

## 4D 盆底超声评估经阴道分娩初产妇肛提肌的应用进展

赵津艺<sup>1</sup>, 周江英<sup>2\*</sup>, 刘婷<sup>1</sup>, 李蔚<sup>1</sup>, 谭雪艳<sup>1</sup>, 胥卉革<sup>1</sup>, 刘蓉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>成都市温江区人民医院超声医学科 四川成都

<sup>2</sup>成都医学院第一附属医院超声医学科 四川成都

**【摘要】**经会阴四维 (four-dimensional, 4D) 盆底超声作为近年来发展起来的新的影像学热门技术, 已广泛运用于盆底结构的观察、测量及功能的评估, 初次经阴道分娩对盆底肛提肌会造成不同程度的损伤, 4D 盆底超声能够实时定量评估经阴道分娩初产妇肛提肌裂孔在各个实相的形态参数及变化情况, 为临床早期诊断产后女性盆腔脏器脱垂 (pelvic organ prolapse, POP) 提供有效方法, 本文对此种检查方法在评估经阴道分娩初产妇肛提肌的应用现状进行综述, 并展望 4D 盆底超声在盆底领域的临床应用。

**【关键词】**4D 盆底超声; 肛提肌; 初产妇; 阴道分娩

**【收稿日期】**2023 年 2 月 25 日 **【出刊日期】**2023 年 4 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.ijog.20230010

### Application progress of 4D pelvic floor ultrasound in evaluating levator ani muscle of primipara delivered via vagina

Jinyi Zhao<sup>1</sup>, Jiangying Zhou<sup>2\*</sup>, Ting Liu<sup>1</sup>, Wei Li<sup>1</sup>, Xueyan Tan<sup>1</sup>, Huiping Xu<sup>1</sup>, Rong Liu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Ultrasound Medicine, Wenjiang District People's Hospital of Chengdu, Chengdu Sichuan

<sup>2</sup>Department of Ultrasound Medicine, The First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Chengdu Sichuan

**【Abstract】**Four dimensional (4D) transperineal pelvic floor ultrasound, as a new popular imaging technology developed in recent years, has been widely used in the observation, measurement and function evaluation of pelvic floor structure. The first vaginal delivery will cause different degrees of damage to the levator ani muscle of the pelvic floor. 4D pelvic floor ultrasound can quantitatively evaluate the morphological parameters and changes of the levator ani tear in each real phase of the vaginal delivery of primipara. In order to provide an effective method for early clinical diagnosis of postpartum female pelvic organ prolapse (POP), this article reviews the application of this examination method in evaluating the levator ani muscle of primipara who delivered via vagina, and looks forward to the clinical application of 4D pelvic floor ultrasound in the field of pelvic floor.

**【Keywords】**4D pelvic floor ultrasound; Levator ani; Primiparous women; Vaginal delivery

女性盆底是由盆底肌肉、韧带、筋膜、血管、神经等封闭骨盆出口的结构组成, 肛提肌是盆底最主要的支撑结构<sup>[1]</sup>, 研究显示分娩是肛提肌损伤主要且明确的影响因素<sup>[2,3]</sup>, 分娩会造成肛提肌的薄弱、断裂或缺损<sup>[4,5]</sup>, 导致女性盆腔脏器脱垂 (pelvic organ prolapse, POP) 的发生。POP 是适龄产妇的高发病, 特别是经阴道分娩的初产妇<sup>[6]</sup>, 此外第二产程的延长与肛提肌的损伤也关系紧密。4D 盆底超声作为近年来新发展的技术, 原理是在 3D 盆底超声的基础上实现了动态扫描成像, 软组织分辨率更

高, 能够实时定量评估经阴道分娩初产妇肛提肌裂孔在各个实相的形态参数及变化情况, 更能直观反映盆底肛提肌的结构与功能、盆底的稳定性<sup>[7]</sup>。随着产后盆底疾病在妇产科学的发展, 4D 盆底超声在此领域的应用也得到了拓展。

#### 1 肛提肌的解剖和功能

肛提肌是呈对称分布的宽厚扁平肌群, 始于肛提肌腱弓, 肌纤维向下向内走行, 止于会阴中心腱、直肠壁、肛尾韧带和尾骨<sup>[8]</sup>。肛提肌在盆底结构中主要起支持作用, 协同盆底筋膜、韧带等共同构成

\*通讯作者: 周江英

一个封闭且紧密的盆底结构,肛提肌主要包括耻骨直肠肌、髂尾肌和耻骨尾骨肌<sup>[9]</sup>。耻骨直肠肌起源于耻骨联合的下部和邻近耻骨,与对侧耻骨直肠肌联合,绕过直肠后方形成“U”形吊带,不插入任何骨骼结构,耻骨直肠肌将直肠肛管交界处向前上方牵拉,封闭肛管,自主控制粪便从直肠进入肛管,起到肛门扩约功能,还能够帮助控制尿道压力,一些前内侧纤维贴在阴道上,有助于直接抬高和支撑尿道膀胱颈,对盆腔脏器具有支撑作用。髂尾肌起源于肛提肌腱弓后份和坐骨棘平面,止于肛尾韧带并插入到尾骨的侧面,与耻骨尾骨肌的肌纤维重叠,具有固定直肠的作用,髂尾肌在休息时活跃,并在腹直肌收缩时进一步收缩,腹直肌向内挤压,髂尾肌向上支撑<sup>[10]</sup>,能够更好的反映肛提肌的多重动作成分。耻骨尾骨肌起于耻骨盆面及肛提肌腱弓中份,止于肛尾韧带并插入到骶骨及尾骨的侧面,也具有固定直肠的作用。经阴道分娩胎儿娩出过程中,肛提肌受到被动的牵拉和伸张,致使肌纤维产生变形、断裂,导致盆底支持结构如肌肉、韧带和筋膜发生张力性松弛,盆底肛提肌等支持结构损伤会导致 POP 的发生<sup>[7]</sup>,因此寻找一种便于观察和评估肛提肌结构和功能的检查手段至关重要。目前临床上主要依靠影像学检查手段对肛提肌进行观察和评估,并在临床应用的过程中取得了进步。

## 2 肛提肌的影像学检查方法比较

目前,用于盆底肛提肌检查的影像学方法主要包括常规二维超声、经会阴三维(three-dimensional, 3D)盆底超声、核磁共振(magnetic resonance imaging, MRI)等。MRI 成像具有高空间分辨率的静态序列,敏感性及特异性高,能够清晰显示盆底肌肉、筋膜、肌腱及其细微结构,能够精准评估盆底肌肉的损伤程度及位置,其中 MRI 特殊形式弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是依据水分子在不同组织成分里运动弥散差别的显像方式,能够通过 3D 可视化成像描述 POP 患者肛提肌组织水肿、撕裂等微观受损结构,有效反映受损肌肉病理生理的细微改变<sup>[11]</sup>,但因为预约时间长、价格昂贵、检查过程中存在禁忌症等因素,未成为肛提肌的常规影像学检查方法。超声因其预约时间短、操作便捷、价格相对便宜、无辐射、重复性好等优势,成为辅助诊断 POP 的首选影像学方法。其中耻

骨直肠肌和髂尾肌是肛提肌群里最重要且通过超声检查易识别的两部分肌肉,通过超声检查了解经阴道分娩初产妇肛提肌复杂的解剖结构及生物学特征,对临床诊断治疗 POP 尤为关键。国外报道 Dietz<sup>[12]</sup>等首次应用常规二维腹部凸阵探头观察盆底肛提肌,但此种探头因分辨率低无法满意显示肌肉受损情况。3D 盆底超声能分别显示盆底轴平面、冠状面和横切面三个平面的图像<sup>[13]</sup>,从而得到立体的直观图像,能清晰显示肛提肌裂孔形态大小等盆底结构及功能改变,但 3D 盆底超声在容积重建中因信息重叠易出现伪像,难以清楚辨别肛提肌肌群的成分,无法对肛提肌各个实相进行动态观察和回放。4D 盆底超声作为近年来一项新兴技术,是在常规 3D 盆底超声基础上通过同步立体图像数据处理获得观察目标不同部位的实时动态图像<sup>[14]</sup>,能够实时、动态观察盆底肛提肌在时间上的全方位立体图像,结合容积渲染模式、超声断层成像新技术(tomographic ultrasound imaging, TUI)实现在不同生理状态下对受检者肛提肌裂孔的多个参数进行多幅、多层面采集,能够全方位观察肛提肌的解剖结构及功能状况,实现盆底疾病的量化评估。

## 3 4D 盆底超声研究现状及优势

### 3.1 4D 盆底超声评估经阴道分娩对初产妇肛提肌结构和功能的影响

朱一平<sup>[15]</sup>等通过 4D 盆底超声评估初产妇不同分娩方式对产后盆腔功能的影响,研究发现经阴道分娩初产妇组在静息屏气、缩肛状态下肛提肌裂孔各综合参数显著高于剖宫产组,肛提肌的厚度显著低于剖宫产组,差异有统计学意义( $P<0.01$ )。包佳文<sup>[16]</sup>等也通过 4D 盆底超声评估经阴道分娩初产妇在静息、最大瓦氏状态下肛提肌裂孔前后径、左右径及面积均明显大于剖宫产组( $P<0.05$ )。研究证明无论在何种状态下经阴道分娩初产妇肛提肌裂孔形态改变都最大,原因为经阴道分娩初产妇在生产过程中会造成肛提肌不同程度的损伤,由于肌肉、韧带及筋膜过度拉伸和损伤,导致肛提肌的松弛度更大、肌肉的收缩力更弱,因而发生 POP 的概率较选择性剖宫产的产妇更高<sup>[17,18]</sup>。唐冰<sup>[19]</sup>等运用经会阴 4D 盆底超声、iPage+/SCV+成像技术评估不同分娩方式对产后盆底肛提肌裂孔的影响,研究发现在分娩过程中发生难产会加重膀胱膨出、子宫下降,

造成 POP, 不同分娩方式的初产妇与未育的健康女性相比, 均会不同程度地改变肛提肌裂孔的结构和功能, 并且经阴道分娩对肛提肌裂孔造成的影响更明显, 发生 POP、膀胱过度活动、压力性尿失禁等盆底功能障碍风险显著增高<sup>[20]</sup>。综上所述, 4D 盆底超声作为评估盆底肛提肌解剖结构和生理功能的新方法, 能够以更低的成本和更好的访问方式实时记录和存储盆底肛提肌在静息、缩肛、最大瓦氏状态下的运动状态, 使临床医生能够更好的描述和定义 POP, 为临床提供可信度较高的参考依据。

### 3.2 4D 盆底超声评估经阴道分娩对初产妇肛提肌的损伤

肛提肌损伤是 POP 等盆底功能障碍性疾病发生、发展中最重要因素<sup>[7]</sup>, 经阴道分娩是肛提肌损伤的主要原因<sup>[20]</sup>。由于胎儿分娩时胎先露压迫导致初产妇会阴部隆起变薄, 造成肛提肌过度拉伸, 超过无损伤拉伸极限, 特别是分娩后 6-8 周初产妇的肛提肌收缩力明显降低<sup>[21]</sup>。据研究报道, 经阴道自然分娩产妇中, 盆底肌损伤占 48.0%~57.0%<sup>[22]</sup>, 其中肛提肌损伤占 9.6%<sup>[23]</sup>。肛提肌损伤的诊断目前尚无明确的标准<sup>[24]</sup>, 随着 4D 盆底超声的发展, 超声断层成像新技术 (tomographic ultrasound imaging, TUI) 目前成为诊断肛提肌损伤新的“金标准”, 它是指在 4D 盆底超声采集容积数据后, 按照预先设定的 2.5mm 层间距显示与核磁共振显像 (magnetic resonance imaging, MRI) 和计算机断层显像 (computed tomography, CT) 类似的 8 幅断层超声图像信息, 4D 状态下的 TUI 具有良好的空间和时间分辨率, 能够测量参数、动态记录及分析数据, 还能调节切面<sup>[25]</sup>, 实时、动态清晰显示盆底肌肉、膀胱、阴道前、后壁及其周围组织有无异常<sup>[26]</sup>。Dietz 首次提出运用 TUI 观察缩肛动作最小肛提肌裂孔平面<sup>[27]</sup>、以及其上 2.5mm、5.0mm 三个开、闭、闭中心平面肛提肌附着于耻骨支的位置, 通过位置的异常来判断肛提肌的撕脱情况, 若三个平面都异常则诊断肛提肌完全撕脱, 若只存在 1-2 个平面异常则诊断为肛提肌部分撕脱。肛提肌尿道间隙 (LUG) 是近年来评价肛提肌损伤的一项新指标<sup>[2,28]</sup>, LUG 是在 TUI 断层图像上从尿道低回声中心至耻骨直肠肌附着点的距离。Dietz<sup>[29]</sup>等建议 LUG $\geq$ 25mm 作为肛提肌撕脱的截断值, 研究证明, 肛提肌撕脱组的

LUG 值明显大于无撕脱组, 撕脱被认为是盆底肛提肌损伤的早期指标, 阴道分娩里的产钳助产可进一步触发肛提肌的撕脱和 POP 的发生, 双侧 LUG 值的不对称性反映了肛提肌的不对称性, 而肛提肌的不对称性在一定程度上反映了患者的盆底肌群及盆底肌力的改变<sup>[30]</sup>。DeLancey<sup>[31]</sup>等既往的研究证明, 经阴道分娩造成肛提肌撕脱的部位多见于肛提肌与耻骨支内侧缘连接的地方, 且易发生于第二产程中, TUI 能够动态显示各个实相肛提肌运动情况, 在扫描过程中不会出现肛提肌中断, 实现连续扫描, 能够清晰显示肛提肌与耻骨支内侧缘连接处有无回声失落, 还能对图像进行动态回放防止漏诊和误诊的出现。临床工作中对于未发生撕脱的经阴道分娩的初产妇, 我们能够通过 4D 盆底超声测量肛提肌裂孔在不同状态下的形态参数, 来间接评估肛提肌的受损程度, 朱一平<sup>[15]</sup>等通过 4D 盆底超声发现经阴道分娩的初产妇肛提肌裂孔的形态较剖宫产初产妇增大更明显, 肛提肌的厚度较剖宫产初产妇更薄, 说明经阴道分娩的初产妇盆底肛提肌的松弛度更大、肌肉的收缩功能受损更显著, 特别是经阴道分娩初产妇在最大瓦氏状态时腹内压力持续增高, 盆底肛提肌因受损更加松弛<sup>[32]</sup>, 致使肛提肌裂孔持续增大, 导致 POP 的发生。曹韵清<sup>[33]</sup>等研究结果也证明 POP 严重者, 肛提肌损伤越显著, 肛提肌的厚度则越薄。由此可见肛提肌的损伤除了超声可见的撕脱外, 4D 盆底超声也能通过评估各个实相肛提肌裂孔形态参数的改变来间接反映肛提肌的收缩功能有无受损及损伤情况。老兆航<sup>[34]</sup>等运用 4D 盆底超声研究证实会阴侧切分娩初产妇组在静息及最大瓦氏状态下肛提肌裂孔面积均小于椎管内镇痛分娩初产妇组, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。我国产妇因第二产程延长行会阴侧切率高达 65%~95%<sup>[35]</sup>, 研究报道<sup>[36,37]</sup>第二产程大于 1 小时的经阴道分娩初产妇对肛提肌的损伤更显著, 并且会阴侧切愈合后因瘢痕组织增生也可能对产后盆底功能恢复造成影响<sup>[38]</sup>。娄迎阁<sup>[39]</sup>等应用经会阴 4D 盆底超声立体成像检测初产妇盆底肌及肛提肌裂孔异常, 选取经阴道组和剖宫产组初产妇为研究对象, 两组均接受 4D 盆底超声检查及肌力测试, 研究结果显示患有盆底功能障碍性疾病的两组初产妇相比较, 盆底肌力分布无显著性差异 ( $P>0.05$ ), 但经阴道分娩组肛提肌裂孔

较剖宫产组增大更明显 ( $P < 0.05$ )。可见剖宫产对盆底功能的影响较小, 能够降低分娩对盆底肌肉的损伤<sup>[40,41]</sup>, 因此 4D 盆底超声在评估肛提肌受损方面更直观、敏感。有学者研究<sup>[42]</sup>指出, 4D 盆底超声使 3D 立体图像动态化, 加上 TUI 断层超声成像可对肛提肌进行逐层扫描, 能够准确判断肛提肌的完整性<sup>[43]</sup>, 在评价肛提肌形态及功能方面有望取代 MRI<sup>[44]</sup>。

### 3.3 4D 盆底超声评估经阴道分娩初产妇肛提肌康复治疗疗效的价值

目前生物反馈、电刺激、中医治疗等成为临床上用于治疗产后肛提肌功能发生异常的方法, 其原理是刺激肌肉胶原蛋白组织使其激活, 有助于肌肉弹性的恢复, 但因个体差异部分人治疗效果并不显著。PFDI-20 评分、MRI 成像作为评估肛提肌康复治疗疗效的检查方法已在临床常规使用, 但 PFDI-20 评分检查范围局限, MRI 也存在价格昂贵预约时间长等弊端, 4D 盆底超声除了能够评估经阴道分娩初产妇肛提肌裂孔形态改变以及肛提肌损伤外, 近年来也开始对产后肛提肌康复治疗后的疗效进行评估。陈刚<sup>[45]</sup>等采用经会阴 4D 盆底超声评估经阴道分娩初产妇肛提肌功能恢复的效果, 根据 PFDI-20 评分将其分为良好组和不良组, 运用 Pearson 相关性分析发现在静息、最大瓦氏状态下肛提肌裂孔长度、肛提肌裂孔面积均与 PFDI-20 评分呈正相关。可见 4D 盆底超声在评估初产妇产后肛提肌康复治疗方面具有一定的价值, 值得临床推广。

### 3.4 4D 盆底超声联合 SWE 评估经阴道分娩对初产妇肛提肌的影响

4D 盆底超声能够检测肛提肌的形态及损伤, 但对于没有撕脱的肛提肌, 无法定量评价肌肉的硬度及弹性。肛提肌的硬度及弹性能反映其收缩力<sup>[46]</sup>, 近年有学者提出将剪切波弹性成像 (shear wave elastography, SWE) 应用于肛提肌弹性的观察, 通过测量肌肉组织的杨氏模量值来反映组织硬度, 组织越硬, 杨氏模量值越大<sup>[47]</sup>, 通过检测组织硬度来评价肌肉收缩力的状态可为今后的产后康复研究提供依据。现有学者提出将 4D 盆底超声与 SWE 联合起来评价产后女性盆底肛提肌结构和功能的改变, 朱一平<sup>[15]</sup>等将 4D 盆底超声联合 SWE 评价初产妇不同分娩方式对产后盆腔功能的影响, 研究证明经阴道分娩初产妇与选择性剖宫产初产妇比较, 经阴道

分娩初产妇肛提肌裂孔形态改变更显著 ( $P < 0.05$ ), 肛提肌弹性也显著低于剖宫产组 ( $P < 0.05$ ), 表明经阴道分娩对初产妇肛提肌损伤更明显。郝真真<sup>[48]</sup>等运用 4D 盆底超声联合 SWE 对经阴道分娩的初产妇产后盆底功能进行评估, 绘制诊断初产妇发生盆底功能障碍的 ROC 曲线, 结果显示联合评估效果最佳, 因此 4D 盆底超声联合 SWE 评估经阴道分娩初产妇肛提肌裂孔形态及肛提肌弹性方面具有较高的价值。

## 4 总结与展望

4D 盆底超声作为一项新型的超声技术, 对于盆底肛提肌的显示具有显著的意义, 不仅对肛提肌的损伤可以做出定位及定性的诊断, 还能对产后受损的肛提肌治疗后疗效进行评估, 有利于产后恢复<sup>[49]</sup>。随着大家对盆底疾病的重视, 4D 盆底超声在术后评估方面也将得到逐步发展, 对于经阴道分娩出现 POP 的初产妇, 早期康复治疗效果不好远期病情加重需手术治疗时, 4D 盆底超声也能够对术后肛提肌在结构和功能的情况进行直观评价, 提前预测术后 POP 的复发<sup>[50,51]</sup>。随着科技的进步, 未来 4D 盆底超声的检查流程将更加自动化, 自动化的检查方法有助于快速、准确获取测量参数, 提高检测效率, 帮助低年资医生提高诊断率, 成为辅助诊断 POP 的有效工具, 未来 4D 盆底超声也将联合其他盆底肛提肌检查手段, 对患者的病情进行全面评估, 及时调整治疗措施, 提高救治率。

## 参考文献

- [1] 朱兰,郎景和.女性盆底学第2版[M].北京:人民卫生出版社,2014:16.
- [2] Dietz HP,Abbu A,Shek KL.The levator-urethra gap measurement: a more objective means of determining levator avulsion [J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2008, 32(07): 941-945.
- [3] 寇燕妮,马晓梅,张晶锐.腔内三维超声量化肛提肌损伤程度与盆腔脏器脱垂相关性研究[J].医学影像学杂志, 2018,28(07):126-128,132.
- [4] 王莹,鲁虹霞,冯桂婷.四维盆底超声在初产妇盆底功能障碍性疾病中的运用[J].重庆医学, 2020, 49(10): 1669-1671.
- [5] 周慧清,尚华,李晓冬,等.女性盆底肌解剖与功能[J].解剖

- 学杂志, 2020,43(5):434-437.
- [6] Chung MY,Wan O,Cheung R,et al.Prevalence of levator ani muscle injury and health-related Quality of life in primiparous Chinese women after instrumental delivery[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2015,45(6):728-733.
- [7] 谭云欢,崔璐,林晓丽,等.盆底肌锻炼对分娩方式及产后盆底功能的影响[J].*中国卫生标准管理*, 2019, 10(13):157-159.
- [8] 邵丽华,陶亮,陈刚.低位直肠癌保留部分肛提肌重建盆底的改良经肛提肌外腹会阴联合切除手术[J].*中国肿瘤外科杂志*, 2021,13(02):122-126.
- [9] Flusberg M,Kobi M,Bahrami S,et al. Multimodality imaging of pelvic floor anatomy [J]. *Abdominal Radiology*, 2021, 46( 4): 1302-1311.
- [10] Friedman T,Eslick GD,Dietz HP.Delivery mode and the risk of levator muscle avulsion:a meta-analysis[J]. *International Urogynecology Journal*, 2019,30(6):901-907.
- [11] Keller S,Wang Z J,Aigner A,et al.Diffusion tensor imaging of dystrophic skeletal muscle[J].*Clinical Neuroradiology*, 2019,29(2): 231-242.
- [12] Dietz HP, Shek K L.Levator defects can be detected by 2D translabia ultrasound[J]. *International Urogynecology Journal*, 2009, 20(7): 807-811.
- [13] 陈小敏,邓学东.盆底功能障碍性疾病的诊断研究进展[J].*中华医学超声杂志*, 2018,15(12): 912-915.
- [14] 张玉秀,邢静,王一清,等.经会阴四维盆底超声对初产妇盆底功能障碍性疾病的研究[J].*医学影像学杂志*, 2021,31(5): 846-849.
- [15] 朱一平,郭道宁,袁王丹,等.四维盆底超声联合实时剪切波弹性成像评价初产妇不同分娩方式对产后盆腔功能的影响[J].*生物医学工程与临床*, 2023,27(1): 47-52.
- [16] 包佳文,林能文,彭建国.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*, 2022,9(21):1891-1894.
- [17] 蒋莹,刘静华,刘丽.会阴超声观察不同分娩方式产后女性盆腔器官位置及移动度的变化[J].*中国妇幼卫生杂志*, 2018,9(1):44-47.
- [18] Aguilar- Zafra S, del Corral T, et al. Pelvic floor dysfunction negatively impacts general functional performance in patients with multiple multiple sclerosis[J]. *Neurourol Urodyn*, 2020, 39( 3) :978-986.
- [19] 唐冰.经会阴四维盆底超声评估不同分娩方式对产后肛提肌及其裂孔的影响[D].桂林.桂林医学院, 2022.
- [20] Blomquist JL, Muñoz A, Carroll M, et al. Association of Delivery Mode With Pelvic Floor Disorders After Childbirth[J]. *JAMA*, 2018,320(23): 2438-2447.
- [21] Dietz HP, Lanzarone F.Levator trauma after vaginal delivery[J].*Obstetrics and Gynecology*, 2005, 06(4): 707-712.
- [22] Caudwell-Hall J, Kamisan Atan I, Guzman Rojas R, et al. Atrau-matic normal vaginal delivery: how many women get what they want? [J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2018, 219(4): 379. e1-379. e8.
- [23] Garcia-Mejido JA, Gutierrez L, Fernandez-Palacín A, et al. Levator ani muscle injuries associated with vaginal vacuum assisted delivery determined by 3/4D transperineal ultrasound[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2017,30(16):1891-1896.
- [24] 吴晓琳,张彬,任力娟,等.肛提肌损伤的多学科研究进展[J].*中华腔镜泌尿外科杂志*, 2020,14(2):153-157.
- [25] 黄燕,侯庆兵.盆底超声联合 TUI 成像技术对脏器脱垂患者盆膈裂孔的显像特征[J].*中国计划生育学杂志*, 2020,28(2):284-287.
- [26] Kamisan Atan Ixora, Lin Sylvia, Dietz Hans Peter,et al.Levator ani muscle avulsion: Digital palpation versus tomographic ultrasound imaging [J]. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 2021,156(2):270-275.
- [27] Dietz HP, Bernardo M J, Kirby A,et al. Minimal criteria for the diagnosis of avulsion of the puborectalis muscle by tomographic ultrasound[J]. *International Urogynecology Journal*, 2011, 22(6):699-704.
- [28] 徐莲,刘菲菲,陶均佳,等.肛提肌尿道间隙评价产后女性肛提肌损伤的初步应用[J].*中华超声影像学杂志*, 2013,22(7):602-605.
- [29] Dietz HP, Garnham AP, Rojas RG. Is the levator urethra gap helpful for diagnosing avulsion?[J]. *Int Urogynecol J*, 2016,27(6):909-913.
- [30] 秦学敏,柏根基,盛文伟,等.三维盆底超声检查联合盆底肌力评估在产后盆底功能中的应用[J].*中国超声医学杂志*, 2019,35(12):1112-1114.
- [31] Ashton-Miller JA, Delancey JO. On the Biomechanics of Vaginal Birth and Common Sequelae [J]. *Annu Rev*

- Biomed Eng, 2009,11:163-176.
- [32] 刘岩松.经会阴三维超声动态观察生育后无盆底功能障碍女性不同状态下肛提肌裂孔形态变化[J].哈尔滨医药, 2021,41(4):83-85.
- [33] 曹韵清,黄伟俊,温影红,等.盆底三维超声评估肛提肌损伤对盆腔器官脱垂的价值[J].海南医学, 2019, 30(12): 1571-1574.
- [34] 老兆航.探讨经会阴盆底四维超声在椎管内镇痛分娩及会阴侧切分娩后早期预测 SUI 发生的临床价值[J].基层医学论坛, 2022,26(10):8-10.
- [35] 顾萍.椎管内阻滞用于分娩镇痛对初产妇盆底功能障碍性疾病(PFD)发生的影响[J].当代医学, 2021, 27(9): 160-162.
- [36] 叶楠,宁荣萍,等.三维超声检测不同分娩方式及第二产程产妇产肛提肌裂孔差异[J].影像科与光化学, 2022, 40(1): 180-183.
- [37] 赵莎挺,任祖华,陈莉莉,等.椎管内阻滞用于分娩镇痛对初产妇盆底功能障碍性疾病发生的影响[J].中国妇幼保健, 2021,36(2):312-315.
- [38] Lipschuetz M, Cohen SM, Lewkowicz A A, et al. Prolonged second stage of labor: Causes and outcomes[J]. Harefuah, 2018, 157(11): 685-690.
- [39] 娄迎阁.经会阴四维盆底超声立体成像检测初产妇盆底肌及盆膈裂孔异常[J].医药论坛, 2020,41(8):53-55.
- [40] 林艳,李梁瑜,张翠萍,等.自然分娩盆底功能障碍性疾病产妇经阴道四维超声诊断效果观察[J].深圳中西医结合杂志, 2019,29(20):60-62.
- [41] 程有生,陈玉梅,金玲.经会阴四维超声成像对自然分娩后产妇盆底功能异常的应用意义[J].影像研究与医学应用, 2019,3(8):65-66.
- [42] 黎敏.行盆底康复训练治疗盆底功能障碍性疾病的护理干预方法研究[J].中国实用药, 2018,13(19):172-174.
- [43] 谢琼,高园,骈林萍.经会阴超声检查剖宫产分娩后盆底功能障碍的临床价值[J].医学影像学杂志, 2019, 29(3): 510-513.
- [44] 邓舒昊,江泉,朱一成,等.四维盆底超声评价不同分娩方式与盆腔器官脱垂的相关性[J].肿瘤影像学, 2018, 27(1): 27-31.
- [45] 陈刚.经会阴四维盆底超声立体成像评估盆底功能康复的价值[J].西藏医药, 2022,43(6):22-24.
- [46] 蒋云秀,官逸群.经会阴三维超声联合剪切波弹性成像评估经阴道分娩对肛提肌的影响[J].临床超声医学杂志, 2019,21(9):694-696.
- [47] 朱大年.生理学第7版[M].北京:人民卫生出版社, 2011: 35-44.
- [48] 郝真真.实时剪切波弹性成像联合经阴四维超声在自然分娩初产妇产后盆底功能评估中的应用[J].河南医学研究, 2021,30(36):6875-6877.
- [49] 岳青芬,邢燕,王颢,等.盆底康复治疗对流产所致不孕不育患者封闭抗体表达的影响及意义[J].中国妇幼保健, 2020,35(3):510-513.
- [50] 姚继芹,陈蕾,丁延华,等.经会阴四维盆底超声评价 TVT 术的临床价值[J].现代实用医学, 2021,33(11):1492-1494.
- [51] 刘婷,徐小琴,曾小贞.四维超声在 POP 患者微创术后复发预测中的应用[J].深圳中西医结合杂志, 2022, 32(3): 92-94.

版权声明: ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS