

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.21.002
文章编号: 1005-8982 (2025) 21-0009-07

产后疾病专题·论著

高频超声用于评估 Flexi-bar 运动训练联合脉管电刺激治疗后产后腹直肌分离变化的临床价值*

姚婵娟¹, 胡慧文¹, 柏雪²

(常州市妇幼保健院 1. 妇女保健科; 2. 超声科 江苏 常州 213000)

摘要: 目的 探讨高频超声用于评估 Flexi-bar 运动训练联合脉管电刺激治疗后产后腹直肌分离变化的临床价值。**方法** 回顾性分析常州市妇幼保健院 2022 年 5 月—2024 年 4 月收治的 87 例产后腹直肌分离患者的病历资料。根据治疗方法不同将患者分成观察组(45 例)与对照组(42 例), 观察组采用 Flexi-bar 运动训练联合脉管电刺激治疗, 对照组采用脉管电刺激治疗。采用高频超声评估患者腹直肌间距离, 对比两组的腹围、腹直肌间距离、腹直肌均方根、肌纤维力及生活质量。**结果** 观察组治疗前后下腹围、中腹围和上腹围的差值均大于对照组($P < 0.05$)。观察组治疗前后屈曲状态下脐下 3 cm、脐上 3 cm 和脐中腹直肌间距离的差值均大于对照组($P < 0.05$)。观察组治疗前后静息状态下脐下 3 cm、脐上 3 cm 和脐中腹直肌间距离的差值均大于对照组($P < 0.05$)。观察组治疗前后腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根、盆底 II 类肌纤维肌力平均值、盆底 I 类肌纤维肌力最大值的差值均大于对照组($P < 0.05$)。观察组治疗前后生活质量评分的差值大于对照组($P < 0.05$)。**结论** Flexi-bar 运动训练联合脉管电刺激可改善产后腹直肌分离患者生活质量与盆底肌纤维肌力, 缩小患者腹围, 促进产后腹直肌分离的恢复, 且高频超声可有效评估患者恢复情况与腹直肌分离情况。

关键词: 腹直肌分离; 高频超声; Flexi-bar 运动训练; 脉管电刺激; 产妇

中图分类号: R714.6

文献标识码: A

Clinical value of high-frequency ultrasound evaluating the Flexi-bar exercise training combined with vascular electrical stimulation after postpartum rectus abdominis diastasis*

Yao Chan-juan¹, Hu Hui-wen¹, Bai Xue²

(1. Department of Women's Health; 2. Department of Ultrasound, Changzhou Maternal and Child Health Care Hospital, Changzhou, Jiangsu 213000, China)

Abstract: Objective To evaluate the value of high-frequency ultrasound before and after Flexi-bar exercise training combined with vascular electrical stimulation in postpartum patients with rectus abdominis diastasis. **Methods** The medical records of 87 patients with postpartum rectus abdominis separation admitted to Changzhou Maternal and Child Health Hospital from May 2022 to April 2024 were retrospectively analyzed, and they were divided into observation group (45 cases, Flexi-bar exercise training combined with vascular electrical stimulation) and control group (42 cases, vascular electrical stimulation) by treatment method. The distance between rectus abdominis muscles was evaluated by high-frequency ultrasound. Abdominal circumference, distance between rectus abdominis muscles, root mean square root of rectus abdominis muscle, muscle fiber strength and quality of life of two groups were compared. **Results** The differences in lower abdominal circumference, middle abdominal

收稿日期: 2025-05-08

* 基金项目: 江苏省自然科学基金(No: BK20241860)

[通信作者] 柏雪, E-mail: baixue1016@126.com; Tel: 13584323496

circumference and upper abdominal circumference before and after treatment in the observation group were all greater than those in the control group ($P < 0.05$). The differences in the distances between the rectus abdominis muscles 3 cm below, 3 cm above and in the middle of the umbilicus in the flexion state before and after treatment in the observation group were all greater than those in the control group ($P < 0.05$). The differences in the distances between the rectus abdominis muscles 3 cm below the umbilicus, 3 cm above the umbilicus and in the middle of the umbilicus in the observation group at rest before and after treatment were all greater than those in the control group ($P < 0.05$). The differences in the root mean square of the maximum autonomous iso-length contraction amplitude of the rectus abdominis muscle, the average value of type II pelvic floor muscle fiber strength, and the maximum value of type I pelvic floor muscle fiber strength before and after treatment in the observation group were all greater than those in the control group ($P < 0.05$). The difference in quality of life scores before and after treatment in the observation group was greater than that in the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** Flexi-bar exercise training combined with vascular electrical stimulation can improve the quality of life and pelvic floor muscle fiber strength of postpartum patients with rectus abdominis dissociation, reduce the abdominal circumference of patients, and promote the recovery of postpartum rectus abdominis dissociation, and high-frequency ultrasound can effectively evaluate the recovery of patients with rectus abdominis dissociation.

Keywords: diastasis of rectus abdominis; high-frequency ultrasound; flexi-bar exercise training; vascular electrical stimulation; puerpera

腹直肌分离是女性产后常见的并发症之一,发病率较高,对产妇的身体健康和生活质量产生显著影响^[1]。产后腹直肌分离是指腹直肌在腹白线处发生分离,通常以两腹直肌内侧边缘间距>20 mm为诊断标准。长期严重的产后腹直肌分离不仅会引起腹部膨隆、腰背部疼痛,还可能导致腹壁疝等严重问题^[2]。研究表明,脉管电刺激可以唤醒失活的本体感受器,增强核心肌群的力量,有助于腹直肌向腹白线靠拢,恢复腹壁紧张度,常用于治疗产后腹直肌分离^[3]。但脉管电刺激治疗效果受频率与脉宽的影响,在增强核心肌群厚度与力量方面欠佳。Flexi-bar通过两端的振动刺激深层肌肉收缩,从而提高肌肉力量、耐力和协调性,这种训练方式不仅能够增强核心肌群,还能提高身体的平衡能力和稳定性^[4]。近年来,随着医学影像技术的发展,高频超声因其高分辨率和无创性特点,成为评估产后腹直肌分离的重要工具^[5]。高频超声能够清晰显示腹直肌、腹直肌鞘及腹白线等结构,为临床提供了一个客观、准确的评估手段^[6]。目前,临床尚缺乏Flexi-bar运动训练联合脉管电刺激治疗后产后腹直肌分离的研究报道,且高频超声对联合治疗后产后腹直肌分离变化情况的评估效果也尚未明确,基于此,本研究探讨高频超声用于评估Flexi-bar运动训练联合脉管电刺激治疗后产后腹直肌分离变化的临床价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析常州市妇幼保健院2022年5月—2024年4月87例产后腹直肌分离患者的病历资料,根据治疗方法将患者分为观察组(45例)与对照组(42例)。纳入标准:①符合《产后腹直肌分离诊疗专家共识》^[7]中产后腹直肌分离的诊断标准,腹直肌间隔≥2 cm;②年龄≥18岁;③足月单胎妊娠;④临床资料完整。排除标准:①严重骨质疏松;②先天性发育不良;③合并恶性肿瘤;④无法完成运动训练与电刺激治疗;⑤既往有腹壁手术史;⑥胸廓、下肢或脊柱受损或畸形;⑦患精神系统疾病;⑧合并泌尿系统疾病。两组年龄、孕次、孕周、新生儿体重和生产方式比较,经 t/χ^2 检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)(见表1),具有可比性。本研究已取得院内医学伦理委员会审核批准(No:2023092)。

1.2 研究方法

1.2.1 对照组 采用生物刺激反馈仪(南京麦澜德医疗科技股份有限公司,型号MLD ES80)进行脉管电刺激治疗。第一阶段:脉宽3 ms,筋膜营养程序,持续时间约18 min,频率2 Hz;第二阶段:脉宽400 μ s,腹直肌加强阶段,持续时间约25 min,频率75 Hz^[3]。每周3次,9次为1个疗程,持续治疗3个疗程。

表1 两组一般资料的比较

组别	n	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	孕次 ($\bar{x} \pm s$)	分娩孕周 ($\bar{x} \pm s$)	新生儿体重/(g, $\bar{x} \pm s$)	生产方式/例	
						剖宫产	顺产
对照组	42	31.65 \pm 5.71	1.55 \pm 0.34	39.25 \pm 1.31	3324.17 \pm 465.10	26	16
观察组	45	31.20 \pm 5.39	1.50 \pm 0.36	39.71 \pm 1.38	3267.84 \pm 412.35	30	15
t/χ^2 值		0.378	0.665	1.592	0.599	0.215	
P值		0.706	0.508	0.115	0.551	0.643	

1.2.2 观察组 在对照组的基础上联合Flexi-bar运动训练。患者单掌与双膝支撑于地面,单侧手臂上举Flexi-bar(英国FLEX1-SPORTS公司)振动杆。杆净重0.719 kg,直径0.9 cm,长度152 cm。上下振动25~28 s,间隔3 min后,换另一手臂训练,方法同上,交替10次为1组^[8],每天1组,持续训练9周。

1.3 观察指标

1.3.1 腹围 治疗前后采用卷尺测量下腹围(脐下3 cm位置腹围)、中腹围(经脐腹围)、上腹围(脐上3 cm位置腹围)。

1.3.2 腹直肌间距离 治疗前后分别采用彩色多普勒超声系统(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司,型号mindray-Nuewa R9S)进行检测。探头频率9~12 MHz(型号L12-5)。患者取仰卧位,完全暴露腹部。屈曲状态时,下肢弯曲90°,并放松腹部肌肉,实施腹式呼吸。将患者肩部和头部抬离床面30°(呼气时),持续时间≥0.5 min,呼气末检测脐下3 cm、脐上3 cm及脐中腹直肌间距离(检测时探头垂直于腹白线)。静息状态时,双腿伸直,并放松腹部肌肉。呼气末检测脐下3 cm、脐上3 cm及脐中腹直肌间距离(检测时探头垂直于腹白线)。

1.3.3 腹直肌均方根与肌纤维力 治疗前后分别采用表面肌电仪[维拓启创(北京)信息技术有限公司,型号MYON320]测定腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根,采用生物刺激反馈仪(江苏福瑞科技有限公司,型号DS-D)测定盆底Ⅱ类肌纤维肌力平均值与盆底Ⅰ类肌纤维肌力最大值。

1.3.4 生活质量 分别于治疗前后对患者生活质量予以评价,简明健康问卷^[9]总分0~100分,分值越高表示生活质量越好。该量表Cronbach's α 系数为0.72~0.88,具有良好的信效度。

1.4 统计学方法

数据分析采用SPSS 25.0统计软件。计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验;计量资料

以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用t检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组治疗前后腹围的变化

两组治疗前下腹围、中腹围和上腹围比较,经t检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。两组治疗后下腹围、中腹围和上腹围比较,经t检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);观察组治疗后下腹围、中腹围和上腹围均小于对照组。对照组治疗前与治疗后下腹围、中腹围和上腹围比较,经t检验,差异均有统计学意义($t = 2.627, 3.023$ 和 $2.830, P = 0.010, 0.003$ 和 0.006);观察组治疗前与治疗后下腹围、中腹围和上腹围比较,经t检验,差异均有统计学意义($t = 6.390, 7.231$ 和 5.804 ,均 $P = 0.000$);治疗后两组下腹围、中腹围和上腹围均降低。两组治疗前后下腹围、中腹围和上腹围的差值比较,经t检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);观察组治疗前后下腹围、中腹围和上腹围的差值均大于对照组。见表2。

2.2 两组治疗前后屈曲状态下腹直肌间距离的变化

两组治疗前屈曲状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离比较,经t检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。两组治疗后屈曲状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离比较,经t检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);观察组治疗后屈曲状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离均小于对照组。对照组治疗前与治疗后屈曲状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离比较,经t检验,差异均有统计学意义($t = 2.387, 5.632$ 和 $4.842, P = 0.019, 0.000$ 和 0.000);观察组治疗前与治疗后屈曲状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离比较,经t检验,差异均有统计学意义($t = 5.671, 9.200$ 和 8.219 ,均 $P = 0.000$);治疗后两组屈曲状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离均缩短。

表2 两组治疗前后腹围的比较 (cm, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	下腹围			中腹围			上腹围		
		治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
对照组	42	91.40 \pm 9.37	87.16 \pm 4.65 [†]	4.24 \pm 0.47	88.14 \pm 7.62	84.04 \pm 4.38 [†]	4.10 \pm 0.39	84.38 \pm 8.71	80.06 \pm 4.69 [†]	4.32 \pm 0.35
观察组	45	91.97 \pm 9.58	82.07 \pm 4.03 [†]	9.90 \pm 1.42	88.56 \pm 7.89	79.18 \pm 3.67 [†]	9.38 \pm 1.46	84.92 \pm 8.30	77.12 \pm 3.52 [†]	7.80 \pm 0.87
t值		0.280	5.466	24.597	0.252	5.623	22.686	0.296	3.322	24.155
P值		0.780	0.000	0.000	0.801	0.000	0.000	0.768	0.001	0.000

注: [†]与治疗前比较, $P < 0.05$ 。

两组治疗前后屈曲状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离的差值比较, 经t检验, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 观察组治疗前后屈曲状态下脐

下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离的差值均大于对照组。见表3。

表3 两组治疗前后屈曲状态下腹直肌间距离比较 (cm, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	脐下3 cm			脐上3 cm			脐中		
		治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
对照组	42	1.18 \pm 0.31	1.04 \pm 0.22 [†]	0.14 \pm 0.03	2.38 \pm 0.45	1.91 \pm 0.30 [†]	0.47 \pm 0.06	2.18 \pm 0.42	1.79 \pm 0.31 [†]	0.39 \pm 0.05
观察组	45	1.20 \pm 0.29	0.92 \pm 0.16 [†]	0.28 \pm 0.05	2.46 \pm 0.48	1.73 \pm 0.23 [†]	0.73 \pm 0.09	2.23 \pm 0.44	1.61 \pm 0.25 [†]	0.62 \pm 0.10
t值		0.311	2.924	15.696	0.801	3.153	15.738	0.541	2.990	13.419
P值		0.757	0.004	0.000	0.426	0.002	0.000	0.590	0.004	0.000

注: [†]与治疗前比较, $P < 0.05$ 。

2.3 两组治疗前后静息状态下腹直肌间距离的变化

两组治疗前静息状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离比较, 经t检验, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。两组治疗后静息状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离比较, 经t检验, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 观察组治疗后静息状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离均低于对照组。对照组治疗前与治疗后静息状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离比较, 经t检验, 差异均有统计学意义($t = 2.424, 4.645, 5.575, P =$

0.018, 0.000, 0.000); 观察组治疗前与治疗后静息状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离比较, 经t检验, 差异均有统计学意义($t = 5.162, 10.763, 8.375$, 均 $P = 0.000$); 治疗后两组静息状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离均降低。两组治疗前后静息状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离的差值比较, 经t检验, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 观察组治疗前后静息状态下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离的差值均大于对照组。见表4。

表4 两组治疗前后静息状态下腹直肌间距离比较 (cm, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	脐下3 cm			脐上3 cm			脐中		
		治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
对照组	42	1.33 \pm 0.35	1.16 \pm 0.29 [†]	0.17 \pm 0.04	3.14 \pm 0.46	2.73 \pm 0.34 [†]	0.41 \pm 0.07	2.77 \pm 0.45	2.29 \pm 0.33 [†]	0.48 \pm 0.08
观察组	45	1.37 \pm 0.38	1.02 \pm 0.25 [†]	0.35 \pm 0.08	3.20 \pm 0.49	2.31 \pm 0.26 [†]	0.89 \pm 0.16	2.72 \pm 0.48	2.05 \pm 0.24 [†]	0.67 \pm 0.12
t值		0.510	2.416	13.127	0.588	6.498	17.903	0.500	3.898	8.625
P值		0.612	0.018	0.000	0.558	0.000	0.000	0.618	0.000	0.000

注: [†]与治疗前比较, $P < 0.05$ 。

2.4 两组治疗前后腹直肌均方根与肌纤维力的变化

两组治疗前腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根、盆底Ⅱ类肌纤维肌力平均值、盆底Ⅰ类肌纤

维肌力最大值比较, 经t检验, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。两组治疗后腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根、盆底Ⅱ类肌纤维肌力平均值、盆底Ⅰ

类肌纤维肌力最大值比较, 经 t 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$) ; 观察组治疗后腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根、盆底 II 类肌纤维肌力平均值、盆底 I 类肌纤维肌力最大值均高于对照组。对照组治疗前与治疗后腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根、盆底 II 类肌纤维肌力平均值、盆底 I 类肌纤维肌力最大值比较, 经 t 检验, 差异均有统计学意义 ($t = 4.811, 9.336$ 和 12.845 , 均 $P = 0.000$) ; 观察组治疗前与治疗后腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根、盆底 II 类肌纤维肌力平均值、盆底 I 类肌纤维肌力最大值比较, 经 t 检验, 差异均有统计学意义 ($t = 10.762, 16.606$ 和 18.042 , 均 $P = 0.000$) ;

治疗后两组腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根、盆底 II 类肌纤维肌力平均值、盆底 I 类肌纤维肌力最大值均升高。两组治疗前后腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根、盆底 II 类肌纤维肌力平均值、盆底 I 类肌纤维肌力最大值的差值比较, 经 t 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$) ; 观察组治疗前后腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根、盆底 II 类肌纤维肌力平均值、盆底 I 类肌纤维肌力最大值的差值均大于对照组。见表 5。

表 5 两组治疗前后腹直肌均方根与肌纤维力比较 ($\mu\text{V}, \bar{x} \pm s$)

组别	n	腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根			盆底 II 类肌纤维肌力平均值			盆底 I 类肌纤维肌力最大值		
		治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
对照组	42	24.17 ± 5.65	$29.45 \pm 4.32^+$	5.28 ± 1.32	24.18 ± 4.36	$34.61 \pm 5.78^+$	10.43 ± 1.75	12.52 ± 3.29	$23.81 \pm 4.65^+$	11.29 ± 2.67
观察组	45	24.82 ± 5.19	$34.67 \pm 3.28^+$	9.85 ± 1.76	24.92 ± 4.57	$41.06 \pm 6.65^+$	16.14 ± 2.38	12.01 ± 3.61	$29.57 \pm 5.44^+$	17.56 ± 3.25
t 值		0.559	6.374	13.625	0.772	4.814	12.674	0.451	5.291	9.792
P 值		0.577	0.000	0.000	0.442	0.000	0.000	0.653	0.000	0.000

注: $^+$ 与治疗前比较, $P < 0.05$ 。

2.5 两组治疗前后生活质量的变化

两组治疗前生活质量评分比较, 经 t 检验, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组治疗后生活质量评分比较, 经 t 检验, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$) ; 观察组治疗后生活质量评分均高于对照组。对照组治疗前与治疗后生活质量评分比较, 经 t 检验, 差异有统计学意义 ($t = 11.820, P = 0.000$) ; 观察组治疗前与治疗后生活质量评分比较, 经 t 检验, 差异有统计学意义 ($t = 27.827, P = 0.000$) ; 治疗后两组生活质量评分均升高。两组治疗前后生活质量评分的差值比较, 经 t 检验, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$) ; 观察组治疗前后生活质量评分的差值大于对照组。见表 6。

2.6 典型病例超声影像

患者程某某, 女性, 33岁。治疗前静息状态下

表 6 两组治疗前后生活质量评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	治疗前	治疗后	差值
对照组	42	51.42 ± 5.73	$67.43 \pm 6.65^+$	16.01 ± 3.28
观察组	45	51.98 ± 5.28	$80.07 \pm 4.24^+$	28.09 ± 4.72
t 值		0.474	10.644	13.769
P 值		0.636	0.000	0.000

注: $^+$ 与治疗前比较, $P < 0.05$ 。

上 3 cm 腹直肌间距离见图 1A, 治疗前静息状态下脐中腹直肌间距离见图 1B, 治疗前静息状态下脐下 3 cm 腹直肌间距离见图 1C。治疗后静息状态下脐上 3 cm 腹直肌间距离见图 2A, 治疗后静息状态下脐中腹直肌间距离见图 2B, 治疗后静息状态下脐下 3 cm 腹直肌间距离见图 2C。

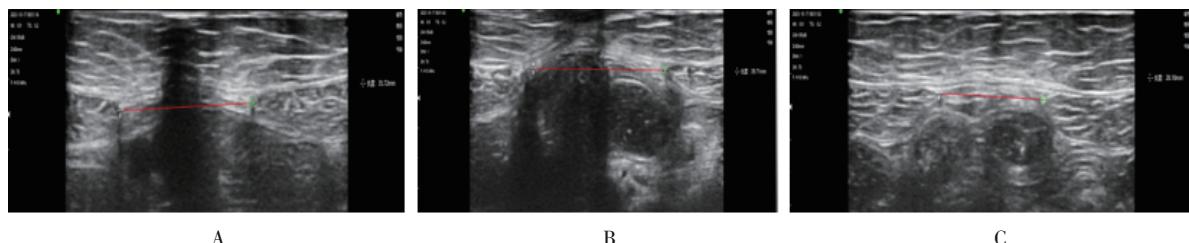
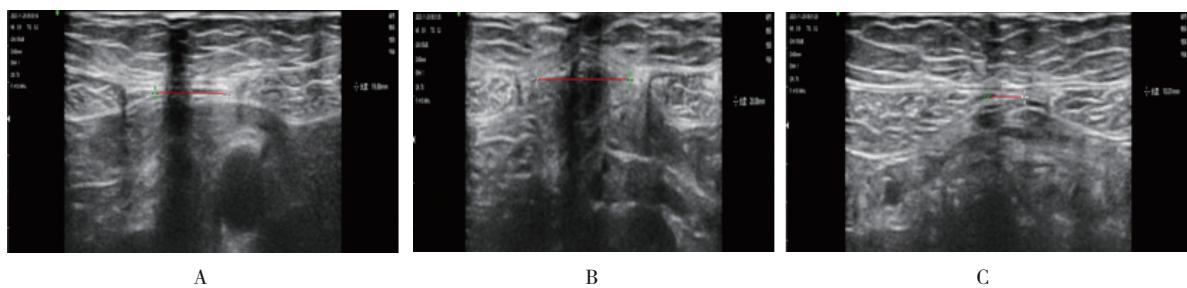


图 1 典型病例治疗前超声影像



图中红色线段表示腹直肌距离。

图2 典型病例治疗后超声影像

3 讨论

产后腹直肌分离的发病率在不同研究中有差异。某项研究显示,产后6周内腹直肌分离的发病率可达60%^[10]。另一项研究指出,产后6~8周产妇腹直肌分离患病率为61.6%^[11]。产后腹直肌分离的发病机制涉及多种因素的相互作用,包括生物力学变化、激素影响、分娩方式、腹围、体重增加及年龄等^[7,12-14]。这些因素共同作用,导致腹直肌分离的发生、发展。脉管电刺激是一种通过电流对脉管系统进行刺激的技术,旨在促进血液微循环、改善脉管系统的稳态,并在某些情况下用于治疗疾病或辅助治疗^[3]。已有研究证实,脉管电刺激用于治疗产后腹直肌分离患者效果确切,能够促进患者腹直肌分离愈合^[3]。但因产后腹直肌分离发病机制复杂,单独采用脉管电刺激治疗难以满足部分患者的治疗需求。因此,寻求一种有效的方案辅助脉管电刺激治疗产后腹直肌分离具有重要的临床意义。

本研究结果显示,观察组治疗前后下腹围、中腹围和上腹围的差值均大于对照组,提示Flexi-bar运动训练联合脉管电刺激可缩小患者腹围。分析原因:脉管电刺激通过刺激神经肌肉,促进肌肉收缩,增加肌肉代谢,从而帮助减少脂肪堆积,进而缩小腹围^[3]。有研究报道,Flexi-bar运动训练通过增强腹部肌肉的力量和耐力,有助于改善腹部肌肉的支撑能力,从而缩小腹围^[15]。既往研究证实,神经肌肉电刺激联合Flexi-bar运动训练可缩小产后腹直肌分离患者腹围^[8],与本研究报道相似。还有研究表明,高频超声能够准确测量产后腹直肌的间距、厚度及硬度,是目前评估腹直肌分离的首选方法;通过高频超声,可以动态观察腹直肌间距的变化,为临床诊断和治疗提供重要依据^[16-18]。本研究结果显示,观察组治疗前后屈曲状态下及静息状态

下脐下3 cm、脐上3 cm和脐中腹直肌间距离的差值均大于对照组,提示Flexi-bar运动训练联合脉管电刺激可促进产后腹直肌分离的恢复。分析原因:Flexi-bar运动训练通过特定的锻炼方式,能够有效增强腹部肌肉的力量,尤其是腹直肌和腹横肌,这些肌肉的强化有助于闭合腹直肌分离的间隙,从而改善产后腹直肌分离患者的症状^[19]。研究表明,Flexi-bar运动训练通过激活深层核心肌群(如膈肌、腹横肌等),能够增强腹部横向张力,这种张力的提升有助于稳定腹部结构,减少腹直肌分离的发生^[8]。既往研究证实,产后腹直肌分离患者治疗前后采用高频超声检查,可有助于评估治疗效果与临床诊断^[20]。本研究结果显示,观察组治疗前后腹直肌最大自主等长收缩振幅均方根、盆底Ⅱ类肌纤维肌力平均值、盆底Ⅰ类肌纤维肌力最大值的差值均大于对照组,提示Flexi-bar运动训练联合脉管电刺激可改善盆底肌纤维肌力。分析原因:电刺激通过特定频率和脉宽的电流刺激盆底肌肉,能够引起肌肉收缩,增加肌纤维的募集数量,从而增强盆底肌肉的力量和耐力^[21]。电刺激能够激活快肌纤维(Ⅱ类纤维)和慢肌纤维(Ⅰ类纤维),使更多的肌纤维参与收缩,提高肌肉的收缩力量和协调性^[22]。Flexi-bar训练通过持续的振动刺激,可以促进肌肉纤维的增粗,增加肌肉的横截面积,这有助于提高盆底肌纤维的力量和耐力。此外,Flexi-bar运动训练可以改善肌肉的血液循环,增加氧气和营养物质的供应,从而促进盆底肌纤维的修复和再生^[23]。既往研究证实,神经肌肉电刺激联合Flexi-bar运动训练可改善产后腹直肌分离患者盆底肌纤维肌力^[24],与本研究报道类似。本研究结果显示,观察组治疗前后生活质量评分的差值大于对照组,提示Flexi-bar运动训练联合脉管电刺激可改善产后腹直肌分

离患者生活质量。分析原因: Flexi-bar运动训练通过特定的腹部肌肉锻炼,能够有效增强腹部肌肉的力量和协调性,同时结合脉管电刺激,可以激活更多的肌纤维,提高肌肉收缩能力,从而缩短腹直肌间距,恢复腹壁紧张度,进一步改善患者生活质量。

综上所述, Flexi-bar运动训练联合脉管电刺激可改善产后腹直肌分离患者生活质量与盆底肌纤维肌力,缩小患者腹围,促进产后腹直肌分离的恢复,且高频超声可有效评估患者恢复情况与腹直肌分离情况。

参 考 文 献 :

- [1] GLUPPE S B, ELLSTRÖM ENGH M, BØ K. Curl-up exercises improve abdominal muscle strength without worsening inter-recti distance in women with diastasis recti abdominis postpartum: a randomised controlled trial[J]. *J Physiother*, 2023, 69(3): 160-167.
- [2] CHEN B B, ZHAO X M, HU Y. Rehabilitations for maternal diastasis recti abdominis: an update on therapeutic directions[J]. *Heliyon*, 2023, 9(10): e20956.
- [3] 吴梦瑶, 王忠民. 神经肌肉和脉管电刺激治疗产后腹直肌分离的效果比较[J]. 中国医师进修杂志, 2024, 47(9): 813-816.
- [4] 王钊, 贾凡, 赵莹, 等. 坐位压力生物反馈疗法联合Flexi-bar对慢性非特异性腰痛的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2023, 29(1): 110-118.
- [5] 岑婉仪, 龚宇萱, 黄镇东, 等. 高频超声观察不同训练动作对产后腹直肌分离间距的即时影响[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(32): 5091-5096.
- [6] 张明珠, 牛敏昌, 刘菲菲, 等. 高频超声评价产后女性腹直肌分离类型的初步研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2022, 33(3): 201-205.
- [7] 范健, 虞志艳, 李晓辉, 等. 产后腹直肌分离诊疗专家共识[J]. 实用临床医药杂志, 2023, 27(4): 1-14.
- [8] 季华, 胡晓梅, 吴吉林, 等. 神经肌肉电刺激辅以Flexi-bar运动训练治疗产后腹直肌分离的疗效观察[J]. 实用临床医药杂志, 2024, 28(4): 131-135.
- [9] JOELOSON A, SIGMUNDSSON F G, KARLSSON J. Stability of SF-36 profiles between 2007 and 2016: a study of 27,302 patients surgically treated for lumbar spine diseases[J]. *Health Qual Life Outcomes*, 2022, 20(1): 92.
- [10] 王一诺, 李佳, 吕晗, 等. 基于机器学习算法建立产后腹直肌分离疗效预测模型的研究[J]. 中国康复医学杂志, 2023, 38(5): 689-692.
- [11] 焦子珊, 邱金花, 王娜娜, 等. 489例产后腹直肌分离产妇患病现状及影响因素分析[J]. 护理学报, 2021, 28(20): 7-10.
- [12] THEODORSEN N M, BØ K, FERSUM K V, et al. Pregnant women may exercise both abdominal and pelvic floor muscles during pregnancy without increasing the diastasis recti abdominis: a randomised trial[J]. *J Physiother*, 2024, 70(2): 142-148.
- [13] SIMPSON E, HAHNE A. Effectiveness of early postpartum rectus abdominis versus transversus abdominis training in patients with diastasis of the rectus abdominis muscles: a pilot randomized controlled trial[J]. *Physiother Can*, 2023, 75(4): 368-376.
- [14] 王允芳, 刘亚琴, 刘晓东. 低频神经肌肉电刺激联合WAFF运动对产后腹直肌分离的效果[J]. 中国医刊, 2025, 60(1): 66-69.
- [15] AMIRI F, ROOSTAYI M M, NAIMI S S, et al. Comparing the effectiveness of flexi-bar and stability exercises on postural control in chronic nonspecific low back pain: a randomized controlled study[J]. *Turk J Phys Med Rehabil*, 2023, 69(4): 510-519.
- [16] 汪亮, 黄俊, 王小娜. 高频超声及剪切波弹性成像定量评估产后腹直肌分离[J]. 临床超声医学杂志, 2023, 25(1): 44-48.
- [17] 邹庆国, 徐华军, 范慧慧, 等. 腕管综合征患者高频超声纹理特征及其诊断价值分析[J]. 中华全科医学, 2025, 23(2): 282-285.
- [18] 陈盛君, 王何珠, 许菲菲. 多模态超声在评估子宫动脉栓塞术后子宫内膜容受性变化中的应用价值[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(2): 89-96.
- [19] BERVIS S, KAHRIZI S, PARNIANPOUR M, et al. Amplitude of electromyographic activity of trunk and lower extremity muscles during oscillatory forces of flexi-bar on stable and unstable surfaces in people with nonspecific low back pain[J]. *J Biomed Phys Eng*, 2022, 12(5): 521-534.
- [20] 谢双, 杨明荣, 蔡迁, 等. 高频超声检查用于评估电刺激治疗后产后腹直肌分离变化的临床价值[J]. 西部医学, 2023, 35(4): 609-612.
- [21] 卢嘉茵, 谢谨, 黎婉仪, 等. 核心肌群训练手法联合电刺激对产后腹直肌分离的疗效分析[J]. 中国计划生育和妇产科, 2024, 16(7): 80-84.
- [22] 高晶晶, 姜斌, 程鹤. 运动疗法联合神经肌肉电刺激治疗产后腹直肌分离的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(6): 536-539.
- [23] WEI N, WANG X X, CHEN L, et al. Effects of flexi-bar training on muscle strength and physical performance in older people with dynapenia: the protocol of a randomised controlled trial[J]. *BMJ Open*, 2021, 11(8): e048629.
- [24] 张秋君, 李哲. Flexi-bar运动训练联合神经肌肉电刺激治疗产后腹直肌分离的效果[J]. 郑州大学学报(医学版), 2022, 57(2): 284-288.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 姚婵娟, 胡慧文, 柏雪. 高频超声用于评估Flexi-bar运动训练联合脉管电刺激治疗后产后腹直肌分离变化的临床价值[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(21): 9-15.

Cite this article as: YAO C J, HU H W, BAI X. Clinical value of high-frequency ultrasound evaluating the Flexi-bar exercise training combined with vascular electrical stimulation after postpartum rectus abdominis diastasis[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2025, 35(21): 9-15.