

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.06.010
文章编号: 1005-8982 (2022) 06-0056-07

临床研究·论著

剪切波弹性成像定量参数对乳腺肿块良恶性鉴别 及与生物学指标的相关性分析*

王嘉图, 赵丽, 尹世凌, 田晓玲

(甘肃中医药大学附属医院 超声科, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 目的 分析剪切波弹性成像(SWE)定量参数对乳腺肿块良恶性的鉴别价值及与生物学指标的相关性。**方法** 2018年9月—2021年10月于甘肃中医药大学附属医院超声科检查的100例乳腺肿块患者均接受SWE检查, 根据手术或穿刺的病理结果分为恶性组和良性组。对比两组SWE定量参数, 采用受试者工作特征(ROC)曲线分析SWE定量参数预测乳腺肿块良恶性的价值; 采用免疫组织化学法检查, 对比不同临床病理特征乳腺癌病灶的SWE定量参数值, 经Kendall相关性分析乳腺癌病灶的SWE定量参数与生物学指标的相关性。**结果** 恶性组AE-max、Shell1 E_{max}、Shell2 E_{max}、Shell3 E_{max}较良性组大($P < 0.05$)。ROC曲线结果显示, AE-max、Shell1 E_{max}、Shell2 E_{max}、Shell3 E_{max}及4者联合检测预测乳腺癌发生的AUC分别为0.830、0.906、0.844、0.833和0.978。乳腺癌病灶各生物学指标阳性、阴性表达的AE-max、Shell1 E_{max}、Shell2 E_{max}、Shell3 E_{max}比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。乳腺癌病灶的AE-max、Shell1 E_{max}、Shell2 E_{max}、Shell3 E_{max}与PR呈正相关($r = 0.612、0.632、0.613$ 和 0.597 , 均 $P < 0.05$), 与ER呈正相关($r = 0.426、0.463、0.385$ 和 0.361 , 均 $P < 0.05$), 与HER-2呈正相关($r = 0.569、0.711、0.603$ 和 0.587 , 均 $P < 0.05$), 与Ki-67呈正相关($r = 0.603、0.658、0.553$ 和 0.611 , 均 $P < 0.05$)。恶性乳腺肿块PR、ER、HER-2及Ki-67阳性率高于良性乳腺肿块($P < 0.05$), 有淋巴结转移HER-2阳性率高于无淋巴结转移($P < 0.05$)。**结论** SWE定量参数可有效鉴别乳腺肿块良恶性, 且与乳腺癌生物学指标密切相关。

关键词: 乳腺癌; 剪切波弹性成像; 定量参数; 鉴别; 生物学指标

中图分类号: R737.9

文献标识码: A

Efficacy of quantitative parameters of shear wave elastography in differential diagnosis of breast masses and their correlations with biological parameters*

Jia-tu Wang, Li Zhao, Shi-ling Yin, Xiao-ling Tian

(Department of Ultrasound, Affiliated Hospital of Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou, Gansu 730000, China)

Abstract: Objective To analyze the efficacy of quantitative parameters of shear wave elastography (SWE) in differentiating benign from malignant breast masses and their correlations with biological parameters. **Methods** A total of 100 patients with suspected breast cancer examined in the Department of Ultrasound of Affiliated Hospital of Gansu University of Chinese Medicine from September 2018 to October 2021 were selected. All of them underwent SWE, and they were divided into malignant group and benign group based on the pathological results obtained by the surgery or puncture examination. The quantitative parameters of SWE were compared between the two groups, and the value of SWE quantitative parameters in predicting the malignancy of breast masses was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. All the masses were investigated with

收稿日期: 2022-01-12

*基金项目: 甘肃省自然科学基金(No:2019-0405-jcc-0248)

immunohistochemical assays, and SWE quantitative parameters were compared among breast masses with different biological characteristics. In addition, the correlation between SWE quantitative parameters and biological parameters of breast masses were analyzed via Kendall rank correlation test. **Results** AE-max, Shell1 E_{max} , Shell2 E_{max} and Shell3 E_{max} in the malignant group were higher than those in the benign group ($P < 0.05$). The ROC curve analysis exhibited that the area under the ROC curve (AUC) of AE-max, Shell1 E_{max} , Shell2 E_{max} , Shell3 E_{max} and the combination of these 4 parameters in predicting breast cancer was 0.830, 0.906, 0.844, 0.833 and 0.978, respectively. The differences of AE-max, Shell1 E_{max} , Shell2 E_{max} and Shell3 E_{max} among breast masses with different expressions of biological parameters were statistically significant ($P < 0.05$). The AE-max, Shell1 E_{max} , Shell2 E_{max} and Shell3 E_{max} of breast masses were all positively associated with the expressions of PR ($r = 0.612, 0.632, 0.613$ and 0.597 , all $P < 0.05$), ER ($r = 0.426, 0.463, 0.385$ and 0.361 , all $P < 0.05$), HER-2 ($r = 0.569, 0.711, 0.603$ and 0.587 , all $P < 0.05$) and Ki-67 ($r = 0.603, 0.658, 0.553$ and 0.611 , all $P < 0.05$). The positive rates of PR, ER, HER-2 and Ki-67 of the malignant breast masses were significantly higher than those of the benign breast masses ($P < 0.05$), and the presence of lymph node metastasis indicated a higher positive rate of HER-2 ($P < 0.05$). **Conclusions** SWE quantitative parameters can effectively differentiate between the benign and malignant breast masses, and are closely related to the biological parameters of breast cancer.

Keywords: breast cancer; shear wave elastography; quantitative parameters; identification; biological parameters

乳腺癌是起源于乳腺导管上皮的高度异质性肿瘤, 发病率占恶性肿瘤的7%~10%^[1-2]。早期无典型体征及症状, 随着病情进展, 可在诸多器官(脑、肺、骨等)中发生转移并使正常组织受损。分子基因的异常表达可影响肿瘤细胞诸多生物学行为, 并改变肿瘤组织形态^[3]。研究指出, 肿瘤生物学特征所致的病理形态学改变是乳腺癌出现影像学异常的基础^[4]。因此, 阐明乳腺癌影像学征象与生物学指标的关系尤为关键。已有研究证实, 扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)定量参数、超声弹性成像评分等与乳腺癌分子生物学指标有关^[5-6], 但尚未明确剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)定量参数与生物学指标的关系。SWE属于一种脉冲波触诊技术, 具有可视化、实时、定量等优势, 其可通过声辐射脉冲叩击组织施加激励, 获取弹性模量值, 从而鉴别肿瘤性质, 判断组织硬度变化^[7-8]。本文旨在分析SWE定量参数鉴别乳腺肿块良恶性的价值及与生物学指标的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2018年9月—2021年10月于甘肃中医药大学附属医院超声科检查的乳腺肿块患者100例(共100个乳腺肿块)。患者年龄35~65岁, 平均(50.32±8.67)岁; 病程1~5年, 平均(3.12±0.84)年; 体质量指数

20.87~24.65 kg/m², 平均(22.16±1.42) kg/m²; 肿块直径5~38 mm, 平均(20.32±4.18) mm; 肿块位于左侧58例, 右侧42例。恶性乳腺肿块56例作为恶性组, 其中浸润性导管癌50例, 小叶原位癌2例, 导管原位癌2例, 黏液癌1例, 乳头状癌1例; 良性乳腺肿块44例作为良性组, 其中纤维腺瘤17例, 腺病伴纤维腺瘤12例, 乳腺腺病8例, 导管内乳头状瘤3例, 慢性化脓性炎症2例, 纤维腺瘤伴不典型增生1例, 腺病伴不典型增生1例。纳入标准: ①女性; ②单侧乳腺单发肿块; ③肿块直径<50 mm; ④接受经空心针穿刺活检或手术病理检查; ⑤术前无乳腺炎病史、隆胸史、放疗史及乳腺相关手术史; ⑥自愿签署知情同意书。排除标准: ①复发性乳腺癌; ②乳腺超声检查与病理检查时间>1个月; ③伴有严重肝肾疾病、心脑血管疾病; ④妊娠期或哺乳期; ⑤病灶紧邻部位有瘢痕。

1.2 方法

1.2.1 SWE检查 采用荷兰Philips公司的Epiq5型彩色多普勒超声诊断仪, 选择eL18-4高频线阵探头, 超宽带频率3~22 MHz, 乳腺模式。常规超声检查观察肿块声像图特征后转为SWE模式, 默认量程为0~180 kPa, 感兴趣区(region of interest, ROI) 2 mm×2 mm。打开质控图, 将探头移至距肿块边缘>3 mm处, 移动过程需缓慢轻柔。嘱患者屏气, 不施压, 图像稳定时间需>3 s, 定帧存储。借助Q-Box测量软件测量SWE定量参数。通过

Shell 功能及描述法分别测量病灶 1 mm、2 mm、3 mm 区域内组织 (Shell1、Shell2、Shell3) 的最大弹性模量值 (E_{\max}), 分别记录为 AE-max、Shell1 E_{\max} 、Shell2 E_{\max} 、Shell3 E_{\max} 。

1.2.2 免疫组织化学检查 取恶性组标本, 甲醛固定, 石蜡包埋, 3 μ m 厚切片处理, HE 染色, 观察镜下切片。通过免疫组织化学法测定乳腺肿块细胞增殖抗原标志物表达情况, 包括孕激素受体 (progesterone receptor, PR)、人表皮生长因子受体 2 (human epidermal growth factor receptor 2, HER-2)、雌激素受体 (estrogen receptor, ER)、增殖细胞核抗原 Ki-67。细胞核染棕色 > 10% 定义为 PR、ER 阳性, 并分为 PR 阴性组 19 例和 PR 阳性组 37 例、ER 阴性组 16 例和 ER 阳性组 40 例; 切片视野中阳性细胞比例 > 10% 定义为 HER-2 阳性, 并分为 HER-2 阴性组 (21 例) 和 HER-2 阳性组 (n35 例); 细胞核内着色颗

粒为棕色定义为 Ki-67 阳性, 并分为 Ki-67 阴性组 (18 例) 和 Ki-67 阳性组 (38 例)。

1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 23.0 统计软件。计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 比较用 t 检验; 计数资料以率 (%) 表示, 比较用 χ^2 检验; 相关性分析采用 Kendall's tau-b 检验; 绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线, 计算曲线下面积 (AUC)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组 SWE 定量参数比较

两组 AE-max、Shell1 E_{\max} 、Shell2 E_{\max} 、Shell3 E_{\max} 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 恶性组较良性组大。见表 1。

表 1 两组 SWE 定量参数比较 (kPa, $\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	AE-max	Shell1 E_{\max}	Shell2 E_{\max}	Shell3 E_{\max}
良性组	44	97.77 \pm 15.36	104.71 \pm 13.90	114.88 \pm 23.74	124.28 \pm 23.46
恶性组	56	117.12 \pm 11.37	150.95 \pm 22.22	149.79 \pm 23.65	155.09 \pm 23.98
<i>t</i> 值		7.239	12.064	7.315	6.438
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.000	0.000

2.2 SWE 定量参数预测乳腺癌的 ROC 曲线分析

将 SWE 定量参数 AE-max、Shell1 E_{\max} 、Shell2 E_{\max} 、Shell3 E_{\max} 及 4 者联合检测作为因变量, 将乳

腺肿块性质作为自变量 (恶性=0, 良性=1), 进行 ROC 分析。结果发现, AE-max、Shell1 E_{\max} 、Shell2 E_{\max} 、Shell3 E_{\max} 及 4 者联合检测预测乳腺癌发生的

表 2 SWE 定量参数预测乳腺癌的价值分析

变量	截断值	约登指数	<i>P</i> 值	敏感性	95% CI	
					下限	上限
AE-max	103.620	0.573	0.000	0.821	0.715	0.905
Shell1 E_{\max}	116.675	0.683	0.000	0.857	0.772	0.928
Shell2 E_{\max}	121.150	0.600	0.000	0.839	0.756	0.914
Shell3 E_{\max}	131.675	0.590	0.000	0.804	0.698	0.899
4 者联合检测	-	0.824	0.000	0.923	0.813	0.986

变量	特异性	95% CI		AUC	95% CI	
		下限	上限		下限	上限
AE-max	0.752	0.586	0.835	0.830	0.748	0.911
Shell1 E_{\max}	0.826	0.722	0.913	0.906	0.744	0.968
Shell2 E_{\max}	0.761	0.602	0.875	0.844	0.766	0.922
Shell3 E_{\max}	0.786	0.597	0.882	0.833	0.749	0.917
4 者联合检测	0.901	0.792	0.957	0.978	0.956	1.000

AUC 分别为 0.830、0.906、0.844、0.833 和 0.978。见表 2 和图 1。

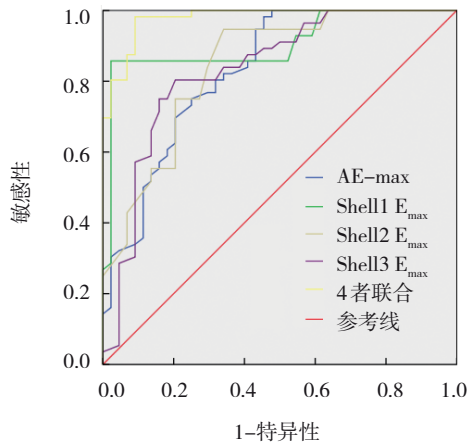


图 1 SWE 定量参数预测乳腺癌的 ROC 曲线

2.3 PR、ER、HER-2、Ki-67 乳腺癌患者阳性、阴性表达的 SWE 定量参数比较

PR、ER、HER-2、Ki-67 的阳性组与对应阴性组的 AE-max、Shell1 E_{max}、Shell2 E_{max} 和 Shell3 E_{max} 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 3~6。

2.4 乳腺癌病灶的 SWE 定量参数与生物学指标的相关性

Kendall's tau-b 相关性分析显示, 乳腺癌病灶的 AE-max、Shell1 E_{max}、Shell2 E_{max}、Shell3 E_{max} 与 PR、ER、HER-2、Ki-67 表达均呈正相关 ($P < 0.05$)。见表 7。

2.5 不同临床病理特征患者的 PR、ER、HER-2 及 Ki-67 阳性率比较

良性与恶性乳腺肿块患者 PR、ER、HER-2 及

表 3 PR 阴性组与 PR 阳性组 SWE 定量参数比较 (kPa, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	AE-max	Shell1 E _{max}	Shell2 E _{max}	Shell3 E _{max}
PR 阴性组	19	103.62 ± 16.98	126.74 ± 18.64	136.95 ± 24.75	141.96 ± 25.51
PR 阳性组	37	121.65 ± 20.18	167.95 ± 24.74	162.75 ± 23.65	159.86 ± 26.07
t 值		3.332	6.379	3.805	2.450
P 值		0.002	0.000	0.001	0.017

表 4 ER 阴性组与 ER 阳性组 SWE 定量参数比较 (kPa, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	AE-max	Shell1 E _{max}	Shell2 E _{max}	Shell3 E _{max}
ER 阴性组	16	109.63 ± 13.24	140.38 ± 16.75	138.85 ± 25.64	141.83 ± 26.84
ER 阳性组	40	123.89 ± 16.73	159.67 ± 20.09	159.73 ± 30.49	161.72 ± 30.82
t 值		3.044	3.393	2.415	2.259
P 值		0.004	0.001	0.019	0.028

表 5 HER-2 阴性组与 HER-2 阳性组 SWE 定量参数比较 (kPa, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	AE-max	Shell1 E _{max}	Shell2 E _{max}	Shell3 E _{max}
HER-2 阴性组	21	106.95 ± 20.37	146.93 ± 20.74	138.55 ± 20.71	139.72 ± 24.03
HER-2 阳性组	35	126.84 ± 23.37	166.96 ± 23.37	156.39 ± 25.55	163.96 ± 28.74
t 值		3.23	3.235	2.707	3.242
P 值		0.002	0.002	0.009	0.002

表 6 Ki-67 阴性组与 Ki-67 阳性组 SWE 定量参数比较 (kPa, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	AE-max	Shell1 E _{max}	Shell2 E _{max}	Shell3 E _{max}
Ki-67 阴性组	18	105.36 ± 16.72	141.72 ± 16.39	140.52 ± 23.65	140.85 ± 26.67
Ki-67 阳性组	38	124.96 ± 20.08	160.09 ± 22.74	157.35 ± 30.41	160.11 ± 25.74
t 值		3.589	3.065	2.067	2.585
P 值		0.001	0.003	0.043	0.012

表 7 乳腺癌病灶的 SWE 定量参数与生物学指标的相关性

指标	AE-max	Shell1 E _{max}	Shell2 E _{max}	Shell3 E _{max}
PR				
r 值	0.612	0.632	0.613	0.597
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000
ER				
r 值	0.426	0.463	0.385	0.361
P 值	0.000	0.000	0.003	0.009
HER-2				
r 值	0.569	0.711	0.603	0.587
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000
Ki-67				
r 值	0.603	0.658	0.553	0.611
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000

Ki-67 阳性率比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 恶性高于良性。有无淋巴结转移患者 HER-2 阳性率比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 有淋巴结转移高于无淋巴结转移。其余指标比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 8。

表 8 不同临床特征患者的 PR、ER、HER-2 及 Ki-67 阳性率比较 例(%)

临床病理特征	n	PR	ER	HER-2	Ki-67
乳腺肿块					
良性	44	14(31.82)	18(40.91)	16(36.36)	20(45.45)
恶性	56	43(76.79)	37(66.07)	41(73.21)	37(66.07)
χ^2 值		20.328	6.881	13.652	4.764
P 值		0.000	0.009	0.000	0.029
肿块直径					
< 20 mm	36	21(58.33)	20(55.56)	19(52.78)	20(55.56)
≥ 20 mm	64	36(56.25)	35(54.69)	38(59.38)	37(57.81)
χ^2 值		0.041	0.007	0.218	0.048
P 值		0.840	0.933	0.641	0.827
淋巴结转移					
有	19	9(47.37)	10(52.63)	15(78.95)	11(57.89)
无	81	48(59.26)	45(55.56)	42(51.85)	46(56.79)
χ^2 值		0.888	0.053	4.610	0.008
P 值		0.346	0.818	0.032	0.930

3 讨论

原发性乳腺癌的形态结构复杂, 细胞增生异常, 胶原纤维组织大量增加, 并构成癌细胞外基质, 大量纤维与周围组织黏连, 活动度降低。在乳腺癌进展过程中, 肿瘤内血管不断生长, 且周围结缔组织持续增生, 可导致病变组织硬度增加、肿瘤直径扩大^[9-10]。胡小丽等^[11]研究发现, 弹性模量可有效鉴别乳腺癌病理类型, 病变组织的弹性模型值由大至小依次为浸润性导管癌、腺病、导管内乳头状瘤、纤维腺瘤。FORTE 等^[12]研究报告, 乳腺恶性病灶的硬度与胶原纤维含量呈正相关, 且与乳腺肿瘤细胞生长期间细胞外基质胶原过度沉积、交联及线性化的病理特征相符。由上述国内外研究不难看出, 乳腺恶性肿瘤病变程度与组织硬度有关。基于这一理论, SWE 通过测量不同病变组织的弹性模量值, 以定量鉴别乳腺肿块的性质。

SWE 扫查时利用快速声辐射力激励产生线性振源, 根据位移时空分布图获得组织的剪切波传播速度或杨氏模量, 形成组织弹性图, 从而评估病灶硬度, 达到实时量化分析组织弹性特征的目的^[13-14]。林武辉等^[15]研究发现, 恶性乳腺肿瘤 SWE 检查时颜色分布紊乱, 颜色多为红色, 而良性肿瘤的颜色呈均匀分布, 且以蓝色为主。BIONDIC ŠPOLJAR 等^[16]研究发现, SWE 诊断乳腺癌准确率、敏感性为 82%、83%。SEO 等^[17]以 BI-RADS 结果为最终评估标准, 结果发现, SWE 鉴别乳腺癌恶性的 AUC 为 0.940。本研究中, 恶性组 AE-max、Shell1 E_{max}、Shell2 E_{max}、Shell3 E_{max} 较良性组大, 分析原因可能在于肿瘤硬度受间质水肿、血管形成、内部细胞构成等因素影响, 而恶性肿瘤会侵袭周边组织, 导致肿瘤内部及周边促结缔组织增生性反应, 降低组织弹性, 加重肿瘤内部血管生成、细胞结构及间质水肿, 增加病变组织硬度^[18]。进一步绘制 ROC 曲线发现, 4 项定量参数联合预测乳腺癌发生的 AUC 为 0.978, 与上述研究结论相似, 再次证实 SWE 定量参数可有效鉴别乳腺肿块良恶性, 可为临床防治提供影像学依据。

随着分子生物学及药理学的进步, PR、HER-2

等生物标志物的合理使用为乳腺癌的诊治提供实质性价值。ER、PR在靶器官细胞的生长、增殖、分化中发挥重要的调控作用,当上皮细胞出现异型增生时,ER、PR表达异常,影响患者预后及对内分泌治疗的反应^[19]。HER-2通过信号传导参与调控细胞分化及分裂过程中,在该信号传导过程中,外部生长因子经细胞内信号因子或跨膜蛋白的磷酸化及去磷酸化来发挥影响基因转录的作用。张唤雨等^[20]研究发现,乳腺癌组织中HER-2、ER、PR均呈高表达,经新辅助化疗后上述表达降低。Ki-67可用于评估肿瘤细胞增殖活性。王文云等^[21]研究报道,超声造影定性资料与乳腺癌患者Ki-67表达有关。本研究结果发现,乳腺肿块恶性患者的PR、ER、HER-2及Ki-67的阳性率高于良性患者,且经Kendall's tau-b相关性分析,乳腺癌病灶的AE-max、Shell1 E_{max}、Shell2 E_{max}、Shell3 E_{max}均与PR、ER、HER-2、Ki-67表达呈正相关,表明乳腺癌的PR、ER、HER-2及Ki-67呈高表达,且SWE定量参数与其生物学指标有关,可指导临床乳腺癌不同亚型的个体化治疗。其原因为ER、PR、HER-2过表达型乳腺癌病理表现以淋巴细胞浸润、微血管密度大等为主,且肿瘤局部侵袭度高,肿瘤生长速度快,故该类型的病变组织硬度较大;HER-2过表达会导致细胞外基质中的蛋白质大量聚集,而细胞外基质可通过胶原交联导致肿瘤细胞迁移、周围组织粘黏,增加组织硬度;Ki-67表达与肿瘤恶性程度、侵袭能力、增殖速度及与周围组织黏连程度有关,且Ki-67表达上升可促进微血管增殖,导致组织硬度增加。

综上所述,SWE定量参数可有效鉴别乳腺肿块良恶性,且与乳腺癌生物学指标密切相关,在临床诊断中有一定的参考价值。

参 考 文 献 :

- [1] 艾勇彪,李萌,张丹峰,等. 青老年三阴性乳腺癌临床病理特征与预后对比分析[J]. 湖北医药学院学报, 2019, 38(4): 364-368.
- [2] 任艳,刘晓晖. 超声弹性成像联合二维超声评分法对乳腺癌腋窝淋巴结转移状态的诊断价值[J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(2): 4-7.
- [3] 姜洪翠,狄纯婵. 热休克蛋白-5与基质金属蛋白酶-2在乳腺癌组织中表达情况研究[J]. 临床军医杂志, 2020, 48(6): 715-717.
- [4] LEE A, MOON B I, KIM T H. BRCA1/BRCA2 pathogenic variant breast cancer: Treatment and prevention strategies[J]. Ann Lab Med, 2020, 40(2): 114-121.
- [5] SHETH D, GIGER M L. Artificial intelligence in the interpretation of breast cancer on MRI[J]. J Magn Reson Imaging, 2020, 51(5): 1310-1324.
- [6] TAGLIAFICO A S, PIANA M, SCHENONE D, et al. Overview of radiomics in breast cancer diagnosis and prognostication[J]. Breast, 2020, 49: 74-80.
- [7] LEHOUC MC, SOBCZAK S, CLOUTIER F, et al. Shear wave elastography potential to characterize spastic muscles in stroke survivors: literature review[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2020, 72: 84-93.
- [8] NAGANUMA H, ISHIDA H, UNO A, et al. Diagnostic problems in two-dimensional shear wave elastography of the liver[J]. World J Radiol, 2020, 12(5): 76-86.
- [9] 智文祥,周瑾,刘晔旭,等. 剪切波弹性成像评估不同大小人源性裸鼠三阴性乳腺癌弹性特征与临床病理的关系[J]. 中华超声影像学杂志, 2021, 30(4): 346-350.
- [10] LI T T, LI H Z, XUE J P, et al. Shear wave elastography combined with gray-scale ultrasound for predicting central lymph node metastasis of papillary thyroid carcinoma[J]. Surg Oncol, 2021, 36: 1-6.
- [11] 胡小丽,廖春雁,吴大浪,等. 多参数超声联合穿刺诊断三阴性乳腺癌腋窝淋巴结转移[J]. 中国临床医学影像杂志, 2020, 31(5): 325-329.
- [12] FORTE A J, HUAYLLANI M T, BOCZAR D, et al. The basics of ultrasound elastography for diagnosis, assessment, and staging breast cancer-related lymphedema: a systematic review of the literature[J]. Gland Surg, 2020, 9(2): 589-595.
- [13] BASTIJS S, DECOCK A M, VANDEWOUDE M, et al. Usability and pitfalls of shear-wave elastography for evaluation of muscle quality and its potential in assessing sarcopenia: a review[J]. Ultrasound Med Biol, 2020, 46(11): 2891-2907.
- [14] ZEMANOVA M. Usage of shear wave elastography for diagnosis of changes of oculomotor muscles in endocrine orbitopathy[J]. Cesk Slov Oftalmol, 2019, 75(1): 14-24.
- [15] 林武辉,何立红,黎见,等. 实时剪切波弹性成像鉴别乳腺肿瘤良恶性的初步探讨[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2016, 14(3): 263-265.
- [16] BIONDIC ŠPOLJAR I, IVANAC G, RADOVIC N, et al. Potential role of shear wave elastography features in medullary breast cancer differentiation[J]. Med Hypotheses, 2020, 144: 110021.
- [17] SEO M, AHN H S, PARK S H, et al. Comparison and combination of strain and shear wave elastography of breast masses for differentiation of benign and malignant lesions by quantitative assessment: preliminary study[J]. J Ultrasound Med,

- 2018, 37(1): 99-109.
- [18] CHIMORIYA R, PIYA M K, SIMMONS D, et al. The use of two-dimensional shear wave elastography in people with obesity for the assessment of liver fibrosis in non-alcoholic fatty liver disease[J]. J Clin Med, 2020, 10(1): 95.
- [19] 陶秀霞, 朱峰岭, 汪建文. 乳腺癌钼靶 X 线恶性钙化征象与 ER, PR 和 HER-2, Ki-67 表达的关系 [J]. 山东医药, 2020, 60(7): 64-66.
- [20] 张唤雨, 张喜平. 乳腺癌新辅助化疗对 ER, PR, Her-2 表达的影响 [J]. 中国现代医学杂志, 2020, 30(12): 57-61.
- [21] 王文云. 乳腺癌超声造影特征对病理预后因素的影响 [J]. 中国

医师杂志, 2020, 22(1): 113-116.

(李科 编辑)

本文引用格式: 王嘉图, 赵丽, 尹世凌, 等. 剪切波弹性成像定量参数对乳腺肿块良恶性鉴别及与生物学指标的相关性分析 [J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(6): 60-66.

Cite this article as: Jia-tu Wang, Li Zhao, Shi-ling Yin, Xiao-ling Tian. Efficacy of quantitative parameters of shear wave elastography in differential diagnosis of breast masses and their correlations with biological parameters* [J]. China Journal of Modern Medicine, 2022, 32(6): 56-62.