

group was lower than those of the control group ( $P < 0.05$ ). The values of PIap %,  $\Delta AP$ ,  $\Delta A$  and PIa % in the observation group were higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The  $\Delta V$  of the observation group was higher than that of the control group, and the uniform change value was lower than that of the control group ( $P < 0.05$ ). The sensitivity of combined detection was 91.02%. The specificity was 89.37%. The AUC of ROC curve was 0.792, which was better than that of single detection ( $P < 0.05$ ). **Conclusions**

The combined detection of perineal two-dimensional and three-dimensional ultrasound has great value in evaluating the morphological changes of levator ani hiatus in patients with PFD. It can clearly show the pelvic floor structure, provide accurate basis for clinical diagnosis, and improve the level of diagnosis and treatment.

**【Key words】** Perineal two-dimensional ultrasound; Combination; Three-dimensional ultrasound; Pelvic floor dysfunction; Morphology of levator ani hiatus

盆底功能障碍性疾病 (pelvic floor dysfunction, PFD) 因盆腔支撑结构缺陷、退化、损伤和功能障碍所引起, 常见压力性尿失禁、盆腔脏器脱垂、性功能障碍等症状。PFD 涉及女性各个阶段, 主要发生于中老年人, 其中 50 ~ 59 岁约占发病人群 12.5%, 60 岁及以上约占发病人数 76.7%<sup>[1]</sup>。伴随老龄化发展, PFD 逐年上升<sup>[2]</sup>。既往二维超声检查是 PFD 的常用诊断手段, 但由于盆底结构具有一定复杂性, 该检查无法完全探测盆底横断面图像<sup>[3]</sup>。经过数十年发展, 盆底超声技术日渐成熟, 在临床诊断领域的应用日益广泛, 其中会阴三维超声检查能自动获得容积数据, 精准显示人体盆底的轴平面、冠状面和横切面的图像, 全方位观察盆腔器官在静息状态和 Valsalva 动作时的变化, 可更加准确地评估盆底功能<sup>[4]</sup>。本文旨在初步研究经会阴三维超声检查评估 PFD 患者肛提肌裂孔形态变化, 且评价 PFD

患者手术疗效, 为该病诊断、治疗具备一定信息基础。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析 2020 年 4 月至 2023 年 7 月我院收治的 PFD 182 例为观察组, 纳入标准: ①诊断标准参考《女性盆底功能障碍性疾病的临床诊断与治疗》, 临床症状可见便秘、腹胀、会阴坠胀感等; ②临床资料齐全者; ③近期末行盆底手术; 排除标准: ①肛提肌反常收缩者; ②心理、精神异常者, 无法正常交流; ③既往有尿路感染等泌尿生殖道急性炎症病史; ④盆腔占位最大径 5 cm 及以上; ⑤尿失禁者、不合并脱垂者。另选取同期于本院体检健康女性 170 例为对照组 (近期末服用雌激素类相关药品、既往无腹部手术史及子宫脱垂史等)。两组一般资料比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组一般资料比较

| 组别       | 例数  | 年龄 (岁)      | BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | 经阴道分娩次数 (次) |
|----------|-----|-------------|--------------------------|-------------|
| 对照组      | 170 | 53.74±10.52 | 24.63±5.31               | 2.05±0.97   |
| 观察组      | 182 | 54.26±10.77 | 25.37±5.40               | 2.37±1.06   |
| <i>t</i> |     | 0.457       | 1.295                    | 2.948       |
| <i>P</i> |     | 0.647       | 0.196                    | 0.003       |

**1.2 方法** 均行会阴三维超声检查。体位: 患者取截石位。选择 GE 彩色多普勒超声诊断仪 (Voluson E8 型), 将探头 [二维腔内探头 (频率 3.5 MHz)、三维容积探头 RIC5-9-D (频率 5 ~ 14 MHz)] 放置耻骨联合下缘, 盆底正中矢状面, 表现耻骨联合肛管及肛提肌, 调节探头方位, 耻骨联合中心轴、耻骨联合下缘呈 45°。查看最大 Valsalva 运动膀胱颈、膀胱后壁变化, 成像 2 次, 测量盆腔前脏器脱垂程度、膀胱后壁脱垂最低边缘与参考线 (耻骨联合下缘的水平线) 的间距, 测量静息状态的体积、形态对称性评估, Valsalva 动作的体积、形态变化评估。行二维图像采集存储 (静息、最大 Valsalva 动作下), 获取前、中、后腔室器官变化及位置。同时启用三维图像收

集系统, 获取肛提肌裂孔三维重建切面, 测量静息状态: 前后径 (APR)、左右横径 (LRR)、裂孔面积 (AR); Valsalva 动作: 前后径 (APV)、左右横径 (LRV)、裂孔面积 (AV)。

## 1.3 观察指标

**1.3.1 二维超声肛提肌裂孔形态变化量统计** 前后径变化量 ( $\Delta AP$ ): APV 与 APR 的差值。面积变化量 ( $\Delta A$ ): AV 与 AR 的差值。前后径增加百分比 (PIap%):  $(\Delta AP / APR) \times 100\%$ 。面积增加百分比 (PIa%):  $(\Delta A / AR) \times 100\%$ 。

**1.3.2 三维超声盆底肌肉功能评估** 基于三维超声图像, 评估肛提肌裂孔在执行 Valsalva 动作时的形态变化是否均匀。评价体积变化量 ( $\Delta V$ ):  $V_{\text{Valsalva}}$  与  $V_{\text{rest}}$  的差值。

**1.3.3 声像图特征比较** 比较对照组与观察组肛提肌裂孔平面的会阴二维超声、会阴三维超声的声

像图特征,包括肌肉纹理、回声强度、形态结构等。

**1.3.4 诊断效能** 分析会阴二维超声、会阴三维超声单一及联合检测 PFD 患者肛提肌裂孔形态变化的诊断效能,包括灵敏度、特异度。

**1.4 统计学方法** 本研究数据用 SPSS 21.0 软件统计,计量资料用均数±标准差描述,两两间使用独立样本 *t* 检验;计数数据用例数(%)表示,并用  $\chi^2$  检验;绘制 ROC 曲线分析会阴二维超声、会阴三维超声单一及联合检测 PFD 患者肛提肌裂孔形态变化的诊断效能。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组肛提肌裂孔平面的会阴二维超声联合会

表 2 两组二维超声肛提肌裂孔平面测量参数比较

| 组别       | 例数  | 静息状态      |           |                      |           | Valsalva 动作 |           |                      |           |
|----------|-----|-----------|-----------|----------------------|-----------|-------------|-----------|----------------------|-----------|
|          |     | APR(cm)   | LRR(cm)   | AR(cm <sup>2</sup> ) | APR/LRR   | APV(cm)     | LRV(cm)   | AV(cm <sup>2</sup> ) | APV/LRV   |
| 对照组      | 170 | 4.55±1.00 | 4.00±1.02 | 13.18±2.86           | 1.07±0.31 | 5.47±1.73   | 4.59±1.38 | 19.66±3.37           | 1.19±0.58 |
| 观察组      | 182 | 4.99±1.71 | 4.45±1.37 | 14.93±3.25           | 1.12±0.35 | 6.23±2.05   | 5.29±1.69 | 23.52±4.59           | 1.17±0.58 |
| <i>t</i> |     | 2.920     | 3.476     | 5.347                | 1.414     | 3.745       | 4.239     | 8.941                | 0.323     |
| <i>P</i> |     | 0.003     | <0.001    | <0.001               | 0.158     | <0.001      | <0.001    | <0.001               | 0.746     |

**2.3 两组三维超声静息状态及 Valsalva 动作的肛提肌裂孔平面测量参数比较** 观察组静息状态及 Valsalva 动作体积均大于对照组,而形态对称占比低于对照组( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 两组三维超声静息状态及 Valsalva 动作的肛提肌裂孔平面测量参数

| 组别       | 例数  | 静息状态                 |                   | Valsalva 动作          |                   |
|----------|-----|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
|          |     | 体积(cm <sup>3</sup> ) | 形态对称(%)           | 体积(cm <sup>3</sup> ) | 形态对称(%)           |
| 对照组      | 170 | 25.45±4.32           | 161(94.70)        | 28.76±5.14           | 160(94.11)        |
| 观察组      | 182 | 30.12±5.78           | 147(80.76)        | 35.63±6.89           | 143(78.57)        |
| 统计量      |     | <i>t</i> = 8.539     | <i>t</i> = 15.609 | <i>t</i> = 10.545    | $\chi^2$ = 17.728 |
| <i>P</i> |     | <0.001               | <0.001            | <0.001               | <0.001            |

表 4 两组肛提肌膈裂孔大小相对变化量

| 组别       | 例数  | PIap%      | $\Delta$ AP(cm) | $\Delta$ A(cm <sup>2</sup> ) | PIa%       |
|----------|-----|------------|-----------------|------------------------------|------------|
| 对照组      | 170 | 20.21±3.08 | 0.92±0.17       | 6.48±2.05                    | 49.16±7.69 |
| 观察组      | 182 | 24.84±3.62 | 1.24±0.31       | 8.59±2.73                    | 57.53±8.67 |
| <i>t</i> |     | 12.880     | 11.891          | 8.155                        | 9.556      |
| <i>P</i> |     | <0.001     | <0.001          | <0.001                       | <0.001     |

**2.5 两组盆底肌肉功能比较** 观察组  $\Delta V$  高于对照组,均匀变化值低于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 5。

**2.6 会阴二、三维超声联合检测 PFD 患者肛提肌裂孔形态诊断效能** 会阴二、三维超声联合检测 PFD 患者肛提肌裂孔形态变化灵敏度、特异度分别为 91.02%、89.37%,AUC 为 0.792,95% CI 为 0.753 ~ 0.866;均高于会阴二、三维超声单一检测

阴三维超声的声像图特征 观察组:肛提肌裂孔呈“椭圆形”/“类圆形”,两侧的肛提肌变薄,且边缘模糊;部分患者出现单侧,甚至双侧的耻骨内脏肌撕脱的现象。对照组:肛提肌呈“类菱形”样,两侧的肛提肌显示清晰,边缘锐利,没有出现变薄或模糊的现象。

**2.2 两组二维超声静息状态及 Valsalva 动作的肛提肌裂孔平面测量参数比较** 两组 APR/LRR、APV/LRV 比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );观察组 APR、LRR、AR、APV、LRV、AV 值高于对照组( $P < 0.05$ )。见表 2。

**2.4 两组肛提肌膈裂孔大小相对变化量比较** 观察组 PIap%、 $\Delta$ AP、 $\Delta$ A、PIa% 值均高于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 4。

( $P < 0.05$ )。见表 6 及图 1。

表 5 两组盆底肌肉功能比较

| 组别       | 例数  | $\Delta V$ (cm <sup>3</sup> ) | 均匀变化(%)    |
|----------|-----|-------------------------------|------------|
| 对照组      | 170 | 3.31±1.45                     | 96.47±2.31 |
| 观察组      | 182 | 5.51±1.98                     | 89.32±4.56 |
| <i>t</i> |     | 11.824                        | 18.360     |
| <i>P</i> |     | <0.001                        | <0.001     |

表 6 会阴二、三维超声联合单一及联合检测 PFD 患者肛提肌裂孔形态变化的诊断效能

| 检查         | 灵敏度(%) | 特异度(%) | 标准误   | AUC   | 95% CI        |
|------------|--------|--------|-------|-------|---------------|
| 会阴二维超声     | 67.26  | 59.83  | 0.040 | 0.589 | 0.533 ~ 0.684 |
| 会阴三维超声     | 63.74  | 58.31  | 0.054 | 0.549 | 0.436 ~ 0.650 |
| 会阴二、三维超声联合 | 91.02  | 89.37  | 0.036 | 0.792 | 0.753 ~ 0.866 |

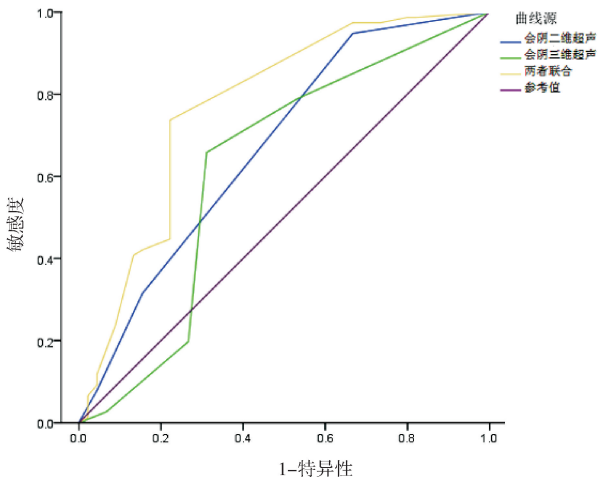


图 1 会阴二、三维超声联合单一及联合检测 PFD 患者肛提肌裂孔形态变化的诊断效能 ROC 曲线

### 3 讨论

盆底肌是维持盆底功能稳定的主要支撑结构,肛提肌损伤是引起盆底功能障碍的最常见的盆底支撑结构损伤<sup>[7]</sup>。如果肛提肌受损,可引起肛提肌裂孔扩大,导致盆腔器官膨出。其中以前腔和中腔器官脱垂最为常见。即使矫正盆腔器官脱垂,仍可能因肛提肌破裂而降低手术成功率。因此,肛提肌完整性在盆底功能障碍疾病的诊断和术后评价中尤为重要。吴晓翔等认为肛提肌裂孔的形状和面积是反映肛提肌裂孔顺应性、弹性的主要指标<sup>[9]</sup>。与先前研究相比<sup>[10]</sup>,虽然本次研究中 APR/LRR 和 APV/LRV 比值在两组间无显著差异,但观察组的各项绝对变化量 (APR、LRR、APV、LRV) 及面积变化相关指标 (AR、AV) 均显著高于对照组,表明在 PFD 患者中,肛提肌裂孔在腹压增加时的形态变化更为显著,反映盆底肌肉功能下降和顺应性改变。深入分析本次研究结果,笔者认为该差异可能源于 PFD 患者盆底肌肉结构改变和功能受损。肛提肌作为盆底的主要支撑结构,其形态和功能的改变直接影响盆底稳定性和支撑功能。在 PFD 患者中,由于盆底肌肉的损伤和松弛,肛提肌裂孔在腹压增加时更容易发生形变,导致各项形态变化指标显著增加。本研究结果还显示,观察组的 PIa%、 $\Delta AP$  (前后径变化绝对值)、 $\Delta A$  以及 PIa% 值均高于对照组,且差异具有统计学意义,与既往研究结果一致<sup>[11]</sup>。表明在腹压增加时,盆底肌肉无法有效地收缩和支撑,导致肛提肌裂孔形态发生显著变化。该

变化不仅影响盆底稳定性和支撑功能,还导致一系列盆底功能障碍症状的出现,如尿失禁、盆腔器官脱垂等。

然而,二维超声在评估盆底肌肉动态变化方面存在一定的局限性,难以全面反映盆底肌肉在腹压增加时的整体形变情况<sup>[12]</sup>。会阴三维超声图像清晰、立体,可将感兴趣区结构独自显示,利于准确将量容积/体积测量,对判定疾病定位、定性具有重要作用<sup>[13]</sup>。另外,三维超声技术及断层超声成像技术在盆底检查中,以获得盆底完整声像图为基础,可直观观察肛提肌和肛门括约肌的损伤及程度,并通过计算腹压增加时膀胱、子宫、直肠的移动度来评估盆底肌肉协调性和支撑功能<sup>[15]</sup>。本研究结果显示,观察组在静息状态及 Valsalva 动作下的肛提肌裂孔体积均大于对照组,同时形态对称的占比低于对照组。首先,观察组静息状态及 Valsalva 动作下肛提肌裂孔体积增大,表明 PFD 患者盆底肌肉在静息和腹压增加时均存在松弛现象,与盆底肌肉的损伤、弹性下降或神经支配异常有关<sup>[15]</sup>。盆底肌肉松弛导致其对盆腔器官支撑作用减弱,从而增加 PFD 风险。其次,观察组形态对称占比降低,反映 PFD 患者盆底肌肉结构不对称性,是由于肌肉纤维的损伤、萎缩或神经支配的不均匀性所导致。形态不对称不仅影响盆底肌肉的收缩和支撑功能,还可能加剧盆底功能障碍症状<sup>[15]</sup>。基于此,本研究可见,观察组  $\Delta V$  增高和均匀变化值降低,进一步证实 PFD 患者盆底肌肉在腹压增加时的不稳定性和不均匀性。笔者认为可得出以下结论:①  $\Delta V$  增高表明肛提肌裂孔在 Valsalva 动作下的扩张程度更大,与盆底肌肉的松弛和弹性下降有关;而均匀变化值降低则表明肛提肌裂孔在扩张过程中形态变化不均匀,反映盆底肌肉纤维的损伤和收缩功能不一致性。② 观察组形态对称占比降低,反映 PFD 患者盆底肌肉结构不对称性,是由于肌肉纤维的损伤、萎缩或神经支配的不均匀性所导致,不仅影响盆底肌肉的收缩和支撑功能,还可能加剧盆底功能障碍的症状。另本次研究结果可见:观察组患者肛提肌裂孔形态普遍存在异常,如呈“椭圆形”/“类圆形”等变化,可能是因 PFD 患者肛提肌裂孔发生扩张或松弛;此外部分患者还出现了肛提肌边缘模糊、不清晰的现象,这可能与肌肉纤维的退化有关。结合既

往临床资料<sup>[16~18]</sup>,笔者认为经会阴二维超声联合三维超声动态检查可清晰显示 PFD 患者肛提肌裂孔的形态变化,与 PFD 发病机制紧密相关。

有学者通过对比会阴三维超声、会阴二维超声,结果显示前者能显示盆底轴平面,而后者无法完全获得,且前者可同时显示矢状、横切面和冠状三个垂直切面<sup>[19]</sup>。而本次研究通过绘制 ROC 曲线分析会阴二、三维超声联合单一及联合检测 PFD 患者肛提肌裂孔形态变化的诊断效能,可见会阴二、三维超声联合检测 PFD 患者肛提肌裂孔形态变化灵敏度、特异度分别为 91.02%、89.37%,AUC 为 0.792,95% CI 为 0.753~0.866;均高于会阴二、三维超声单一检测,表明会阴二、三维超声联合检测诊断效能优于单一检测,有助于提高其准确性及可靠性。

本研究的创新点主要体现在以下几个方面:①本研究不仅采用二维超声对盆底肌肉形态进行静态观察,还联合使用三维超声技术对盆底肌肉动态变化进行实时监测和量化评估。②引入 $\Delta V$ 和均匀变化值等新的评估指标,用于量化肛提肌裂孔在Valsalva 动作下的体积变化和形态变化的均匀性,为 PFD 的诊断和治疗提供更为精确和量化的信息。③本研究不仅关注盆底肌肉形态变化,还深入探究该变化与盆底肌肉功能间关系。本研究也存在一定的局限性,如样本量小,没有深入分析不同类型 PFD 患者肛提肌的形态学变化。再未来研究中可加大样本量,且深入分析不同类型 PFD 患者肛提肌裂孔的形态学变化,为临床诊疗提供更有针对性的依据。

综上,经会阴二维及三维超声联合检测对于评估 PFD 患者肛提肌裂孔形态变化具有重要的应用价值,可清晰显示盆底解剖结构,利于深入了解 PFD 的发病机制,为临床提供更准确的诊断依据,有利于提高该病的诊治水平。

#### 【参考文献】

- [1] 罗勇. 经会阴三维超声定量评估初产妇肛提肌裂孔形态参数的价值分析[J]. 中国计划生育学杂志, 2023, 31(3): 666-669, 674.
- [2] 赵津艺, 胥卉苹, 刘蓉, 等. 经会阴实时三维超声与 MRI 评估女性子宫形态改变及 PFD 中的临床意义[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2022, 20(6): 145-147.
- [3] 李惠兰, 胡伟, 熊俊. 经会阴三维超声评估女性产后 PFD 与雌激素水平的相关性分析[J]. 中国性科学, 2021, 30(7): 69-71.
- [4] 宇文国琳, 王萍, 杨建忠, 等. 经会阴三维超声评估不同分娩方式对产后女性盆底功能损伤的研究[J]. 贵州医药, 2023, 47(3): 454-455.
- [5] 姜卫国, 洪淑惠. 女性盆底功能障碍性疾病的诊治进展[J]. 山东医药, 2015, 55(45): 26-29.
- [6] 南淑良, 刘菲菲, 刘莉, 等. 超声评估产后早期腹直肌分离与 PFD 发生关系的研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2022, 33(3): 206-209.
- [7] Del Forno S, Arena A, Pellizzone V, et al. Assessment of levator hiatal area using 3D/4D transperineal ultrasound in women with deep infiltrating endometriosis and superficial dyspareunia treated with pelvic floor muscle physiotherapy: randomized controlled trial [J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2021, 57(5): 726-732.
- [8] Garcia-Botello S, Martín-Arévalo J, Martí-Fernández R, et al. Three-dimensional endoanal ultrasound to assess the validity of Goodsall's Rule and the Midline Rule in predicting the path of perianal fistula-in-ano and the location of the internal opening[J]. Tech Coloproctol, 2022, 26(5): 351-361.
- [9] 吴晓翔, 张凤玲, 刘秀平, 等. 经会阴部超声检查在绝经后女性肛提肌裂孔形变与 PFD 的临床价值[J]. 重庆医学, 2018, 47(18): 2504-2506.
- [10] Castellanos-López E, Castillo-Merino C, Abujín-Porras V, et al. Ultrasonography Comparison of Pelvic Floor and Abdominal Wall Muscles in Women with and without Dyspareunia: A Cross-Sectional Study[J]. Diagnostics (Basel), 2022, 12(8): 1827.
- [11] 包佳文, 林能文, 彭建国, 等. 四维盆底超声在不同分娩方式女性盆底结构和功能判断中的应用价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2022, 21(17): 1891-1894.
- [12] Shi L, Huang L, Liu L, et al. Diagnostic value of transvaginal three-dimensional ultrasound combined with color Doppler ultrasound for early cesarean scar pregnancy [J]. Ann Palliat Med, 2021, 10(10): 10486-10494.
- [13] Mohamed RA, Yousef AM. Impact of Schroth three-dimensional vs. proprioceptive neuromuscular facilitation techniques in adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled study [J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2021, 25(24): 7717-7725.
- [14] 褚建华, 王显芝, 关景双. 经会阴二维和三维超声对 PFD 的诊断价值[J]. 中南医学科学杂志, 2022, 50(6): 915-917.
- [15] Kubotani JS, Zanetti MRD, Araujo Júnior E, et al. Transperineal three-dimensional ultrasound for analyzing the effects of perineal stretching with EPI-NO® in women with multiple pregnancies: a pilot study [J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2022, 35(2): 283-290.
- [16] Eskelinen M, Saimanen I, Selander T, et al. Three-dimensional laparoscopy (3D-LC) versus minilaparotomy (mc) in cholecystectomy: a prospective randomized study [J]. In Vivo, 2022, 36(6): 2835-2839.
- [17] Da Cuña-Carrera I, Alonso-Calvete A, Soto-González M, et al. How Do the Abdominal Muscles Change during Hypopressive Exercise? [J]. Medicina (Kaunas), 2021, 57(7): 702.
- [18] Del Forno S, Arena A, Pellizzone V, et al. Assessment of levator hiatal area using 3D/4D transperineal ultrasound in women with deep infiltrating endometriosis and superficial dyspareunia treated with pelvic floor muscle physiotherapy: randomized controlled trial [J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2021, 57(5): 726-732.
- [19] Marques Gomes Delmanto LR, Omodei MS, Bueloni-Dias F, et al. Three-dimensional ultrasound evaluation of the pelvic floor in postmenopausal women using hormone therapy [J]. Maturitas, 2021, 143: 65-71.

(收稿日期:2024-06-20;修回日期:2024-11-10)

(本文编辑:侯晓林)