

# 高频超声及剪切波弹性成像定量评估 产后腹直肌分离

汪 亮 黄 俊 王小娜

**摘要** 目的 应用高频超声及剪切波弹性成像(SWE)定量评估产后女性的腹直肌间距、腹直肌厚度及硬度,分析评估腹直肌分离(DRA)的相关因素。**方法** 选取于我院门诊进行产后复查的初产妇 224 例,应用高频超声、SWE 获得脐上 3 cm、脐水平、脐下 3 cm 的腹直肌间距、腹直肌厚度、弹性模量值(E)及剪切波速度(V),收集产妇临床资料。以任一部位腹直肌间距>2 cm 作为诊断 DRA 的标准,将产妇分为 DRA 组 144 例和对照组 80 例,比较两组上述参数的差异。采用二元 Logistic 回归分析各参数与 DRA 的关系,绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各参数诊断 DRA 的效能。**结果** 两组年龄、孕前和产后体质量指数、分娩方式、产前腹围、新生儿体质量、腹直肌肌力、肌耐力时间及 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分比较,差异均有统计学意义(均  $P<0.01$ )。DRA 组平均腹直肌厚度、E、V 分别为  $(7.30\pm 0.67)$  mm、10.85  $(9.67, 12.13)$  kPa、1.85  $(1.73, 1.97)$  m/s,对照组分别为  $(7.99\pm 0.56)$  mm、13.20  $(12.23, 14.04)$  kPa、2.07  $(1.97, 2.13)$  m/s,两组比较差异均有统计学意义(均  $P<0.01$ )。二元 Logistic 回归分析显示,腹直肌厚度、E、V 是评估 DRA 的独立相关因素。ROC 曲线分析显示,当腹直肌厚度、E、V 分别以 7.45 mm、12.05 kPa、1.95 m/s 为截断值,其诊断 DRA 的曲线下面积分别为 0.785、0.852、0.862,且 E、V 的曲线下面积均大于腹直肌厚度(均  $P<0.05$ )。**结论** 应用高频超声及 SWE 可定量分析腹直肌厚度和硬度,均是评估 DRA 的独立相关因素,且腹直肌硬度与 DRA 关系更密切。

**关键词** 超声检查;剪切波弹性成像;腹直肌分离;硬度;厚度

[中图分类号]R445.1

[文献标识码]A

## Quantitative evaluation of diastasis rectus abdominis by high-frequency ultrasound and shear wave elastography

WANG Liang, HUANG Jun, WANG Xiaona

Department of Ultrasound, the Affiliated Guangzhou Red Cross Hospital of Ji'nan University, Guangzhou 510220, China

**ABSTRACT Objective** To quantitatively evaluate the inter-rectus distance, stiffness and thickness of rectus abdominis in postpartum women by high-frequency ultrasound and shear wave elastography (SWE), and to analyze the related factors of diastasis rectus abdominis (DRA). **Methods** A total of 224 primiparas who underwent postpartum examination in the outpatient department of our hospital were selected. The inter-rectus distance of rectus abdominis, thickness, elastic modulus (E), and shear wave velocity (V) at 3 cm above the umbilicus, umbilicus level, and 3 cm below the umbilicus were obtained by high-frequency ultrasound and SWE. The distance of the rectus abdominis muscle > 2 cm at any site was used as a criterion for the diagnosis of DRA. The women were divided into DRA group ( $n=144$ ) and the control group ( $n=80$ ), and the differences of the above parameters between the two groups were compared. The correlation between each ultrasonic parameter and DRA was analyzed by binary Logistic regression, and the efficacy of each parameter in diagnosing DRA was analyzed by receiver operating characteristics (ROC) curve. **Results** The differences of age, pre-pregnancy and postpartum body mass index, mode of delivery, prenatal abdominal circumference, neonatal body mass, rectus abdominis muscle strength, muscle endurance time and Oswestry Dysfunction Index (ODI) scores were statistically significant between two groups (all  $P<0.01$ ). The mean thickness, E and V of rectus abdominis in the DRA group were  $(7.30\pm 0.67)$  mm, 10.85  $(9.67, 12.13)$  kPa, and 1.85  $(1.73, 1.97)$  m/s, respectively. The

基金项目:广州市卫生健康科技项目(20221A010017)

作者单位:510220 广州市,暨南大学附属广州市红十字会医院超声科(汪亮);暨南大学基础医学与公共卫生学院公共卫生与预防医学系(黄俊、王小娜)

mean thickness, E, and V of rectus abdominis in the control group were (7.99±0.56)mm, 13.20(12.23, 14.04)kPa, 2.07(1.97, 2.13) m/s, and the differences of the above parameters between two groups were statistically significant (all  $P<0.01$ ). Binary Logistic regression analysis showed that rectus abdominis thickness, E and V were independent influence factors of DRA. ROC curve analysis showed that when the cut-off value of rectus abdominis thickness, E and V were 7.45 mm, and 12.05 kPa, 1.95 m/s, respectively, their area under the curve for diagnosing DRA were 0.785, and 0.852, 0.862, respectively, the area under the curve of E and V was higher than that of rectus abdominis thickness (both  $P<0.05$ ). **Conclusion** The application of high-frequency ultrasound and SWE can quantitatively assess the thickness and stiffness of the rectus abdominis muscle, and both lower thickness and stiffness of the rectus abdominis muscle are independent influence factors of DRA, and the stiffness of the rectus abdominis muscle is more closely related to DRA.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Shear wave elastography; Diastasis rectus abdominis; Stiffness; Thickness

腹直肌是人体重要的核心肌群,对于维持身体平衡、增强脊柱的稳定性尤为重要。腹直肌分离(diastasis rectus abdominis, DRA)是指双侧腹直肌间距异常增加,是产后女性较常见的并发症,发生率高达 82.6% 以上<sup>[1]</sup>。该病易引发下背部疼痛、腰椎稳定性和全身核心肌群的损伤,严重危害产后女性身体健康<sup>[2-3]</sup>。超声是公认的评估 DRA 的方法<sup>[4]</sup>,但目前从腹直肌的生物学特性角度探讨 DRA 的研究较少。剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)是一种可定量评估腹直肌硬度的新技术,对 DRA 的康复治疗具有一定的指导意义<sup>[5]</sup>。本研究基于高频超声及 SWE 定量分析产后女性腹直肌的生物学特性,探讨评估 DRA 的相关因素,旨在为产后女性腹直肌康复提供客观依据。

## 资料与方法

### 一、研究对象

选取 2021 年 4~10 月于我院进行产后 6~8 周复查的初产妇 224 例。纳入标准:①均定期于我院产检并分娩;②有正常的交流和认知能力;③单胎足月产妇,孕前无腰痛史。排除标准:①有腹部手术史;②有早产、阴道助产或引产史;③有严重基础疾病、盆腔巨大肿块、腹疝手术史、慢性咳嗽史;④腹壁肌肉先天性发育缺陷(腹壁疝、脐膨出等);⑤有腹壁肌肉严重损伤史。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有产妇均签署知情同意书。

### 二、仪器与方法

1. 超声检查及分组:使用法国声科 Aixplorer 彩色多普勒超声诊断仪,SL15-4 线阵探头,频率 7~15 MHz;配备 Shear Wave™ 实时剪切波超声工作站。受检者取仰卧位,呼气末放松状态下,分别于脐上 3 cm、脐水平、脐下 3 cm 腹直肌最宽处测量两侧腹直肌肌腹内缘间距即为腹直肌间距,腹直肌较宽者采用宽景成像;

于右侧腹直肌最厚处测量其前后径即为腹直肌厚度。然后启动 SWE 模式,使取样框覆盖右侧腹直肌,设定弹性范围 $\geq 180$  kPa,调整取样框为矩形全覆盖静态观察,待剪切波图像分布均匀且稳定后冻结图像,于腹直肌被覆盖的中点处设定自动取样圈(直径 6 mm),测量并记录右侧腹直肌弹性模量值( $E_{\text{mean}}$ )、剪切波速度( $V_{\text{mean}}$ )及弥散度,计算脐上 3 cm、脐水平、脐下 3 cm 3 个部位的平均值,以 E、V 表示。以上操作均测量 3 次取平均值。所有检查均由同一具有 13 年超声诊断经验的主治医师完成,根据文献<sup>[6-7]</sup>中 DRA 的诊断标准(脐上 3 cm、脐水平、脐下 3 cm 任一部位腹直肌间距 $> 2$  cm),将纳入的初产妇分为 DRA 组 144 例和对照组 80 例。

2. 临床资料获取:除收集产妇年龄、身高、体质量指数、分娩方式、产后复查时间、新生儿体质量等一般资料外,还包括产前腹围、腹直肌肌力、肌耐力时间及 Oswestry 功能障碍指数(oswestry disability index, ODI)评分。于产前测量腹围(回顾性收集):孕 38 周时,孕妇取平卧位,两腿放平,避开宫缩,测量腹部最膨隆处绕腹周长。于产后 6~8 周评估腹直肌功能:①腹直肌肌力,采用徒手肌肉测试法,检测时产妇取仰卧位,双手不支撑仅能抬起头部为 I 级;肩膀稍抬起、双手向前平伸高于身体平面为 II 级;上半身大部分抬起[背与平面(床)角度接近 $45^\circ$ ]、双手交叉于胸前为 III 级;上半身完全抬起(背与平面角度 $\geq 90^\circ$ )、双手抱头为 IV 级<sup>[8]</sup>。②肌耐力时间<sup>[8]</sup>,采用仰卧卷曲法,检测时产妇取仰卧、双膝屈曲位,双手不能支撑,记录抬起头颈部直至肩胛骨下角离开平面(床)并保持此姿势的时间。采用 ODI 评分量表评价临床症状,包括疼痛强度、生活自理、提物、步行、坐位、站立、干扰睡眠、社会生活及旅游共 10 个问题,每个问题 6 个选项,依次计 0~5 分,记分方法为[选项得分/50(可能的最高得分)] $\times 100$ ,得

分越高表明疼痛程度及影响越严重<sup>[9]</sup>。

### 三、统计学处理

应用SPSS 23.0统计软件,服从正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 $t$ 检验;非正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用Mann-Whitney  $U$ 检验。计数资料以例或率表示,采用 $\chi^2$ 检验。采用Spearman相关性分析法评估SWE参数与平均腹直肌厚度的相关性;单因素分析筛选出与DRA相关的有统计学意义的变量;采用单变量及二元Logistic回归分析评估产后DRA的相关因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各参数诊断DRA的效能,曲线下面积(AUC)比较采用 $Z$ 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

本研究共纳入224例初产妇,其中DRA组144例(阴道分娩111例、剖宫产33例),对照组80例(阴道分娩73例、剖宫产7例),DRA总发生率为64.28%,顺产中DRA发生率60.32%,剖宫产中DRA发生率82.5%,两种分娩方式的DRA发生率比较,差异有统计学意义( $\chi^2=7.037, P=0.008$ )。

### 一、对照组与DRA组临床资料比较

两组年龄、孕前体质量指数、产后体质量指数、分娩方式、产前腹围、新生儿体质量、腹直肌肌力、肌耐力时间及ODI评分比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$ )。见表1。

表1 对照组与DRA组临床资料比较

组别	年龄(岁)	身高(m)	剖宫产(例)	孕前体质量指数(kg/m <sup>2</sup> )	产后体质量指数(kg/m <sup>2</sup> )	产后复查时间(d)	腹直肌肌力(例)				肌耐力时间(s)			
							I级	II级	III级	IV级				
对照组(80)	27.93±2.86	1.60(1.60, 1.63)	7	20.31(19.77, 21.94)	23.05(22.23, 23.71)	48.21±3.87	0	3	19	58	40	37	3	21(18, 24)
DRA组(144)	28.99±3.99	1.60(1.58, 1.62)	33	21.48(19.97, 22.43)	23.85(22.77, 24.61)	49.02±3.86	3	44	51	46	31	29	84	19(16, 22)
$t/\chi^2/Z$ 值	-2.317	-1.719	7.037	-3.194	-4.703	-1.501	39.737				-7.569			-4.104
$P$ 值	0.021	0.086	0.008	0.001	<0.001	0.135	<0.001				<0.001			<0.001

ODI: Oswestry 功能障碍指数

### 二、对照组与DRA组超声参数比较

DRA组脐上3 cm、脐水平、脐下3 cm及3个部位平均腹直肌间距均高于对照组,平均腹直肌厚度、E、V均低于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。见图1, 2和表2。

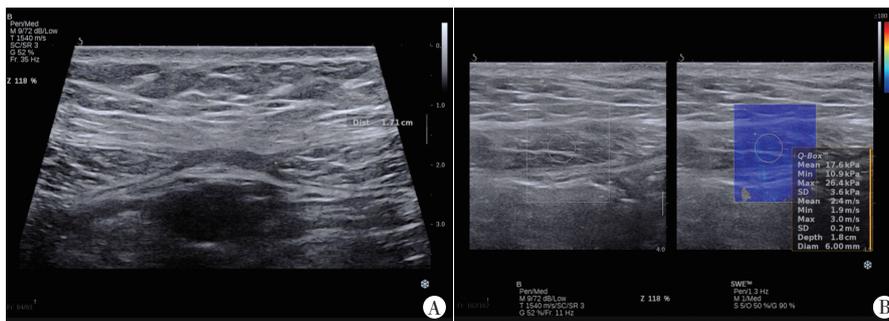
### 三、相关性分析

相关性分析结果显示: E、V与腹直肌厚度均呈正相关( $r=0.597$ 、 $0.590$ , 均 $P < 0.01$ )。

### 四、单因素和二元Logistic回归分析

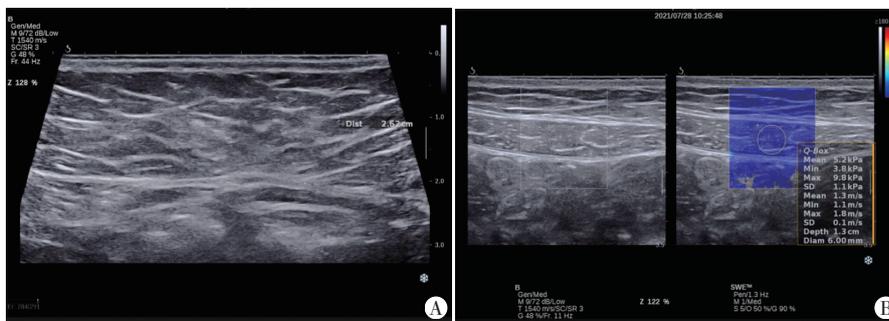
单因素分析显示: 产后体质量指数、新生儿体质量、年龄、产前腹围、腹直肌肌力、ODI评分、E、V、腹直肌厚度均是评估DRA的相关因素(均 $P < 0.01$ )。

二元Logistics回归分析显示: 腹



A: 腹直肌间距为17 mm; B: 腹直肌厚度为10.5 mm, 腹直肌硬度为17.6 kPa

图1 对照组腹直肌测量超声图



A: 腹直肌间距为26 mm; B: 腹直肌厚度为7.0 mm, 腹直肌硬度为5.2 kPa

图2 DRA组腹直肌测量超声图

直肌厚度、E、V均是评估DRA的独立相关因素。见表3。

### 五、ROC曲线分析

ROC曲线分析结果显示:当腹直肌厚度以7.45 mm为截断值,其诊断DRA的AUC为0.785(95%可信区间0.726~0.845,  $P<0.001$ ),灵敏度为63.2%,特异度为82.5%;当E以12.05 kPa为截断值,其诊断DRA的

AUC为0.852(95%可信区间:0.803~0.902,  $P<0.001$ ),灵敏度为75%,特异度为82.5%;当V以1.95 m/s为截断值,其诊断DRA的AUC为0.862(95%可信区间:0.815~0.909,  $P<0.001$ ),灵敏度为74.3%,特异度为85%。E、V预测DRA的AUC、灵敏度和特异度均大于腹直肌厚度,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。

表2 对照组与DRA组超声参数比较

组别	脐上3 cm				脐水平			
	腹直肌间距 (mm)	腹直肌厚度 (mm)	Emean (kPa)	Vmean (m/s)	腹直肌间距 (mm)	腹直肌厚度 (mm)	Emean (kPa)	Vmean (m/s)
对照组(80)	17.00(15.00,18.00)	7.80(7.53,8.50)	13.60(13.00,15.00)	2.20(2.10,2.20)	17.00(16.00,19.00)	8.00(7.60,9.00)	13.20(11.20,14.90)	2.10(1.90,2.20)
DRA组(144)	26.00(22.00,29.00)	7.35(6.50,8.00)	11.30(9.83,14.08)	1.90(1.70,2.10)	32.00(29.00,36.00)	7.65(7.20,8.40)	10.40(8.93,11.70)	1.80(1.70,1.90)
Z/t值	-10.324	-5.595	-5.908	-7.104	-12.419	-3.518	-7.689	-7.371
P值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

组别	脐下3 cm				3个部位平均值			
	腹直肌间距 (mm)	腹直肌厚度 (mm)	Emean (kPa)	Vmean (m/s)	腹直肌间距 (mm)	腹直肌厚度 (mm)	E (kPa)	V (m/s)
对照组(80)	8.00(8.00,9.00)	7.72(7.54,8.32)	12.50(9.50,13.10)	2.10(1.70,2.10)	13.67(13.08,15.00)	7.99±0.56	13.20(12.23,14.04)	2.07(1.97,2.13)
DRA组(144)	13.50(11.00,16.00)	7.13(6.43,7.50)	9.70(7.98,12.50)	1.75(1.60,2.00)	24.50(21.00,26.33)	7.30±0.67	10.85(9.67,12.13)	1.85(1.73,1.97)
Z/t值	-10.664	-6.797	-4.616	-4.621	-12.386	7.814	-8.733	-8.990
P值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Emean:弹性模量值;Vmean:剪切波速度;E:脐上3 cm、脐水平、脐下3 cm 3个部位弹性模量值平均值;V:脐上3 cm、脐水平、脐下3 cm 3个部位剪切波速度平均值

表3 二元Logistics回归分析评估DRA的相关因素

变量	未调整模型		模型1		模型2		模型3		模型4	
	OR值(95%CI)	P值								
E	0.355(0.266~0.473)	0.000	0.347(0.249~0.483)	0.000	0.339(0.235~0.489)	0.000	0.348(0.224~0.543)	0.000	0.337(0.212~0.536)	0.000
V	0.000(0.000~0.000)	0.000	0.000(0.000~0.000)	0.000	0.000(0.000~0.000)	0.000	0.000(0.000~0.001)	0.000	0.000(0.000~0.001)	0.000
厚度	0.168(0.096~0.293)	0.000	0.144(0.075~0.276)	0.000	0.174(0.088~0.341)	0.000	0.241(0.110~0.533)	0.000	0.224(0.096~0.521)	0.001

模型1:调整了产前腹围;模型2:调整了产前腹围、腹直肌肌力;模型3:调整了产前腹围、腹直肌肌力、ODI评分;模型4:调整了产前腹围、腹直肌肌力、ODI评分、婴儿体质量。CI:可信区间

## 讨 论

DRA是较常见的产后并发症,严重危害女性身体健康和和生活质量。产后6~8周是产后康复的关键时期,本研究应用高频超声及SWE定量评估产后6~8周妇女的腹直肌厚度和硬度,旨在为产后女性腹直肌康复治疗提供参考依据。本研究通过比较两组高频超声和SWE参数,发现DRA组3个部位平均腹直肌厚度、E、V均低于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ),与文献<sup>[10]</sup>结果一致。分析原因可能为腹直肌在妊娠期不断被动拉伸而变薄,腹白线增宽,筋膜组织分离。持续下降的腹直肌张力导致分离的腹直肌难以自愈,目前临床上产后腹直肌康复训练主要是通过提高腹直肌的厚度和肌力<sup>[11-12]</sup>,从而减轻腹直肌的分离程度。既往研究<sup>[13-14]</sup>表明肌肉的力量与硬度呈正相关,且为

高度线性关系,因此量化评估腹直肌的生物学特性对于产后DRA的早期康复极为重要。本研究通过评估腹直肌的生物学特性,间接了解腹直肌收缩力<sup>[15]</sup>,为产后腹直肌康复提供依据。

本研究结果显示,腹直肌厚度、E、V均是评估DRA的独立相关因素,表明腹直肌的厚度和硬度可以作为临床诊断DRA的重要指标。ROC曲线分析表明,E、V诊断DRA的AUC、灵敏度和特异度均大于腹直肌厚度(均 $P<0.05$ )。但因V的可信区间较窄,从临床实用性考虑推荐应用E评估腹直肌硬度。腹直肌是一个上宽下窄的条带状肌肉,被筋膜组织分隔成段,每段的厚度与肌肉的横截面积和肌量有关,因此腹直肌上、中、下段的厚度有一定差异。由于SWE成像不受肌肉量影响,其灵敏度和特异度均大于常规超声,可更早地发现DRA时骨骼肌的生物学特性的改变。

Lin 等<sup>[14]</sup>研究结果也表明应用弹性成像诊断骨骼肌病变的灵敏度高于二维灰阶超声。由此可见, SWE 技术可准确检查肌肉损伤和疾病早期出现的肌肉特性的细微变化, 在评估肌肉生物学特性方面具有广阔的应用前景。

本研究将腹直肌厚度与硬度的灵敏度和特异度进行了比较, 发现腹直肌硬度与 DRA 的关系更密切, 在试验设计上评估了 DRA 的临床症状, 对于 DRA 所引起的腰背部疼痛采用 ODI 评分进行量化评估, 也收集了临床信息(产前腹围和腹直肌肌力), 较以往研究更全面客观。但本研究仍有一定的局限性: ①为单中心、横断面研究且样本量较小; ②SWE 检查受检测深度、皮下脂肪层厚度<sup>[16]</sup>等多种因素干扰, 由于皮下脂肪层厚度难以进行标准测量, 本研究未进行评估, 且 DRA 的诊断标准至今仍未达成共识; ③有学者<sup>[17]</sup>认为对腹直肌进行多点测量可为后续康复提供更全面的信息, 本研究以任一部位腹直肌间距 > 2 cm 作为 DRA 的诊断标准, 可能存在偏倚; ④尚未追踪产后 1 年 DRA 康复的动态变化, 有待今后增加样本量并进行前瞻性研究。

综上所述, 腹直肌厚度和硬度均是评估 DRA 的独立相关险因素, 且腹直肌硬度与 DRA 关系更密切, 高频超声及 SWE 是评估 DRA 全面可靠的方法, 可以协助临床制定个体化的康复方案。

#### 参考文献

- [1] Mota P, Pascoal AG, Carita AI, et al. Normal width of the inter-recti distance in pregnant and postpartum primiparous women [J]. *Musculoskeletal Sci Pract*, 2018, 35(1): 34-37.
- [2] Benjamin DR, Frawley HC, Shields N, et al. Relationship between diastasis of the rectus abdominis muscle (DRAM) and musculoskeletal dysfunctions, pain and quality of life: a systematic review [J]. *Physiotherapy*, 2019, 105(1): 24-34.
- [3] Crommert ME, Fieril KR, Gustavsson C. Women's experiences of living with increased inter-recti distance after childbirth: an interview study [J]. *BMC Womens Health*, 2020, 20(1): 260.
- [4] Fei H, Liu Y, Li M, et al. The relationship of severity in diastasis recti abdominis and pelvic floor dysfunction: a retrospective cohort study [J]. *BMC Women's Health*, 2021, 21(1): 68.
- [5] 刘琛, 欧阳征仁. 高频超声联合剪切波弹性成像技术对产后患者腹直肌的评估应用 [J]. *中国医药科学*, 2022, 12(7): 167-171.
- [6] Reinpold W, Köckerling, Ferdinand, et al. Classification of rectus diastasis—A Proposal by the German Hernia Society (DHG) and the International Endohernia Society (IEHS) [J]. *Front Surg*, 2019, 6(1): 1.
- [7] Water A, Benjamin DR. Measurement methods to assess diastasis of the rectus abdominis muscle (DRAM): a systematic review of their measurement properties and meta-analytic reliability generalisation [J]. *Man Ther*, 2016, 21(2): 41-53.
- [8] Liaw LJ, Hsu MJ, Liao CF, et al. The relationships between inter-recti distance measured by ultrasound imaging and abdominal muscle function in postpartum women: a 6-month follow-up study [J]. *Orthop Sports Phys Ther*, 2011, 41(6): 435-439.
- [9] 俞红, 白跃宏. Oswestry 功能障碍指数评定下背痛患者的信度及效度分析 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2010, 32(2): 125-127.
- [10] 钟华, 巫艳玲, 陈英, 等. 二维超声联合实时剪切波弹性成像评估腹直肌分离 [J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2021, 18(9): 847-853.
- [11] Jan-Paul VW, Inge R, Dimitri S, et al. Anterior and posterior rectus abdominis sheath stiffness in relation to diastasis recti: abdominal wall training or not? [J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2020, 24(1): 147-153.
- [12] Carlstedt A, Bringman S, Egberth M, et al. Management of diastasis of the rectus abdominis muscles: recommendations for swedish national guidelines [J]. *Scand J Surg*, 2021, 110(3): 452-459.
- [13] Liu J, Qian ZH, Wang KY, et al. Non-invasive quantitative assessment of muscle force based on ultrasonic shear wave elastography [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2019, 45(2): 440-451.
- [14] Lin DJ, Burke CJ, Abiri B, et al. Supraspinatus muscle shear wave elastography (SWE): detection of biomechanical differences with varying tendon quality prior to gray-scale morphologic changes [J]. *Skeletal Radiol*, 2019, 49(5): 731-738.
- [15] Ham S, Kim S, Choi H, et al. Greater muscle stiffness during contraction at menstruation as measured by shear-wave elastography [J]. *Tohoku J Exp Med*, 2020, 250(4): 207-213.
- [16] Wang X, Hu Y, Zhu J, et al. Effect of acquisition depth and precompression from probe and couplant on shear wave elastography in soft tissue: an in vitro and in vivo study [J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2020, 10(3): 754-765.
- [17] 武佳薇, 张新玲, 吴双玉, 等. 超声诊断产后腹直肌分离的初步研究 [J]. *新医学*, 2022, 53(9): 687-690.

(收稿日期: 2022-06-24)