DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.10.011
文章编号：1005-8982（2025）10-0073-07

临床研究·论著

超声剪切波弹性成像联合四维盆底超声诊断子宫全切术后盆底功能障碍的价值研究*

吴轶萍，程银花
[黄石市中心医院(湖北理工学院附属医院)超声影像科，湖北 黄石 435000]

摘要：目的 探讨超声剪切波弹性成像(SWE)联合四维盆底超声诊断子宫全切术后盆底功能障碍的价值。**方法** 选取2021年1月—2023年1月在黄石市中心医院行子宫全切术的156例患者，根据术后随访结果，将64例发生盆底功能障碍的患者设为观察组，92例术后盆底功能正常的患者设为对照组。所有患者术后4周进行复查，通过盆底超声记录静息状态与Valsalva状态下的子宫颈外口移动度(COD)、尿道旋转度(URA)、膀胱颈活动度(BND)、膀胱颈倾斜角；SWE记录静息状态与Valsalva状态下的肛提肌裂孔面积(LHA)和耻骨直肠肌杨氏模量值。通过多因素一般Logistic回归模型探讨SWE及四维盆底超声检测结果与盆底功能障碍的关系，受试者工作特征(ROC)曲线评估四维盆底超声与SWE对盆底功能障碍的诊断效能。**结果** 观察组静息状态下COD、URA和BND水平均高于对照组(P<0.05)。观察组Valsalva状态下COD、URA和BND水平均高于对照组(P<0.05)。观察组静息状态和Valsalva状态下LHA均高于对照组(P<0.05)，杨氏模量值均低于对照组(P<0.05)。多因素一般Logistic回归分析结果显示：Valsalva状态下，COD水平高[$\hat{OR}$=1.789(95% CI：1.287，2.488)]、URA水平高[$\hat{OR}$=2.264(95% CI：1.329，3.856)]、BND水平高[$\hat{OR}$=1.722(95% CI：1.128，2.630)]和杨氏模量值低($\hat{OR}$=0.698，95%CI：0.551，0.885)均是评估术后盆底功能障碍的危险因素(P<0.05)。ROC曲线结果显示，Valsalva状态下的COD、URA、BND和杨氏模量值联合诊断盆底功能障碍的准确性为0.982(0.961，1.000)，敏感性为95.3%(0.869，0.990)，特异性为97.8%(0.924，0.997)。**结论** SWE与四维盆底超声对子宫全切术后盆底功能障碍的诊断准确性较高。

关键词： 盆底功能障碍；子宫全切术；四维盆底超声；超声剪切波弹性成像
中图分类号： R713.4　　**文献标识码：** A

Diagnostic value of combined shear wave elastography and four-dimensional pelvic floor ultrasound for pelvic floor dysfunction after total hysterectomy*

Wu Yi-ping, Cheng Yin-hua
[Department of Ultrasound Imaging, Huangshi Central Hospital (Affiliated Hospital of Hubei University of Technology), Huangshi, 435000, Hubei, China]

Abstract: Objective To explore the diagnostic value of shear wave elastography (SWE) combined with four-dimensional pelvic floor ultrasound for pelvic floor dysfunction (PFD) after total hysterectomy. **Methods** A total of 156 patients who underwent total hysterectomy at our hospital from January 2021 to January 2023 were included in the study. According to postoperative follow-up results, 64 patients with PFD were assigned to the observation group, and 92 patients with normal pelvic floor function were assigned to the control group. All patients underwent re-examination at 4 weeks after surgery. Pelvic floor ultrasound was used to assess the cervical external

收稿日期：2024-11-29
* 基金项目：湖北省卫生健康委员会科研面上项目(No：WJ2021F041)
[通信作者] 程银花，E-mail：15072011153@163.com；Tel：15172068580

os descent (COD), urethral rotation angle (URA), bladder neck descent (BND) during both resting and Valsalva maneuvers. SWE was used to measure the levator hiatus area (LHA) and the Young's modulus of the puborectalis muscle during both resting and Valsalva maneuvers. Logistic regression analysis was performed to determine the associations between SWE and four-dimensional pelvic floor ultrasound findings and PFD, and receiver operating characteristic (ROC) curves were applied to evaluate the diagnostic efficacy of four-dimensional pelvic floor ultrasound and SWE for postoperative PFD. **Results** The COD, URA, and BND values in the observation group were significantly higher than those in the control group both at rest ($P < 0.05$) and during Valsalva maneuvers ($P < 0.05$). The LHA values in the observation group were also higher than those in the control group both at rest and during Valsalva maneuvers ($P < 0.05$), while the Young's modulus values in the observation group were lower than those in the control group ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis revealed that higher values of COD [$\hat{OR}$ = 1.789 (95% CI: 1.287, 2.488)], URA [$\hat{OR}$ = 2.264 (95% CI: 1.329, 3.856)], and BND [$\hat{OR}$ = 1.722 (95% CI: 1.128, 2.630)], along with lower Young's modulus values [$\hat{OR}$ = 0.698 (95% CI: 0.551, 0.885)], were risk factors for post-operative PFD ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the combined detection of COD, URA, BND, and Young's modulus during Valsalva maneuvers had an accuracy of 0.982 (0.961, 1.000) for predicting post-operative PFD, with a sensitivity of 95.3% (0.869, 0.990) and a specificity of 97.8% (0.924, 0.997). **Conclusion** SWE combined with four-dimensional pelvic floor ultrasound has a high diagnostic value for PFD after total hysterectomy.

Keywords: pelvic floor dysfunction; total hysterectomy; shear wave elastography; four-dimensional pelvic floor ultrasound

子宫全切术是妇科良性疾病的常见手术方式，但术后患者常常面临盆底功能障碍的风险[1]。术后盆底功能的变化涉及肛提肌、膀胱颈、尿道等多个器官的结构与功能异常，严重影响患者的生活质量和身体健康[2]。目前，盆底超声作为一种无创、实时、简便且可重复的检查手段，已被广泛应用于盆底功能障碍的评估。四维盆底超声能够从多个角度评估盆底结构和功能的变化，尤其对于盆底器官的动态观察具有独特优势[3]。超声剪切波弹性成像（shear wave elastography, SWE）作为一种新兴技术，能够通过量化组织弹性特征直接评估盆底肌肉的功能状态，已被用于评估肛提肌弹性，预测女性压力性尿失禁风险，以及评估盆腔器官脱垂患者的盆底功能[4]。

尽管这些技术为盆底功能障碍的评估提供了新的视角和方法，但仍存在一定的局限性。四维盆底超声可能会受到肠道气体的影响，导致图像质量下降[5]；而 SWE 在实际应用中仍面临技术操作难度、设备限制等问题。因此，如何结合两者优势，进行联合评估，是当前研究的重要方向。本研究旨在探讨 SWE 与四维盆底超声联合应用对子宫全切术后盆底功能障碍的诊断价值，期望为术后盆底功能障碍的早期诊断和评估提供更精准的技术支持。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2021 年 1 月—2023 年 1 月在黄石市中心医院行子宫全切术的 156 例患者。根据术后随访结果，将 64 例符合《妇产科学》[6]中盆底功能障碍诊断标准的患者（包括压力性尿失禁、子宫脱垂、直肠膨出等，产妇出现上述任意一项，则判定为盆底功能障碍）设为观察组，92 例术后盆底功能正常的患者设为对照组。本研究经医院医学伦理委员会批准，患者和家属均知情同意。

1.2 纳入与标准标准

1.2.1 纳入标准 ①研究期间在本院接受子宫全切术；②无既往盆底手术史；③临床资料完整，能完成全部随访。

1.2.2 排除标准 ①合并恶性肿瘤；②存在凝血功能障碍或免疫系统疾病；③合并泌尿系统疾病。

1.3 临床资料收集

通过临床病例收集系统和调查问卷等形式，收集所有患者的基本资料，包括年龄、体质量指数（body mass index, BMI）、孕次、产次、疾病类型等，所有患者在本院接受子宫全切术，并进行复查和随访。

1.4 超声检测方法

所有患者均在术后 4 周接受四维盆底超声检查

和SWE检查。①四维盆底超声检测：患者需要排空膀胱，取截石位。使用深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司的Resona R9s超声诊断仪，在涂抹耦合剂后，将保护套覆盖的超声探头置于患者耻骨联合下缘会阴部，观察盆底的正中矢状面，涵盖耻骨联合、肛门括约肌和尿道等结构。通过以耻骨联合下缘线为基准绘制水平线，评估患者在静息状态和Valsalva状态下的盆底功能参数。包括子宫颈外口移动度（cervical external os descent, COD）、尿道旋转度（urethral rotation angle, URA）、膀胱颈活动度（bladder neck descent, BND）、膀胱颈倾斜角。②SWE检测：将取样框调整为方形，进行全覆盖动态观察。超声探头置于患者会阴部约5 s，分别在静息状态与最大Valsalva状态下获取左右侧耻骨直肠肌的弹性图像，并保存。启动智能盆底测量模式，自动计算并获取静息与Valsalva状态下的肛提肌裂孔面积（levator hiatus area, LHA）。为获取盆底矢状面图像，将探头置于阴道外15 cm处，清晰显示肛直肠角后启动实时SWE，确保取样框完全覆盖耻骨直肠肌，并冻结图像，启动Q-box功能记录杨氏模量值。

1.5　盆底功能障碍评估

对所有患者进行12个月的随访，评估患者术后盆底功能障碍发生情况。以耻骨联合后下缘水平线为参考，测量膀胱颈、宫颈外口、阴道穹窿及直肠壶腹部最低点至参考线的垂直距离，参考线以上为正值（+），以下为负值（-）。压力性尿失禁的超声诊断标准为膀胱颈移动度> 2.5 cm或尿道内口呈漏斗形状；盆腔器官脱垂的诊断标准包括膀胱膨出（膀胱颈至参考线的距离> +1.0 cm为明显）、子宫或阴道穹窿脱垂（宫颈外口/阴道穹窿至参考线> 0 cm）、直肠膨出（膨出高度≥ 1.5 cm为明显）及肠疝（小肠或腹膜移至直肠壶腹部与阴道间）。会阴体过度运动的标准为直肠壶腹部至参考线的距离≥ +1.5 cm。以上任意一项符合即可诊断[7]。

1.6　统计学方法

数据分析采用SPSS 27.0统计软件。计量资料以均数 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，比较用t检验；计数资料以构成比或率（%）表示，比较用χ^2检验；影响因素的分析用多因素一般Logistic回归模型；绘制受试者工作特征（receiver operating characteristic, ROC）曲线。P<0.05为差异有统计学义。

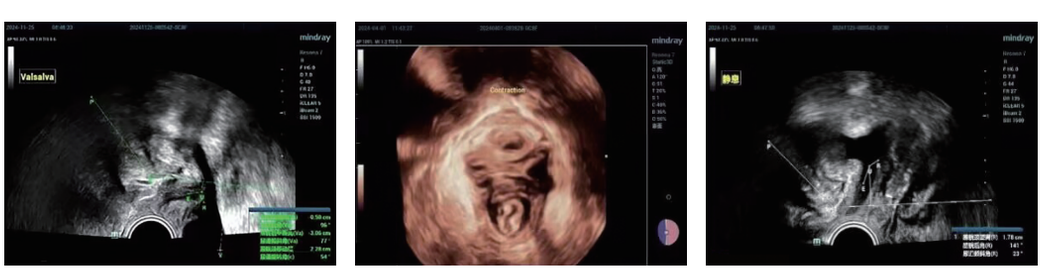
2　结果

2.1　两组患者临床基本资料比较

本研究纳入的156例患者中，盆底功能障碍发生率为41.03%（64/156）。对照组与观察组年龄、体质量指数（body mass index, BMI）、孕次、产次和疾病类型构成比较，经t/χ^2检验，差异均无统计学意义（P >0.05）（见表1）。患者超声影像检查结果见图1。

表1　两组患者临床基本资料比较

组别	n	年龄/（岁，$\bar{x} \pm s$）	BMI/（kg/cm^2，$\bar{x} \pm s$）	孕次（$\bar{x} \pm s$）	产次（$\bar{x} \pm s$）	疾病类型/例		
						子宫腺肌病	子宫内膜增生	子宫肌瘤
对照组	92	55.05 ± 6.67	24.59 ± 3.75	3.06 ± 0.44	2.23 ± 0.42	43	26	23
观察组	64	54.86 ± 6.41	24.40 ± 3.49	3.09 ± 0.48	2.25 ± 0.43	35	17	12
t/χ^2值		0.178	0.320	0.403	0.290		1.174	
P值		0.859	0.749	0.687	0.772		0.556	



Valsalva状态下前盆腔功能参数　　肛提肌裂孔面积　　静息状态下前盆腔功能参数

图1　盆底功能障碍患者超声检测结果

2.2　两组患者四维盆底超声检查比较

对照组与观察组静息状态下 COD、URA 和 BND 水平比较，经 t 检验，差异均有统计学意义（$P<0.05$）；观察组静息状态下 COD、URA 和 BND 水平均高于对照组。对照组与观察组静息状态下膀胱颈倾斜角比较，经 t 检验，差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表 2。

对照组与观察组 Valsalva 状态下 COD、URA 和 BND 水平比较，经 t 检验，差异均有统计学意义（$P<0.05$）；观察组 Valsalva 状态下 COD、URA 和 BND 水平均高于对照组。对照组与观察组 Valsalva 状态下膀胱颈倾斜角比较，经 t 检验，差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表 2。

表 2　两组患者四维盆底超声检查比较　（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	静息状态				Valsalva 状态			
		COD/mm	URA/(°)	BND/mm	膀胱颈倾斜角/(°)	COD/mm	URA/(°)	BND/mm	膀胱颈倾斜角/(°)
对照组	92	5.95 ± 2.06	20.17 ± 3.73	18.40 ± 2.56	60.12 ± 6.58	6.07 ± 2.82	23.61 ± 3.42	19.56 ± 2.69	61.76 ± 7.13
观察组	64	7.92 ± 2.33	23.88 ± 3.94	21.26 ± 3.21	61.42 ± 6.91	13.01 ± 3.42	29.36 ± 4.35	24.01 ± 3.60	63.27 ± 7.32
t 值		5.566	5.971	6.178	1.189	13.845	9.229	8.834	1.287
P 值		0.000	0.000	0.000	0.236	0.000	0.000	0.000	0.200

2.3　两组患者 SWE 参数比较

对照组与观察组静息状态下 LHA 和杨氏模量值比较，经 t 检验，差异均有统计学意义（$P<0.05$）；观察组静息状态下 LHA 高于对照组，杨氏模量值低于对照组。对照组与观察组 Valsalva 状态下 LHA 和杨氏模量值比较，经 t 检验，差异均有统计学意义（$P<0.05$）；观察组 Valsalva 状态下 LHA 高于对照组，杨氏模量值低于对照组。见表 3。

表 3　两组患者 SWE 参数比较　（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	静息状态		Valsalva 状态	
		LHA/cm^2	杨氏模量值/kPa	LHA/cm^2	杨氏模量值/kPa
对照组	92	17.69 ± 2.15	24.08 ± 4.01	20.49 ± 3.23	38.26 ± 5.20
观察组	64	20.46 ± 3.37	20.56 ± 3.53	24.51 ± 3.59	30.74 ± 4.59
t 值		6.265	5.660	7.303	9.315
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000

2.4　子宫全切术后盆底功能障碍的多因素分析

以患者子宫全切术后是否发生盆底功能障碍（否= 0，是= 1，）为因变量，将表 2 和表 3 中差异有统计学意义的静息状态下 COD、URA、BND、LHA 和杨氏模量值，以及 Valsalva 状态下 COD、URA、BND、LHA 和杨氏模量值作为自变量（均为实测值），进行多因素一般 Logistic 回归分析，结果显示：Valsalva 状态下 COD 水平高[$\hat{OR}$ =1.789（95% CI：1.287，2.488）]、URA 水平高[$\hat{OR}$ =2.264（95% CI：1.329，3.856）]、BND 水平高[$\hat{OR}$ =1.722（95% CI：1.128，2.630）]和杨氏模量值低（$\hat{OR}$ =0.698，95%CI：0.551，0.885）均是评估术后盆底功能障碍的危险因素（$P<0.05$）。见表 4。

表 4　子宫全切术后盆底功能障碍的多因素一般 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S_b	Wald χ^2	P 值	$\hat{OR}$	95% CI	
						下限	上限
Valsalva COD	0.582	0.168	11.991	0.001	1.789	1.287	2.488
Valsalva URA	0.817	0.272	9.044	0.003	2.264	1.329	3.856
Valsalva BND	0.543	0.216	6.328	0.012	1.722	1.128	2.630
Valsalva 杨氏模量值	–0.359	0.121	8.786	0.003	0.698	0.551	0.885

2.5　四维盆底超声和SWE对盆底功能障碍的诊断效能

ROC曲线结果显示，Valsalva状态下的COD、URA、BND和杨氏模量值联合诊断盆底功能障碍的准确性为0.982（0.961，1.000），敏感性为95.3%（0.869，0.990），特异性为97.8%（0.924，0.997），见表5和图2。

表5　四维盆底超声和SWE对盆底功能障碍的诊断效能

指标	截断值	曲线下面积	95% CI		敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
Valsalva COD	9.25 mm	0.935	0.892	0.977	90.6	0.807	0.965	88.0	0.796	0.939
Valsalva URA	26.55 °	0.850	0.790	0.911	71.9	0.592	0.824	82.6	0.733	0.897
Valsalva BND	24.10 mm	0.833	0.766	0.899	57.8	0.448	0.701	97.8	0.924	0.997
Valsalva 杨氏模量值	35.55 kPa	0.857	0.799	0.915	85.9	0.750	0.934	71.7	0.614	0.806
联合		0.982	0.961	1.000	95.3	0.869	0.990	97.8	0.924	0.997

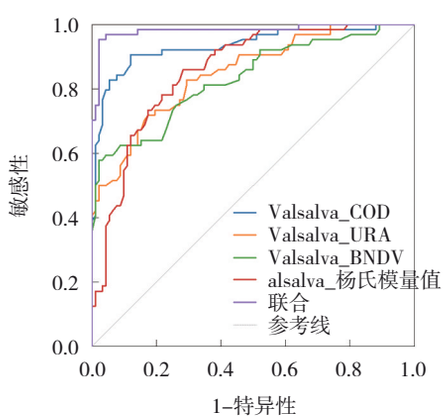


图2　四维盆底超声和SWE诊断盆底功能障碍的ROC曲线

3　讨论

子宫全切术中广泛切除子宫、调整膀胱位置、离断韧带及结扎血管等操作可能破坏盆腔结构，导致盆底血液供应受限、神经损伤及卵巢功能下降，进而影响盆底肌肉的强度与功能[8]。因此，术后盆底功能的评估具有重要的临床意义。超声检查特别是四维盆底超声，具有操作简便、实时、安全、可重复性好等优点[9]。四维盆底超声能够清晰显示盆底器官的结构和位置变化，还可以动态观察盆底器官在静息状态与Valsalva状态下的功能表现。而SWE通过测量剪切波在盆底组织中的传播速度，自动计算弹性模量值，从而实现对盆底肌肉弹性和功能状态的定量评估，特别适用于评估肛提肌等关键肌肉的功能状态[10]。张珍珍等[11]联合使用盆底超声和SWE预测患者术后盆底功能障碍的敏感性和特异性分别为97.4%和80.0%。也说明四维盆底超声和SWE的结合可以更全面地评估子宫全切术后盆底的结构与功能变化，为预防和治疗盆底功能障碍提供更加全面和客观的影像学依据[12]。

本研究结果显示，发生盆底功能障碍的观察组静息状态与Valsalva状态下的COD、URA、BND均高于对照组，反映了盆底支持结构的损伤和功能下降。四维盆底超声通过实时动态成像，能够直观地显示盆底器官在静息状态与Valsalva状态下的运动情况，其检测原理基于解剖结构与动态力学关系的可视化，能够精确测量盆底器官的移动、旋转及位置变化[13]。这些指标的变化提示术后盆腔空间的增大、膀胱及尿道支持减弱，以及腹内压的直接作用对盆底功能的影响。根据周琴等[14]的研究，子宫全切术时，广泛切除子宫及其旁组织，膀胱与尿道的连接部位及其支持韧带可能受损，导致膀胱颈活动度增加。郝真真[15]曾评估自然分娩初产妇产后盆底功能障碍的发生，结果也显示发生盆底功能障碍者产后6周的膀胱颈活动度提高了20.82%。此外，子宫全切术中对卵巢供血的破坏及术后雌激素水平下降，会影响胶原蛋白的合成，削弱盆底支持组织的强度[16-18]。肛提肌及其神经在手术中也可能受到直接损伤，导致肛提肌裂孔扩大和功能减弱，无法有效对抗腹内压的增加。这些改变使患者在Valsalva状态下，膀胱颈和子宫颈的下移更明显，尿道旋转角度增大，最终加重了盆底功能障碍的发生风险。研究表明，SWE通过测量组织中剪切波的传播速度来评估组织的弹性，从而计算出杨氏模量值，可反映组织的收缩能力和健康状态[19]。在子宫

全切术后，广泛的解剖结构干扰和可能的神经血管损伤，肛提肌及周围盆底组织可能发生微观结构的变化，如平滑肌细胞功能退化、成纤维细胞增生和排列紊乱，这些变化导致肛提肌和相关盆底肌肉的硬度变化，可能表现为杨氏模量值降低[20–21]。在本研究中，观察组的 LHA 在静息状态和 Valsalva 状态下均高于对照组，同时杨氏模量值低于对照组。这表明患者的肛提肌及其相关盆底组织的整体弹性降低，反映了盆底肌肉组织的支撑功能弱化。陈丽媛等[22]的研究结果也表明，盆底障碍组 Valsalva 状态下右侧耻骨直肠肌杨氏模量值降低了约 10%。这种弹性的降低可能与手术中的结构破坏、血供受损及神经功能改变有关，这些因素共同影响了肌肉的自主收缩能力，进而增加了盆底功能障碍的风险。本研究中多因素一般 Logistic 回归分析结果显示，Valsalva 状态下的 COD、URA、BND、杨氏模量值均是评估子宫全切术后盆底功能障碍的重要指标。这些参数反映了术后盆底肌肉和相关结构的功能损伤，尤其在 Valsalva 状态下，这些指标的变化更能反映腹内压增加对盆底支持功能的影响[23]。GAO 等[24]也指出，在 Valsalva 状态下，由于腹内压的增加，能够更显著地反映盆底器官的移动性和支持结构的稳定性，揭示盆底功能障碍的潜在风险。因此，通过综合评估 Valsalva 状态下 COD、URA、BND 和杨氏模量值，能够全面反映盆底功能的变化，提供多维度的诊断依据，而不仅仅依赖单一指标的测量。本研究结果也表明，Valsalva 状态下的 COD、URA、BND 和杨氏模量值联合检测对患者术后发生盆底功能障碍有较高的诊断效能。董丽丽等[25]曾联合 SWE 和盆底超声检查预测阴道分娩产妇盆底功能障碍的发生，结果也显示联合检测的准确性、特异性和敏感性均>90%。

本研究结果表明，Valsalva 状态下的 COD、URA、BND 和杨氏模量值均为评估术后盆底功能障碍的关键指标，联合检测能够全面地反映盆底支持结构的损伤和功能变化。临床上，四维盆底超声与 SWE 的联合应用为术后盆底功能障碍的早期诊断和评估提供了精确的量化依据，有助于制订个性化的康复和治疗方案。然而，本研究仍存在样本量相对有限、仅使用单一术后时间点的检测等局限性。未来研究可进一步扩大样本量，延长随访时间，并结合更多临床变量，探索更加精确的评估标准和优化的检测方法，以提升诊断效果和临床实用性。

参 考 文 献：

[1] 刘萍, 许丽群. 不同路径子宫切除术对女性盆底功能的影响[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2023, 39(5): 520-524.

[2] 靳翠平, 尚玉敏, 胡同秀, 等. 盆底肌电在产后盆底功能障碍性疾病诊断和治疗中的价值[J]. 中国现代医学杂志, 2021, 31(1): 62-67.

[3] JIANG C Q, ZHANG S, CHEN J, et al. Significance of 4D US parameters for the clinical treatment of female patients with stress urinary incontinence[J]. Front Surg, 2023, 10: 1126293.

[4] DO Y, LIM Y, LEE S, et al. The correlation between transperineal shear-wave elastography and transabdominal ultrasound when assessing pelvic floor function in nulliparous women[J]. Diagnostics (Basel), 2023, 13(18): 3002.

[5] HUANG W C, YANG J M, CHEN H F. Four-dimensional introital ultrasound in assessing perioperative pelvic floor muscle functions of women with cystoceles[J]. Ultraschall Med, 2021, 42(4): e31-e41.

[6] 谢幸, 苟文丽. 妇产科学[M]. 第 8 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 284-290.

[7] 河南省超声医学质量控制专家委员会. 盆底超声临床实用规范化检查专家共识(2022 版)[J]. 中国医学影像学杂志, 2023, 31(2): 97-99.

[8] FORSGREN C, AMATO M, JOHANNESSON U. Effects of hysterectomy on pelvic floor function and sexual function-a prospective cohort study[J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2022, 101(10): 1048-1056.

[9] 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.

[10] GACHON B, FRITEL X, PIERRE F, et al. In vivo measurement of the elastic properties of pelvic floor muscles in pregnancy using shear wave elastography[J]. Arch Gynecol Obstet, 2024, 309(6): 2623-2631.

[11] 张珍珍, 薛梅, 李明莉, 等. 盆底超声联合剪切波弹性成像预测子宫全切术后盆底功能障碍性疾病的临床价值[J]. 临床超声医学杂志, 2024, 26(7): 583-589.

[12] JI R Y, HE B S, WU J. Application of transperineal ultrasound combined with shear wave elastography in pelvic floor function assessment after hysterectomy[J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102(2): e32611.

[13] ZHANG L, ZHAO S, WU S S, et al. Application of four-dimensional pelvic floor ultrasound in the diagnosis of postpartum pelvic floor dysfunction and evaluation of curative effect[J]. Altern Ther Health Med, 2024, 30(9): 294-299.

[14] 周琴, 李琦, 张远远. 子宫切除术后盆底超声参数、尿动力学指标变化及康复治疗的效果[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(3): 596-600.

[15] 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.

[16] YU K, HUANG Z Y, XU X L, et al. Estrogen receptor function: impact on the human endometrium[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 827724.

[17] KANG O J, NAM J H, PARK J Y. Comparative analysis of electrosurgical energy and hemostatic sealant for hemostasis in laparoscopic ovarian cystectomy: a randomized controlled phase III study[J]. J Minim Invasive Gynecol, 2025, 32(2): 177-184.

[18] 薛宏, 汪光慧, 陈猛, 等. 腹腔镜下保留盆腔自主神经广泛性子宫切除术治疗早期宫颈癌患者的疗效研究[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(3): 19-25.

[19] RUDER M C, LAWRENCE R L, SOLIMAN S B, et al. Presurgical tear characteristics and estimated shear modulus as predictors of repair integrity and shoulder function one year after rotator cuff repair[J]. JSES Int, 2022, 6(1): 62-69.

[20] 王婷婷, 王加颖, 周晓明, 等. 生物反馈电刺激联合盆底肌康复训练对子宫切除术患者盆底功能的影响[J]. 中华全科医学, 2023, 21(1): 127-130.

[21] JOHANNESSON U, AMATO M, FORSGREN C. Pelvic floor and sexual function 3 years after hysterectomy - a prospective cohort study[J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2024, 103(3): 580-589.

[22] 陈丽媛, 任永凤, 刘晓燕, 等. 超声剪切波弹性成像联合常规四维盆底超声诊断盆底功能障碍价值[J]. 中国计划生育学杂志, 2024, 32(6): 1439-1443.

[23] GUO Z J, LU X D, YAO J Z, et al. Fully automated localization and measurement of levator hiatus dimensions using 3-D pelvic floor ultrasound[J]. Ultrasound Med Biol, 2024, 50(9): 1329-1338.

[24] GAO Y J, ZHAO Z W, YANG Y L, et al. Diagnostic value of pelvic floor ultrasonography for diagnosis of pelvic organ prolapse: a systematic review[J]. Int Urogynecol J, 2020, 31(1): 15-33.

[25] 董丽丽, 王冰霜, 李晓静, 等. 超声剪切波弹性成像联合盆底超声检查对阴道分娩产妇盆底功能障碍的诊断效能分析[J]. 中国医刊, 2023, 58(10): 1130-1134.

（童颖丹　编辑）

本文引用格式：吴轶萍, 程银花. 超声剪切波弹性成像联合四维盆底超声诊断子宫全切术后盆底功能障碍的价值研究[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(10): 73-79.

Cite this article as: WU Y P, CHENG Y H. Diagnostic value of combined shear wave elastography and four-dimensional pelvic floor ultrasound for pelvic floor dysfunction after total hysterectomy[J]. China Journal of Modern Medicine, 2025, 35(10): 73-79.