两组要高(P=0.037)；在病变边缘特征、病灶大小以及半定量动脉提高TIC曲线类型等参数方面，三组之间并未观察到有统计学较大性差异(P>0.05)，具体的数据可见表2。

表1 乳腺癌不同中医证型的临床病理资料					
参数	肝郁痰凝证 (n=83)	冲任失调证 (n=44)	正虚毒炽证 (n=35)	F / χ^2	P
年龄(岁)	52.95±10.18	49.45±8.92	51.11±9.13	1.953	0.145
ER					
阳性	67	23	10	32.137	<0.001
阴性	16	21	25		
PR					
阳性	59	28	9	26.102	<0.001
阴性	24	16	26		
HER-2					
阳性	40	20	13	1.218	0.544
阴性	43	24	22		
Ki-67					
>14%	69	36	31	0.744	0.689
≤14%	14	8	4		
淋巴结转移					
有	25	20	33	40.775	<0.001
无	58	24	2		
病理分级					
低级别	52	18	3	29.504	<0.001
高级别	31	26	32		
TNM分期					
I~II期	51	23	6	19.533	<0.001
III~IV期	32	21	29		
分子分型					
Luminal A	13	3	1	29.133	<0.001
Luminal B	53	18	10		
HER-2阳性型	5	10	9		
三阴性	12	12	15		

表2 不同中医证型乳腺癌之间的常规MRI特征差异性分析					
常规MRI参数	肝郁痰凝型 (n=83)	冲任失调型 (n=44)	正虚毒炽型 (n=35)	F / χ^2	P值
形态					
类圆形或椭圆形	66	32	16	16.082	0.003
不规则形	17	12	19		
边缘特征					
清晰	37	20	16	0.017	0.992
不清晰	46	24	19		
强化方式					
均匀	25	13	9	10.188	0.037
不均匀	48	26	14		
环形强化	10	5	12		
内部暗分隔	0	0	0		
TIC类型					
缓升型	0	0	0	2.518	0.284
平台型	44	22	13		
流出型	39	22	22		
病灶大小(cm)	2.68±1.32	2.78±1.22	2.96±1.24	0.596	0.552

2.3 不同中医证型乳腺癌的IVIM及DCE-MRI参数的比较分析
经过组间一致性分析得以发现，两位观察者针对IVIM模型参数以及DCE - MRI参数所进行的测量结果呈现出良好的一致性，其组间相关系数分别是0.840、0.829、0.841、0.857、0.878以及0.824，针对不同中医证型乳腺癌患者的影像学参数展开两两比较分析，结果说明正虚毒炽证组在D、D*、K^{trans}和K_{ep}参数上都高于冲任失调证组以及肝郁痰凝证组，并且各组之间的差异有统计学意义(P<0.05)。不过三组患者在f值和V_e值方面并未呈现出较大的统计学差异(P>0.05)，具体的数据可见表3以及图1。

2.4 常规MRI、IVIM及DCE-MRI模型对正虚毒炽证的鉴别诊断效能分析
常规MRI征象中的形态学特征以及强化方式在正虚毒炽证组和非正虚毒炽证组之间差异有统计学意义(χ²=14.879, P=0.001; χ²=9.360, P=0.009)，当把这些参数融入常规MRI诊断

模型时，其ROC曲线下面积可达到0.765，并且呈现出62.9%的敏感度、77.2%的特异度以及82.7%的总体准确率。IVIM与DCE-MRI定量参数里的D值、D*值以及K^{trans}、K_{ep}值对于两组的鉴别都有统计学意义，其中DCE-MRI模型的K_{trans}参数呈现出最优的诊断效能，其AUC值比其他定量指标要高(Z=2.831, P=0.005; Z=2.573, P=0.01; Z=2.827, P=0.005)。IVIM模型的AUC是0.820，而DCE-MRI模型的AUC提升到了0.902，后者与常规MRI模型存在统计学差异(Z=2.140, P=0.032)，不过与IVIM模型没有统计学差异(Z=1.505, P=0.132)。IVIM与DCE-MRI联合模型的诊断效能最为较大，其AUC高达0.945，明显优于各个单一模型(Z=3.153, P=0.002; Z=1.995, P=0.048; Z=3.308, P<0.001)，而且该联合模型的准确率达到92.6%，全方位超越各独立模型的表现。见表4及图2。

表3 不同中医证型乳腺癌间的IVIM及DCE-MRI参数分析

中医证型	n	D(×10 ⁻³ mm ² /s)	D*(×10 ⁻³ mm ² /s)	f(%)	K ^{trans} (min ⁻¹)	K _{ep} (min ⁻¹)	V _e
肝郁痰凝证	83	0.59±0.25	31.00(15.70, 46.60)	38.84±16.55	0.26±0.15	0.42±0.22	0.56±0.21
冲任失调证	44	0.75±0.27*	44.00(33.06, 58.40)*	34.35±14.46	0.39±0.17*	0.52±0.18*	0.63±0.24
正虚毒炽证	35	0.98±0.40**	54.60(42.70, 71.90)**	43.06±12.09	0.72±0.24**	0.77±0.29**	0.64±0.22
F/χ ²		21.879	10.664	3.263	82.365	28.378	2.632
P		<0.001	0.001	0.051	<0.001	<0.001	0.075

注：*P<0.01，与肝郁痰凝型相比较；**P<0.01，与冲任失调型相比较。

表4 常规MRI、IVIM及DCE-MRI模型对正虚毒炽证乳腺癌的鉴别诊断效能

参数	AUC	95%CI	截断值	敏感度	特异度	准确度
正虚毒炽型 VS 非正虚毒炽型						
D	0.738	0.664~0.804	0.71×10 ⁻³ mm ² /s	60.0%	78.7%	82.7%
D*	0.752	0.678~0.816	48.3×10 ⁻³ mm ² /s	68.6%	73.2%	80.2%
K ^{trans}	0.904	0.848~0.945	0.53(/min)	85.7%	90.6%	89.5%
K _{ep}	0.799	0.729~0.858	0.79(/min)	62.8%	91.3%	83.3%
IVIM模型	0.820	0.752~0.876	---	68.6%	85.8%	84.0%
DCE-MRI模型	0.902	0.846~0.943	---	80.0%	96.1%	91.4%
IVIM+DCE-MRI模型	0.945	0.898~0.975	---	85.7%	95.3%	92.6%
常规MRI模型	0.765	0.692~0.828	---	62.9%	77.2%	82.7%

注：IVIM模型为D+D*；DCE-MRI模型为K^{trans}+K_{ep}

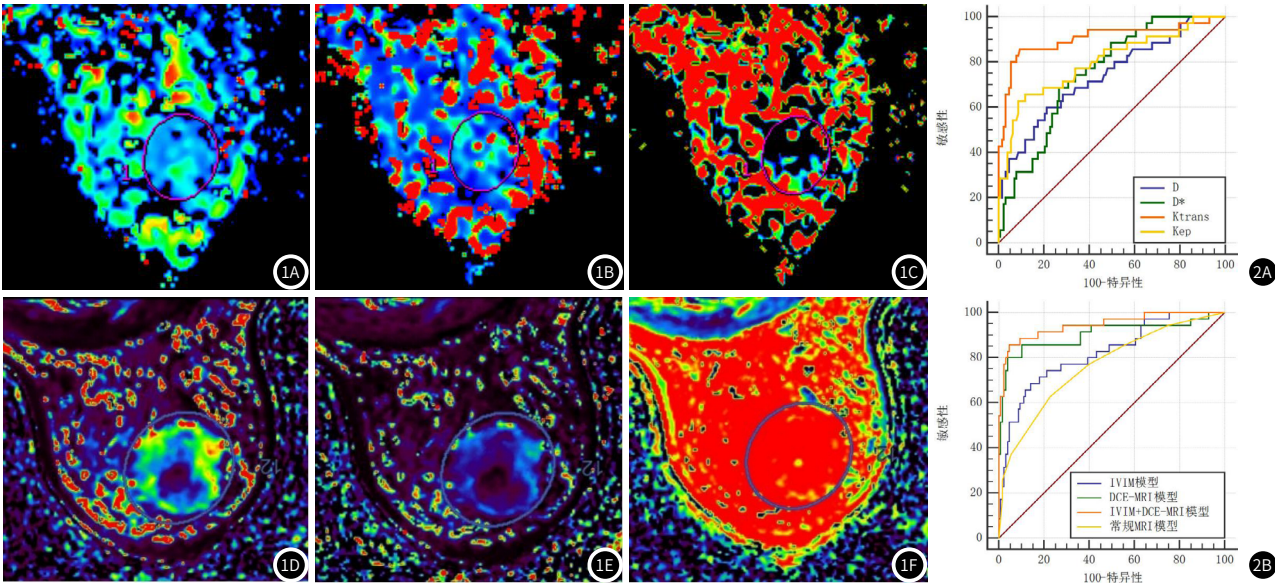


图1A~1F 女，67岁，右乳非特殊类型浸润性导管癌，正虚毒炽证型。图1A~1D为D、D*、f值及K^{trans}、K_{ep}、V_e值伪彩图，D=0.86×10⁻³mm²/s，D*=18.2×10⁻³mm²/s，f=57.8%；K^{trans}=0.957/min，K_{ep}=0.972/min，V_e=0.977。**图2** 2A为D、D*、K^{trans}和K_{ep}值的ROC曲线。2B为IVIM、DCE-MRI及IVIM+DCE-MRI模型的ROC曲线。

3 讨论

在中医理论体系里,乳腺癌被归入“乳岩”范畴^[9],其辨证分型主要是依据疾病在发展过程中对经络、脏腑以及气血功能产生的影响差异来确定的,《疡科心得集·辨乳癖乳痰乳岩论》着重指出,情志方面的因素会致使肝脾受到损伤,引发气滞、痰凝、血瘀以及毒邪相互纠结在一起,最终造成脏腑出现虚损情况以及癌毒发生扩散^[10]。本研究所得数据说明,和肝郁痰凝证以及冲任失调证相比较而言,正虚毒炽证的患者呈现出更高的病理分级以及临床分期,这暗示着该证型的预后状况不太乐观,不同中医证型的乳腺癌^[11]在雌激素受体以及孕激素受体表达特征上存在着差异:ER/PR呈阳性可凭借推动肿瘤增殖并且抑制血管内皮生长因子,减少微血管生成以及提高细胞外水分子受限^[12],在本研究中,肝郁痰凝证和冲任失调证大多表现为ER/PR阳性,而正虚毒炽证则主要以阴性为主,后者有更为丰富的肿瘤微血供。影像学分析发现,正虚毒炽证病灶大多呈现为分叶结节或者不规则的形态,强化模式是以不均匀环形强化作为特征的,其病理基础和肿瘤中心坏死、周边血管增生以及纤维组织形成有着紧密的关联^[13],不过鉴于乳腺癌有高度的异质性以及诊断存在主观性,常规MRI模型对于中医证型的鉴别效能比较有限,与之相比,DCE-MRI与IVIM联合可从分子层面实现优势互补,为中医证型的精准诊断开拓新的途径。研究证明,DCE-MRI联合IVIM模型的诊断性能要比常规MRI优越,而且其定量参数测量更具客观性,有重要临床应用价值。

在IVIM参数里,D值可精准地呈现肿瘤组织内水分子的实际扩散特性,D*值反映的是微循环灌注状况,f值作为灌注分数,这三者共同达成了对肿瘤微灌注与真实扩散的定量区分^[14],在DCE-MRI定量参数方面, K^{trans} 反映微循环灌注情况, K_{ep} 体现微血管通透性, V_e 代表血管外细胞外间隙容积,这些参数为肿瘤血供评估给出了更为精确的量化指标^[15]。本研究结果说明,正虚毒炽证组在D*、 K^{trans} 和 K_{ep} 值上都高于其他证型,冲任失调证肝郁痰凝证最低,这种差异与中医证候演变规律相符:肝郁痰凝证处于疾病早期阶段,由于肝气郁滞使得气血运行不畅,不过患者正气还在,血流灌注相对较少,冲任失调证表现为正气逐渐衰弱、邪气逐渐强盛,血流灌注增加,到正虚毒炽证阶段,正气亏虚、邪毒炽盛,血流速度加快,该结果与谢佳佳等人^[16]的研究发现一致。肝郁痰凝证和冲任失调证乳腺癌大多表现为ER/PR阳性,它们借助下调血管内皮生长因子表达来抑制肿瘤血管生成,致使微循环灌注比正虚毒炽证明显降低,本研究还发现正虚毒炽证乳腺癌D值升高,其病理机制可能是:一方面微循环灌注增加和毛细血管密度增高致使细胞外间隙扩大,另一方面该证型多为HER-2过表达型或三阴型分子亚型,肿瘤组织坏死和囊变区域增多,降低了肿瘤细胞密度,减弱了对水分子扩散的限制作用,这一发现与Uslu等^[17-18]的研究结论相符。

本研究对比分析了动态对比提高磁共振成像、体素内不相干运动以及常规MRI模型在正虚毒炽证乳腺癌鉴别诊断中的表现,结果显示DCE-MRI模型在诊断效能上优于IVIM和常规MRI模型,其中 K^{trans} 参数呈现出优异诊断价值,体现了DCE-MRI技术在乳腺癌中医证型鉴别中的独特优势。研究发现,联合应用DCE-MRI与IVIM模型后,综合诊断效能比单一模型有提升,诊断准确度也提高了。

本研究存在一些局限性需要阐述:其一,纳入分析的病例样本规模相对不大,并且各中医证型乳腺癌患者在数量分布方面呈现出不均衡的状况,其二,乳腺病灶区域的影像学勾画过程存在主观判断成分,这有可能致使与病理取材结果出现偏差,其三,当前在国际范围内,对于IVIM模型所采用的b值数量以及其具体数值,尚未形成共识性的标准。

综合各项研究结果可以看出,动态对比提高磁共振成像以及体素内不相干运动这两种定量模型,都可有效地对乳腺癌不同中医证型的生物学特征进行评估,其中DCE-MRI模型及其 K^{trans} 参数所呈现出的诊断性能最为出色,与常规MRI检查相比较而言,DCE-MRI与IVIM联合应用的模型,在术前中医证型鉴别方面的准确性有了明显提升,为临床决策提供了更具价值的影像学参考依据。

参考文献

- [1] 钱慈,陈薇,郑朝霞.超声弹性成像参数对乳腺癌老年患者新辅助化疗疗效的预测价值[J].罕少疾病杂志,2025,32(8):90-92.
- [2] 李炜炜,黄圆圆,权琦,等.乳腺癌术前中医证型与预后因素的相关性[J].实用医学杂志,2017,33(9):1509-1511.
- [3] 谢冬敏,林腾,刘望鹏,等.乳腺癌不同病理阶段超声弹性成像与中医辨证分型相关性研究[J].西部医学,2014,26(3):367-369,372.
- [4] 刘悦,刘汀,赵天佐,等.乳腺癌中医辨证分型与MRI征象及动态增强扫描特点的相关性分析[J].中国中西医结合影像学杂志,2017,15(6):694-696.
- [5] 王磊,朱来敏,刘欢,等.体素内不相干运动联合动态增强磁共振成像对乳腺癌不同分子分型的诊断价值[J].中国临床医学影像杂志,2023,34(7):476-480.
- [6] 李晓敏,张清恒,张海三.DCE-MRI和DWI检查在术前诊断脑胶质瘤病变恶性程度中的应用价值[J].罕少疾病杂志,2024,31(1):16-18.
- [7] 王晨,梁晨露,俞星飞,等.乳腺癌中医辨证分型联合分子分型预测新辅助化疗疗效的应用研究[J].中华中医药学刊,2017,35(2):283-286.
- [8] WANG W, LV S, XUN J, et al. Comparison of diffusion kurtosis imaging and dynamic contrast enhanced MRI in prediction of prognostic factors and molecular subtypes in patients with breast cancer[J]. Eur J Radiol, 2022, 154(1): 110392.
- [9] Du SY, Gao S, Zhang LN, et al. Improved discrimination of molecular subtypes in invasive breast cancer: Comparison of multiple quantitative parameters from breast MRI[J]. Magn Reson Imaging, 2021, 77(20): 148-158.
- [10] 刘玲,胡森,顾佳麟,等.基于数据挖掘方法分析乳腺癌的中医证治规律[J].浙江中医药大学学报,2022,46(4):455-462,467.
- [11] 武瑞仙,梁晨,裴晓华,等.乳腺癌中医证型与生物学指标相关性研究[J].中医学报,2017,32(8):1391-1393.
- [12] Suo S, Zhang D, Cheng F, et al. Added value of mean and entropy of apparent diffusion coefficient values for evaluating histologic phenotypes of invasive ductal breast cancer with MR imaging[J]. Eur Radiol, 2019, 29(3): 1425-1434.
- [13] Choi EJ, Youk JH, Choi H, et al. Dynamic contrast-enhanced and diffusion-weighted MRI of invasive breast cancer for the prediction of sentinel lymph node status[J]. J Magn Reson Imaging, 2020, 51(2): 615-626.
- [14] 张鑫,任宏伟,徐良洲,等. IVIM-DWI对前列腺癌盆腔淋巴结转移瘤的诊断价值[J].临床放射学杂志,2023,42(7):1178-1181.
- [15] 冯海霞,顾龙,安丽华,等.体素内不相干运动联合动态对比增强磁共振成像对乳腺癌HER-2基因表达的诊断价值[J].临床放射学杂志,2022,41(8):1432-1437.
- [16] 谢佳佳,严可.彩色多普勒超声在乳腺癌中医辨证分型中的应用价值研究[J].中医药导报,2018,24(24):69-71.
- [17] Uslu H, Önal T, Tosun M, et al. Intravoxel incoherent motion magnetic resonance imaging for breast cancer: a comparison with molecular subtypes and histological grades[J]. Magn Reson Imaging, 2021, 78(2): 35-41.
- [18] 莫雨晓,陈楚云,张去飞,等.基于脑功能磁共振成像系统评价针灸治疗缺血性脑卒中的疗效[J].西部中医药,2023,36(5):61-67.

(收稿日期:2024-01-15)

(校对编辑:韩敏求、翁佳鸿)