

# 全栈式自动盆底超声测量产后膀胱膨出患者最小肛提肌裂孔平面的临床价值

李秋枫 李辉丽 张汉标

**摘要** **目的** 探讨全栈式自动盆底超声(FSPFU)软件测量产后不同程度膀胱膨出患者最小肛提肌裂孔(LH)平面的临床价值。**方法** 选取在我院就诊的产后半年内发生膀胱膨出患者 210 例,其中膀胱膨出程度 0~ I 度 52 例、II 度 98 例、III 度 60 例。所有患者均行经会阴盆底超声检查,由 2 名低年资医师(A 组)、2 名高年资医师(B 组)手动调节三维容积数据图并测量最小 LH 平面,另由 1 名低年资医师使用 FSPFU 软件(C 组)测量最小 LH 平面;比较各组测量最小 LH 平面所用时间及静息状态和 Valsalva 状态下最小 LH 面积、前后径、左右径的差异。应用组内相关系数(ICC)评价各组测量不同程度膀胱膨出患者最小 LH 面积的一致性;分析各组测量不同程度膀胱膨出患者最小 LH 面积的相关性;计算最小 LH 轮廓重合率。**结果** C 组测量不同程度膀胱膨出患者最小 LH 平面所用时间均短于 A、B 组,且 B 组所用时间短于 A 组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );A、B、C 组测量不同程度膀胱膨出患者静息状态和 Valsalva 状态下最小 LH 面积、前后径、左右径比较差异均无统计学意义。一致性分析显示,各组测量不同程度膀胱膨出患者最小 LH 面积的 ICC 值均  $> 0.85$ (均  $P < 0.001$ );相关性分析显示,各组测量不同程度膀胱膨出患者最小 LH 面积的  $r$  值均  $> 0.70$ (均  $P < 0.05$ )。各组描绘不同程度膀胱膨出患者最小 LH 轮廓重合率均  $> 92\%$ 。**结论** FSPFU 软件测量产后不同程度膀胱膨出患者最小 LH 平面所用时间短,轮廓重合率高,具有较好的临床应用价值。

**关键词** 自动盆底超声,全栈式;膀胱膨出;肛提肌裂孔

[中图分类号]R445.1

[文献标识码]A

## Clinical value of full-stack smart pelvic floor ultrasound in measuring the minimum levator hiatus plane in patients with postpartum vesicocele

LI Qiufeng, LI Huili, ZHANG Hanbiao

Department of Ultrasound Medicine, Wanning People's Hospital, Hainan 571500, China

**ABSTRACT** **Objective** To explore the clinical value of full-stack smart pelvic floor ultrasound (FSPFU) software in measuring the minimum levator hiatus (LH) plane in patients with different degree of postpartum vesicocele. **Methods** A total of 210 patients with vesicocele who underwent pelvic floor ultrasound examination in our hospital within half a year after delivery were enrolled, including 52 cases, 98 cases and 60 cases with vesicocele at degrees 0~ I, II and III, respectively. All patients underwent transperineal pelvic floor ultrasonography. Two junior physicians (group A) and two senior physicians (group B) manually adjusted the 3D volume data map and measured the minimum LH plane, another junior physician used FSPFU software to measure the minimum LH plane (group C). The measurement time and area, anteroposterior diameter, left and right diameter of the minimum LH among groups were compared. Intragroup correlation coefficient (ICC) was used to evaluate the consistency and to analyze the correlation of the minimum LH area in different degree of postpartum vesicocele. The coincidence rate of the minimum LH profile was calculated. **Results** The measurement time of the minimum LH plane was the shortest in group C, followed by group B and group A, and the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). There were no significant

difference in the minimum LH area, anteroposterior diameter, left and right diameter in patients with different degree of postpartum vesicocele under rest and Valsalva states among the three groups. The consistency analysis showed that ICC values of the minimum LH area measured by three groups were all  $>0.85$  (all  $P<0.001$ ). Correlation analysis showed that the  $r$  values of minimum LH area measured by three groups were all  $>0.70$  (all  $P<0.05$ ). For different degrees of vesicocele, the coincidence rates of the minimum LH profile described by three groups were all  $>92\%$ . **Conclusion** The measurement of the minimum LH plane in patients with different degree of postpartum vesicocele by FSPFU software can shorten spending time, have high coincidence rates and good clinical application value.

**KEY WORDS** Smart pelvic floor ultrasound, full-stack; Vesicocele; Levator hiatus

研究<sup>[1]</sup>显示, 产妇产后过程中腹压增加为肛提肌裂孔(levator hiatus, LH)增大的主要诱因之一, 因此LH变化与产妇盆底功能密切相关。王晶晶等<sup>[2]</sup>研究显示, LH增大可预测盆腔器官脱垂(pelvic organ prolapse, POP), 因此准确测量LH对预测女性盆底功能障碍性疾病(pelvic floor dysfunction, PFD)及指导疾病防治具有重要意义。既往临床主要通过人工调节三维容积数据图来测量最小LH, 但该方式操作繁琐、检查时间长、对医师操作水平要求高, 低年资医师检测结果可能存在一定误差<sup>[3]</sup>。全栈式自动盆底超声(full-stack smart pelvic floor ultrasound, FSPFU)为一种全新的盆底检查方式, 其可以快速、准确地测量最小LH, 受医师操作水平影响较小<sup>[4]</sup>。基于此, 本研究应用FSPFU软件测量不同程度膀胱膨出患者盆底最小LH平面, 旨在探讨其临床应用价值。

## 资料与方法

### 一、研究对象

选取2021年3月至2022年3月在我院就诊的产后半年内发生膀胱膨出患者210例, 年龄22~40岁, 平均 $(32.27\pm 5.07)$ 岁, 体质量指数20~37  $\text{kg}/\text{m}^2$ , 平均 $(26.65\pm 4.39)$   $\text{kg}/\text{m}^2$ ; 其中膀胱膨出程度0~I度52例、II度98例、III度60例。纳入标准: ①均符合膀胱后壁膨出的超声评估标准<sup>[5]</sup>; ②均于产后半年内行盆底超声检查。排除标准: ①入组前1个月行盆底相关治疗; ②产后出血、恶露不尽; ③泌尿生殖系统发生急性感染。本研究经我院医学伦理委员会批准, 所有受检者或其家属均签署知情同意书。

### 二、仪器与方法

1. 仪器: 使用迈瑞Nuewa R 9彩色多普勒超声诊断仪, 探头频率3~10 MHz; 内置FSPFU软件。

2. 方法: 受检者取膀胱截石位, 适度充盈膀胱, 嘱其平静呼吸, 将探头置于阴道口与会阴尿道交界处进

行扫查, 在耻骨联合(symphysis pubis, SP)、膀胱颈、尿道、阴道与直肠肛管连接处清晰显示的基础上建立两级坐标系, 以SP中线为X轴, 经SP下缘与中线垂直线为Y轴, 获取盆底正中矢状切面图像, 清晰显示倾斜腹侧到背侧SP、尿道与阴道、肛管、膀胱等部位。按下“3D”键于静息状态和Valsalva状态下获取三维容积图, 冻结图像并储存。最小LH平面分为人工测量和FSPFU软件测量: ①人工测量。分别由2名独立从事超声检查1年及以下的低年资医师(A组)和2名独立从事超声检查5年及以上的高年资医师(B组)手动调节三维容积数据图(图1, 2), 调整取样框, 将SP下缘、耻骨直肠肌(puborectalis, PR)前缘调整至与X、Y、Z轴(即取样框下缘)处于同一水平面, 获取静息状态和Valsalva状态下LH最小平面, 使用手动描迹法测量最小LH面积(即PR内侧缘、SP下缘、双侧耻骨支共同围成的范围)、前后径(即SP内侧缘中点与PR底部前缘间的距离)、左右径(即最大LH横径)。②FSPFU软件测量。由另1名独立从事超声检查1年以下的低年资医师(C组)使用FSPFU软件基于三维容积图进行测量, 按下“Smart Pelvic”键, 自动获取最小LH平面及上述操作中静息状态和Valsalva状态下的相关参数(图3, 4)。记录并比较各组测量不同程度膀胱膨出患者最小LH平面所用时间、静息状态和Valsalva状态下的相关参数; 分析各组测量不同程度膀胱膨出患者最小LH面积的一致性, 以及最小LH轮廓重合率(即各组测量最小LH平面轮廓重合情况)。

### 三、统计学处理

应用SPSS 25.0统计软件, 计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示, 多组比较采用单因素方差分析, 两组比较采用独立样本 $t$ 检验。应用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)评价各组测量不同程度膀胱膨出患者最小LH面积的一致性; 相关性分析采用Pearson相关分析法。  $P<0.05$ 为差异有统计学意义。



图1 人工测量静息状态下最小LH平面示意图



图2 人工测量Valsalva状态下最小LH平面示意图



图3 FSPFU软件自动测量静息状态下最小LH平面示意图



图4 FSPFU软件自动测量Valsalva状态下最小LH平面示意图

## 结 果

### 一、各组测量不同程度膀胱膨出患者最小LH平面所用时间比较

C组测量不同程度膀胱膨出患者最小LH平面所用时间均短于A、B组,且B组所用时间均短于A组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。见表1。

### 二、各组测量不同程度膀胱膨出患者静息状态和Valsalva状态下最小LH面积、前后径、左右径比较

A、B、C组测量不同程度膀胱膨出患者静息状态和Valsalva状态下最小LH面积、前后径、左右径比较,差异均无统计学意义。见表2~4。

表1 各组测量不同程度膀胱膨出患者最小LH平面所用时间比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	0~I度	II度	III度
A组	77.32±20.13	80.19±22.34	90.12±27.44
B组	60.28±16.59 <sup>a</sup>	60.20±18.78 <sup>a</sup>	58.68±16.45 <sup>a</sup>
C组	2.71±0.20 <sup>ab</sup>	2.68±0.19 <sup>ab</sup>	2.73±0.18 <sup>ab</sup>
F值	101.082	159.689	97.622
P值	<0.001	<0.001	<0.001

与A组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与B组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

### 三、一致性分析

一致性分析显示,A组与B、C组测量0~I度、II度、III度膀胱膨出患者最小LH面积的ICC分别为0.909、0.905、0.902和0.863、0.946、0.965(均 $P < 0.001$ );B组与

表2 各组测量不同程度膀胱膨出患者静息状态和Valsalva状态下最小LH面积比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	静息状态			Valsalva状态		
	0~I度	II度	III度	0~I度	II度	III度
A组	11.84±2.47	14.56±3.29	16.82±4.34	25.32±4.05	31.59±2.31	37.15±2.17
B组	12.30±2.53	13.87±3.36	15.45±4.51	24.28±4.54	32.21±2.36	38.68±2.42
C组	12.36±2.56	14.32±3.41	15.87±4.43	24.71±4.23	32.68±2.19	38.73±2.28
F值	0.663	0.567	1.307	0.224	1.599	2.610
P值	0.517	0.568	0.274	0.800	0.208	0.084

表3 各组测量不同程度膀胱膨出患者静息状态下最小LH前后径、左右径比较( $\bar{x}\pm s$ )

cm

组别	0~ I度		II度		III度	
	前后径	左右径	前后径	左右径	前后径	左右径
A组	4.15±1.24	3.68±1.32	4.36±1.43	3.95±1.42	4.82±1.35	4.13±1.26
B组	4.08±1.30	3.55±1.30	4.52±1.48	4.06±1.35	5.06±1.42	4.35±1.33
C组	4.13±1.29	3.61±1.35	4.41±1.39	4.18±1.31	5.13±1.49	4.42±1.37
F值	0.041	0.126	0.319	0.700	0.785	0.788
P值	0.959	0.882	0.727	0.497	0.458	0.457

表4 各组测量不同程度膀胱膨出患者Valsalva状态下最小LH前后径、左右径比较( $\bar{x}\pm s$ )

cm

组别	0~ I度		II度		III度	
	前后径	左右径	前后径	左右径	前后径	左右径
A组	4.60±1.35	4.35±1.42	5.23±1.51	4.56±1.61	5.62±1.75	4.92±1.76
B组	4.40±1.32	4.42±1.40	5.12±1.53	4.66±1.67	5.57±1.78	4.85±1.82
C组	4.33±1.42	4.48±1.45	5.38±1.60	4.82±1.63	5.68±1.81	5.13±1.74
F值	0.549	0.109	0.697	0.629	0.057	0.405
P值	0.579	0.897	0.499	0.534	0.944	0.668

C组测量0~ I度、II度、III度膀胱膨出患者最小LH面积的ICC分别为0.974、0.933、0.957(均 $P<0.001$ ),一致性均良好。

#### 四、相关性分析

相关性分析显示,A、B组测量0~ I度、II度、III度膀胱膨出患者最小LH面积均呈正相关( $r=0.705$ 、 $0.715$ 、 $0.872$ ,均 $P<0.05$ );A、C组测量0~ I度、II度、III度膀胱膨出患者最小LH面积均呈正相关( $r=0.760$ 、 $0.819$ 、 $0.869$ ,均 $P<0.05$ );B、C组测量0~ I度、II度、III度膀胱膨出患者最小LH面积均呈正相关( $r=0.776$ 、 $0.862$ 、 $0.902$ ,均 $P<0.05$ )。

#### 五、各组测量最小LH轮廓重合率结果

A、B组测量0~ I度、II度、III度膀胱膨出患者最小LH轮廓重合率分别为(94.35±0.05)%、(96.56±0.06)%、(95.16±0.05)%;A、C组测量0~ I度、II度、III度膀胱膨出患者最小LH轮廓重合率分别为(94.80±0.03)%、(93.10±0.03)%、(92.90±0.05)%;B、C组测量0~ I度、II度、III度膀胱膨出患者最小LH轮廓重合率分别为(95.10±0.03)%、(95.50±0.02)%、(94.40±0.03)%。

### 讨 论

文献<sup>[6-7]</sup>报道,我国成年女性症状性POP患病率约9.6%。POP患者可因久站或腹压升高导致盆底功能受损,严重时可致器官脱出且无法回纳,伴发脱出物溃疡、出血等,对女性身体健康及生活质量造成严重影响。当孕妇临近分娩时,其腹压会持续升高导致LH

增大,增加了POP的发生率。Siahkal等<sup>[8]</sup>研究认为,应用超声测量LH是预测POP发生发展的有效方式。经会阴盆底二维超声仅可观察肛提肌“U”形结构,虽能间接反映LH平面的大小,但无法测量最小LH平面的相关参数;三维容积数据成像可在清晰显示肛提肌群损伤情况的同时测量最小LH平面的相关参数,有助于提高肛提肌损伤的检出率<sup>[9]</sup>。Kamel等<sup>[10]</sup>研究认为超声测得Valsalva状态下LH面积>25 cm<sup>2</sup>时,提示LH异常增宽,对预测POP发生发展和肛提肌损伤尤为重要,因此于最小LH平面定量测量相关参数对评估肛提肌损伤情况具有重要临床意义。研究<sup>[11-12]</sup>显示,人工手动获取三维超声成像最小LH平面检查耗时长,操作繁杂,检查过程中需手动调整取样框大小并旋转X、Y、Z轴。若取样框过大会使图像清晰度下降,若取样框过小可能致图像信息获取不全,受操作医师主观经验影响较大,临床应用受限。近年随着盆底超声技术的发展,LH自动分割模型被提出并成为临床关注的热点。van den Noort等<sup>[13]</sup>研究证实LH自动分割模型与人工调节获取的三维容积数据图高度吻合。基于此,本研究旨在探讨FSPFU软件评估产后不同程度膀胱膨出患者最小LH平面的临床价值。

本研究结果显示,C组测量不同程度膀胱膨出患者最小LH平面所用时间短于A、B组,且B组所用时间短于A组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ),表明FSPFU软件测量最小LH平面三维容积数据图像的速度较人工测量更快。分析原因为:FSPFU软件可一键全自动完成扫描、成像、最小LH平面测量一系列检查

过程,耗时短,操作医师仅需确定满意的三维容积图后,一键获取最小 LH 平面相关参数,完成效率高<sup>[14-15]</sup>。本研究结果显示,A、B、C 组测量不同程度膀胱膨出患者静息状态和Valsalva 状态下最小 LH 面积、前后径、左右径比较,差异均无统计学意义。分析原因为:A、B 组均为人工手动调节三维容积数据图,获得最小 LH 平面后使用手动描迹法测量<sup>[5]</sup>,存在取样框过大或过小,可能影响容积成像清晰度,忽略有效信息,但由于 A、B 组医师均以 LH 解剖学结构和关键轮廓点进行手动勾画图像,因此并不存在较大差异。FSPFU 软件是通过操作医师手动标记 LH 重要轮廓点自动生成容积成像,并将相关数据输入到模式识别算法中,结合图像对比度、灰度等指标自动生成 LH 面积、前后径、左右径。FSPFU 软件获取的最小 LH 平面相关参数与手动获取结果接近,提示 FSPFU 软件测量结果可替代人工测量。另外,FSPFU 软件不受操作医师主观识别 LH 轮廓的影响,重复性好,可在不改变图像参数的情况下对同一幅图像多次测量,且测量结果不变。

本研究一致性分析显示,FSPFU 软件、低年资医师和高年资医师之间测量最小 LH 面积的 ICC 值均>0.85;相关性分析显示,FSPFU 软件、低年资医师和高年资医师之间测量最小 LH 面积的  $r$  值均>0.70,且低年资医师、高年资医师和 FSPFU 软件描绘不同程度膀胱膨出患者最小 LH 轮廓重合率均>92%。提示 FSPFU 软件定量分析最小 LH 平面与人工调节获取的三维容积数据图具有高度的可重复性和吻合性,可替代人工测量应用于膀胱膨出患者最小 LH 平面的测量。

综上所述,FSPFU 软件测量产后不同程度膀胱膨出患者最小 LH 平面所用时间短,轮廓重合率高,且操作简便,与人工调节三维容积数据图的一致性高、重复性好,具有较好的临床应用价值。但本研究仅探讨 FSPFU 软件测量产后不同程度膀胱膨出患者静息状态和Valsalva 状态下最小 LH 平面的临床价值,未对缩肛状态进行分析,今后需进一步深入研究。

#### 参考文献

- [1] 温小多,田海燕,闫晓静,等.经会阴超声监测肛提肌裂孔前后径变化对盆底肌功能障碍诊断价值的研究[J].中华超声影像学杂志,2020,29(3):266-270.
- [2] 王晶晶,张枢书,黄晓玲.超声评价肛提肌及其裂孔在女性盆腔器官脱垂中的进展[J].国际妇产科学杂志,2019,46(3):351-354.
- [3] Swenson CW, Masteling M, DeLancey JO, et al. Aging effects on pelvic floor support: a pilot study comparing young versus older nulliparous women[J].Int Urogynecol J,2020,31(3):535-543.
- [4] 郑兰英,吴羽,辜莉,等.经会阴盆底超声智能识别及自动测量软件量化评价膀胱后壁脱垂的初步研究[J].中国超声医学杂志,2019,35(6):547-550.
- [5] 王慧芳,巫敏,季兴,等.盆底超声智能识别及自动测量技术量化评价膀胱后壁脱垂的可行性研究[J].中华超声影像学杂志,2018,27(10):895-899.
- [6] Weintraub AY, Gliner H, Marcus-Braun N. Narrative review of the epidemiology, diagnosis and pathophysiology of pelvic organ prolapse [J].Int Braz J Urol,2020,46(1):5-14.
- [7] Gedefaw G, Demis A. Burden of pelvic organ prolapse in Ethiopia: a systematic review and Meta-analysis [J]. BMC Womens Health, 2020,20(1):166-166.
- [8] Siahkal SF, Irvani M, Mohaghegh Z, et al. Investigating the association of the dimensions of genital hiatus and levator hiatus with pelvic organ prolapse: a systematic review[J].Int Urogynecol J,2021,32(8):2095-2109.
- [9] Yune Y, Jeong HY, Park DH, et al. Three-dimensional pelvic floor ultrasound assessment of pelvic organ prolapse: minimal levator hiatus and levator ani deficiency score [J].Ann Coloproctol,2021,37(5):291-297.
- [10] Kamel R, Montaguti E, Nicolaides KH, et al. Contraction of the levator ani muscle during Valsalva maneuver (coactivation) is associated with a longer active second stage of labor in nulliparous women undergoing induction of labor [J].Am J Obstet Gynecol,2019,220(2):1891-1898.
- [11] Aydin S, Bakar RZ, Arioglu Aydin Ç, et al. Correlation between transperineal 3-dimensional ultrasound measurements of levator hiatus and female sexual function [J].Female Pelvic Med Reconstr Surg,2017,23(6):433-437.
- [12] Luo Y, Zhou M, Ying T, et al. Translabial ultrasound combined with magnetic resonance imaging assessing the distensibility of levator ani muscle with unilateral high-grade tears [J].Female Pelvic Med Reconstr Surg,2020,26(6):391-395.
- [13] van den Noort F, van der Vaart CH, Grob ATM, et al. Deep learning enables automatic quantitative assessment of puborectalis muscle and urogenital hiatus in plane of minimal hiatal dimensions [J].Ultrasound Obstet Gynecol,2019,54(2):270-275.
- [14] Williams H, Cattani L, Van Schoubroeck D, et al. Automatic extraction of hiatal dimensions in 3-D transperineal pelvic ultrasound recordings [J].Ultrasound Med Biol,2021,47(12):3470-3479.
- [15] Li X, Hong Y, Kong D, et al. Automatic segmentation of levator hiatus from ultrasound images using U-Net with dense connections [J].Phys Med Biol,2019,64(7):75015-75015.

(收稿日期:2022-12-26)