·临床研究·

磁共振联合盆底超声在压力性尿失禁评估中的应用

孙中渝，单华英

【摘要】**目的**　探讨磁共振成像（MRI）技术联合盆底超声在女性压力性尿失禁（SUI）评估中的应用价值。**方法**　选取 2023 年 1 月至 2024 年 12 月湖州市妇幼保健院收治的 SUI 患者 88 例，纳入 SUI 组；另选同期来本院健康体检女性 60 例，纳入非 SUI 组。所有研究对象均接受 MRI、盆底超声检查，比较两组动态 MRI、盆底超声检查主要参数[逼尿肌厚度（DT）、膀胱颈移动度（BND）、尿道倾斜角（UTA）、尿道旋转角（URA）、膀胱尿道后角（PUA）及膀胱颈至耻骨尾骨线距离（B-PCL）、宫颈至耻骨尾骨线距离（U-PCL）、尿道前倾角（AUA）、直肠阴道角（RVA）、功能尿道长度（FUL）]的差异，基于主要参数构建列线图模型，并采用受试者工作特征（ROC）曲线评估该模型对 SUI 的预测价值。**结果**　相较于非 SUI 组，SUI 组年龄、BMI、BND、UTA、URA、PUA、B-PCL 及 RVA 均较高，FUL 较低（均 $P < 0.05$）。多因素分析显示，BND、UTA、URA、PUA、RVA、B-PCL 及 FUL 均为 SUI 发生的影响因素（均 $P < 0.05$）。基于上述参数构建的列线图模型对 SUI 有较高的评估价值（*AUC*=0.989）。**结论**　MRI 联合盆底超声检查能较好地反映盆腔结构变化，为 SUI 的早期诊断提供客观依据。联合各参数构建的可视化评估模型，可用于 SUI 的评估与筛查。

【关键词】 压力性尿失禁；盆底超声；磁共振成像；评估
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.11.006
【中图分类号】 R695　【文献标志码】 A　【文章编号】 1671-0800(2025)11-1121-05

压力性尿失禁（stress urinary incontinence，SUI）是由盆底肌群及筋膜结构损伤松弛、膀胱-尿道解剖位移伴尿道阻力降低共同诱发的排尿控制异常性疾病。据相关数据显示，中国成年女性 SUI 发生率约为 18.9%，50 ～ 59 岁年龄段高达 28.0%，而实际就诊率却不足 10.0%[1]。SUI 若不及时治疗，可发展为永久性尿失禁。盆底超声检查是诊断盆底功能障碍性疾病的首选影像学方法，对盆底支持结构损伤、功能缺失的诊断与疗效评估具有重要作用；但盆底超声检查 SUI 时因难以捕捉即时腹压变化下的尿道活动状态而影响最终评估结果[2]。车英玉等[3]研究发现，磁共振成像（magnetic resonance imaging，MRI）检查凭借高分辨率成像和动态评估能力，可无创精准显示盆底解剖结构及尿道动态变化，为 SUI 的诊断评估提供全面影像依据。马春燕等[4]研究显示，盆底超声联合 MRI 诊断 SUI 的效能明显高于单独检测。本研究探讨 MRI、盆底超声检查相关参数对 SUI 的评估价值，现报道如下。

基金项目： 湖州市科学技术公益性应用研究项目（2022GYB31）
作者单位： 313000 浙江省湖州，湖州市妇幼保健院
通信作者： 孙中渝，Email：sunzhongyu2025@sina.com

1　资料与方法

1.1　一般资料　选取 2023 年 1 月至 2024 年 12 月湖州市妇幼保健院收治的 88 例 SUI 患者，纳入 SUI 组。纳入标准：（1）符合 SUI 的诊断标准[5]，经尿动力学或尿垫试验确诊；（2）年龄≥18 岁，有分娩史，且首次妊娠为顺产；（3）认知表达、视听读写能力正常；（4）临床资料或体检资料保存完整。排除标准：（1）合并重要脏器功能不全；（2）盆腔占位性病变或泌尿系统感染；（3）引产或既往有盆腔手术史；（4）伴子宫肌瘤、盆腔脏器脱垂、恶性肿瘤及精神疾病等；（5）伴有低顺应性膀胱、膀胱过度活动症、神经源性膀胱及急迫性尿失禁；（6）接受过盆底相关治疗。另选同期在本院体检的 60 例健康女性，纳入非 SUI 组。本研究获得湖州市妇幼保健院医学伦理委员会批准（2022-R-018），所有研究对象均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

1.2　方法

1.2.1　检查方法　受试者在盆底超声、MRI 检查前 1 h 排空直肠、膀胱内容物（尿液残留＜ 50 ml），于检查前 30 min 饮用 200 ～ 300 ml 清水，确保膀胱适度充盈。检查时患者取膀胱截石位，髋关节保持屈曲、外展。

（1）盆底超声检查：使用 GE Voluson E8 彩色多普勒超声诊断仪（上海聚慕医疗器械有限公司，国械注进 20152061495），凸阵探头与容积探头频率分别为 5.0 ～ 9.0 MHz、4.0 ～ 8.0 MHz。常规消毒外阴，探头套入一次性无菌隔离套，表层涂抹适量耦合剂，将探头置于会阴部，检查时指示灯朝向受检者腹侧。采用双幅对比、容积渲染及断层超声成像模式同步获取 2D 与 4D 影像数据，并采集静息、缩肛及最大 Valsalva 状态（动作维持时间≥6 s）下的盆底超声参数。以耻骨联合下缘水平线为参考基准，依次测量以下参数：逼尿肌厚度（detrusor thickness，DT），即膀胱适度充盈（如 150 ～ 200 ml）状态下，于近膀胱中线处测量膀胱内缘至外缘的间距；膀胱颈移动度（bladder neck mobility，BND），即膀胱颈与参考线在静息状态、最大 Valsalva 动作时的垂直距离差值；尿道倾斜角（urethral inclination angle，UTA），指上段尿道轴与人体纵轴线形成的夹角；尿道旋转角（urethral rotation angle，URA），通过静息状态与最大 Valsalva 动作时 UTA 的差值表征膀胱颈活动度；膀胱尿道后角（posterior vesicourethral angle，PUA），即膀胱后壁与近端尿道间夹角的形态学参数。

（2）MRI 检查：应用 Philips Ingenia 3.0 T MRI 扫描设备、32 通道相控阵体线圈进行 MRI 检查。动态检查时嘱受检者重复 2 ～ 3 次 Valsalva 动作（即“缩肛-放松-力排”）。静息 MRI 成像应用 T_2WI TSE 序列完成，设置矩阵 320×256，层间距 0.4 mm，层厚 30 mm，视野（FOV）280 mm×280 mm，重复时间（TR）4 000 ms，回波时间（TE）10 ms，激励次数 2 次，选取横断面、冠状面、矢状面 3 个不同平面进行成像；应用 SSTSE 序列进行力排期成像，矩阵 260×251，层间距 0.5 mm，层厚 5.0 mm，FOV 280 mm×280 mm，TR 4 177 ms，TE 5.5 ms，激励次数 2 次，选取横断面、冠状面、矢状面 3 个不同平面进行成像；应用 B-FFE 序列进行动态 MRI 成像，矩阵 200×199，层间距 0.6 mm，层厚 6.0 mm，FOV 300 mm×300 mm，TR 5.3 ms，TE 2.6 ms，激励次数 1 次，平面成像选择矢状面。核心参数包括：膀胱颈至耻骨尾骨线距离（B-PCL），定义为膀胱颈最低点与耻骨尾骨线（PCL）的垂直间距，用于量化膀胱颈的空间定位；宫颈至耻骨尾骨线距离（U-PCL），表征宫颈位置，通过测量宫颈最低点至 PCL 的垂直距离实现；尿道前倾角（anterior vesicourethral angle，AUA），以尿道长轴与人体冠状面纵轴的夹角为测量依据，反映尿道轴向偏移程度；直肠阴道角（rectovaginal angle，RVA），指直肠前壁与阴道后壁之间形成的夹角，反映直肠与阴道的空间位置关系；功能尿道长度（functional urethral length，FUL），通过膀胱颈最低点沿尿道长轴至黏膜信号交界处的线性距离测定，反映尿道功能状态。

图像分析及数据测量均由 2 名高年资超声医师、放射科医师（盆腔影像学评估经验≥5 年）完成测量 3 次取平均值，最终数据为 2 名医师测量结果的平均值。

1.2.2　资料收集　通过医院电子病历系统，采取双人核对录入法，收集研究对象临床资料。包括年龄、体质量指数（body mass index，BMI）、文化程度（初中及以下、高中及以上）、绝经、便秘史、顺产次数、首次妊娠新生儿体质量、骨盆位置（正常、前倾、后倾）、憋尿习惯、基础疾病（糖尿病、高血压、高脂血症）、红细胞计数（red blood cell，RBC）、白细胞计数（white blood cell，WBC）、血小板计数（blood platelet，PLT）及血红蛋白（hemoglobin，Hb）。

1.3　统计方法　数据用 SPSS 25.0 统计软件进行分析，正态分布计量资料以均数±标准差表示，组间比较采用 t 检验；计数资料以例数和频数表示，组间比较采用 χ^2 检验；影响因素分析采用 Logistic 回归分析。用 R 软件和 rms 程序包制作列线图，绘制校正曲线和受试者工作特征曲线（receiver operating characteristic curve，ROC），并计算曲线下面积（area under curve，*AUC*）。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　两组基线资料比较　SUI 组年龄、BMI 均高于非 SUI 组（$P < 0.05$），其他资料差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），见表 1。

2.2　两组盆底超声参数比较　SUI 组 BND、UTA、URA、PUA 均高于非 SUI 组（均 $P < 0.05$），两组 DT 差异无统计学意义（$P > 0.05$），见表 2。

2.3　两组动态 MRI 参数比较　SUI 组 RVA、B-PCL 高于非 SUI 组，FUL 低于非 SUI 组（均 $P < 0.05$），见表 3。

2.4　盆底超声、MRI 主要参数对发生 SUI 的多因素

分析　以 SUI 发生情况（1=发生，0=未发生）作为因变量，将 BND、UTA、URA、PUA、RVA、B-PCL 及 FUL 作为自变量，进行 Logistic 回归模型分析。结果显示，BND、UTA、URA、PUA、RVA、B-PCL 及 FUL 均为 SUI 发生的影响因素（均 $P < 0.05$），见表 4。

2.5　MRI 联合盆底超声各参数评估 SUI 的列线图模型　基于 BND、UTA、URA、PUA、RVA、B-PCL 及 FUL 建立 SUI 诊断列线图模型，见图 1。该模型预测 SUI 的 *AUC* 为 0.989，见图 2。Bootstrap 法对模型进行内部验证，结果校正曲线趋于理想曲线，区分度良好，见图 3。

3　讨论

尿失禁主要分为 SUI、急迫性尿失禁、充溢性尿失禁及混合性尿失禁，23%～45%的女性群体伴有不同程度的尿失禁，其中 SUI 占 40%～60%[6]。研究显示，中国妇女尿失禁总体发生率约 30.6%，20%～30%的妊娠期女性及 40%的绝经期女性会发生不

表 1　SUI 组与非 SUI 组基线资料比较

项目		SUI 组（*n*=88）	非 SUI 组（*n*=60）	χ^2（*t*）值	*P* 值
年龄（岁）		58.0±4.3	54.1±5.4	（4.52）	＜0.05
BMI（kg/m^2）		28.63±2.54	25.54±2.42	（7.41）	＜0.05
文化程度[例（%）]	初中及以下	41（46.59）	21（35.00）	1.97	＞0.05
	高中及以上	47（53.41）	39（65.00）		
绝经[例（%）]	是	52（59.09）	26（43.33）	3.55	＞0.05
	否	36（40.91）	34（56.67）		
便秘史[例（%）]	有	49（55.68）	25（41.67）	2.80	＞0.05
	无	39（44.32）	35（58.33）		
顺产次数（次）		2.47±1.11	2.21±1.07	（1.42）	＞0.05
首次妊娠新生儿体质量（g）		3 247.58±352.32	3 142.47±327.24	（1.83）	＞0.05
骨盆位置[例（%）]	正常	50（56.82）	43（71.67）	3.57	＞0.05
	前倾	22（25.00）	11（18.33）		
	后倾	16（18.18）	6（10.00）		
憋尿习惯[例（%）]	有	55（62.50）	29（48.33）	2.92	＞0.05
	无	33（37.50）	31（51.67）		
高血压[例（%）]		39（44.32）	27（45.00）	0.01	＞0.05
糖尿病[例（%）]		31（35.23）	25（41.67）	0.62	＞0.05
高脂血症[例（%）]		36（40.91）	22（36.67）	0.27	＞0.05
RBC（×10^9/L）		4.75±0.43	4.62±0.39	（1.87）	＞0.05
WBC（×10^9/L）		8.98±1.35	8.56±1.45	（1.80）	＞0.05
PLT（×10^9/L）		211.57±18.63	212.73±19.42	（0.37）	＞0.05
Hb（g/L）		137.82±12.24	138.42±11.68	（0.30）	＞0.05

注：SUI 为压力性尿失禁，BMI 为体质量指数，RBC 为红细胞计数，WBC 为白细胞计数，PLT 为血小板计数，Hb 为血红蛋白

表 2　SUI 组与非 SUI 组盆底超声参数比较

组别	DT（mm）	BND（mm）	UTA（°）	URA（°）	PUA（°）
SUI 组（*n*=88）	3.54±0.92	31.35±5.06	54.25±9.97	147.78±17.51	142.25±16.47
非 SUI 组（*n*=60）	3.32±0.72	27.54±5.44	37.62±15.23	132.82±19.21	125.54±22.19
t 值	1.55	4.36	7.44	4.91	5.26
P 值	＞0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05	＜0.05

注：SUI 为压力性尿失禁，DT 为逼尿肌厚度，BND 为膀胱颈移动度，UTA 为尿道倾斜角，URA 为尿道旋转角，PUA 为膀胱尿道后角

表 3　SUI 组与非 SUI 组动态 MRI 参数比较

组别	B-PCL（mm）	U-PCL（mm）	AUA（°）	RVA（°）	FUL（mm）
SUI 组（*n*=88）	7.12±3.48	6.05±3.67	54.65±19.67	179.42±25.94	19.54±3.43
非 SUI 组（*n*=60）	3.00±1.20	4.98±2.96	50.57±15.24	146.66±14.68	23.73±3.84
t 值	10.25	1.95	1.42	9.77	6.95
P 值	＜0.05	＞0.05	＞0.05	＜0.05	＜0.05

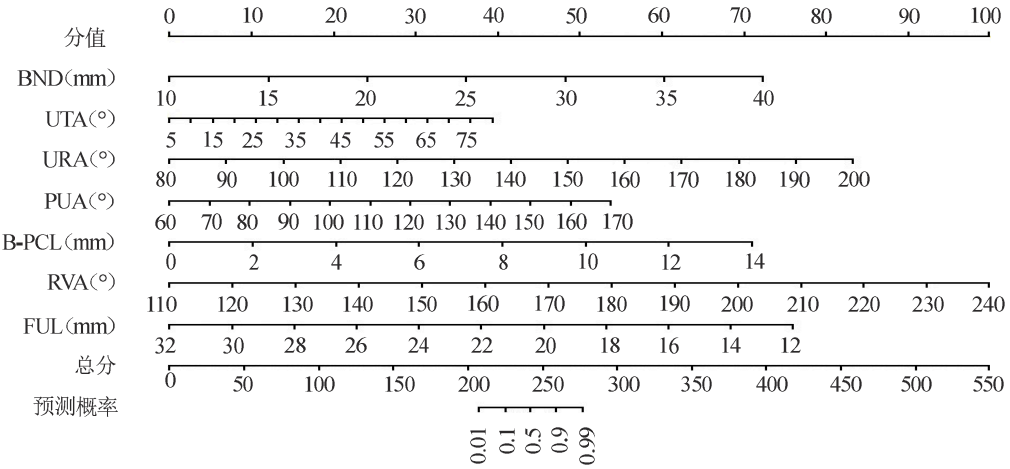
注：SUI 为压力性尿失禁，B-PCL 为膀胱颈至耻骨尾骨线距离，U-PCL 为宫颈至耻骨尾骨线距离，AUA 为尿道前倾角，RVA 为直肠阴道角，FUL 为功能尿道长度

Modern Practical Medicine, November 2025, Vol.37, No.11

表 4　盆底超声、MRI 主要参数评估 SUI 的多因素分析

项目	*B* 值	*SE* 值	*Wald* 值	*P* 值	*OR* 值	95%*CI*
BND	0.316	0.112	7.944	＜0.05	1.371	1.101 ～ 1.708
UTA	0.069	0.034	4.129	＜0.05	1.071	1.002 ～ 1.144
URA	0.091	0.031	8.838	＜0.05	1.095	1.031 ～ 1.163
PUA	0.064	0.026	6.132	＜0.05	1.066	1.013 ～ 1.122
B-PCL	0.664	0.221	9.015	＜0.05	1.942	1.259 ～ 2.995
RVA	0.101	0.033	9.257	＜0.05	1.106	1.036 ～ 1.180
FUL	−0.497	0.146	11.558	＜0.05	0.608	0.456 ～ 0.810
常量	−41.556	11.197	13.774	＜0.05	—	—

注：SUI 为压力性尿失禁，BND 为膀胱颈移动度，UTA 为尿道倾斜角，URA 为尿道旋转角，PUA 为膀胱尿道后角，B-PCL 为膀胱颈至耻骨尾骨线距离，RVA 为直肠阴道角，FUL 为功能尿道长度



注：SUI 为压力性尿失禁，BND 为膀胱颈移动度，UTA 为尿道倾斜角，URA 为尿道旋转角，PUA 为膀胱尿道后角，B-PCL 为膀胱颈至耻骨尾骨线距离，RVA 为直肠阴道角，FUL 为功能尿道长度

图 1　MRI 联合盆底超声各参数评估 SUI 的列线图模型

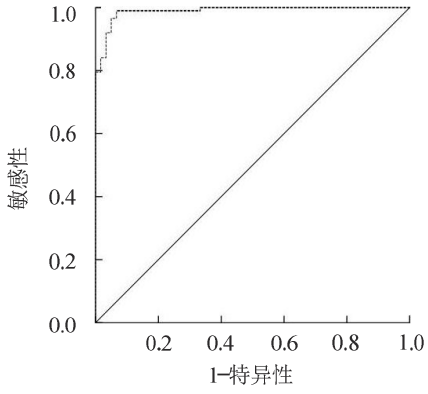


图 2　列线图模型的受试者工作特征（ROC）曲线

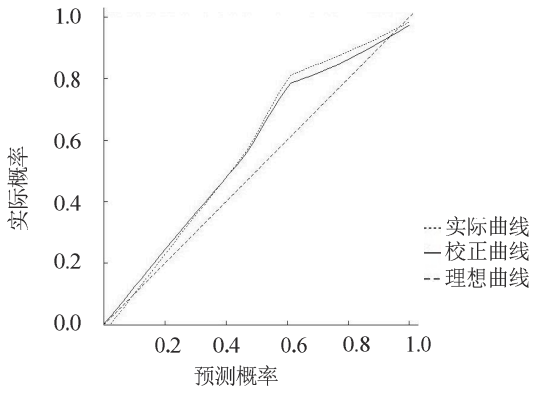


图 3　列线图模型的内部校正曲线

同程度的尿失禁等排尿问题[7-8]。超声及 MRI 技术因其非侵入性优势逐步成为尿失禁主流检查手段，可多维度显示尿道-膀胱解剖结构、空间位移及其与耻骨联合的毗邻关系。

本研究结果显示，SUI 组 BND、UTA、URA、PUA、RVA、B-PCL 均高于非 SUI 组，FUL 低于非 SUI 组。Logistic 回归分析显示，上述参数改变均与 SUI 发生存在关联。这表明 SUI 患者在盆底超声和动态 MRI 检查中，呈现出盆底组织结构变化及尿道支持结构异常。深入分析认为，盆底结构完整性受损可导致膀胱低位移位，削弱其支撑效能。在腹压作用下，膀胱颈与尿道闭合机制异常引发漏尿[9]。黄雪等[10]研究证实，尿道解剖位置异常可导致其活动度增大，出现膀胱颈低位位移、尿道旋转角扩大及功能尿道长度缩短，这会阻断腹压向尿道的正常传导，当尿道内压低于膀胱内压时，即触发漏尿现象。BND

作为评估膀胱-尿道连接部活动度的参数，其生理范围内移动对维持控尿功能具有关键作用，当BND超出生理阈值时，将引发腹压传导紊乱及尿道控尿能力减退，最终形成尿失禁病理过程[11]。此外，肛提肌功能障碍可加剧腹压对盆底的牵拉，表现为PUA与URA的异常升高[12]。RVA异常则与腹壁松弛导致的膀胱颈低位化有关，膀胱颈过度下移会引起膀胱尿道后角结构改变、尿道轴向旋转及长度缩短，削弱尿道抗压能力[13]。

本研究基于BND、UTA、URA、PUA、RVA、B-PCL及FUL建立SUI诊断列线图模型，经ROC分析显示：该模型对SUI有较好地评估价值，其内部校正曲线与理想曲线拟合良好，表明模型预测效能理想。MRI联合盆底超声评估SUI精确度高，且操作简便、患者接受度好，便于临床推广。

此外，本研究还发现，年龄、BMI也可能与SUI发生相关。年龄增长导致的雌激素减少、盆底松弛及尿道括约肌退行性变是SUI的关键诱因[14]。而肥胖会增加腹腔内压力，加重盆底负担，削弱尿道括约肌功能。刘坤等[15]研究指出，BMI≥30 kg/m^{2}的女性患SUI风险是体质量正常者的2～3倍。因此，对高龄、肥胖女性应重视定期体检，关注MRI与盆底超声参数，以早期评估SUI风险。

综上所述，MRI联合盆底超声能有效反映SUI患者的盆腔结构变化，联合参数构建的可视化模型可为SUI早期筛查提供客观依据。但本研究未进一步分析该模型在SUI不同分级中的评估价值，且非SUI组未经尿动力学等严格确认，可能存在偏倚。后续研究可深入探索SUI分级评估，并在纳入对照时通过尿动力学或尿垫试验进一步明确诊断，以提升研究的科学性。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　孙中渝：实验操作、论文撰写、数据整理、统计学分析；单华英：研究指导、论文修改、经费支持

参 考 文 献

[1] 程朗晴,袁晓奕.女性压力性尿失禁的研究进展及展望[J].临床外科杂志,2024,32(2):135-139.

[2] 张红彬,孟欣雨,田捧,等.经会阴盆底超声Trace描记法测量尿道漏斗深度用于评估女性压力性尿失禁[J].中国医学影像技术,2024,40(3):397-400.

[3] 车英玉,张静,赵志恒,等.盆底MRI检查在女性压力性尿失禁患者中的临床价值评估[J].临床泌尿外科杂志,2023,38(6):448-455.

[4] 马春燕,魏珊,符叶柳.盆底超声测量前腔室结构参数及静、动态MRI在初产妇产后压力性尿失禁诊断及防治中的应用观察[J].中国临床医学影像杂志,2022,33(3):210-215.

[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] 孙万卉,李爱阳,赵玉华,等.成年女性压力性尿失禁流行病学调查研究[J].中国全科医学,2012,15(20):2314-2316.

[7] 申吉泓,李玲.女性压力性尿失禁的解剖学发病机制探讨[J].现代泌尿外科杂志,2025,30(2):99-105.

[8] 宁敏琦,洪莉,何勇.女性压力性尿失禁的非手术治疗方法临床应用进展[J].山东医药,2024,64(26):107-110.

[9] 勉丽,卢占强,刘石琳,等.盆底超声测量前腔室结构参数在初产妇产后压力性尿失禁诊断及预防中的应用价值[J].中国医刊,2024,59(10):1105-1108.

[10] 黄雪,周京晶,李梦妮,等.盆底超声检查和Green分型诊断产妇产后早期盆底结构及压力性尿失禁[J].中国计划生育学杂志,2024,32(6):1444-1447.

[11] 相元举,张慧,栗浩然,等.经会阴盆底超声联合血清TIMP-1、MMP-1水平对女性压力性尿失禁的诊断价值[J].分子诊断与治疗杂志,2024,16(10):1845-1848,1853.

[12] 张茂春,张红薇,郭媛媛,等.经会阴盆底超声联合血清雌二醇对女性压力性尿失禁的诊断价值研究[J].现代生物医学进展,2023,23(16):3187-3190,3177.

[13] 苏洁,朱丽华,王春丽,等.女性压力性尿失禁诊断中三维盆底超声检查的应用价值[J].医学影像学杂志,2025,35(1):100-102,116.

[14] 张立芳,王静璇,黄亮,等.压力性尿失禁女性患者尿动力学的影响因素分析[J].中国医刊,2024,59(5):517-519.

[15] 刘坤,张红真,邓艳东,等.压力性尿失禁患者物理治疗效果及其早期相关因素[J].广东医学,2024,45(6):738-743.

收稿日期：2025-05-27

（本文编辑：孙海儿）