

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.03.040

尿动力学参数对良性前列腺增生合并下尿路症状患者膀胱出口梗阻的诊断价值

王文莉, 祖力皮卡尔·赛都拉, 曹慧艳, 李志坤

(新疆生产建设兵团医院 泌尿外科, 新疆 乌鲁木齐 832002)

【摘要】目的 探讨尿动力学参数对良性前列腺增生(benign prostatic hyperplasia, BPH)合并下尿路症状(lower urinary tract symptoms, LUTS)患者膀胱出口梗阻(bladder outlet obstruction, BOO)的诊断价值。**方法** 回顾性收集新疆生产建设兵团医院泌尿外科 2023 年 1 月至 2025 年 12 月收治的 150 例 BPH 合并 LUTS 患者的临床资料。依据临床综合评估结果,并结合术后随访反应确定 BOO 结局,将患者分为 BOO 组和非 BOO 组。比较两组尿动力学参数的差异。采用 Spearman 相关分析评价主要尿动力学指标与 BOO 结局的关系,并通过受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估各指标及其联用的诊断效能。**结果** 两组患者年龄、体重指数(body mass index, BMI)、病程、前列腺特异性抗原(prostate specific antigen, PSA)水平及前列腺体积比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。与非 BOO 组相比,BOO 组最大逼尿肌压力(maximum detrusor pressure, P_{detmax})和最大尿流率时逼尿肌压力(detrusor pressure at maximum flow, $P_{detQ_{max}}$)均较高(均 $P<0.05$),最大尿流率(maximum flow rate, Q_{max})较低($P<0.05$)。 $P_{detQ_{max}}$ 与 BOO 结局呈正相关($P<0.05$), Q_{max} 与 BOO 结局呈负相关($P<0.05$)。ROC 曲线分析显示, $P_{detQ_{max}}$ 的单项诊断效能较好;与 Q_{max} 联合后,BOO 诊断效能进一步提高。**结论** 尿动力学压力-流率参数可为 BPH 合并 LUTS 患者 BOO 的评估提供客观参考。 $P_{detQ_{max}}$ 具有较好的单项诊断价值,联合 Q_{max} 可提高诊断效能,有助于患者的临床分层和个体化治疗决策。

【关键词】 良性前列腺增生; 下尿路症状; 尿动力学; 膀胱出口梗阻; 压力-流率测定**【中图分类号】** R697**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 03-0214-05

The diagnostic value of urodynamic parameters for bladder outlet obstruction in patients with benign prostatic hyperplasia and lower urinary tract symptoms

WANG Wenli, ZULIPIKAR Sedulla, CAO Huiyan, LI Zhikun

(Department of Urology, Xinjiang Production and Construction Corps Hospital, Urumqi 832002, Xinjiang, China)

【Abstract】Objective To explore the diagnostic value of urodynamic parameters for bladder outlet obstruction (BOO) in patients with benign prostatic hyperplasia (BPH) combined with lower urinary tract symptoms (LUTS). **Methods** Clinical data were retrospectively collected from 150 patients with BPH-associated LUTS who were treated in the Department of Urology, Xinjiang Production and Construction Corps Hospital, from January 2023 to December 2025. Patients were assigned to the BOO or non-BOO group according to comprehensive clinical assessment, supplemented by postoperative follow-up findings. Urodynamic parameters were compared between the two groups. Spearman correlation analysis was used to assess the associations between key urodynamic variables and BOO status. Receiver operating characteristic (ROC) curves were constructed to evaluate the diagnostic performance of individual parameters and their combination. **Results** There were no significant differences in age, body mass index (BMI), disease duration, prostate specific antigen (PSA) level, or prostate volume between the two groups (all $P>0.05$). Compared with the non-BOO group, the BOO group showed higher maximum detrusor pressure (P_{detmax}) and detrusor pressure at maximum flow ($P_{detQ_{max}}$), together with a lower maximum urinary flow rate (Q_{max}) (all $P<0.05$). $P_{detQ_{max}}$ was positively correlated with BOO status ($P<0.05$), whereas Q_{max} was negatively correlated with BOO status ($P<0.05$). ROC analysis showed that $P_{detQ_{max}}$ had good diagnostic performance as a single parameter. Its diagnostic performance improved further when combined with Q_{max} . **Conclusion** Pressure-flow urodynamic

收稿日期: 2026-02-11。

基金项目: 新疆生产建设兵团医院 2025 年度院级科技计划项目 (2025013)。

作者简介: 王文莉, 大专, 主管技师, 主要从事尿动力学检查与临床研究。E-mail: a1807895218@qq.com。

通信作者: 李志坤, 本科, 主任医师, 主要从事前列腺疾病的临床诊疗与研究。E-mail: 532480775@qq.com。

parameters provide objective information for evaluating BOO in patients with BPH and LUTS. P_{detQ_max} has favorable individual diagnostic value, and its combination with Q_{max} may improve the diagnostic performance of BOO and support clinical stratification and individualized treatment decisions.

【Key words】 Benign prostatic hyperplasia; Lower urinary tract symptoms; Urodynamics; Bladder outlet obstruction; Pressure-flow study

良性前列腺增生 (benign prostatic hyperplasia, BPH) 是中老年男性常见的泌尿系统疾病。随着病情进展, 患者可出现不同程度的下尿路症状 (lower urinary tract symptoms, LUTS), 如尿频、尿急、排尿困难及夜尿增多等, 生活质量随之下降^[1]。膀胱出口梗阻 (bladder outlet obstruction, BOO) 作为 BPH 相关 LUTS 的重要病理生理基础之一, 其主观症状严重程度与客观梗阻程度并不完全一致, 仅依靠症状评分、前列腺体积或尿流率等常规指标, 难以准确判定 BOO 的真实存在及梗阻程度^[2]。尿动力学检查, 尤其是压力-流率测定 (pressure-flow study, PFS), 可通过分析逼尿肌收缩与尿道阻力之间的关联, 较为客观地反映排尿期功能状态。在 BOO 疾病评估中, 最大逼尿肌压力 (maximum detrusor pressure, P_{detmax})、最大尿流率时逼尿肌压力 (detrusor pressure at maximum flow, P_{detQ_max}) 及最大尿流率 (maximum flow rate, Q_{max}) 等尿动力学指标具有重要参考价值^[3]。但临床上对不同参数的应用和解读尚不完全一致, 其对 BOO 的具体诊断效能仍需进一步明确。基于此, 本研究通过收集 BPH 合并 LUTS 患者的尿动力学资料, 比较不同 BOO 结局的参数特征, 并评价单项指标及联用的诊断效能, 以期为临床鉴别 BOO 及制订个体化治疗方案提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究为回顾性研究设计, 连续纳入新疆生产建设兵团医院泌尿外科 2023 年 1 月至 2025 年 12 月收治的 BPH 合并 LUTS 患者。研究期间共收治 312 例 BPH 合并 LUTS 患者, 经纳入与排除标准筛选后, 最终纳入 150 例进行分析。其中, 86 例因不符合纳入标准被排除 [国际前列腺症状评分 (International Prostate Symptom Score, IPSS) < 8 分 52 例、未完成标准化尿动力学检查 21 例、资料不完整 13 例], 76 例因符合排除标准被排除 (合并前列腺癌或膀胱/尿道肿瘤 8 例、既往接受前列腺或下尿路相关手术 23 例、合并神经源性膀胱 19 例、急性泌尿系感染 15 例、检查

过程中配合不良 11 例)。

纳入标准: ① 符合《良性前列腺增生诊疗指南》^[4] 中 BPH 的临床诊断标准; ② 合并不同程度的 LUTS, IPSS ≥ 8 分; ③ 完成标准化尿动力学检查并获得完整、可分析的数据。排除标准: ① 合并前列腺癌、膀胱肿瘤或尿道狭窄等可能影响排尿动力学的疾病; ② 既往接受过前列腺或下尿路相关手术治疗; ③ 合并神经源性膀胱、严重心脑血管疾病或急性泌尿系感染; ④ 血清前列腺特异性抗原 (prostate specific antigen, PSA) < 4.0 ng/ml, 或经前列腺穿刺/影像学检查排除前列腺癌; ⑤ 资料不完整或检查过程中配合度不高。本研究方案经新疆生产建设兵团医院医学伦理委员会审批通过 (批件号: 202512501)。所有患者资料均采用匿名化处理, 豁免知情同意。

1.2 尿动力学检查

尿动力学检测采用多通道尿动力学检查系统, 检测项目包括: 尿流率测定、导管法测定残余尿量、充盈期膀胱测压、排尿期 PFS。记录尿动力学指标: Q_{max} 、平均尿流率、排尿量、残余尿量、最大膀胱容量、残余分数 (残余尿量/最大膀胱容量)、 P_{detmax} 、 P_{detQ_max} 、排尿起始相关压力指标、最小尿道开放压 (minimal urethral opening pressure, P_{muo}) 及压力-流率曲线类型等。所有检查由经培训合格的专科人员完成, 并由 2 名医师独立判读与核对; 存在分歧时经讨论达成一致。逼尿肌过度活动的判定依据国际尿控协会 (International Continence Society, ICS) 良好尿动力学实践规范^[5]: 在充盈期膀胱测压中, 若记录到 ≥ 15 cmH₂O 的逼尿肌不自主收缩 (可自发性或诱发刺激触发), 且收缩不能被主动抑制, 则可判定为逼尿肌过度活动阳性。

1.3 BOO 诊断标准

① 病史与体格检查 (包括直肠指检); ② 症状学评估: IPSS 及生活质量 (quality of life, QoL) 评分; ③ 实验室检查: 尿常规、肾功能、PSA; ④ 影像学与功能学检查: 泌尿系超声/前列腺体积、残余尿量等;

⑤ 必要时行膀胱镜检查,评估前列腺部尿道/膀胱颈的机械性阻塞征象及膀胱小梁、憩室等长期梗阻相关改变。对于评估存在不确定性的患者,根据术后随访结果补充或修正术前的诊断。术后 $Q_{\max}$ 于 BPH 解除梗阻术后 3 个月测定。若患者术后 $Q_{\max} > 15 \text{ ml/s}$, 且与术前相比增加 25% 以上,则反向证实术前存在 BPH 所致 BOO。该判定方法参考 ICS 推荐的评估标准及既往研究:术后尿流率的显著改善 ($Q_{\max}$ 增加 $\geq 25\%$ 或绝对值 $> 15 \text{ ml/s}$) 可作为反向证实术前存在 BOO 的有效指标^[6-7]。

本研究参考 ICS 推荐的 PFS 方法及 Abrams-Griffiths 列线图标准,设定膀胱出口梗阻定量阈值:梗阻组为 $P_{\text{det}}Q_{\max} \geq 40 \text{ cmH}_2\text{O}$ 且 $Q_{\max} < 15 \text{ ml/s}$; 无梗阻组为 $P_{\text{det}}Q_{\max} < 20 \text{ cmH}_2\text{O}$ 且 $Q_{\max} \geq 15 \text{ ml/s}$; 介于二者之间为可疑梗阻。本研究在综合临床评定的基础上,依据上述定量阈值进行初步分类,并结合术后随访结果对疑难病例进行最终裁决。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计学软件进行数据分析。计量资料经 Shapiro-Wilk 检验,符合正态分布的以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;不符合正态分布的中位数 (四分位间距) [$M(P_{25},$

$P_{75})$] 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 非参数检验。计数资料以例 (%) 表示,采用 χ^2 检验。通过 Spearman 相关性分析及受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线评估尿动力学参数对 BOO 的诊断效能,同时汇报 95% 置信区间 (95% confidence interval, 95%CI)。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

根据临床综合评定及术后反应诊断结果,BOO 组 70 例,非 BOO 组 80 例。两组患者在年龄、体重指数 (body mass index, BMI)、病程、PSA 水平及前列腺体积等一般资料方面差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 1)。

2.2 尿动力学参数的比较

BOO 组与非 BOO 组在最大膀胱容量、膀胱顺应性及逼尿肌过度活动发生率方面差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。BOO 组 P_{detmax} 、 $P_{\text{det}}Q_{\max}$ 均显著高于非 BOO 组 (均 $P < 0.05$), $Q_{\max}$ 显著低于非 BOO 组 ($P < 0.05$), 排尿时间显著长于非 BOO 组 ($P < 0.05$), 残余分数显著高于非 BOO 组 ($P < 0.05$) (表 2)。

表 1 不同 BOO 结局患者的一般资料及临床特征比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄 (岁)	BMI (kg/m^2)	病程 (年)	PSA (ng/ml)	前列腺体积 (ml)
BOO 组 ($n=70$)	68.31 $\pm$ 7.62	23.82 $\pm$ 2.76	4.29 $\pm$ 2.08	3.34 $\pm$ 1.39	52.96 $\pm$ 14.21
非 BOO 组 ($n=80$)	67.84 $\pm$ 8.05	23.49 $\pm$ 2.71	4.01 $\pm$ 2.05	3.10 $\pm$ 1.33	49.87 $\pm$ 13.64
t	0.375	0.743	0.829	1.083	1.351
P	0.708	0.459	0.408	0.281	0.179

注: BOO: 膀胱出口梗阻; BMI: 体重指数; PSA: 前列腺特异性抗原。

表 2 不同 BOO 结局患者的尿动力学参数比较

组别	充盈期参数			排尿期参数				
	最大膀胱容量 (ml)	膀胱顺应性 ($\text{ml/cmH}_2\text{O}$)	逼尿肌过度活动 [例 (%)]	P_{detmax} (cmH_2O)	$P_{\text{det}}Q_{\max}$ (cmH_2O)	$Q_{\max}$ (ml/s)	排尿时间 (s)	残余分数
BOO 组 ($n=70$)	412.84 $\pm$ 81.63	31.72 $\pm$ 9.64	22 (31.43)	90.86 $\pm$ 21.37	74.21 $\pm$ 17.68	8.88 $\pm$ 2.42	62.97 $\pm$ 17.41	0.19 $\pm$ 0.08
非 BOO 组 ($n=80$)	426.57 $\pm$ 79.92	34.81 $\pm$ 10.73	18 (22.50)	69.12 $\pm$ 19.84	45.93 $\pm$ 16.12	12.91 $\pm$ 3.11	49.36 $\pm$ 15.28	0.11 $\pm$ 0.06
χ^2	-1.059	-1.842	1.516	6.338	10.074	-8.645	5.075	6.643
P	0.291	0.067	0.218	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

注: BOO: 膀胱出口梗阻; P_{detmax} : 最大逼尿肌压力; $P_{\text{det}}Q_{\max}$: 最大尿流率时逼尿肌压力; $Q_{\max}$: 最大尿流率。

2.3 尿动力学参数与 BOO 结局的相关性分析

以最终临床诊断的 BOO 结局 (BOO 组/非 BOO 组) 为结局变量,对主要尿动力学参数与 BOO 的相关

性进行分析。结果显示,排尿期相关参数与 BOO 结局均存在显著相关性 (均 $P < 0.05$), 而充盈期参数相关性则不明显 (均 $P > 0.05$) (表 3, 图 1 和图 2)。

表3 尿动力学参数与BOO结局的相关性分析

参数	相关系数 (r)	P
最大膀胱容量	-0.081	0.323
膀胱顺应性	-0.094	0.249
逼尿肌过度活动	0.109	0.186
P_detmax	0.512	<0.001
P_detQ_max	0.693	<0.001
Q_max	-0.671	<0.001
排尿时间	0.428	<0.001
残余分数	0.451	<0.001

注: BOO: 膀胱出口梗阻; P_detmax: 最大逼尿肌压力; P_detQ_max: 最大尿流率时逼尿肌压力; Q_max: 最大尿流率。相关性分析采用Spearman等级相关分析。

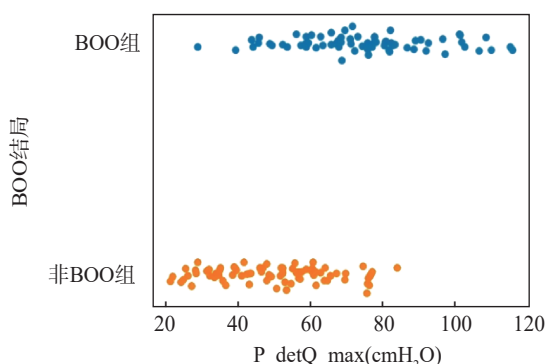


图1 P_detQ_max与BOO散点分布

注: P_detQ_max: 最大尿流率时逼尿肌压力; BOO: 膀胱出口梗阻。

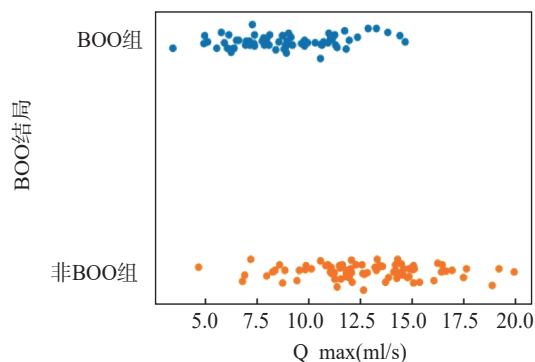


图2 Q_max与BOO散点分布

注: Q_max: 最大尿流率; BOO: 膀胱出口梗阻。

2.4 尿动力学参数对BOO诊断效能分析

单一参数中, P_detQ_max 的诊断效能最高, Q_max 次之; 排尿时间及残余分数的诊断效能相对有限。将 P_detQ_max 与 Q_max 进行联合分析后, 曲线下面积 (area under the curve, AUC) 进一步增大 (AUC=0.914), 敏感度和特异度均有所提高 (表4、图3)。

表4 尿动力学参数对BOO的ROC曲线分析结果

参数	AUC (95%CI)	敏感度 (%)	特异度 (%)
P_detQ_max	0.861 (0.803 ~ 0.910)	82.86	78.75
Q_max	0.799 (0.731 ~ 0.857)	75.71	72.50
排尿时间	0.683 (0.604 ~ 0.753)	65.71	63.75
残余分数	0.702 (0.626 ~ 0.770)	68.57	66.25
P_detQ_max+Q_max	0.914 (0.867 ~ 0.949)	87.14	83.75

注: BOO: 膀胱出口梗阻; ROC: 受试者工作特征曲线; AUC: 曲线下面积; 95%CI: 95% 置信区间; P_detQ_max: 最大尿流率时逼尿肌压力; Q_max: 最大尿流率。采用 MedCalc 软件绘制 ROC 曲线并计算 AUC。

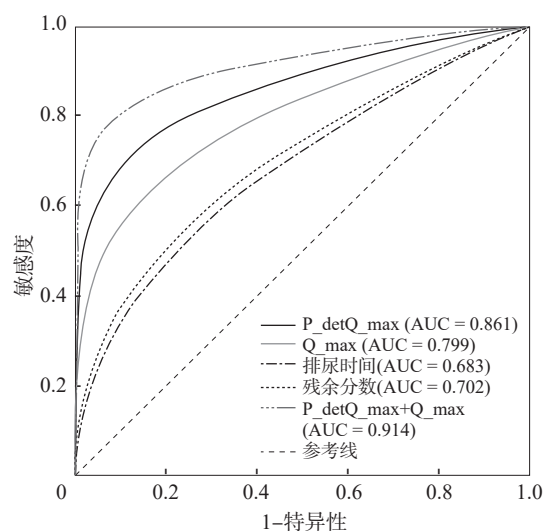


图3 尿动力学参数对BOO诊断效能的ROC曲线

注: BOO: 膀胱出口梗阻; ROC: 受试者工作特征曲线; AUC: 曲线下面积; P_detQ_max: 最大尿流率时逼尿肌压力; Q_max: 最大尿流率。

3 讨论

BPH 合并 LUTS 患者的临床表现具有较大差异。部分患者症状较重, 但并不存在明确的 BOO; 也有患者尿流率下降不明显, 却已出现较高的排尿阻力。因此, 仅凭症状评分、前列腺体积或单次尿流率检查, 往往难以准确判断实际梗阻状态。对于拟接受药物调整或解除梗阻治疗的患者, 明确是否存在 BOO 具有现实意义, 也关系到后续治疗方式的选择及疗效预期^[8-9]。

本研究中, 两组患者的年龄、BMI、病程、PSA 水平及前列腺体积基本相当, 而尿动力学差异主要集中于排尿期参数。BOO 组 P_detmax 和 P_detQ_max 较高, Q_max 较低, 同时排尿时间延长、残余分数增加; 最大膀胱容量、膀胱顺应性及逼尿肌过度活动发

生率则未见明显组间差异。上述结果提示,BPH 相关 BOO 的主要改变发生在排尿阶段。出口阻力增大后,逼尿肌需提高收缩压力以维持尿液排出;当代偿能力受限时,尿流率下降,排尿效率也随之降低。相比之下,储尿期功能还会受到年龄、膀胱感觉、逼尿肌活动性及合并疾病等因素影响,个体差异较大,因此对 BOO 的提示作用相对有限。相关性分析进一步显示, $P_{\text{det}Q_{\text{max}}}$ 和 P_{detmax} 与 BOO 结局呈正相关, Q_{max} 呈负相关。其中, $P_{\text{det}Q_{\text{max}}}$ 反映最大尿流率时逼尿肌产生的压力,可较直接地体现“高压、低流率”的排尿特点。该指标升高提示患者为克服出口阻力需要更强的逼尿肌收缩。 Q_{max} 虽易获取、临床应用广泛,但其数值还会受到排尿量、逼尿肌收缩力及患者配合情况等影响,单独用于判断梗阻存在一定局限。排尿时间和残余分数同样与 BOO 相关,但二者更偏向反映排尿效率下降及膀胱长期代偿后的功能状态,特异性相对不足。既往研究也提示,压力-流率关系仍是评估男性膀胱出口梗阻的重要依据^[10-11]。ROC 曲线结果显示, $P_{\text{det}Q_{\text{max}}}$ 在单项指标中具有较好的 BOO 诊断效能。将其与 Q_{max} 联合后,AUC 增至 0.914,敏感度和特异度均有所提高。这说明 PFS 参数指标能够从不同角度反映排尿功能,二者结合较单一指标更有助于识别梗阻状态。临床上,对于症状、前列腺体积和尿流率表现不一致的患者,可结合 PFS 检查结果进行综合判断,避免根据单项检查结果制订治疗方案。

本研究仍存在一定局限性:第一,本研究为单中心回顾性研究,样本量有限,病例选择可能存在偏倚。第二,BOO 结局的判定结合了临床评估、PFS 参数及部分患者术后随访结果,虽更贴近临床实际,但也可对相关指标的诊断效能产生一定影响。后续可开展多中心、前瞻性研究,对相关参数的最佳临界值和联合模型的临床适用性进一步验证。

综上, $P_{\text{det}Q_{\text{max}}}$ 能较好地反映 BPH 合并

LUTS 患者的排尿期梗阻特征。联合 Q_{max} 进行评估,可提高 BOO 诊断的准确性,为临床分层管理和个体化治疗提供参考。

参考文献

- [1] 张元飞, 顾祺. 特拉唑嗪联合坦索罗辛治疗老年良性前列腺增生伴下尿路症状的效果及对尿动力学、IIEF、QOL 评分的影响[J]. 中国老年学杂志, 2025, 45 (17): 4220-4223.
- [2] 李洋洲, 唐晓龙, 甄洪涛, 等. 经尿道前列腺等离子电切术联合内分泌疗法对晚期前列腺癌合并膀胱出口梗阻患者前列腺功能及膀胱功能的影响分析[J]. 中国医学工程, 2025, 33 (4): 113-116.
- [3] 姜进, 李国成, 广雨龙, 等. 良性前列腺增生患者血清 miR-223-3p、miR-1202 的表达及其与尿动力学参数的相关性研究[J]. 中国男科学杂志, 2025, 39 (4): 56-60, 73.
- [4] 中华医学会男科学分会, 良性前列腺增生诊疗及健康管理指南编写组, 王忠, 等. 良性前列腺增生诊疗及健康管理指南[J]. 中华男科学杂志, 2022, 28 (4): 356-365.
- [5] ROSIER P F W M, VALDEVENITO J P, SMITH P, *et al.* ICS-SUFU standard: Theory, terms, and recommendations for pressure-flow studies performance, analysis, and reporting. Part 1: Background theory and practice[J]. Neurourol Urodyn, 2023, 42(8):1590-1602.
- [6] BELAL M, ABRAMS P. Noninvasive methods of diagnosing bladder outlet obstruction in men. Part 1: Nonurodynamic approach[J]. J Urol, 2006, 176(1):22-28.
- [7] VAN DORT W, ROSIER P F W M, GEURTS B J, *et al.* Quantifying bladder outflow obstruction in men: A comparison of four approximation methods exploiting large data samples[J]. Neurourol Urodyn, 2023, 42(8):1628-1638.
- [8] 陈霖, 王泳, 邹黄金. 经尿道前列腺电切术对良性前列腺增生症患者下尿路症状及生活质量的影响[J]. 基层医学论坛, 2025, 29 (12): 1-4.
- [9] 雷俊, 田野, 罗光恒, 等. 改良膀胱出口梗阻指数在良性前列腺增生症中与下尿路症状、尿动力学及手术效果相关性研究[J]. 贵州医药, 2021, 45 (7): 1090-1092.
- [10] 贾旭东, 何文, 张明. 后尿道弯曲角度对尿流率的影响及预测下尿路症状患者膀胱出口梗阻的意义[J]. 河北医科大学学报, 2022, 43 (12): 1479-1484.
- [11] 田野, 张珩, 李涛, 等. 膀胱出口梗阻指数与经尿道前列腺切除术效果的相关性[J]. 现代泌尿外科杂志, 2021, 26 (4): 288-292.