

论 著

体素内不相干运动联合扩散峰度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
安丽华 王飞云 王唯伟*
济宁医学院附属医院影像科
(山东 济宁 272029)

【摘要】目的 探讨体素内不相干运动成像跟扩散峰度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251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(114例)、冲任失调证(91例)以及正虚毒炽证(46例)三组,对各组患者的临床资料、常规MRI特征以及IVIM参数和DKI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($P=0.022$; $P=0.043$)。定量参数分析指出,正虚毒炽证组在D、 D^* 、MD及f值上都高于其他两组,差异有统计学意义($P<0.05$);肝郁痰凝证组的MK值大于其他中医证型组($P=0.006$, $P<0.001$);其中D值对正虚毒炽证的诊断效能最佳,AUC均大于其他定量参数($Z=2.329\sim 3.715$, $P<0.05$)。IVIM模型($D+D^*+f$)的AUC为0.845,大于DKI模型(MD+MK)($AUC=0.677$)及常规MRI模型($AUC=0.695$),差异具有统计学意义($Z=4.660$, $P<0.001$; $Z=3.725$, $P<0.001$)。IVIM与DKI联合模型AUC为0.863,诊断效能高于DKI及常规MRI模型($Z=4.778$, $P<0.001$; $Z=3.375$, $P<0.001$),但与IVIM模型的AUC差异不具有统计学意义($Z=1.710$, $P=0.087$)。**结论** IVIM与DKI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; 扩散峰度成像

【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); 济宁医学院附属医院“苗圃”科研计划项目(MP-2017-015); 济宁市重点研发计划项目(2024-YXNS002)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.01.026

Prediction of the Expression of TCM Syndrome in Breast Cancer Based on Intravoxel Incoherent Motion and Diffusion Kurtosis Imaging*

DANG Yan, SUN Sheng-feng, LI Xin-zheng, An Li-hua, WANG Fei-yun, WANG Wei-wei*.
Department of Imaging, Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining 270029, Shandong Province, China

ABSTRACT

Objective Exploring the clinical value of combining intra-voxel incoherent motion imaging with diffusion kurtosis imaging in the differential diagnosis of TCM syndrome types of breast cancer. **Methods** A total of 251 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 (114 cases), Chongren dysfunction syndrome(91 cases), right vacuity exuberant toxin syndrome(46 cases). An analysis of the clinical data, conventional MRI features, IVIM parameters, and DKI parameters of each group of patients was conducted. **Results** There were statistically significant differences in lesion morphology and enhancement patterns among the three groups ($P=0.022$; $P=0.043$). Quantitative parameter analysis showed that the right vacuity exuberant toxin syndrome group had higher values in D, D^* , MD and f values compared to the other two groups ($P<0.05$). The MK value of liver depression phlegm coagulation syndrome group was higher than that of other TCM syndrome groups ($P=0.006$, $P<0.001$). Among these, the D value exhibited the best diagnostic efficacy for this syndrome type, with an AUC greater than that of the other quantitative parameters ($Z=2.329\sim 3.715$, $P<0.05$). The IVIM model ($D+D^*+f$) has an AUC of 0.845, which is greater than the DKI model (MD+MK) ($AUC=0.677$) and the conventional MRI model ($AUC=0.695$). The combined model of IVIM and DKI had an AUC of 0.863, which was higher than that of the single model of DKI and conventional MRI ($Z=4.778$, $P<0.001$; $Z=3.375$, $P<0.001$), but there was no statistically significant difference with the IVIM model ($Z=1.710$, $P=0.087$). **Conclusion** The combined use of IVIM and DKI 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; Diffusion Kurtosis 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]。DKI技术可依靠获取平均扩散系数和峰度值等定量参数,精准量化水分子扩散的非高斯分布特性,更准确地呈现病灶内部结构的复杂程度^[6]。本研究拟整合IVIM与DKI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 对象与方法

1.1 患者 此次研究对2019年10月到2023年6月期间在本院接受诊疗的251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86岁之间,平均年龄约(51±10)岁。纳入标准:其一,全部病例都拥有完整的IVIM和DKI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226例、导管原位癌7例、乳头状癌6例、髓样癌4例、浸润性小叶癌4例、筛状癌2例以及粘液癌2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114例、冲任失调型91例、正虚毒炽型46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350mm×350mm,扫描总耗时6分40秒。b值选取时采用12个梯度,其中低b值组也就是 $b\leq 200s/mm^2$ 的这一组,包含20、30、50、70、100、150、200这七个参数,高b值组即 $b>200s/mm^2$ 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。DKI扫描参数设置为TR 5000ms、TE 89ms,层厚4mm、层间距0.4mm,FOV 350mm×350mm,矩阵128×128,激励次数为2次,扩散敏感梯度场方向设定为15个,分别在0、1000和2000s/mm²这三个b值

【第一作者】 党 燕,女,主治医师,主要研究方向:乳腺MRI诊断。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。E-mail: 1027070940@qq.com

条件下进行采集。

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DKI的MD、MK参数图。具体操作流程如下：在b值为1000s/mm²的IVIM和DKI灰度图像上，挑选肿瘤最大实性成分所在层面，避开出血坏死区域，在肿瘤实质区绘制面积为50~150mm²的ROI，并且保证两序列ROI位置保持一致。之后将ROI复制到相应参数伪彩图进行定量测量，每项参数重复测量三次后把平均值作为最终结果。

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版《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。依据上述免疫组化检测得出的结果，经过对ER、PR与HER-2的表达式特征进行综合分析，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^[8]，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SPSS17.0以及MedCalc19.5.1这两款统计软件来开展数据分析工作，将较大性水平设定为P<0.05，对于分类变量，分别借助 χ^2 检验以及单因素方差分析来

进行组间差异的比较，在剖析IVIM与DKI参数的中医证型之间的差异时，综合运用单因素方差分析以及Kruskal-WallisH检验，并且借助Mann-WhitneyU检验或者LSD-t检验来展开两两比较。依据有统计学意义的定量参数，分别构建IVIM模型、DKI模型以及它们的联合预测模型，借助受试者工作特征曲线来评估各个参数以及模型的诊断效能，计算曲线下面积，并且采用Delong检验对AUC差异进行统计学方面的分析。

2 结果

2.1 不同中医证型乳腺癌的临床病理资料 统计分析得出的结果说明，雌激素受体、孕激素受体的表达水平、淋巴结转移情况、病理分级、TNM分期以及分子分型在三组之间均呈现出有统计学意义的差异；展开来说，正虚毒炽证组的患者主要体现为ER和PR呈阴性表达，病理分级以及临床分期相对较高，并且该组的淋巴结转移发生率明显高于肝郁痰凝证组与冲任失调证组。从分子分型分布情况来看，肝郁痰凝证组以Luminal型居多，冲任失调证组HER-2阳性型所占比例较高，而正虚毒炽证组主要呈现为三阴性乳腺癌。三组患者在年龄、HER-2表达水平以及Ki-67增殖指数上并未呈现出统计学差异，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=0.022)；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=0.043)；在病变边缘特征、病灶大小以及半定量动脉增强TIC曲线类型等参数方面，三组之间并未观察到有统计学差异(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=114)	冲任失调证 (n=91)	正虚毒炽证 (n=46)	F/ χ^2	P
年龄(岁)	50.80±9.83	52.03±11.12	48.70±8.77	1.371	0.256
ER					
阳性	91	49	15	34.715	<0.001
阴性	23	42	31		
PR					
阳性	86	47	16	25.979	<0.001
阴性	28	44	30		
HER-2					
阳性	56	52	23	1.413	0.493
阴性	58	39	23		
Ki-67					
>14%	78	71	39	5.407	0.067
≤14%	36	20	7		
淋巴结转移					
有	37	46	28	13.044	0.001
无	77	45	18		
病理分级					
低级别	66	44	11	15.160	0.001
高级别	48	47	35		
TNM分期					
I~II期	71	35	19	13.111	0.001
III~IV期	43	56	27		
分子分型					
Luminal A	18	16	1	66.098	<0.001
Luminal B	82	36	14		
HER-2阳性型	2	26	12		
三阴性	12	13	19		

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=114)	冲任失调型 (n=91)	正虚毒炽型 (n=46)	F/ χ^2	P值
形态					
类圆形	39	27	6	11.460	0.022
分叶结节状	57	38	27		
不规则形	18	26	13		
边缘特征					
清晰	51	35	12	4.810	0.090
不清晰	63	56	34		
强化方式					
均匀	41	23	6	21.007	<0.001
不均匀	62	56	24		
环形强化	11	12	16		
TIC类型					
缓升型	1	1	1	2.983	0.561
平台型	52	48	30		
流出型	61	42	15		
病灶大小(cm)	2.47±1.12	2.73±1.34	2.73±1.33	1.371	0.256

2.3 不同中医证型乳腺癌的IVIM及DKI参数的比较分析 对三组不同中医证型乳腺癌患者的DKI及IVIM参数开展两两对比分析，结果说明，随着证型不断演变，D值、D*值以及MD值呈递增态势，各组之间的差异有统计学意义(P<0.001)，而且两两相较也存在差异(P<0.05)。正虚毒炽证组的f值大于其他中医证型组(P=0.005, P=0.029)；肝郁痰凝证组的MK值大于其他中医证型组(P=0.006, P<0.001)，具体数据可见表3以及图1、2。

表3 乳腺癌不同中医证型间的IVIM及DKI参数分析

中医证型	n	D($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	D*($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	f(%)	MD($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	MK
肝郁痰凝证	114	0.49(0.36, 0.61)	23.50(12.95, 41.90)	37.78 \pm 15.12 [ⓐ]	2.19 \pm 0.62	0.76 \pm 0.26
冲任失调证	91	0.69(0.56, 0.87)*	35.60(20.00, 54.10)*	39.22 \pm 14.16 [ⓐ]	2.54 \pm 0.65*	0.67 \pm 0.21*
正虚毒炽证	46	1.14(0.72, 1.29)*#	47.35(28.69, 74.73)*#	45.29 \pm 17.88 [ⓐ]	2.84 \pm 1.09*#	0.59 \pm 0.29*
F/ χ^2		78.342	26.219	4.003	14.224	8.816
P		<0.001	<0.001	0.019	<0.001	<0.001

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; [ⓐ]P<0.01, 与正虚毒炽型相比较。

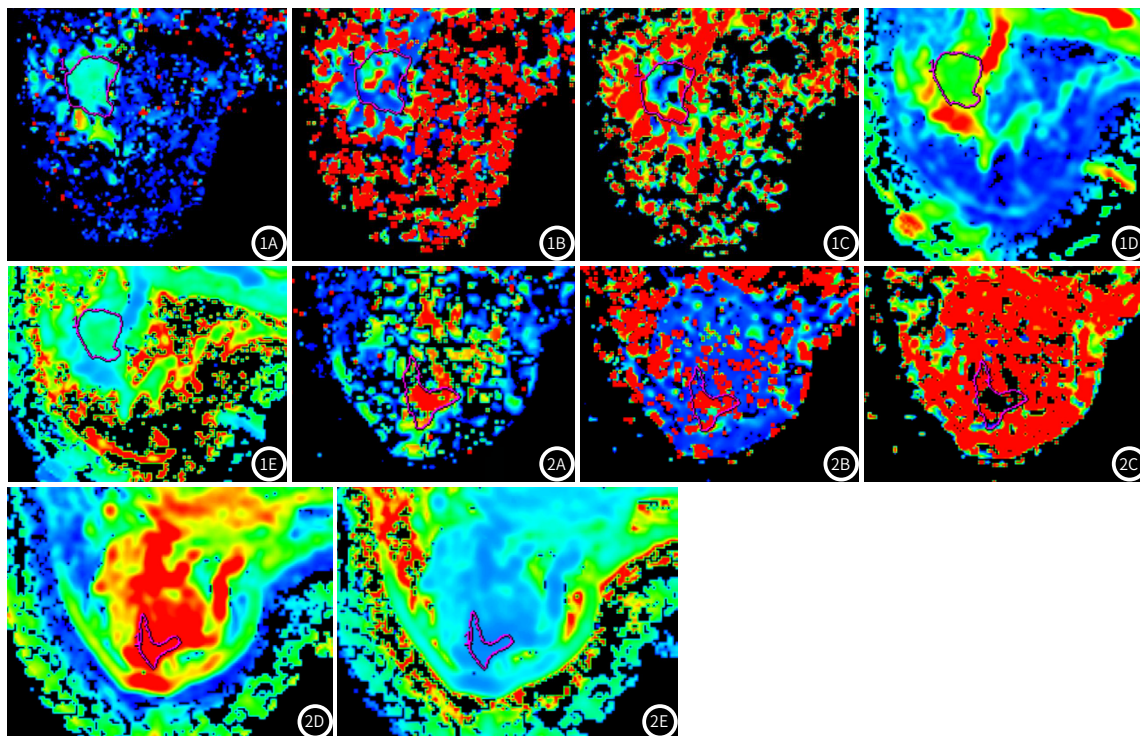


图1 女, 55岁, 左乳非特殊类型浸润性导管癌, 冲任失调证型。图1A~1E为D、D*、f值及MD、MK值伪彩图, D=0.66 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$, D*=19.6 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$, f=35.3%; MD=2.22 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$, MK=0.663。

图2 女, 55岁, 左乳非特殊类型浸润性导管癌, 正虚毒炽证型。图2A~2E为D、D*、f值及MD、MK值伪彩图, D=1.38 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$, D*=10.5 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$, f=36.3%; MD=5.23 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$, MK=0.289。

2.4 常规MRI、IVIM及DKI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($\chi^2=6.515$, $P=0.038$; $\chi^2=12.669$, $P=0.002$), 把上述这些特征放进常规MRI诊断模型里之后, 其ROC曲线下面的面积达到了0.695。IVIM和DKI参数里的D值、D*值、f值、MD值以及MK值, 对于两组的鉴别诊断都有统计学上的意义, 其中IVIM模型的D值诊断效能最为较大, 它的AUC值比其他定量参数都要高($Z=2.329$, $P=0.0198$; $Z=3.227$, $P=0.001$; $Z=3.227$, $P=0.001$; $P=3.715$, $P<0.001$)。IVIM模型(D+D*+f)的AUC为0.845, 大于DKI模型(MD+MK)(AUC=0.677)及常规MRI模型(AUC=0.695), 差异具有统计学意义($Z=4.660$, $P<0.001$; $Z=3.725$, $P<0.001$)。IVIM与DKI联合模型AUC为0.863, 诊断效能高于DKI及常规MRI模型($Z=4.778$, $P<0.001$; $Z=3.375$, $P<0.001$), 但与IVIM模型的AUC差异不具有统计学意义($Z=1.710$, $P=0.087$), 联合模型的敏感度和准确度分别为84.8%和86.5%, 均优于单一模型, 见表4及图3。

表4 常规MRI、IVIM及DKI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($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	0.824	0.771~0.869	0.89	71.7%	85.9%	84.5%
D*($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	0.698	0.637~0.754	21.0	95.7%	38.1%	82.9%
f(%)	0.604	0.541~0.665	39.2	58.7%	58.5%	81.7%
MD($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	0.651	0.588~0.710	2.69	54.4%	75.1%	82.9%
MK	0.672	0.610~0.729	0.48	43.5%	87.8%	81.7%
IVIM模型	0.845	0.794~0.887	---	76.1%	82.4%	86.1%
DKI模型	0.677	0.615~0.734	---	67.4%	63.4%	82.9%
IVIM+DKI模型	0.863	0.814~0.903	---	84.8%	71.7%	86.5%
常规MRI模型	0.695	0.634~0.751	---	87.0%	41.0%	82.5%

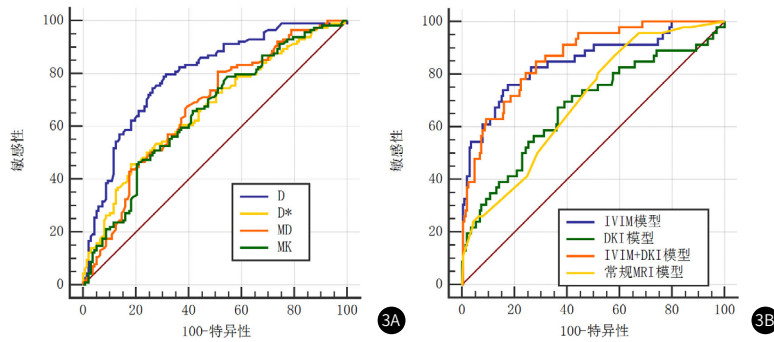


图3 3A: ADC, D, f, MD和MK值的ROC曲线。3B: DWI, IVIM, DKI和DWI+IVIM+DKI模型的ROC曲线。

3 讨论

在中医理论体系当中，乳腺癌被划分到了“乳岩”这一范畴之内^[9]，其辨证分型主要是按照患者发病之后对经络系统、脏腑功能以及气血运行所产生的影响程度来确定的，《疡科心得集·辨乳癖乳痰乳岩论》着重指出情志因素会经由损伤肝脾功能，引发气机阻滞、痰浊凝结、瘀血内停以及毒邪互结等状况，最终致使正气虚损以及癌毒扩散这样的病理过程^[10]。本研究得出的结果说明，和肝郁痰凝证以及冲任失调证的患者相比较而言，正虚毒炽证的患者病理分级以及临床分期更为严重，这意味着该证型的预后不太乐观，不同中医证型的乳腺癌在雌激素受体以及孕激素受体表达状态方面存在着差异^[11]，其中肝郁痰凝证和冲任失调证大多呈现为ER/PR阳性，而正虚毒炽证主要是以ER/PR阴性为主，这种差异体现了不同证型之间肿瘤微血管密度的生物学特性。影像学特征分析显示，正虚毒炽证病灶大多呈现为分叶状或者不规则形态，提高扫描呈现出均匀强化的特征，其中环形强化模式所占比例较高，其病理机制和肿瘤中心坏死、周边血管异常增生以及纤维组织反应紧密相关^[12]，不过因为乳腺癌有高度异质性以及诊断主观性等因素的限制，常规MRI对中医证型的诊断效能有限。与之相比，体素内不相干运动与扩散峰度成像双序列联合运用可从分子扩散特性的角度达成优势互补，本研究证明该联合模型对于正虚毒炽证的诊断效能要明显优于常规MRI，并且其定量参数有更高的客观性，为乳腺癌中医辨证的精准化研究提供了一条新的技术路径。

体素内不相干运动模型的定量参数分析显示，D值可准确呈现肿瘤组织内水分子的真实扩散特性，D*值和灌注分数f值分别反映微循环灌注强度和灌注比例，这些参数为区分肿瘤微环境中的扩散与灌注效应提供了量化依据^[13]，扩散峰度成像模型依靠捕捉水分子非高斯分布运动特征，可间接评估肿瘤细胞异质性的生物学特性^[14]。本研究发现不同中医证型存在差异：正虚毒炽证组的D*值和f值最高，冲任失调证组肝郁痰凝证组最低，此现象可从中医病机演变角度说明：肝郁痰凝证作为乳腺癌早期证型，病理特征是肝失疏泄、气血瘀阻，致使微循环灌注减少，冲任失调证表现为正气渐虚、邪气渐盛，血流动力学改变更明显，到正虚毒炽阶段，正气亏虚且邪毒炽盛，血流灌注最丰富，该结果与谢佳佳等^[15]的研究结论一致。免疫组化分析说明，肝郁痰凝证和冲任失调证患者ER/PR阳性率较高，借助下调血管内皮生长因子表达抑制血管生成，解释了其比正虚毒炽证更低的微循环灌注特征，正虚毒炽证乳腺癌的MK值低于非正虚毒炽证，而D值和MD值相对较高，其病理机制可能包括：(1)微血管密度增加使细胞外间隙扩张，提高了水分子的自由扩散；(2)HER-2过表达型及三阴性分子亚型发生率高，随着肿瘤坏死灶形成，降低了细胞排列密度，减弱了扩散受限程度，这一发现与Uslu、Meng等^[16-17]学者的研究结果相符。

本研究针对正虚毒炽证乳腺癌，对比分析体素内不相干运动、扩散峰度成像以及常规MRI模型的鉴别诊断价值，结果显示，IVIM模型的整体诊断效能比DKI和常规MRI模型更优，其中IVIM模型的扩散系数参数表现较为突出，研究发觉，IVIM与DKI模型联合应用可提升诊断效能，其敏感性和诊断准确率比单一模

型应用时更好。

本研究存在一些局限性需要说明，其一由于样本规模的限制，各中医证型乳腺癌病例数的分布不均衡，这有可能造成统计偏倚，其二在IVIM和DKI参数伪彩图的感兴趣区域勾画过程中，存在主观判断的因素，并且与病理组织学取材区域存在空间对应方面的误差。

研究得出的结果显示，IVIM以及DKI技术都可有效地对乳腺癌不同中医证型的生物学特征给予量化，这两种无创性成像技术规避了对比剂注射所带来的潜在风险，需要注意的是，IVIM模型里的扩散系数D值在鉴别正虚毒炽证型乳腺癌的时候呈现出了最为出色的诊断性能。把IVIM和DKI序列联合起来应用，可作为常规MRI检查的关键补充方式，又能为乳腺癌中医证型的术前评估以及预后判断提供有价值的影像学依据。

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] 李婷炜, 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, 刘坚鹏, 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] 李晶磊, 林椿森, 王锋. IVIM-DWI 在腰椎间盘突出症合并神经根疼痛评估中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(9): 1642-1646.
- [6] 金艳, 王彦辉, 赵庆, 等. 扩散峰度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[J]. 医学影像学杂志, 2024, 34(6): 55-60.
- [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] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 蔡康杰, 李海歌, 朱建国, 等. 三种不同指数模型预测乳腺癌人类表皮生长因子受体2阳性状态: 一项基于IVIM的研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2025, 23(4): 105-108.
- [14] 王梦莹, 王嘉麟, 卫孟佳, 等. DKI结合DCE-MRI对腮腺肿瘤的鉴别诊断价值及与病理诊断的一致性[J]. 中国CT和MRI杂志, 2025, 23(2): 67-70.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] Meng N, Wang X, Sun J, et al. A comparative study of the value of amide proton transfer-weighted imaging and diffusion kurtosis imaging in the diagnosis and evaluation of breast cancer[J]. Eur Radio, 2021, 31(3): 1707-1717.

(收稿日期: 2024-04-25)

(校对编辑: 韩敏求)