

本文引文格式:陈荣荣,黄健源,陈静,等.全景超声成像检测产后女性腹直肌间距的有效性评估[J].右江民族医学院学报,2022,44(2):251-254,271.

【论著与临床报道】

全景超声成像检测产后女性腹直肌间距的有效性评估

陈荣荣¹,黄健源²,陈静¹,郭丽萍¹,陆芳³

(1. 广西柳州市市工人医院超声科,广西 柳州 545027;

2. 广西医科大学第一附属医院超声科,广西 南宁 530021;

3. 广西象州县人民医院超声科,广西 象州 545800)

摘要:目的 评估产后女性腹直肌超声成像中应用全景超声成像(panoramic ultrasound imaging,pUSI)技术检测休息和卷腹状态下腹直肌间距(inter-rectus distance,IRD)的有效性和可靠性。方法 应用常规超声成像(conventional ultrasound imaging,cUSI)和pUSI获取50名产后女性在休息和卷腹状态下腹直肌IRD的二维超声图像,探头放置在脐上缘水平。两种成像技术分别在两种状态下在每位受试者脐上缘各获取3张二维图像。采用重复测量方差分析检验差异性,线性回归、Pearson相关系数(r)和类内相关系数(intraclass correlation coefficients,ICCs)评估一致性。采用标准测量误差(standard error of measurement,SEM)检验pUSI成像的测量精度。使用ICCs确定每种技术的重测可靠性。结果 在休息和卷腹状态下,pUSI获得的IRD与cUSI获得的IRD差异均无统计学意义(休息状态 $P=0.604$,卷腹状态 $P=0.749$)。pUSI获取图像与cUSI获取图像测量的IRD高度相关($r>0.95$, $P<0.001$)。在休息和卷腹状态下,pUSI成像的SEM值分别为0.92 mm、0.97 mm。pUSI在休息和卷腹状态下的重测可靠性都很好($ICC>0.90$)。结论 在休息状态和卷腹状态下,pUSI都是增宽腹直肌超声视场的可靠技术,是获取产后女性IRD值的有效方法。

关键词:腹直肌间距;超声;全景超声成像;产后女性

中图分类号:R322.3;R445.1

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2022)02-0251-05

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2022.02.022

Effectiveness evaluation of panoramic ultrasound imaging in measuring inter-rectus distance in postpartum women

Chen Rongrong¹, Huang Jianyuan², Chen Jing¹, Guo Liping¹, Lu Fang³

(1. Department of Ultrasound, Liuzhou Worker's Hospital, Liuzhou 545027, Guangxi, China;

2. Department of Ultrasound, The First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University,

Nanning 530021, Guangxi, China; 3. Department of Ultrasound, Xiangzhou

People's Hospital, Laibin 545800, Guangxi, China)

Abstract: **Objective** To evaluate the effectiveness and reliability of panoramic ultrasound imaging (pUSI) technology for measuring the inter-rectus distance (IRD) of postpartum women at rest and crunch. **Methods** Conventional ultrasound imaging (cUSI) and pUSI were used to obtain two-dimensional ultrasound images of the IRD of 50 postpartum women at rest and crunch. The probe was placed at the level of the upper margin of the umbilicus. The above two imaging techniques were employed to obtain 3 two-dimensional images of the upper umbilical margin of each subject at rest and at crunch, respectively. The differences were tested by

基金项目:广西壮族自治区卫生健康委员会自筹经费科研课题资助项目(Z20210093)

第一作者简介:陈荣荣(1988—),女,硕士,主治医师,研究方向:腹部、妇产及浅表器官的超声诊断,E-mail:364722720@qq.com

通讯作者简介:黄健源(1968—),男,硕士,主任医师,研究方向:腹部、浅表器官的超声诊断及介入超声,E-mail:545495986@qq.com

means of repeated measurement analysis of variance. The conformance was assessed by linear regression, Pearson's correlation coefficients (r), and intraclass correlation coefficients (ICCs). Standard error of measurement (SEM) was used to verify the measurement accuracy of pUSI imaging. ICCs were employed to determine the retest reliability of each technique. **Results** At rest and crunch, there was no significant difference between IRD obtained by pUSI and that obtained by cUSI ($P=0.604$ at rest and $P=0.749$ at crunch). The IRD of pUSI images were highly correlated with that of cUSI images ($r>0.95$, $P<0.001$). In the state of rest and crunch, the SEM values of pUSI imaging were 0.92 mm and 0.97 mm, respectively. And pUSI has good retest reliability both at rest and crunch ($ICC>0.90$). **Conclusion** pUSI is a reliable technique to widen the ultrasonic field of view for rectus abdominis and is an effective method to obtain the IRD value of postpartum women in the state of rest and crunch.

Key words: inter-rectus distance; ultrasound; panoramic ultrasound imaging; postpartum women

腹直肌分离(rectus diastasis, RD)是一种获得性疾病,是由于后天因素导致腹直肌边缘沿白线分离超过正常范围,无筋膜缺损^[1]。妊娠中期和晚期腹部隆起、腹压增大、腹直肌之间的白线变宽^[2],出现 RD,这是一种至少 2/3 的孕妇患有的肌肉骨骼疾病^[3]。白线的宽度,也被称为腹直肌间距(inter-rectus distance, IRD),在患有 RD 的女性中是不同的,大约在 2~20 cm 之间,IRD>5 cm 为重度分离^[4-5]。常规超声成像(conventional ultrasound imaging, cUSI)是女性 RD 患者非侵入性 IRD 评估的“金标准”^[6],因为它与术中外科测量相比一样准确^[7],并且能够在几天内产生一致的结果^[8-9]。与 MRI 和 CT 相比,cUSI 的视场相对较小,这限制了它在测量较大较宽肌肉群方面的应用^[10-11]。在患有严重 RD 的女性中,白线的宽度可能与超声探头的宽度一样大或更大,这使得应用 cUSI 进行 IRD 测量受到限制。在这种情况下,需要采用使白线完全可视化的方法。全景超声成像(panoramic ultrasound imaging, pUSI)是一种利用内置软件合并超声探头滑过身体表面时连续获得的图像,从而扩展视场的技术^[10,12]。因此 pUSI 可用于更大的解剖结构成像。Kwan L 等^[13]研究表明,在测量上肢和下肢肌肉的横截面积时,pUSI 有很高的可靠性。有研究报道^[11],休息状态下 pUSI 是增宽超声视场的有效方法,但未提及卷腹状态下 pUSI 检测 IRD 的有效性。基于 cUSI 在腹直肌的研究基础及 pUSI 技术在躯干及肢体肌肉方面的应用,本研究拟将 pUSI 技术应用于产后女性,通过比较 pUSI 与 cUSI 检测产后女性在不同运动状态下的 IRD 结果,探究 pUSI 在休息和卷腹状态下测量 IRD 的有效性、重测可靠性。

1 对象和方法

1.1 研究对象 本研究纳入 2021 年 7 月—2021 年 10 月于象州县人民医院行超声检查的已生育女性 50 名,年龄 24~59 岁,平均(43±12)岁,平均体重指数为(22.1±2.3) kg/m²,胎次为(3±2)个。纳入标准:

18~60 岁的已生育妇女;受试者至少在产后 6 周;能够平卧 15 min 并按指令进行卷腹训练。病例排除标准:入组时怀孕;腹壁有影响白线视觉的手术疤痕、先天畸形或者扭曲等。

1.2 仪器与图像采集 使用 PHILIPS EPIQ7 彩色多普勒超声诊断仪, L12-5 高频探头(宽度 49.5 mm)。图像由 1 名有 8 年超声成像和诊断经验的医师采集。为了确保测量位置标准化,在测试开始前,在受试者脐上缘用标记笔画上水平线标记。图像采集过程:①休息状态下,受试者以休息姿势仰卧在床上,手臂平放身体两侧,屈膝 90°,脚放置于床上;②卷腹状态下,受试者双手抱头,抬头抬肩直到肩胛骨离开床垫并保持这个姿势直到她们被告知可以平卧放松。研究者要保持探头与皮肤表面的垂直,并保持最小的压力以防止皮下软组织变形。研究者分别使用 cUSI 和 pUSI 模式,从受试者脐上缘获取二维超声图像。首先使用 cUSI(以确认整个白线的宽度可视化)采集超声图像;然后,使用 pUSI 采集超声图像,要确保整个白线宽度不被捕获在单个帧频中,在保存每个图像之前,研究者需检查图像,以确保 IRD 测量的标志(腹直肌内侧缘)清晰可见。每张图像采集间隔>1 min,使用 cUSI 和 pUSI 技术分别在休息及卷腹状态下各采集并保存 3 张腹直肌超声图像,每个受试者共采集 12 张图像。将受试者的图像都保存后再测量 IRD 并收集数据。

1.3 统计学方法 在进行参数统计分析之前,采用标准正态检验(Shapiro-Wilk 检验)验证数据的正态性,发现 IRD 值满足正态分布。使用 SPSS 25.0 (IBM Corporation, Armonk, NY)进行统计分析。采用重复测量方差分析比较休息状态和卷腹状态下不同成像模式(cUSI、pUSI)所获取的 IRD 值的差异。通过 Pearson 相关系数(r)计算 cUSI 与 pUSI 技术获得的 IRD 之间的关系($r\geq 0.90$, $\alpha\leq 0.05$)。利用线性回归确定 cUSI 与 pUSI 技术之间的斜率和截距,当斜率不为

0 时,关系可接受;如果 Y 轴截距接近 0($\alpha=0.05$),则表示一致性很好。计算 95% CI 的 ICCs 评估测量值之间的重测可靠性,ICC>0.90 代表高可靠性^[14]。采用 SEM 检验测量精度。

2 结果

2.1 休息状态和卷腹状态下 cUSI 获取的 IRD 均值与 pUSI 获取的 IRD 均值的比较 采用重复测量方差分析比较休息状态和卷腹状态下不同成像模式(cUSI、pUSI)所获取的 IRD 值的差异,结果显示两种状态下不同成像采集技术并没有显著改变 IRD 值(休息状态 $P=0.604$,卷腹状态 $P=0.749$),见表 1。球形检验中 $P<0.10$,需要进行校正,内因子 IRD 校正后 $P>0.05$ (休息状态 $F=0.232$ 、 $P=0.793$,卷腹状态 $F=0.581$ 、 $P=0.545$),说明休息和卷腹状态在不同测量点(第 1~3 次)所测 IRD 值的总体均数差异无统计学意义。而交互作用 IRD * 分组经校正后 $P>0.05$ (休息状态 $F=1.172$ 、 $P=0.312$,卷腹状态 $F=0.722$ 、 $P=0.569$),说明在休息和卷腹状态下,cUSI 和 pUSI 两种成像技术与测量点无交互作用。

表 1 休息状态和卷腹状态下 cUSI 和 pUSI

获取的 IRD 值比较 单位:mm

状态	获取的 IRD 值比较			IRD 测量 总体均值
	第 1 次 测量 IRD	第 2 次 测量 IRD	第 3 次 测量 IRD	
休息状态				
cUSI	19.53±6.40	19.37±6.30	19.53±6.61	19.48±6.42
pUSI	20.17±6.91	20.21±6.85	20.13±6.88	20.17±6.86
卷腹状态				
cUSI	18.70±6.27	18.79±6.31	18.80±6.23	18.77±6.24
pUSI	19.16±6.44	19.26±6.51	19.1±6.56	19.17±6.48

注:表内计量资料数据以($\bar{x}\pm s$)表示。

2.2 线性回归分析 在休息状态和卷腹状态下,因变量 cUSI 和自变量 pUSI 之间成直线趋势,线性关系成立(如图 1、图 2 所示),Y 轴斜率均>0,Y 轴截距均<

1 mm(休息状态为 0.768 mm,卷腹状态为 0.692 mm)。

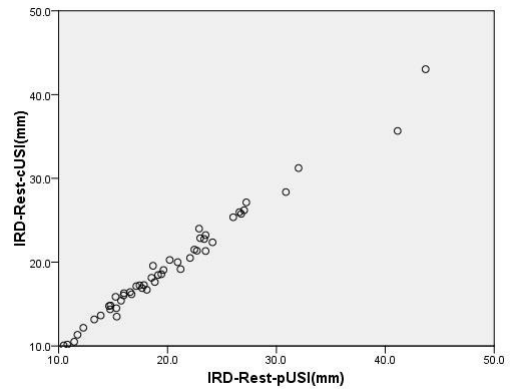


图 1 休息状态(Rest)下,cUSI 与 pUSI 成像获得的 IRD 之间的关系

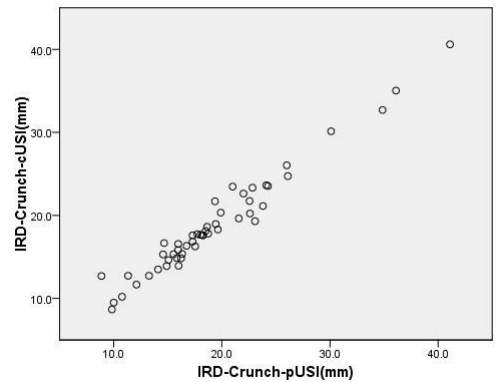


图 2 卷腹状态(Crunch)下,cUSI 与 pUSI 成像获得的 IRD 之间的关系

2.3 效标效度 从表 2 列出了使用 cUSI 获得的 IRDs 与使用 pUSI 获得的 IRDs 之间的线性回归模型的斜率和 Y 轴截距、Pearson's r,以及 ICCs 与相应 SEM 值之间的关系。结果显示 pUSI 获取图像与 cUSI 获取图像测量的 IRD 高度相关($r>0.95$, $P<0.001$)。pUSI 与 cUSI 在休息和卷腹状态下测量的 IRD 一致性都很好(ICC>0.90)。

表 2 标准关联效度

与常规超 声成像相比	组内相关系数 ICC(95% CI)	SEM/mm	斜率/mm (95% CI)	Y 轴截距/mm (95% CI)	相关系数 Pearson's r
休息状态	0.989(0.980~0.994)	0.97	0.928(0.891~0.964) ^a	0.768(-0.014~1.550)	0.991 ^a
卷腹状态	0.979(0.963~0.988)	0.92	0.943(0.887~0.999) ^a	0.692(-0.443~1.826)	0.98 ^a

注:斜率和 Y 轴截距由线性回归模型得到。与常规超声成像比较,a: $P<0.001$ 。

2.4 同一成像技术重复测量的内部可靠性 从表 3 列出了同一成像技术在不同状态下重复测量 IRD 的组内相关系数。结果显示在休息和卷腹状态下,cUSI 和 pUSI 技术重复测量均具有非常好的信度[cUSI 休

息状态的 ICC 为 0.994(0.990~0.996),卷腹状态的 ICC 为 0.986(0.978~0.992);pUSI 休息状态的 ICC 为 0.991(0.985~0.995),卷腹状态的 ICC 为 0.992(0.987~0.995)]。

表 3 同一成像技术重复测量的内部可靠性

成像技术/状态	cUSI		pUSI	
	休息状态	卷腹状态	休息状态	卷腹状态
ICC(95% CI)	0.994(0.990~0.996)	0.986(0.978~0.992)	0.991(0.985~0.995)	0.992(0.987~0.995)

3 讨论

在患有 RD 的女性中,不管是自然发生的还是治疗后的变化,IRD 的客观测量被用来监测 RD 的严重程度及变化^[8,14-15]。pUSI 技术已经广泛应用于肢体和躯干肌肉的超声诊断。与 MRI 和 CT 相比,超声是临床医生和研究者获得准确可靠的肌肉大小和距离的经济有效且易于使用的工具^[16]。本研究结果显示,在休息和卷腹状态下,使用 pUSI 与 cUSI 成像获得的 IRD 值均无显著差异,没有证据表明两种技术之间存在偏差,使用 pUSI 与 cUSI 采集图像获取的 IRD 高度相关,获得的 IRD 值之间有较小的 SEM 值,技术内部的一致性较好。Keshwani N 等^[11]研究发现,受试者在休息状态时,使用扩展超声成像技术(pUSI 和声垫)与 cUSI 成像获得的图像高度相关($r > 0.95$, $P < 0.001$),每一种扩展成像技术的 SEM 值是 0.170~0.180 cm,与本研究结果一致。本研究使用 cUSI 测量的有效 IRD 值 < 49.5 mm,无法应用 cUSI 获取更大的 IRD 值,这表明在测量严重腹直肌分离的 IRD 时,选择 pUSI 技术使白线完全可视化是一个有效的方法。

使用 pUSI 和 cUSI 两种的技术检测 IRD 可能会有不同的图像质量。使用 pUSI 技术有时会出现图像失真,有关乳腺组织^[17]的 pUSI 图像畸变的文献已经报道。我们发现,当参与者的腹部呈凸形或腹部皮肤松弛时,超声探头的平稳运动会遇到困难。在图像明显失真的情况下,研究者必须重复采集图像,并只保存最低程度失真的图像进行分析。为了减少潜在的误差来源,检查者需要保持探头垂直皮肤和最小的压力,并且在受试者保持姿势不动时迅速平稳的获取图像。在超声图像中测量两块清晰的肌肉之间的距离是一个相对简单的任务,不管是休息还是卷腹状态下,我们在脐上缘都能清晰地识别两侧腹直肌的内侧缘,因此我们能从两种不同运动状态检验 pUSI 测量 IRD 的可靠性。本研究中,休息状态和卷腹状态的 ICC 值分别为 0.989、0.979,这一结果表明应用 pUSI 评估腹直肌在休息和收缩期间的 IRD 具有高可靠性。Dafkou K 等^[18]研究表明,扩展超声成像技术在腹直肌长度(ICC 范围为 0.82~0.99)和厚度(ICC 范围为 0.82~0.94)评估中有良好可靠性。Tanaka NI 等^[19]报道了全景超声成像在测量腹直肌横截面积有高可靠性(ICC 范围为 0.944~0.958)。此外,Keshwani N 等^[11]发现使用

扩展超声成像技术(pUSI 和声垫)重测可靠性都很好(ICC > 0.90)。因此,我们认为不管是休息和卷腹状态,pUSI 都是检测 IRD 的可靠技术。

对于 IRD 过大导致 cUSI 无法测量的女性,应用 pUSI 技术进行 IRD 测量是一个有效的手段^[11,19],由于本研究将 cUSI 作为金标准,我们无法对 IRD > 49.5 mm 的女性进行对比研究,这是本研究的局限。未来需要进一步研究将其与 MRI 或者 CT 等测量 IRD 的金标准进行比较。本研究的另一局限性在于仅关注产后女性,从而影响了对其其他人群的推广。在有腹主动脉搏瘤的未生育妇女、新生儿和肥胖男性中也发现 IRD 增加^[20]。将来需要对不同性别和不同发育阶段人群进行进一步研究。

综上,本研究认为应用 pUSI 技术获取产后女性 IRD 值是一种可靠、有效的方法。

参考文献:

- [1] Doubkova L, Andel R, Palascakova-Springrova I, et al. Diastasis of rectus abdominis muscles in low back pain patients[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2018, 31(1): 107-112.
- [2] Boissonnault JS, Blaschak MJ. Incidence of diastasis recti abdominis during the childbearing year[J]. Phys Ther, 1988, 68(7): 1082-1086.
- [3] Rett MT, Braga MD, Bernardes NO, et al. Prevalence of diastasis of the rectus abdominis muscles immediately postpartum: comparison between primiparae and multiparae[J]. Rev Bras Fisioter, 2009, 13(4): 275-280.
- [4] Litos Karen. Progressive Therapeutic Exercise Program for Successful Treatment of a Postpartum Woman With a Severe Diastasis Recti Abdominis[J]. J Womens Health Phys Therap, 2014, 38(2): 58-73.
- [5] Ranney B. Diastasis recti and umbilical hernia causes, recognition and repair[J]. SDJ Med, 1990, 43(10): 5-8.
- [6] Benjamin DR, Van de Water AT, Peiris CL. Effects of exercise on diastasis of the rectus abdominis muscle in the antenatal and postnatal periods: a systematic review[J]. Physiotherapy, 2014, 100(1): 1-8.
- [7] Mendes Dde A, Nahas FX, Veiga DF, et al. Ultrasonography for measuring rectus abdominis muscles diastasis[J]. Acta Cir Bras, 2007, 22(3): 182-186.

(下转第 271 页)

- biological effects of Quercetin on ovary[J]. *Phytother Res*, 2021, 35(1): 33-49.
- [14] 黄长盛, 贺守第, 管雁丞, 等. 菟丝子黄酮和槲皮素对雷公藤多苷致卵巢早衰大鼠卵巢功能的影响[J]. *中国临床药理学杂志*, 2020, 36(6): 667-670.
- [15] 曾莉萍, 徐贤柱, 饶华, 等. 杜仲叶 β -谷甾醇对成骨细胞和卵巢颗粒细胞的影响[J]. *时珍国医国药*, 2012, 23(5): 1051-1053.
- [16] 李兰, 杨一秋, 解继胜. 去卵巢小鼠绝经后骨质疏松模型的建立和综合评定[J]. *右江民族医学院学报*, 2021, 43(1): 6-10.
- [17] Lliberos C, Liew SH, Mansell A, et al. The inflammatory contributes to depletion of the ovarian reserve during aging in mice[J]. *Front Cell Dev Biol*, 2020, 8: 628473.
- [18] 邹丽君, 高艳芳, 贺印旋, 等. 低浓度苯和甲醛经呼吸道联合染毒对小鼠雌性生殖毒性的影响[J]. *右江民族医学院学报*, 2020, 42(1): 11-16, 21.
- [19] Nishimura R, Hasegawa H, Yamashita M, et al. Hypoxia increases glucose transporter 1 expression in bovine corpus luteum at the early luteal stage[J]. *J Vet Med Sci*, 2017, 79(11): 1878-1883.
- [20] Wu L, Zhang ZH, Pan XY, et al. Expression and contribution of the HIF-1 α /VEGF signaling pathway to luteal development and function in pregnant rats[J]. *Mol Med Rep*, 2015, 12(5): 7153-7159.
- [21] 林光耀, 张米佳, 叶涛, 等. 一次性腹腔注射环磷酰胺致卵巢储备功能下降模型大鼠意外死亡的病理分析[J]. *右江民族医学院学报*, 2021, 43(6): 730-735.
- 收稿日期: 2021-11-18; 修回日期: 2021-12-25
-
- (上接第 254 页)
- [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]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2011, 41(6): 435-443.
- [9] Mota P, Pascoal AG, Sancho F, et al. Test-retest and intrarater reliability of 2-dimensional ultrasound measurements of distance between rectus abdominis in women[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2012, 42(11): 940-946.
- [10] Ahtiainen JP, Hoffren M, Hulmi JJ, et al. Panoramic ultrasonography is a valid method to measure changes in skeletal muscle cross-sectional area [J]. *Eur J Appl Physiol*, 2010, 108(2): 273-279.
- [11] Keshwani N, Mathur S, McLean L. Validity of inter-rectus distance measurement in postpartum women using extended field-of-view ultrasound imaging techniques [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2015, 45(10): 808-813.
- [12] Noorkoiv M, Nosaka K, Blazevich AJ. Assessment of quadriceps muscle cross-sectional area by ultrasound extended-field-of-view imaging[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2010, 109(4): 631-639.
- [13] Kwan L, Nishihara K, Cheung A, et al. Reliability and Feasibility of Extended Field of View Ultrasound Imaging Techniques for Measuring the Limb Muscle Cross-Sectional Area [J]. *Physiother Can*, 2021, 72(2): 149-157.
- [14] Luque JB, Luque BA, Valdivia J, et al. Totally endoscopic surgery on diastasis recti associated with midline hernias. The advantages of a minimally invasive approach. Prospective cohort study[J]. *Hernia*, 2015, 19(3): 493-501.
- [15] Coldron Y, Stokes MJ, Newham DJ, et al. Postpartum characteristics of rectus abdominis on ultrasound imaging[J]. *Man ther*, 2008, 13(2): 112-121.
- [16] Nijholt W, Scafoglieri A, Jager-Wittenaar H, et al. The reliability and validity of ultrasound to quantify muscles in older adults: a systematic review[J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2017, 8(5): 702-712.
- [17] Yang I, Hwang J, Jeh S, et al. Panoramic Ultrasound Imaging of the Breast: Advantages and Limitations[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2011, 37(8): S102.
- [18] Dafkou K, Kellis E, Ellinoudis A, et al. Assessment of Rectus Abdominis muscle thickness during isometric trunk and leg lifting exercises using extended field of view (EFOV) ultrasound[J]. *Med Ultrason*, 2020, 22(4): 430-437.
- [19] Tanaka NI, Ogawa M, Yoshiko A, et al. Reliability of size and echo intensity of abdominal skeletal muscles using extended field-of-view ultrasound imaging[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2017, 117(11): 2263-2270.
- [20] 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.
- 收稿日期: 2021-12-15; 修回日期: 2022-01-14