

剪切波弹性成像联合盆底超声检查评估产后压力性尿失禁患者治疗后膀胱颈变化

陈 珍^{1,2}, 史 琳¹, 时宁遥³, 杨宗利^{1*}, 陈 旭², 徐 丽⁴

¹青岛大学附属医院超声科, 山东 青岛

²淄博市妇幼保健院超声科, 山东 淄博

³山东第二医科大学医学影像学院, 山东 潍坊

⁴淄博市中心医院超声科, 山东 淄博

收稿日期: 2025年1月15日; 录用日期: 2025年2月9日; 发布日期: 2025年2月18日

摘 要

目的: 研究剪切波弹性成像(Shear wave elastography, SWE)联合盆底超声检查评估产后压力性尿失禁(Postpartum stress urinary incontinence, PSUI)患者经生物反馈电刺激联合磁刺激治疗后膀胱颈变化。**方法:** 选取2023年1月至2024年3月来我院产后康复科就诊的45例PSUI患者为研究对象, 于分娩6周后行生物反馈电刺激联合磁刺激治疗, 于治疗前后采用SWE联合盆底超声记录患者静息状态、Valsalva状态下膀胱颈前后唇杨氏模量值、膀胱颈前后唇厚度、膀胱颈移动度(Bladder neck descent, BND)、膀胱颈距耻骨联合后下缘距离(Bladder neck-symphyseal distance, BSD)、膀胱尿道后角(Posterior urethra vesical angle, PUVA)、尿道旋转角(Urethral rotation angle, URA)、肛提肌裂孔面积(Levator hiatus area, LHA)、尿道漏斗形成率。结果: 治疗后膀胱颈前后唇厚度变化无显著性差异($P > 0.05$), 但治疗后膀胱颈前后唇杨氏模量值均显著高于治疗前($P < 0.05$)。BND、PUVA、URA及LHA较治疗前明显减小($P < 0.05$); 尿道内口漏斗形成率较治疗前明显降低。结论: 产后压力性尿失禁与膀胱颈弹性有关; 生物反馈电刺激联合磁刺激治疗能减轻尿失禁程度; SWE联合盆底超声可清楚、直观、动态地显示盆底解剖结构, 在临床防治尿失禁及疗效评估中具有较好的临床价值。

关键词

产后压力性尿失禁, 膀胱颈, 剪切波弹性成像, 盆底超声, 磁刺激, 电刺激生物反馈

*通讯作者。

Evaluation of Changes in Bladder Neck after Treatment in Postpartum Stress Urinary Incontinence Patients Using Shear Wave Elastography Combined with Pelvic Floor Ultrasound

Zhen Chen^{1,2}, Lin Shi¹, Ningyao Shi³, Zongli Yang^{1*}, Xu Chen², Li Xu⁴

¹Department of Ultrasound, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

²Department of Ultrasound, Zibo Women & Children Hospital, Zibo Shandong

³School of Medical Imaging, Shandong Second Medical University, Weifang Shandong

⁴Department of Ultrasound, Zibo Central Hospital, Zibo Shandong

Received: Jan. 15th, 2025; accepted: Feb. 9th, 2025; published: Feb. 18th, 2025

Abstract

Objective: To investigate the changes in bladder neck in postpartum stress urinary incontinence (PSUI) patients treated with biofeedback electrical stimulation combined with magnetic stimulation using shear wave elastography (SWE) combined with pelvic floor ultrasound. **Method:** A total of 45 PSUI patients in our hospital from January 2023 to March 2024 were selected, Starting from 6 weeks postpartum, receiving biofeedback electrical stimulation combined with magnetic stimulation therapy. Before and after treatment, SWE combined with pelvic floor ultrasound was used to record the patient's resting state, bladder neck anterior and posterior lip thickness in Valsalva state, Young's modulus value of the anterior and posterior labia of the bladder neck, bladder neck mobility (BND), bladder neck-symphyseal distance (BSD), posterior urethrovesical angle (PUVA), urethral rotation angle (URA), levator hiatus area (LHA) and the formation rate of urethral funnel. **Result:** The thickness of bladder neck's anterior lip and posterior lip had no significant difference after treatment ($P > 0.05$). Young's modulus of bladder neck's anterior lip and posterior lip after treatment were significantly higher than before ($P < 0.05$). BND, PUVA, URA and LHA were significantly lower than before ($P < 0.05$). The formation rate of urethral infundibulum is significantly reduced compared to before treatment. **Conclusion:** Postpartum stress urinary incontinence is related to bladder neck elasticity; Biofeedback electrical stimulation combined with magnetic stimulation can alleviate the severity of urinary incontinence; The combination of SWE and pelvic floor ultrasound can clearly, intuitively, and dynamically display the anatomical structure of the pelvic floor, and has good clinical value in the prevention and treatment of urinary incontinence and efficacy evaluation.

Keywords

Postpartum Stress Urinary Incontinence, Bladder Neck, Shear Wave Elasticity, Pelvic Floor, Magnetic Stimulation, Electrical Stimulation Biofeedback

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

产后压力性尿失禁(Postpartum stress urinary incontinence, PSUI)是产后妇女常见的排尿功能障碍性疾病,临床表现为腹压骤然增加导致的自主排尿现象。PSUI 的发病机制与膀胱解剖学改变、尿道及其阻力下降、盆底肌肉松弛相关[1]。PSUI 并不是致命性的疾病,但其会对产妇的身体和心理健康以及社会关系造成显著的负面影响[2] [3],因此,为减少 PSUI 的发生,早期诊断、干预和治疗显得尤为重要。

李[4]等研究表明,在诊断 SUI 时膀胱颈超声检查至关重要。盆底超声技术可在静息及 Valsalva 状态下对膀胱颈的位置及移动度的变化情况进行动态观察,具有安全、无辐射、无创伤等优点[5] [6]。但是对膀胱颈自身硬度及形态是否受妊娠及分娩影响则鲜有报道。

超声剪切波弹性成像(Shear wave elastography, SWE)是一种通过发射声幅以刺激组织的弹性量化技术,可通过测量组织弹性模量的绝对值,量化评估组织硬度。目前已有相关研究将 SWE 应用于盆底肌肉的测量,其所获得的弹性模量值对盆底肌肉硬度改变的评估具有参考价值。

基于此,本研究旨在研究 SWE 联合盆底超声评估产后压力性尿失禁患者生物反馈电刺激联合磁刺激治疗后膀胱颈变化。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

选取 2023 年 1 月至 2024 年 3 月来产后康复科就诊的 45 例 PSUI 患者作为研究对象,参与者一般情况如下:

纳入标准:符合 SUI 相关诊断标准中轻度、中度压力性尿失禁者[7];康复治疗后经疗效判断为显效或有效;单胎足月妊娠;经阴道分娩;正常产程。

剔除标准:临床及影像学资料不完整或超声图像模糊;治疗仪刺激区域安装金属或电子植入物;有起搏器或严重心律不整者;急性泌尿系感染者;月经期女性、恶露未排干净女性;有感知或认知障碍等精神疾病人群。

2.2. 仪器与方法

检查仪器: Mindray Resona8s 超声诊断仪 D8-4U 型容积探头;法国 Supersonic Imagine Aixplorer 型 Shear Wave 实时剪切波成像超声诊断仪 SE12-3 型腔内探头。

治疗仪器:电刺激生物反馈仪:伟思 SA9800;磁刺激仪:伟思 Magneuro60F。

检查方法:

盆底超声检查:使用仪器 Mindray Resona8s, 频率 4~10 MHz D8-4U 型容积探头。嘱受试者检查前排尿后取仰卧位,双腿屈曲,双脚踩于检查床上,探头涂抹适量耦合剂并套上一次专用探头套,再涂抹足量耦合剂后将探头纵向置于大阴唇间,经测量估算膀胱残余尿量 < 50 ml,调整探头角度至图像同时清晰显示出耻骨联合后下缘、尿道及直肠长轴切面,在患者静息状态及 Valsalva 动作时采集仪器二维、三维、四维等模式的相关数据。

SWE 检查:使用仪器 Supersonic Imagine Aixplorer 超声诊断仪 SE12-3 腔内探头,外覆一次性专用探头套后置于阴道内,保证声束方向与直肠肛管走向相垂直。持续调整仪器参数,使膀胱颈长轴切面灰阶适中并不断放大,待图像清晰稳定后,立即冻结图像,依次测量膀胱颈前、后唇厚度各 3 次,并计算其平均厚度。行 SWE 程序,弹性成像范围设定为 180 kPa,将取样框放置在膀胱颈处,调整取样框大小使其能完全包裹住膀胱颈,待取样框内图像平稳,色彩饱满,无马赛克色点,无色彩丢失时,立即冻结图像。启动圆形 Q-BOX 功能,设置直径为 3 mm,选择颜色均一的区域测量膀胱颈前后唇的杨氏模量。随

后, 根据三次测量计算平均值。检查操作和数据采集在静息和 Valsalva 状态下进行。检查的关键是受试者的 Valsalva 动作是否标准化。有效的 Valsalva 动作表现为屏住呼吸并施加向下的力, 可以清楚地观察到膀胱颈和近端尿道向下和向后滑动, 即向背侧和尾侧移动。

治疗方法: 生物反馈电刺激治疗(南京伟思医疗科技股份有限公司, 型号: SA9800), 嘱患者排空大小便, 会阴消毒后, 将电极放置于阴道内首先进行电刺激治疗加生物反馈治疗, 根据患者耐受程度调节合适的频率(20~60 Hz), 患者按照仪器屏幕提示进行盆底肌的收缩和舒张, 指导患者正确进行盆底肌收缩与放松, 30 min/次; 患者于电刺激生物反馈治疗结束后进行盆底磁刺激治疗, 磁刺激仪(南京伟思医疗科技股份有限公司, 型号: Magneuro60F), 坐于磁刺激仪治疗椅上, 让会阴区对准座椅标示圆圈的前部, 紧贴椅面, 选择 SUI 治疗方案(50 Hz, 开 5 s, 关 5 s), 20 min/次, 两者联合治疗, 每周 3 次, 共连续治疗 4 周。

治疗后检查: 评价生物反馈电刺激联合磁刺激治疗后盆底肌康复治疗的有效性, 效果判定: 显效, 护垫试验结果无异常, 腹部压力增加过程中无尿液渗漏现象; 有效, 腹部压力增加过程中尿液渗漏现象次数降低 50%以上; 无效, 腹部压力增加过程中尿液渗漏现象未见降低甚至增加。经临床判断治疗显效或有效患者重复上述检查操作。

观察指标:

记录 PSUI 患者盆底生物反馈磁电联合治疗前后静息和 Valsalva 状态下膀胱颈前后唇厚度及弹性、BND、BSD、PUVA、URA、LHA 及尿道内口漏斗形成率。

2.3. 统计学分析

本研究所得计量资料以 $x \pm s$ 表示, 应用 SPSS 20.0 统计学软件进行数据分析, 治疗前后组间比较采用配对样本 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

PSUI 治疗前后超声参数指标对比见表 1。PSUI 治疗前后膀胱颈前后唇厚度变化无显著性差异($P > 0.05$), 但治疗后 PSUI 前后唇杨氏模量值、BND、BSD、PUVA、URA、LHA 及尿道内口漏斗均显著高于治疗前($P < 0.01$)。见图 1~4。

Table 1. Comparison of ultrasound parameter indicators before and after treatment
表 1. 治疗前、后超声参数指标对比

参数	治疗前	治疗后
盆底超声参数		
静息膀胱颈前唇厚度(mm)	4.504 ± 0.455	4.553 ± 0.437
静息膀胱颈后唇厚度(mm)	4.980 ± 0.494	4.989 ± 0.518
Valsalva 膀胱颈前唇厚度(mm)	5.200 ± 0.580	5.260 ± 0.512
Valsalva 膀胱颈后唇厚度(mm)	5.704 ± 0.562	5.722 ± 0.526
Valsalva 膀胱颈距离(mm)	-9.490 ± 5.146	-2.160 ± 7.046
Valsalva 膀胱尿道后角(°)	162.16 ± 13.117	150.84 ± 15.797
Valsalva 尿道旋转角(°)	92.960 ± 23.499	76.930 ± 23.034
Valsalva 尿道内口漏斗形成(%)	47	31
Valsalva 膀胱颈移动度(mm)	34.730 ± 5.821	28.020 ± 7.671
Valsalva 肛提肌裂孔面积(cm ²)	24.820 ± 4.882	19.730 ± 4.594

续表

膀胱颈剪切波弹性参数		
静息膀胱颈前唇(kpa)	26.289 ± 5.212	33.422 ± 3.415
静息膀胱颈后唇(kpa)	22.311 ± 5.256	29.178 ± 3.845
Valsalva 膀胱颈前唇(kpa)	44.444 ± 10.246	53.178 ± 7.303
Valsalva 膀胱颈后唇(kpa)	38.222 ± 9.093	46.800 ± 6.907

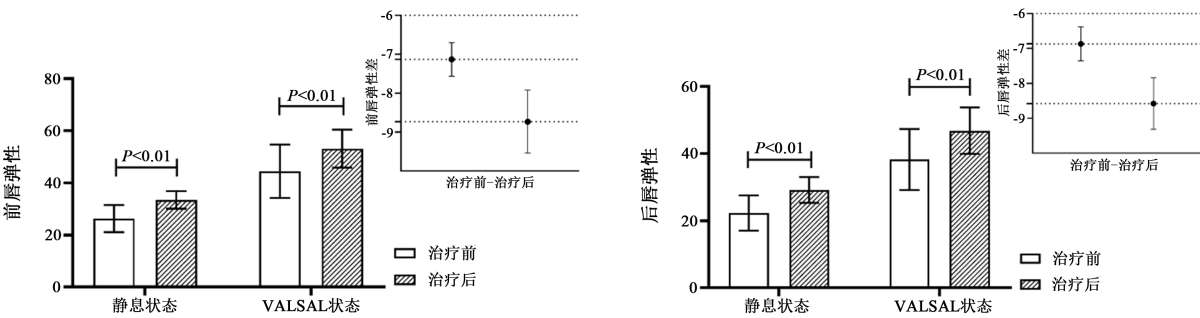


Figure 1. Comparison of Young's modulus values of PSUI anterior and posterior lips before and after treatment
图 1. 治疗前后 PSUI 前唇、后唇杨氏模量值对比

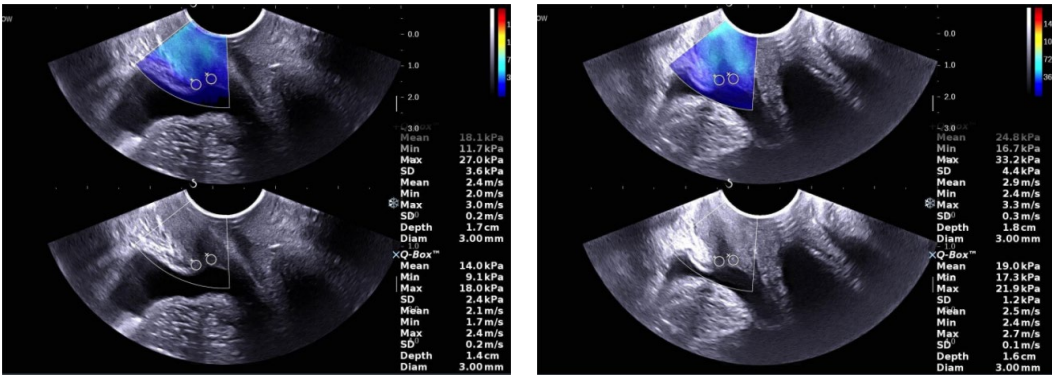


Figure 2. Resting state of bladder neck anterior and posterior lip elasticity before and after treatment in patients
图 2. 患者治疗前后静息状态下膀胱颈前后唇弹性

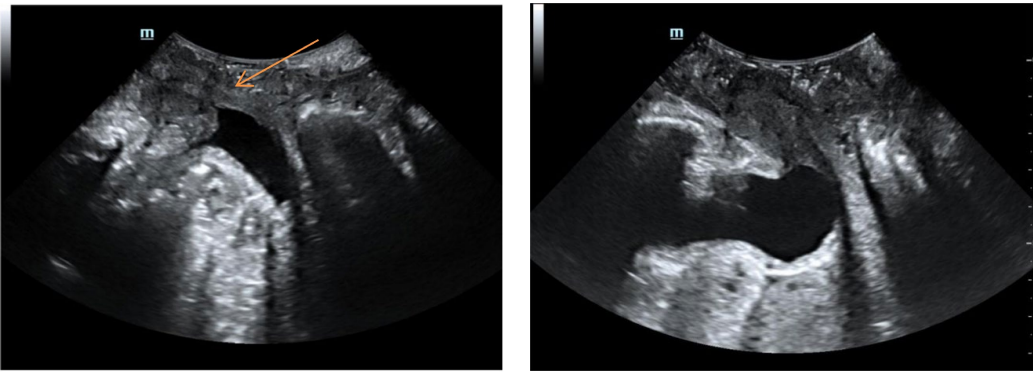


Figure 3. After treatment, BND decreased in Valsalva state, no bladder protrusion was observed, and the funnel at the urethral opening disappeared. The yellow arrow indicates the formation of the urethral meatus funnel
图 3. 患者治疗后 Valsalva 状态下 BND 减小，膀胱未见膨出，尿道内口漏斗消失。黄色箭头所指处为尿道内口漏斗形成

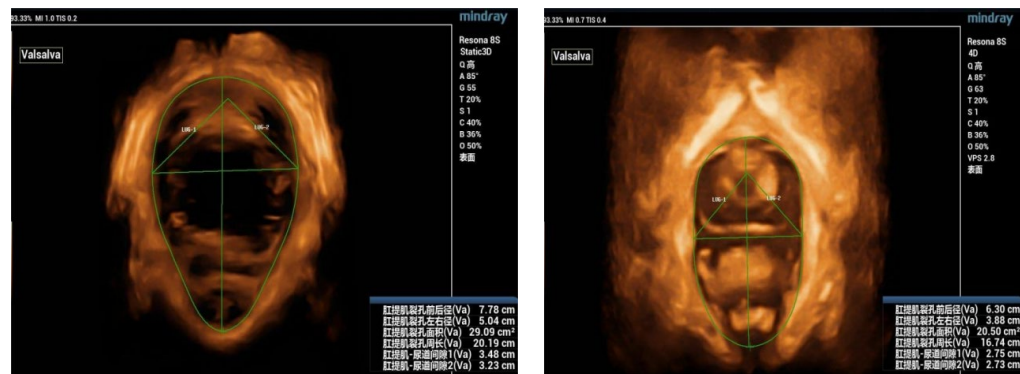


Figure 4. Reduction of LHA in Valsalva state after treatment
图 4. 患者治疗后 Valsalva 状态 LHA 缩小

4. 讨论

作为一种发病率较高的盆底功能障碍性疾病，PSUI 主要发生机制为：妊娠期由于子宫的大小逐渐增大，在重力的作用下，会对盆底肌造成长期的牵拉、压迫，形成一定的损伤。妊娠期间由于体内激素水平波动，造成盆底组织的代谢变化，从而造成了盆底肌肉的松弛，使支撑力度下降。经阴道自然分娩过程中，胎儿对盆腔底部肌群产生持续扩张性机械刺激，造成泌尿生殖道器官脱垂或盆底肌肉及筋膜受损导致膀胱控尿功能下降引起[8][9]。由于多种因素引起产后尿道支持结构损伤、缺陷及功能障碍，在腹腔压力增高时而出现不自主的漏尿[10][11]，严重影响身心健康，故早发现早治疗，是改善产妇预后的关键。

现阶段，临床治疗产后盆底功能障碍性疾病行之有效的方式是生物反馈电刺激和磁刺激联合疗法。盆底磁刺激是利用高强时变脉冲磁场作用于盆底，使盆底深部神经产生电生理效应，诱导其引发膜电位去极化产生动作电位，产生的感应电流沿轴突传递到活化终端的运动神经纤维和运动终板，通过反复刺激盆底肌肉、骶神经和阴部神经，从而强化盆底肌群，从而改善盆底功能障碍性疾病[12]。盆底电刺激通过放置于阴道内或皮肤上的电极模拟神经电活动，释放不同频率的脉冲电流，这种电流刺激可唤醒、激活包括尿道括约肌在内的盆底肌，加快产后阴道及盆底肌张力和弹性的恢复。盆底生物反馈是通过指导患者进行盆底肌肉训练，从而增强盆底肌肉收缩力量、促进盆底肌群协调性恢复[13]；因其操作简便，安全性高，患者依从性好，疗效得到了临床的广泛认可[14]。

本研究对进行生物反馈磁电联合治疗的初产妇治疗前后进行超声检查，旨在探讨 SWE 联合灰阶超声技术对产后早期康复治疗疗效的评估价值。本研究结果显示，干预后，PSUI 患者 ICIQ-SF 评分、Oxford 肌力评分、盆底肌肌电活值力和最大峰值均优于治疗前，二维灰阶超声膀胱颈厚度无显著性差异，但治疗后膀胱颈前后唇杨氏模量值均显著高于治疗前。

以往对 PSUI 疗效进行评估的常见检查包括盆底肌力测试、尿流动力学检查、膀胱尿道 X 线造影、MRI、POP-Q 评分等，这些检查有操作复杂，费用高，辐射电离，造影剂过敏，易受环境或心理因素影响等缺点[15]。目前女性盆底功能评估中经会阴盆底超声检查的使用率较高，其能够准确展现静息状态及 Valsalva 状态下盆底组织器官的运动情况，实时显示出盆底组织脏器结构和功能的改变，Okeahialam [16]通过对 40 名女性进行了经会阴超声及磁共振成像的盆底检查，并对其进行了对比研究，结果分析表明超声与磁共振成像在盆底结构与功能评估方面，二者成像结果统一性较高，临床应用价值高，且盆底超声兼具检查操作方便快捷，费用较低，患者接受程度高等优点，在女性盆底功能障碍的诊断中具有独特优势[17]。

肌肉弹性可反映其收缩功能[18]。肌肉弹性顺应性会因其发生病理性改变而变化，而测量这种弹性的变化对疾病诊断具有重要价值[19]。然而，磁共振和灰阶超声无法直接定量评估肌肉弹性。SWE 技术可

定量评估肌肉生物学特性,组织硬度越大,则弹性模量值越高。近年来,通过 SWE 技术来反映组织硬度的弹性成像技术已广泛应用于肝脏、前列腺、骨骼肌等器官组织中用于定量评估肌力情况[20][21]。最近一项关于 SUI 盆底肌弹性超声的研究发现,随着受检者尿道活动度的加大,其膀胱颈的弹性会降低,提示 SWE 技术在诊断 SUI 中具有一定的应用价值[22][23]。在对盆底肌肉功能评价的相关研究中表明该测量技术便捷且重复性好,为盆底功能障碍性疾病的诊断提供了一种新的可靠的检测手段[24][25]。剪切弹性模量是生物软组织中广泛存在的一种物理参数,在生物软组织结构发生生理和病理变化时高度敏感,可作为临床诊断的重要依据。以 PSUI 患者为研究对象,测量与分析受试膀胱颈在静息与 Valsalva 状态下的剪切波速度,以评估其剪切弹性模量,并探讨其在 PSUI 临床诊疗中的应用价值。

本研究应用 SWE 和盆底超声检查技术对产妇的盆底进行观察,结果显示,PSUI 患者的膀胱颈前唇和后唇的厚度基本一致,而 PSUI 患者的杨氏模量比治疗前增加,BND、BSD、PUA、URA、LHA 与治疗前相比减小,尿道内口漏斗形成率显著减低,各项参数均有所改善,提示盆底肌超声检查对评价 PSUI 的疗效具有一定的价值。陆敏姣[26]等通过对 PSUI 患者的研究显示,盆底超声可清晰观察 PSUI 患者盆底肌生理结构变化,对 PSUI 的诊治及判断其转归具有重要意义,本研究结论与之相符。

综上所述,磁电联合治疗能有效提升盆底肌肌力,提高控尿能力,缓解临床症状,提高生活质量。SWE 联合盆底超声是一种无创、可重复性高的检查方法,可用于评价 PSUI 患者经过磁电联合治疗后盆底结构和膀胱颈的弹性变化,为临床上开展磁电联合疗法的疗效评价奠定基础。然而,这项研究的局限性在于所包含的样本量有限,未来还需要进一步探索。

声 明

上述病例报道均已获得病人知情同意。

参考文献

- [1] 黄睿, 杨丹. 针灸治疗压力性尿失禁的用穴规律分析[J]. 中国中医急症, 2020, 29(9): 1543-1545+1557.
- [2] Zwolsman, S., Kastelein, A., Daams, J., Roovers, J. and Opmeer, B.C. (2019) Heterogeneity of Cost Estimates in Health Economic Evaluation Research. a Systematic Review of Stress Urinary Incontinence Studies. *International Urogynecology Journal*, **30**, 1045-1059. <https://doi.org/10.1007/s00192-018-3814-0>
- [3] Mendes, A., Hoga, L., Gonçalves, B., Silva, P. and Pereira, P. (2017) Adult Women's Experiences of Urinary Incontinence: A Systematic Review of Qualitative Evidence. *JBIR Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, **15**, 1350-1408. <https://doi.org/10.11124/jbisrir-2017-003389>
- [4] 李丹丹, 乔阳, 张沛. 盆底超声量化膀胱颈移动度与尿道倾斜度对女性压力性尿失禁的诊断价值分析[J]. 四川生理科学志, 2022, 44(10): 1841-1843.
- [5] van Veelen, A., Schweitzer, K. and van der Vaart, H. (2014) Ultrasound Assessment of Urethral Support in Women with Stress Urinary Incontinence during and after First Pregnancy. *Obstetrics & Gynecology*, **124**, 249-256. <https://doi.org/10.1097/aog.0000000000000355>
- [6] van de Waarsburg, M.K., Withagen, M.I.J., Grob, A.T.M., Schweitzer, K.J., van Veelen, G.A. and van der Vaart, C.H. (2016) Mean Echogenicity and Area of Puborectalis Muscle in Women with Stress Urinary Incontinence during Pregnancy and after Delivery. *International Urogynecology Journal*, **27**, 1723-1728. <https://doi.org/10.1007/s00192-016-3030-8>
- [7] 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.
- [8] Moore, I.S., James, M.L., Brockwell, E., Perkins, J., Jones, A.L. and Donnelly, G.M. (2021) Multidisciplinary, Biopsychosocial Factors Contributing to Return to Running and Running Related Stress Urinary Incontinence in Postpartum Women. *British Journal of Sports Medicine*, **55**, 1286-1292. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104168>
- [9] Hill, A., McPhail, S.M., Wilson, J.M. and Berlach, R.G. (2017) Pregnant Women's Awareness, Knowledge and Beliefs about Pelvic Floor Muscles: A Cross-Sectional Survey. *International Urogynecology Journal*, **28**, 1557-1565. <https://doi.org/10.1007/s00192-017-3309-4>

- [10] Brennen, R., Frawley, H.C., Martin, J. and Haines, T.P. (2021) Corrigendum to ‘Group-Based Pelvic Floor Muscle Training for All Women during Pregnancy Is More Cost-Effective than Postnatal Training for Women with Urinary Incontinence: Cost-Effectiveness Analysis of a Systematic Review. *Journal of Physiotherapy*, **67**, 161. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2021.06.013>
- [11] 谢颖, 郭德全, 黄志平. 盆底超声测量前腔室结构参数对初产妇产后压力性尿失禁的诊断价值[J]. 中国医学创新, 2023, 20(2): 100-103.
- [12] 邹凡, 蔺俊斌, 李颖, 等. 盆底磁刺激治疗女性尿失禁的系统评价与 Meta 分析[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(8): 966-970.
- [13] Starr, J.A., Drobnis, E.Z. and Cornelius, C. (2016) Pelvic Floor Biofeedback via a Smart Phone App for Treatment of Stress Urinary Incontinence. *Urologic Nursing*, **36**, 88-91. <https://doi.org/10.7257/1053-816x.2016.36.2.88>
- [14] Qi, X., Shan, J., Peng, L., Zhang, C. and Xu, F. (2019) The Effect of a Comprehensive Care and Rehabilitation Program on Enhancing Pelvic Floor Muscle Functions and Preventing Postpartum Stress Urinary Incontinence. *Medicine*, **98**, e16907. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000016907>
- [15] 李敏, 王飏, 刘潇, 等. 盆底 MRI 在女性压力性尿失禁诊疗中的应用价值[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(4): 345-349.
- [16] Okeahialam, N.A., Taithongchai, A., Sultan, A.H. and Thakar, R. (2021) Transperineal and Endovaginal Ultrasound for Evaluating Suburethral Masses: Comparison with Magnetic Resonance Imaging. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, **57**, 999-1005. <https://doi.org/10.1002/uog.23123>
- [17] 李宁, 阚艳敏, 李晓松, 等. 基于判别分析的产后早期压力性尿失禁超声诊断模型的建立[J]. 临床超声医学杂志, 2020, 22(8): 585-589.
- [18] Tang, J., Zhong, C., Wen, W., Wu, R., Liu, Y. and Du, L. (2020) Quantifying Levator Ani Muscle Elasticity under Normal and Prolapse Conditions by Shear Wave Elastography. *Journal of Ultrasound in Medicine*, **39**, 1379-1388. <https://doi.org/10.1002/jum.15232>
- [19] Tanter, M., Bercoff, J., Athanasiou, A., Deffieux, T., Gennisson, J., Montaldo, G., *et al.* (2008) Quantitative Assessment of Breast Lesion Viscoelasticity: Initial Clinical Results Using Supersonic Shear Imaging. *Ultrasound in Medicine & Biology*, **34**, 1373-1386. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2008.02.002>
- [20] Eby, S.F., Song, P., Chen, S., Chen, Q., Greenleaf, J.F. and An, K. (2013) Validation of Shear Wave Elastography in Skeletal Muscle. *Journal of Biomechanics*, **46**, 2381-2387. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2013.07.033>
- [21] Procopet, B., Berzigotti, A., Abalde, J.G., Turon, F., Hernandez-Gea, V., García-Pagán, J.C., *et al.* (2015) Real-Time Shear-Wave Elastography: Applicability, Reliability and Accuracy for Clinically Significant Portal Hypertension. *Journal of Hepatology*, **62**, 1068-1075. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2014.12.007>
- [22] Qu, Y., Sun, H., Chen, J., Bai, J., Liu, Y. and You, Y. (2021) Systematic Review and Meta-Analysis: Gray-Scale Ultrasound and Shear Wave Elastography in the Diagnosis of Primipara Pregnancy and Delivery. *Annals of Palliative Medicine*, **10**, 11664-11677. <https://doi.org/10.21037/apm-21-2672>
- [23] 张利敏, 杨宗利, 卢洪涛, 等. 二维超声联合剪切波弹性成像评估压力性尿失禁患者会阴体特性[J]. 中华超声影像学杂志, 2021, 30(4): 306-311.
- [24] Gachon, B., Nordez, A., Pierre, F., Fradet, L., Fritel, X. and Desseauve, D. (2018) *In Vivo* Assessment of the Levator Ani Muscles Using Shear Wave Elastography: A Feasibility Study in Women. *International Urogynecology Journal*, **30**, 1179-1186. <https://doi.org/10.1007/s00192-018-3693-4>
- [25] 王瑾, 王慧芳, 陈华, 等. 实时剪切波弹性成像测量女性耻骨直肠肌杨氏模量值[J]. 中国医学影像技术, 2015, 31(4): 586-589.
- [26] 陆敏姣, 姬亚敏, 董爱春, 等. 盆底超声用于产后压力性尿失禁患者康复疗效评价的临床价值[J]. 中国基层医药, 2020, 27(20): 2458-2462.