

盆底超声评价女性盆底结构及功能障碍性 疾病的应用及进展

陈海宁， 郑红雨

作者单位：530021 南宁,广西壮族自治区人民医院超声科
作者简介：陈海宁(1981-),女,医学硕士,主治医师,研究方向:妇产超声。E-mail:6177048@qq.com
通讯作者：郑红雨(1974-),男,研究生学历,主任医师,研究方向:胃肠、妇产超声。E-mail:187217966@qq.com



郑红雨,主任医师,广西医科大学硕士研究生导师,广西壮族自治区人民医院超声科主任。毕业于中山大学医学院。现主要从事妇产超声、胃肠超声造影诊断。现任中国医学装备协会基层超声装备技术分会副主任委员,中国民族卫生协会超声医学分会常委,中国医疗保健国际交流促进会超声医学分会委员,中国医药教育协会超声医学专业委员会委员,中国医药教育协会胃肠超声医学专业委员会委员,广西医师协会超声分会副主任委员,广西医师协会妇产超声专业副主任委员,广西医学会超声分会常委,广西超声工程协会常委等。主持并完成相关的省部级课题 5 项,厅局级课题 6 项。其中卵巢肿瘤相关项目获得 2012 年广西科学技术进步三等奖、2012 年广西卫生适宜技术推广奖二等奖;胃肠超声的相关项目获得 2018 年广西卫生适宜技术推广奖二等奖,发表论文 30 余篇,其中核心期刊 10 余篇,SCI 3 篇。获得 2014 年度广西第十七批“新世纪十百千第二层次人选”,2015 年度广西科技青年奖。

[摘要] 盆底超声目前已成为诊断女性盆底功能障碍性疾病的重要影像学检查方法。该文对盆底的解剖结构、盆底功能障碍性疾病,以及盆底超声的应用及研究新进展进行综述。
[关键词] 盆底; 盆底功能障碍性疾病; 超声; 人工智能
[中图分类号] R 445.1; R 711 [文献标识码] A [文章编号] 1674-3806(2019)08-0827-05
doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2019.08.03

Application and progress of pelvic floor ultrasound in evaluating female pelvic floor structure and dysfunction disease CHEN Hai-ning, ZHENG Hong-yu. Department of Ultrasound, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530021, China

[Abstract] Pelvic floor ultrasound has become an important imaging examination method for diagnosis of female pelvic floor dysfunction disease. This review gives an overview of the anatomy of the pelvic floor, the dysfunction disease of the pelvic floor, the application and development of the pelvic floor ultrasound.
[Key words] Pelvic floor; Pelvic floor dysfunction disease; Ultrasound; Artificial intelligence

女性盆底功能障碍性疾病(female pelvic floor dysfunction disease, FPFDD)是指由各种原因导致的盆底支持结构功能障碍以及结构损伤性的疾病,主要表现为压力性尿失禁(stress urinary incontinence, SUI)、盆腔器官脱垂(pelvic organ prolapse, POP)、粪失禁、女性性功能障碍等,已成为严重影响我国中老年妇女健康和生命质量的医疗问题,以及突出的社会问题^[1]。

随着临床医师对盆底功能障碍性疾病(pelvic floor dysfunction disease, PFD)的逐渐重视及治疗技术的不断发展,如何准确诊断此类疾病成为目前研究的热点问题。常规的临床检查对盆底内部结构及功能的了解非常有限,影像学检查盆底可以为临床医师提供客观的诊断依据,因此,盆底影像学的快速发展也促进了临床诊疗水平的提高。盆底的影像学检查

方法有经会阴盆底超声、计算机体层摄影(computed tomography, CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)、X线盆腔器官造影术等,其中经会阴盆底超声以其低廉、简便、无辐射、实时动态等优点,成为目前被广泛应用于诊断PFD的重要的检查方法。现就盆底超声对女性盆底解剖结构及盆底疾病的诊断及应用作一综述。

1 女性盆底解剖结构

女性盆底是由封闭骨盆出口的多层肌肉、筋膜及神经组成,有尿道、阴道和直肠贯穿其中。骨性骨盆的前方为耻骨联合下缘,后方为尾骨尖,两侧为耻骨降支、坐骨升支及坐骨结节。盆底的肌群是盆底最重要的支撑结构,维持盆腔脏器的位置、动态地参与控制排泄、生殖的功能,其中肛提肌群为主要的支撑结构。盆底的韧带、结缔组织、神经和血管也对盆底支撑系统起到重要的作用。掌握盆底解剖基础有助于更好地理解盆底疾病的发生和发展,对防治疾病具有重要的意义。目前,对于盆底支持结构的认识有“三个水平”、“吊床”假说及“三腔室系统”理论。1992年DeLancey^[2]提出的盆底“三个水平”理论,将盆底的支撑结构分为第一水平(顶端支持):由主韧带-骶韧带复合体组成;第二水平(水平支持):由肛提肌群-直肠阴道筋膜组成;第三水平(远端支持):由会阴体及括约肌组成。其中第二水平的肛提肌群起到主要的支撑作用,其结构和功能的受损被认为是导致PFD的主要病因之一^[2]。1994年DeLancey^[3]提出了“吊床”假说,认为女性尿道位于盆腔内筋膜和阴道前壁组成的支持结构(“吊床”)之上,这层支持结构的稳定性又依赖于通过侧方连接的盆腔筋膜腱弓和肛提肌。“吊床”结构的损伤被认为是导致SUI发生的重要原因。1994年Petors和Ulmsten在DeLancey的“三个水平”理论和“吊床”假说的基础上提出了“整体理论”学说^[4],将定位结缔组织缺陷的“三腔室系统”,在人体垂直方向分为前、中、后盆腔。前盆腔包括膀胱、尿道及阴道前壁;中盆腔包括子宫、阴道穹窿;后盆腔包括阴道后壁、直肠、肛管及会阴体。

2 女性盆底功能障碍性疾病

PFPD表现为各个腔室解剖结构及功能异常改变。主要临床表现为SUI和POP。SUI指喷嚏、咳嗽、大笑或腹压增高时出现不自主的尿液自尿道口漏出;尿动力学检查表现为充盈性膀胱测压时,在腹压增高而无逼尿肌收缩的情况下出现不随意的漏尿。病理生理机制可能为各种原因造成的盆底肌肉

及结缔组织的退化、损伤,尿道黏膜、尿道括约肌及尿道周围支持结构及神经的功能减退^[5]。Albrich等^[6]研究发现,随着妇女年龄的增大,SUI的发生率增高,尤其在绝经后妇女多见,可能与女性体内激素水平的改变、盆底结构的退化从而导致盆底支持结构的松弛有关。盆底超声可以分别测量患者静息及Valsalva状态(嘱患者深吸气后屏住气,向人体背尾部方向用力,动作时间持续4~5s)下膀胱颈移动度、膀胱后角、尿道旋转角、膀胱残余尿及逼尿肌厚度,观察尿道内口漏斗化。大量的研究^[7~9]表明,上述测量项目是超声诊断SUI非常重要的指标,为SUI的临床评估提供解剖结构和功能改变的影像学证据。POP指各种原因造成的盆底支持结构及功能受损,导致盆腔脏器下降移位,从阴道内膨出或形成疝^[10],多见于绝经后的老年妇女。POP人群中60%以上为围绝经期和绝经期女性,我国60岁以上的女性中大约有25%患有POP^[11],需要进行相应的临床干预^[11]。目前临床上评估POP程度采用的是1996年国际节制协会(ICS)公布的POP-Q分类法,以处女膜水平作为参考点。经会阴超声(transperineal ultrasound, TPUS)可以清晰地显示盆底三腔室的脏器形态、结构、位置及不同状态下(静息及Valsalva)的变化,并通过相关指标来量化脏器下移的程度。Kluivers等^[12]和Dietz等^[9]研究发现,TPUS可以量化评估轻度的POP,与临床POP-Q评估有较好的相关性。王慧芳等^[13]对前盆腔器官脱垂进行研究,采用Yalcin等^[14]提出的以耻骨联合后下缘为原点,以耻骨联合中轴线与经过耻骨联合后下缘的X轴直线夹角45°建立直角坐标系,测量尿道、膀胱颈、膀胱后壁的位置的改变,以耻骨联合内下缘水平以上1cm以内、耻骨联合内下缘水平以下2cm以内、耻骨联合内下缘水平以下2cm以上作为诊断前盆腔脱垂程度的依据,与临床POP-Q相关性好。

3 经会阴二维盆底超声的应用

20世纪80年代Dietz等首次报道将二维盆底超声应用于女性尿失禁和POP疾病的研究^[15]。随着超声技术的发展,盆底超声出现了多种检查方法,包括经腹超声、TPUS、经阴道超声(transvaginal ultrasound, TVUS)、经肛管超声(endoanal ultrasound, EAUS)。目前TPUS是盆底超声最常用的检查方法。盆底常规二维超声最常使用的切面为盆底正中矢状切面,解剖结构包含了耻骨联合、耻骨联合后间隙、尿道、膀胱、阴道、直肠、肛管及会阴体,分别在静息及Valsalva状态下对比评估三个腔室内脏器的位置变化;另外

一个重要切面为肛管的横切面,可以对肛提肌及肛门括约肌进行观察,分别比较静息及缩肛动作后肌肉的完整性及功能改变。前盆腔疾病主要表现为 SUI 和阴道前壁膨出。在正中矢状切面,以耻骨联合后下缘作为参考点,与耻骨联合的中轴线呈 45° 的耻骨联合后下缘作一水平线为标准^[14],在静息及 Valsalva 状态下观察尿道内口漏斗化,测量膀胱颈移动度、膀胱后角、尿道旋转角、膀胱残余尿及逼尿肌厚度。膀胱颈移动度的增加已被认为是女性 SUI 一个重要的病因学因素^[16]。Sendag 等^[17]研究认为,膀胱颈活动度增大的参考值为膀胱颈移动距离 $> 15\text{ mm}$,灵敏度和特异度较高。在 SUI 患者中,包括无症状的女性,尿道内口成漏斗形可以在 Valsalva 动作时甚至在静息状态时被观察到。已证实明显的尿道漏斗形成与低的尿道关闭压相关^[16]。在 SUI 患者中膀胱后角常常 $> 115^\circ$,尿道旋转角常 $> 45^\circ$,角度增大提示高尿道活动性^[17]。逼尿肌厚度超过 5 mm 时可能与逼尿肌的过度活动有关;有急迫性尿失禁症状的妇女,逼尿肌厚度明显增加。虽然膀胱逼尿肌厚度似乎只是逼尿肌过度活动的一个预测指标,但如果结合膀胱运动过度的症状综合评估,该方法在临床上可能具有应用价值^[16]。当膀胱充盈至 50 ml 以上,逼尿肌厚度开始变薄,因此要求在进行盆底超声检查时,需要患者膀胱残余尿量 $< 50\text{ ml}$ 为宜。前盆腔脱垂是指阴道前壁膨出,以膀胱脱垂为主。超声可以通过测量膀胱后角、尿道旋转角及膀胱后壁下降程度来确定膀胱脱垂的 Green 分型,不同检查者使用上述指标进行评估有较好的一致性^[18]。中盆腔疾病主要表现为子宫或穹窿脱垂。TPUS 可以量化分析子宫阴道的脱垂^[19]。超声通过阴道气体线或宫颈纳氏囊肿来定位宫颈下缘或穹窿顶部,以阴道外口处女膜缘作为参考线,测量患者在静息和 Valsalva 动作后中盆腔的下降距离。后盆腔疾病主要表现为后盆腔脱垂,是指阴道后壁膨出,有真性直肠脱垂和会阴体过度活动^[20]。后盆腔脱垂超声评估不及超声对前中盆腔器官脱垂相关性好,但是可以鉴别“真性”和“假性”的直肠膨出,以此区分阴道直肠膈是松弛还是缺损,这对于临床有很好的指导意义。肛提肌撕裂伤在女性经阴道分娩时较剖宫产发生率高,为 $15\% \sim 35\%$ ^[21],与高龄孕妇、第 2 产程时间延长、胎儿头围、体质量大等密切相关^[22,23],与经阴道分娩手术,如产钳助产、胎头吸引术等相关性较高^[24~26]。肛提肌正常二维超声表现:横切面呈环绕肛管的“U”或“V”形结构,肌纤维为均匀分布的

条形稍强回声,附着于两侧的肛提肌腱弓上。一侧或两侧肛提肌断裂:肛提肌损伤处回声不均甚至紊乱,表现为楔形低回声嵌入,横断面正常的“U”或“V”形结构消失。超声对完全性肛提肌撕裂的诊断灵敏度及特异度较部分性肛提肌损伤高。产伤性肛门括约肌损伤是引起大便失禁的最重要的危险因素,其中隐匿性肛门括约肌损伤发生大便失禁风险较正常人高^[1]。王慧芳等^[27]研究 552 例初产妇发现,肛门外括约肌损伤 1 例,肛门外括约肌合并内括约肌损伤 4 例,有会阴侧切组发生率约为 1.1% ,无会阴侧切组约为 0.5% 。肛门括约肌正常二维超声表现:横切面呈同心圆结构,内外括约肌为环形的低、高回声,将肛管黏膜包绕其中。肛门括约肌损伤:环形结构连续性中断,肛管黏膜或向缺损处疝出。TPUS 可用于早期筛查及诊断产后隐匿性肛门括约肌损伤的较好的影像学检查方法。

4 经会阴三维 (three dimensional ultrasound, 3D) 盆底容积超声的应用

经会阴二维超声可以观察盆底结构及评估盆底功能的变化,但由于其仅能获取空间二维图像,无法获取盆底的冠状平面,如盆膈裂孔 (LH) 平面,缺乏对盆底各脏器的空间关系影像分析,而 3D 超声可以作为二维超声很好的补充。2001 年 Toozs-Hobson 等^[28]初次将 3D 超声应用于 FPDF 的诊断中,2005 年 Dietz 等^[29]将 3D 及四维 (four dimensional ultrasound, 4D) 成像技术广泛运用并推广于盆底检查中。目前 3D 超声成像技术在盆底应用最常用的为表面成像模式和超声断层成像技术 (TUI)。经会阴 3D 超声可以显示 LH 的轴平面,呈一对称的“菱形”结构。由耻骨支及两侧肛提肌内侧缘围成的 LH 平面,可用于观察肛提肌及裂孔内脏器的形态结构。超声测量裂孔的面积、前后径、左右径及肛提肌的厚度,并结合 4D 模式在不同状态下对肛提肌的撕裂及脏器的脱垂情况进行判断^[30]。Dietz^[31]对 544 例患者进行研究分析,在 Valsalva 动作后,轻度扩张为 LH 面积 $< 25.0\text{ cm}^2$,中度扩张为 LH 面积 $30.0 \sim 34.9\text{ cm}^2$,重度扩张为 LH 面积 $35.1 \sim 39.9\text{ cm}^2$, $\geq 40\text{ cm}^2$ 为严重的气球样扩张。患者 LH 面积越大,脱垂症状越明显,提示肛提肌损伤的程度越严重。LH 平面还可以用于评估肛提肌的形态及功能的变化。在不同状态下动态评价肛提肌的收缩功能,优于动态 MRI^[30,31]。盆底 TUI 可以对肛提肌损伤量化,并测量损伤的深度及宽度。Dietz 等^[32]认为在肛提肌 TUI 的 8 幅图像中出现 3 个及以上层面肌纤维异常声像即可诊断为肛提肌完全

撕裂,如果少于3个层面则考虑为肛提肌部分损伤可能。肛管的3D成像可以显示肛管的纵切面、横断面及冠状面,多平面观察肛管及肛门括约肌结构。TUI成像可以对肛门括约肌损伤量化,测量损伤的深度及角度。Oom等^[33]报道使用TPUS诊断肛门括约肌损伤的灵敏度为64%,特异度为85%。对于人工合成植入材料的补片、吊带,超声是唯一可行的成像手段^[34]。在LH平面上经闭孔悬吊带和经耻骨后间隙吊带容易显示,呈线形或“C”形高回声,网片呈片状或锯齿状条形高回声。3D超声可以观察吊带的位置、形态及走行,而4D成像还可以动态了解吊带的功能状况,如吊带的移位、弯曲折叠、断裂等异常^[35],为临床医师确定治疗方案提供重要的依据。3D成像可以提供立体渲染图像,在盆底疾病诊断中有较好的应用价值,但是获取清晰的二维初始切面、避免伪像及声影的干扰及熟练掌握后期处理图像的方法是优质3D影像的重要影像因素,因此规范的培训是必需的。

5 智能化识别及自动测量技术在盆底超声中的应用

目前,人工智能(artificial intelligence, AI)已成为医学领域的重要发展方向^[36]。AI独特的深度学习模式,极大地帮助临床医师提高相关疾病的诊断准确率,同时还可以降低不同专业水平影响而导致的漏诊和误诊,诊断的结果更加可靠^[37]。AI在超声领域的应用有对甲状腺、乳腺、肝脏、胎儿颅脑及心脏的检查等,都有较高的评价^[37]。王慧芳等^[38]应用盆底超声智能识别及自动测量软件在170例患者中进行检测分析,软件可以帮助识别图像的耻骨联合后下缘、耻骨联合中轴线及膀胱位置,并可自动测出脱出最大距离及得出相应脱垂分度,可信度较高。但是超声图像清晰程度、最低点在临界值的分度判断、测量者对图像结构的主观识别均会影响评估的一致性,因此需要规范操作、作出清晰的图像质量。智能测量软件可以简化盆底操作的流程,提高检查的效率,在临床的应用中有着非常广阔的前景。

6 结语

盆底超声操作简便安全、实时动态,检查者易于接受。超声动态观察盆底解剖结构和功能的变化,及时地发现盆底的异常改变,可以广泛应用于女性SUI、POP、粪失禁等PFD的诊断,对于指导临床在盆底疾病的治疗方案的制订及对患者在疾病治疗后的评估都是非常重要的影像学技术,有着极高的临床应用价值。

参考文献

- 1 朱 兰,郎景和. 女性盆底学[M]. 北京:人民卫生出版社,2014: 49-53.
- 2 DeLancey JO. Anatomic aspects of vaginal eversion after hysterectomy[J]. Am J Obstet Gynecol, 1992,166(6 Pt 1):1717-1724.
- 3 DeLancey JO. The anatomy of the pelvic floor[J]. Curr Obstet Gynecol,1994,6(4):313-316.
- 4 Petros P. The female pelvic floor: function, dysfunction and management according to the integral theory[M]. City: Springer,2010: 1-100.
- 5 中华医学会妇产科学分会妇科盆底学组. 女性压力性尿失禁诊断和治疗指南(2017)[J]. 中华妇产科杂志,2017,52(5):289-293.
- 6 Albrich SB, Welker K, Wolpert B, et al. How common is ballooning? Hiatal area on 3D transperineal ultrasound in urogynecological patients and its association with lower urinary tract symptoms[J]. Arch Gynecol Obstet,2017,295(1):103-109.
- 7 Tunn R, Schaer G, Peschers U, et al. Updated recommendations on ultrasonography in urogynecology[J]. Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct,2005,16(3):236-241.
- 8 Dietz HP, Haylen BT, Broome J. Ultrasound in the quantification of female pelvic organ prolapse[J]. Ultrasound Obstet Gynecol,2001,18(5):511-514.
- 9 Dietz HP, Velez D, Shek KL, et al. Determination of postvoid residual by translabial ultrasound[J]. Int Urogynecol J,2012,23(12):1749-1752.
- 10 杨 欣,王建六. 美国妇产科学院盆腔器官脱垂临床实践指南(2009年)解读[J]. 中国妇产科临床杂志,2011,12(2):157-160.
- 11 詹凤丽,赵仁峰,吴月莲. 全子宫切除术后对盆底功能的影响[J]. 中国临床新医学,2018,11(10):982-986.
- 12 Kluivers KB, Hendriks JC, Shek C, et al. Pelvic organ prolapse symptoms in relation to POPQ, ordinal stages and ultrasound prolapse assessment[J]. Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct,2008,19(9):1299-1302.
- 13 王慧芳,陈 华,折瑞莲,等. 经会阴超声评估前盆腔器官脱垂程度与临床盆腔器官脱垂定量分期的相关性研究[J]. 中华超声影像学杂志,2013,22(8):684-687.
- 14 Yalcin OT, Hassa H, Ozalp S. Effectiveness of ultrasonographic parameters for documenting the severity of anatomic stress incontinence[J]. Acta Obstet Gynecol Scand,2000,79(5):421-426.
- 15 Dietz HP, Shek C, Clarke B. Biometry of the pubovisceral muscle and levator hiatus by three-dimensional pelvic floor ultrasound[J]. Ultrasound Obstet Gynecol,2005,25(6):580-585.
- 16 Dietz HP, Hoyte LPJ, Steensma AB, 著. 王慧芳,谢红宁,主译. 盆底超声学图谱[M]. 北京:人民卫生出版社,2013:38-58.
- 17 Sendag F, Vidingli H, Kazandi H, et al. Role of perineal sonography in the evaluation of patients with stress urinary incontinence[J]. Aust N Z J Obstet Gynaecol,2003,43(1):54-57.
- 18 Chantarasorn V, Dietz HP. Diagnosis of cystocele type by clinical examination and pelvic floor ultrasound[J]. Ultrasound Obstet Gynecol,2012,39(6):710-714.

- 19 Dietz HP, Haylen BT, Broome J. Ultrasound in the quantification of femal pelvic organ prolapse[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2001, 18(5): 511 - 514.
- 20 雷凯荣, 李艳平, 张小培, 等. 盆底超声在女性盆底功能障碍性疾病诊断中的应用[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2017, 33(10): 1008 - 1014.
- 21 Albrich SB, Laterza RM, Skala C, et al. Impact of mode of delivery on levator morphology: a prospective observational study with three-dimensional ultrasound early in the postpartum period[J]. *BJOG*, 2012, 119(1): 51 - 61.
- 22 Shek KL, Dietz HP. Intrapartum risk factors for levator trauma[J]. *BJOG*, 2010, 117(12): 1485 - 1492.
- 23 刘菲菲, 徐 莲, 应 涛, 等. 三维超声观察分娩期间肛提肌损伤的初步应用[J]. *中国超声医学杂志*, 2014, 30(1): 61 - 63.
- 24 Valsky DV, Lipschuetz M, Bord A, et al. Fetal head circumference and length of second stage of labor are risk factors for levator ani muscle injury, diagnosed by 3-dimensional transperineal ultrasound in primiparous women[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2009, 20(1): 91. e1 - e7.
- 25 Chan SS, Cheung RY, Yiu AK, et al. Prevalence of levator ani muscle injury in Chinese women after first delivery[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2012, 39(6): 704 - 709.
- 26 Dietz HP. Forceps: towards obsolescence or revival? [J]. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2015, 94(4): 347 - 351.
- 27 王慧芳, 郭 娟, 杨秋红, 等. 二维腔内超声筛查隐性肛门括约肌损伤的初步研究[J]. *中国超声医学杂志*, 2016, 32(7): 644 - 647.
- 28 Toozs-Hobson P, Khullar V, Cardozo L. Three-dimensional ultrasound: a novel technique for investigating the urethral sphincter in the third trimester of pregnancy[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2001, 17(5): 421 - 424.
- 29 Dietz HP, Shek C, Clarke B. Biometry of the pubovisceral muscle and levator hiatus by three-dimensional pelvic floor ultrasound[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2005, 25(6): 580 - 585.
- 30 Valsky DV, Yagel S. Three-dimensional transperineal ultrasonography of the pelvic floor: improving visualization for new clinical applications and better functional assessment[J]. *J Ultrasound Med*, 2007, 26(10): 1373 - 1387.
- 31 Dietz HP. Pelvic floor ultrasound: a review[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2010, 202(4): 321 - 334.
- 32 Dietz HP, Shek C, De Leon J, et al. Ballooning of the levator hiatus [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2008, 31(6): 676 - 680.
- 33 Oom DM, West RL, Schouten WR, et al. Detection of anal sphincter defects in female patients with fecal incontinence: a comparison of 3-dimensional transperineal ultrasound and 2-dimensional endoanal ultrasound[J]. *Dis Colon Rectum*, 2012, 55(6): 646 - 652.
- 34 Dietz HP, Bernardo MJ, Kirby A, et al. Minimal criteria for the diagnosis of avulsion of the puborectalis muscle by tomographic ultrasound[J]. *Int Urogynecol J*, 2011, 22(6): 699 - 704.
- 35 Fleischer AC, Harvey SM, Kurita SC, et al. Two-/three-dimensional transperineal sonography of complicated tape and mesh implants[J]. *Ultrasound Q*, 2012, 28(4): 243 - 249.
- 36 刘睿峰, 夏 宇, 姜玉新. 人工智能在超声医学领域中的应用[J]. *协和医学杂志*, 2018, 9(5): 453 - 457.
- 37 张 琪. 人工智能的发展及其在医学领域中的应用[J]. *电子技术与软件工程*, 2016, (20): 259.
- 38 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.
- [收稿日期 2019 - 03 - 22] [本文编辑 吕文娟 余 军]