

2 s 时尿流率鉴别膀胱出口梗阻与逼尿肌收缩无力的相关性*

赵昊哲¹ 张少华² 孙新惠² 文建国³ 窦启锋¹

(1. 新乡医学院第一附属医院泌尿外科, 河南 新乡 453100; 2. 新乡医学院第一附属医院尿动力学检查室, 河南 新乡 453100;
3. 郑州大学第一附属医院, 河南 郑州 450052)

【摘要】 目的 探讨 2 s 时尿流率评估膀胱出口梗阻(BOO)与逼尿肌收缩无力(DU)的鉴别价值。方法 选择 2023 年 1 月—2024 年 3 月于新乡医学院第一附属医院就诊的下尿路症状(LUTS)患者 74 例。经尿动力学压力-流率同步测定(PFS)后,根据尿动力学检查结果分为 BOO 组(42 例)和 DU 组(32 例)。比较两组患者尿流率参数及可能的影响因素。经过 *t* 检验多因素筛选后,选取其中有意义的指标进行 Logistic 回归分析,包括受试者工作特征(ROC)曲线,分析评价该指标效率。结果 BOO 组与 DU 组最大尿流率(Q_{max})、平均尿流率(Q_{ave})、2 s 时尿流率、尿量比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);DU 组 2 s 时尿流率较 BOO 组高($P < 0.001$)。经 Logistic 回归分析表明,2 s 时尿流率[OR = 1.428, 95%CI = 1.031~1.997, $P = 0.032$]是区分 BOO 和 DU 的独立预测因子。单变量预测 DU 时,ROC 曲线结果表明,2 s 时尿流率的 ROC 曲线下面积(0.752)高于尿量(0.641)、最大尿流率(0.720)和平均尿流率(0.696)。结论 2 s 时尿流率作为一种新的预测指标,能够在 LUTS 症状的男性患者中区分 DU 和 BOO。

【关键词】 下尿路症状;膀胱出口梗阻;尿动力学;尿流率

【中图分类号】 R694 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2025.02.015

Analysis of the correlation between 2-second urine flow rate and differentiation of bladder outlet obstruction and detrusor underactivity

ZHAO Haozhe¹, ZHANG Shaohua², SUN Xinhui², WEN Jianguo³, DOU Qifeng¹

(1. Department of Urology, The First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453100, Henan, China;
2. Urodynamic Examination Room, The First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453100, Henan, China;
3. The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China)

【Abstract】 **Objective** To explore the differential diagnostic value of the 2-second flow rate in assessing bladder outlet obstruction (BOO) and detrusor underactivity (DU). **Methods** Seventy-four patients with lower urinary tract symptoms (LUTS) who visited the First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University from January 2023 to March 2024 were selected. After undergoing pressure-flow study (PFS), the patients were divided into two groups based on urodynamic test results: 42 male patients with confirmed BOO and 32 male patients with confirmed DU. The flow rate parameters and potential influencing factors of the two groups were compared. Significant indicators were selected for Logistic regression analysis, including the receiver operating characteristic (ROC) curve, to evaluate the efficiency of the indicator. **Results** There were statistically significant differences ($P < 0.05$) in maximum flow rate, average flow rate, 2-second flow rate, and urine volume between the BOO and DU groups; the 2-second flow rate of the BOO group was lower (1.70 mL/s vs 2.59 mL/s, $P < 0.001$). Logistic regression analysis showed that the 2-second flow rate (Exp(B) = 1.461, $P < 0.05$) had a significant discriminative effect on the diagnosis of DU and BOO. In the univariate diagnosis of DU, the area under the ROC curve (AUC) for the 2-second flow rate (0.752) was higher than that for urine volume (0.641), maximum flow rate (0.720), and average flow rate (0.696). **Conclusion** The 2-second flow rate, as a new

基金项目:国家自然科学基金资助项目(U1904208);新乡市人民政府-新乡医学院第一附属医院灾后重建科技专项项目(21CJ002)

通信作者:窦启锋,主任医师,研究生导师,E-mail:qifeng@263.net

引用本文:赵昊哲,张少华,孙新惠,等.2 s 时尿流率鉴别膀胱出口梗阻与逼尿肌收缩无力的相关性[J].西部医学,2025,37(2):243-246,251.

DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2025.02.015

predictive indicator, can differentiate DU and BOO in male patients with LUTS symptoms.

【Key words】 Lower urinary tract symptoms; Bladder outlet obstruction; Urodynamics; Flow rate

长期以来人们一直认为下尿路症状(Lower urinary tract symptoms, LUTS)的发展与膀胱过度活动、逼尿肌活动不足(Detrusor underactivity, DU)和膀胱出口梗阻(Bladder outlet obstruction, BOO)有关^[1]。然而,由于DU和BOO的临床症状相似,只能通过尿动力学研究中的压力-流量同步测量(Pressure-flow study, PFS)来区分。BOO是由良性前列腺增生引起的最主要的下尿路症状^[2-3],也是影响老年男性群体身体健康与生命质量的最常见下尿路疾病。BOO与DU关系密切,可互相影响,若BOO后继发DU,可显著加重病情,增加患者排尿负担。而且伴发的DU也是前列腺增生患者手术切除术后疗效不佳的主要因素^[4],因此术前准确判断患者是否存在DU对提高手术疗效,改善患者预后具有重要意义^[5]。尽管尿动力检查(Urodynamic study, UDS)是区别逼尿肌活动低下与膀胱出口梗阻最有价值的诊断,但高昂的检查费用与侵入性的检查手段使PFS很难被推广^[6-7]。而尿流率测定简单、经济、无创,患者接受度高。如果可以通过某些尿流率指标区别由DU与BOO引起的LUTS,将大大降低患者经济和心理负担。国际尿控协会(International Continence Society, ICS)推荐的最大尿流率(Q_{max})、平均尿流率(Q_{ave})与尿流时间、膀胱残余尿量等尿流率参数,在区分DU与正常人之间有较好的临床意义^[8],但在有相似的下尿路症状中的DU与BOO群体,常规的尿流参数并不能取得很好的鉴别效果。为了确定一种可靠且无创的UDS替代品^[9],故本研究选择患者排尿动作进行中的参数(2 s时尿流率)进行分析,现将结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年1月—2024年3月新乡医学院第一附属医院尿动力学检查室尿动力学检测的男性患者74例,行回顾性分析,根据尿动力学检查结果分为BOO组(42例)和DU组(32例)。本研究经新乡医学院第一附属医院伦理委员会审批通过[伦理审批号EC-023-257]。患者均签署知情同意书。

1.2 诊断及纳入、排除标准 诊断标准:以膀胱收缩指数(Bladder outflow obstruction index, BOOI)、投射逼尿肌容积收缩压(projected isovolumetric pressure, PIP)决定(由两位经验丰富的泌尿科主任医师根据结果判断)。最大流速下逼尿肌压力 $PIP = [P_{det}Q_{max}] + 5Q_{max} < 100 \text{ cmH}_2\text{O}$ 、 $BOOI > 20 \text{ cmH}_2\text{O}$ 定义为DU。以膀胱出口阻塞指数 $BOOI = P_{det}Q_{max} - 2Q_{max} \geq 40$

cmH_2O 定义为BOO^[10]。为了得到这些诊断组之间的明确对比,具有其他UDS标准的LUTS患者被排除在该系列之外。纳入标准:①年龄>35岁,尿流减弱、犹豫、间歇排尿和残余尿感的患者。②国际前列腺症状评分(IPSS)^[11]≥8分。③无血尿或脓尿。④在评估前至少8周无 α 受体阻滞剂、抗胆碱能药物或激动剂或其他可能影响逼尿肌功能的药物服用史。⑤所有患者均接受评估,包括IPSS和生活质量测量、血压测量、UDS和仔细的病史询问。排除标准:①有中枢或周围神经源性疾病(包括脑血管意外和脊髓疾病)的患者。②有尿路异常病史及结石的患者。③盆底或膀胱手术、慢性盆腔疼痛、心血管疾病。④患者无法全程完成该研究。

1.3 方法

1.3.1 2 s时尿流率 按照ICS建议的尿动力学技术规范使用单一系统。选取经尿动力学测定前,Laborie尿动力仪在自由尿流率测试中的尿流报告中所示的2 s时的尿流率,以排除尿道内置测压管对自由尿流参数的影响^[12]。嘱患者检查前1 h饮水500 mL,尽量憋尿,使所检测的排尿曲线尽量贴近平时。在整个检查期间,嘱患者在放松和安静的环境中以坐姿排去尿液。

1.3.2 临床资料收集 分析患者尿动力学压力-流量同步测量前的尿流概要。收集年龄、高血压病史、糖尿病病史、吸烟史、饮酒史、最大尿流率(Q_{max})、平均尿流率(Q_{ave})、排尿时间、尿流时间、达峰时间、尿量、2 s时尿流率、膀胱残余尿量等资料。

1.4 统计学分析 采用SPSS 25.0统计软件进行统计分析。定量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。进行方差齐性Levene检验后,组间比较采用 t 检验。定性资料以例(n)或率(%)表示,组间比较采用卡方检验。采用Logistic回归分析法分析BOO与DU的鉴别因素,绘制受试者工作特征曲线(ROC),并计算曲线下面积(AUC)分析2 s时尿流率对BOO与DU的鉴别预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较 纳入患者年龄38~76(65±7.34)岁。两组患者年龄、排尿时间、尿流时间、达峰时间、膀胱残余尿量、高血压病史、糖尿病病史、吸烟史、饮酒史指标比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。两组Q_{max}、Q_{ave}、尿量、2 s时尿流率相比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

表 1 两组患者一般资料比较 $[n(\times 10^{-2}), \bar{x} \pm s]$

Table 1 Comparison of general data between the two groups

| 变量 | BOO 组(n=42) | DU 组(n=32) | t/ χ^2 | P |
|----------------|--------------|---------------|----------------|--------|
| 年龄(岁) | 67.17±8.59 | 65.97±10.39 | t=0.543 | 0.589 |
| 高血压 | 11(26.2) | 6(18.8) | $\chi^2=0.568$ | 0.451 |
| 糖尿病 | 7(16.7) | 8(25.0) | $\chi^2=0.780$ | 0.377 |
| 吸烟 | 25(59.5) | 16(50.0) | $\chi^2=0.667$ | 0.414 |
| 饮酒 | 18(42.9) | 12(37.5) | $\chi^2=0.216$ | 0.642 |
| Qmax(mL/s) | 8.71±3.89 | 12.96±6.07 | t=-3.655 | <0.001 |
| Qave(mL/s) | 3.76±1.79 | 5.67±2.94 | t=-3.436 | 0.001 |
| 排尿时间(s) | 68.59±67.07 | 56.78±52.38 | t=0.823 | 0.413 |
| 尿流时间(s) | 42.27±18.43 | 40.51±18.52 | t=0.406 | 0.686 |
| 达峰时间(s) | 31.93±65.49 | 12.91±11.52 | t=1.622 | 0.109 |
| 尿量(mL) | 148.75±62.19 | 216.65±152.18 | t=-3.817 | 0.007 |
| 2 s 时尿流率(mL/s) | 1.71±1.70 | 3.61±2.59 | t=-2.771 | <0.001 |
| 残余尿量(mL) | 95.21±79.96 | 113.78±145.01 | t=-0.702 | 0.485 |

2.2 Logistic 回归分析 BOO 与 DU 的鉴别因素 以患者组别为因变量, Qmax、Qave、尿量、2 s 时尿流率为自变量, 纳入 Logistic 回归分析模型, 结果显示, 2 s 时尿流率 $[OR = 1.428, 95\% CI = 1.031 \sim 2.997, P = 0.032]$ 是区分 BOO 和 DU 的一个独立预测因子($P < 0.05$), 见表 2。

表 2 BOO 与 DU 的鉴别因素 Logistic 回归分析

Table 2 Logistic regression analysis of discriminative factors for BOO and DU

| 变量 | P | OR | 95%CI |
|----------|-------|-------|-------------|
| Qmax | 0.774 | 1.044 | 0.777~1.402 |
| Qave | 0.905 | 0.965 | 0.537~1.734 |
| 尿量 | 0.236 | 1.005 | 0.997~1.013 |
| 2 s 时尿流率 | 0.032 | 1.428 | 1.031~1.977 |

2.3 2 s 时尿流率对 BOO 与 DU 的鉴别价值 ROC 曲线提示, 2 s 时尿流率对 BOO 与 DU 的鉴别 AUC 为 0.752 $[95\% CI (0.637 \sim 0.866)]$ 。最佳截断值为 2.6 mL/s, 灵敏度为 56.30%, 特异度为 90.50%, 见图 1、表 3。

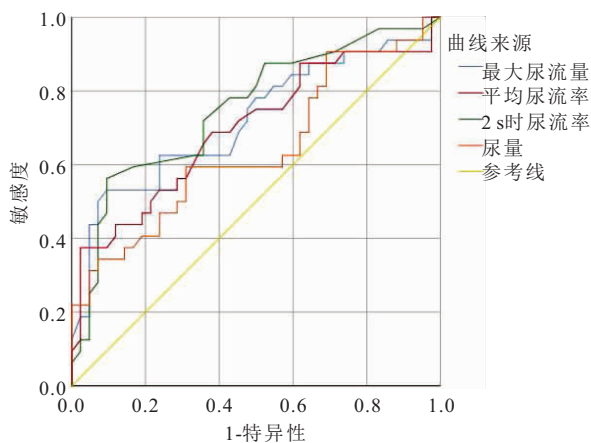


图 1 2 s 时尿流率对 BOO 与 DU 鉴别价值的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve for the discriminative value of urine flow rate at 2 seconds in differentiating BOO and DU

表 3 2 s 时尿流率对 BOO 与 DU 鉴别价值的 ROC 曲线的分析结果

Table 3 Results of ROC curve analysis of urinary flow rate in differentiating value of BOO and DU at 2 s

| 变量 | AUC | 95%CI | 截断值 | 约登指数 | 灵敏度 | 特异度 | P |
|----------|-------|-------------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 最大尿流率 | 0.72 | 0.598~0.843 | 13.00 | 0.436 | 0.531 | 0.905 | 0.001 |
| 平均尿流率 | 0.696 | 0.571~0.822 | 6.90 | 0.351 | 0.375 | 0.976 | 0.004 |
| 尿量 | 0.641 | 0.510~0.772 | 170.30 | 0.284 | 0.594 | 0.690 | 0.039 |
| 2 s 时尿流率 | 0.752 | 0.637~0.866 | 2.60 | 0.467 | 0.563 | 0.905 | <0.001 |

3 讨论

本研究通过分析来验证各个尿流参数的临床重要性, 特别是 2 s 时尿流率。我们的基本假设将“膀胱收缩、尿液经尿道排出”的过程与“肺收缩、气体经气道排出”的过程做比较。类比肺功能测定中的“一秒强迫呼气量”(Forced Expiratory Volume in 1 second, FEV1)这个指标 $[13-14]$ 。如 FEV1 主要见于慢性阻塞性肺疾病、支气管哮喘等一些使气道阻力增加的疾病。而 BOO 患者即存在“阻塞性”排尿障碍, 相应的, 2 s 时的瞬时尿流率(此时未达到最大尿流率)较低。而 DU 患者存在“限制性”排尿障碍, 故由此推测 2 s 时尿流率应较前者略高。本研究重点探讨 2 s 时尿流率评估 BOO 与 DU 的鉴别价值。

PFS 是目前区分 DU 和 BOO 的唯一诊断“金标准”。BOO 表现为尿液排出障碍、尿道阻力增加, 而 DU 则表现为排尿时逼尿肌压力降低 $[15]$ 。在本次尿流率测试中, BOO 组的 Qmax 值、Qave 值均低于 DU 组, 可能与疾病诊断标准有关, BOO 过于绝对地只用了两个参数, 因而当受检者逼尿肌受损或收缩无力时, 会出现“假阳性”结果, 从而导致临床判断失误, 导致结果的可重复性及可靠性存疑 $[16]$ 。本研究用尿流参数 2 s 时尿流率鉴别诊断 DU 和 BOO。由于 BOO 的尿流曲线特征性很好, 有研究 $[17]$ 已经建立了区分非阻塞和阻塞膀胱的阈值, 结合报道的参数、公式和图, 可以帮助临床医生初筛、快速诊断及判别 BOO 的程度。相比之下, 对于 DU, 常规的尿流率检查对于该病的诊断意义较小, 尿流曲线的特征也相对不明显。Matsukawa $[18]$ 尝试用人工智能去解析 DU 尿流曲线, 得到自由尿流率(Uroflowmetry, UFM)的第一峰值流量参数, 特别是第一峰值流量与 Qmax 的比值, 可以高精度地诊断伴有 LUTS 症状的男性 DU。

考虑到 DU 的高患病率和与其他下尿路症状相似的临床症状, 一些研究人员试图开发其他的工具来区分 DU 和 BOO, 包括尿流视觉量表(Visual uroflow scale, VUS)和其他参数预测模型。张维宇等 $[19]$ 认为, VUS 能帮助临床医生初步评估患者的排尿功能。Namitome $[20]$ 开发了一个预测模型, 该模型综合年龄

较大、前列腺体积较小、尿急程度较低和尿流较弱、最大流速较低 5 个预测因素,来鉴别诊断 DU。尽管这些部分诊断工具在临床上有参考意义,但可能存在更具有预测价值的、更易测得的临床参数,这些参数的选取或是需要结合相应的临床背景、或需要大量包含主观因素的预测指标。2 s 时尿流率简洁、客观,需要的前置条件简单。

虽然本研究中 DU 组与 BOO 组的最大尿流率、平均尿流率、尿量、2 s 时尿流率差别明显,但在多变量分析中,我们不认为尿量这一单一参数是 DU 的可靠预测指标:主要是因为尿量本身通常是一个影响因素,而不是结果。本研究不能仅使用尿量来排除某些疾病。而单纯最大尿流率、平均尿流率对 DU、BOO 的鉴别效用不明显。这些限制使我们把重点放在不断变化的指标——2 s 时尿流率,而不是来自尿流检测的常用参数。本研究通过对尿流过程中的各种参数分析,证明了 2 s 时尿流率是区分 DU 和 BOO 的有效参数。在 ROC 曲线中,2 s 时尿流率的 AUC 显著高于 Q_{max}、Q_{ave} 与尿量。这一结果说明,2 s 时尿流率可作为 DU 和 BOO 的临床鉴别工具。

Long^[21] 研究表明一种新型的 MenHealth 尿流计应用程序获得的数据质量和经过专业尿流设备测量的尿流数据相当,并且 MenHealth 尿流率测量允许在更舒适的“居家”环境中重复测量,从而提供更全面的、更清晰细致的患者病理生理学图像。目前,随着一些智能手机中尿流测量软件的应用^[22],2 s 时尿流率这个参数的获取,今后将变得更加方便快捷。

本研究存在一些局限性。首先是回顾性研究设计的先天局限性,研究对象选择受限,部分患者的数据缺失或不完整。其次本研究的样本根据其疾病分型分为 DU 或 BOO,人为排除了患有混合尿动力学问题的男性,尽管他们在临床实践中也占有相当的比例。各种选择偏倚、信息偏倚也会影响该参数的可信度。所以虽然通过回顾性数据分析,提取了 UDS 的可信替代品,2 s 时尿流率的临床应用效应还应通过其他前瞻性试验来验证。因此,应对可能影响 2 s 时尿流率的条件进行进一步的研究。

受限于尿动力检查室规模,本研究中的 UDS 是由 2 名经验丰富的泌尿科医生解释的,应该将数据交由多名医师交叉诊断。另外,由于尿流率测定的结果,受到生理、生化、病理、物理等多种因素的影响,即使是偶发的单次的尿流下降,并不能得到完全肯定的临床诊断。还必须应当考虑各种影响因素,如体位、体重^[23]、尿量、腹压、逼尿肌功能、环境及心理因素等。而移动式蓝牙便携尿流计^[24] + 远程大数据分析的组

合,使得随时随地,重复多次得到病患的尿流数据变成现实。科技与医疗的融合是不可逆的大趋势^[25],新的检测方法,可以显著提高医疗效果与患者的生活质量。

4 结论

本研究结果提示,DU 与 BOO 患者 2 s 时尿流率指标存在明显差异,临床可通过尿流率测定来初步判断男性患者下尿路症状更偏向于 DU 或是 BOO。2 s 时尿流率可作为 DU 与 BOO 鉴别诊断的可靠工具。

【参考文献】

- [1] LERNER L B, MCVARY K T, BARRY M J, *et al.* Management of lower urinary tract symptoms attributed to benign prostatic hyperplasia: aua guideline part i-initial work-up and medical management[J]. J Urol, 2021,206(4):806-817.
- [2] 方慧婷,李雨杰,刘世超,等.男性膀胱出口梗阻诊断方法的研究进展[J]. 泌尿外科杂志(电子版),2023,15(3):69-75.
- [3] 赵振华,赵继懋,宋健,等.良性前列腺增生症患者膀胱出口梗阻无创参数诊断价值[J]. 医学研究杂志,2011,40(8):57-61.
- [4] 张胜威,王晓甫,谷艳辉,等.一期经尿道前列腺切除术治疗前列腺增生伴非神经源性逼尿肌收缩无力的疗效观察[J]. 中华泌尿外科杂志,2023,44(5):359-362.
- [5] 朱晓雨,陶方泽,王安喜.逼尿肌无力的治疗进展[J]. 西部医学,2023,35(11):1711-1716.
- [6] PORRU D, MADEDDU G, CAMPUS G, *et al.* Evaluation of morbidity of multi-channel pressure-flow studies[J]. NeuroUrol Urodyn, 1999,18(6):647-652.
- [7] 杨秋香,曾晓,杨清荣.生理盐水与肝素钠盐水在尿动力学检查中预防堵管的效果比较[J]. 西部医学,2018,30(8):1229-1232.
- [8] 廖凯,沈华,毛羽冉,等.无创参数对良性前列腺增生患者逼尿肌功能状态的预测作用[J]. 现代泌尿外科杂志,2023,28(3):212-215,221.
- [9] HECHT S L, HEDGES J C. Diagnostic work-up of lower urinary tract symptoms[J]. Urol Clin North Am, 2016,43(3):299-309.
- [10] ABRAMS P. Bladder outlet obstruction index, bladder contractility index and bladder voiding efficiency: three simple indices to define bladder voiding function[J]. BJU Int, 1999,84(1):14-15.
- [11] YAO M W, GREEN J S A. How international is the International Prostate Symptom Score? A literature review of validated translations of the IPSS, the most widely used self-administered patient questionnaire for male lower urinary tract symptoms[J]. Low Urin Tract Symptoms, 2022,14(2):92-101.
- [12] 程宇,陈江,刘力博,等.尿道内置 7F 三腔测压管对压力-流率测定尿流率的影响[J]. 临床泌尿外科杂志,2022,37(5):377-382.
- [13] 朱蕾,冯玉麟.客观评价慢性阻塞性肺疾病的肺功能诊断标准[J]. 中国呼吸与危重监护杂志,2009,8(4):315-317.
- [14] 杨林森,张国强,孙艳丽.肺功能指标一秒率和第 1 秒用力呼气容积临床应用的一些误区[J]. 中国呼吸与危重监护杂志,2014,13(1):92-94.

- 管钙化的氧化应激水平[J]. 西安交通大学学报(医学版), 2020, 41(4):511-515.
- [12] 李彦明,何瑞利,钟晓鸣,等. ACS 患者外周血中 vWF-cp, Cat K、CysC 及 P 选择素的变化及与冠脉病变的关系[J]. 东南大学学报(医学版), 2019, 38(1): 38-42.
- [13] POETSCH F, HENZE L A, ESTEPA M, *et al.* Role of SGK1 in the osteogenic transdifferentiation and calcification of vascular smooth muscle cells promoted by hyperglycemic conditions[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(19):7207.
- [14] 张旭,赵芳园. 益气活血化瘀汤对慢性肾衰竭大鼠钙磷代谢紊乱及血管钙化的影响及其机制研究[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(12): 25-32.
- [15] 何立群,许筠,孙伟,等. 慢性肾衰竭诊疗指南[J]. 中国中医药现代远程教育, 2011, 9(9):132-133.
- [16] PARK S K, KIM W J, KIM H J, *et al.* High dose haemodialysis and haemodiafiltration parameters and the relationship with advanced vascular calcification[J]. *BMC Nephrol*, 2020, 21(1):86.
- [17] 徐莹,操轩. 同源盒基因 2 在大鼠慢性肾衰竭致血管钙化进程中的作用机制[J]. 临床内科杂志, 2021, 38(9):623-627.
- [18] SAN NORBERTO E M, REVILLA Á, FERNÁNDEZ-URBÓN A, *et al.* Vascular calcification progression in patients with end-stage chronic kidney disease[J]. *Int Angiol*, 2021, 40(6): 528-536.
- [19] 陈燕文,陈都,甘春蕾,等. 维持性血液透析患者血清 BMP-2 和 BMP-4 水平与血管钙化的关系[J]. 临床误诊误治, 2021, 34(8): 91-95.
- [20] ZHU X Y, CAI H, ZHU M X, *et al.* Association of abdominal aortic calcification estimated by plain radiography with outcomes in haemodialysis patients: a 6-year follow-up study[J]. *Nephrology (Carlton)*, 2020, 25(7):559-565.
- [21] 石新慧,任东升,陶雅非,等. 血清 sclerostin 和 Klotho 蛋白水平对维持性血液透析患者血管钙化的预测价值[J]. 新乡医学院学报, 2022, 39(5):429-433.
- [22] GOELLER M, ACHENBACH S, HERRMANN N, *et al.* Pericoronary adipose tissue CT attenuation and its association with serum levels of atherosclerosis-relevant inflammatory mediators, coronary calcification and major adverse cardiac events[J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2021, 15(5):449-454.
- [23] 邹杨,洪大情,夏菊花,等. 老年维持性血液透析患者心血管钙化危险因素分析[J]. 心肺血管病杂志, 2019, 38(1): 64-68.
- [24] 李东响,孙伟,温玉,等. 高密度脂蛋白 3 与维持性血液透析患者血管钙化关系的研究[J]. 实用医院临床杂志, 2022, 19(3): 74-77.
- [25] NIU Q Y, YANG S, GAN L Y, *et al.* Different type and dosage of heparin were not associated with the progression of coronary artery calcification in haemodialysis patients[J]. *Nephrology (Carlton)*, 2020, 25(7):551-558.
- [26] 曹倩颖,周晶晶,刘小菁,等. 维持性血液透析患者骨硬化蛋白水平与血管钙化的相关性分析[J]. 中国血液净化, 2020, 19(2): 103-107.
- [27] LUONG T T D, TUFFAHA R, SCHUCHARDT M, *et al.* Acid sphingomyelinase promotes SGK1-dependent vascular calcification[J]. *Clin Sci (Lond)*, 2021, 135(3):515-534.
- [28] 张兆永,任红旗. 血清血管性血友病因子裂解酶与慢性肾衰竭 MHD 患者血管钙化的相关性[J]. 国际泌尿系统杂志, 2021, 41(5):881-885.
- [29] MIZUIRI S, NISHIZAWA Y, YAMASHITA K, *et al.* Relationship of matrix Gla protein and vitamin K with vascular calcification in hemodialysis patients[J]. *Ren Fail*, 2019, 41(1):770-777.

(收稿日期:2023-08-01;修回日期:2024-11-02;编辑:王小菊)

(上接第 246 页)

- [15] 廖凯,沈华,吴伟力,等. 逼尿肌过度活动伴收缩力受损患者尿动力学分析与治疗效果评价[J]. 现代泌尿外科杂志, 2019, 24(7): 550-554.
- [16] 田野,苏志勇,刘大钰,等. 膀胱出口梗阻指数在良性前列腺增生诊断中的临床价值[J]. 中华男科学杂志, 2020, 26(6):513-517.
- [17] 王健,任海林. 对前列腺增生病因的再认识[J]. 西部医学, 2016, 28(2): 155-157.
- [18] MATSUKAWA Y, KAMEYA Y, TAKAHASHI T, *et al.* Characteristics of uroflowmetry patterns in men with detrusor underactivity revealed by artificial intelligence[J]. *Int J Urol*, 2023, 30(10):907-912.
- [19] 张维宇,王焕瑞,刘献辉,等. 尿流率视觉量表的开发[J]. 北京大学学报(医学版), 2020, 52(4):684-687.
- [20] NAMITOME R, TAKEI M, TAKAHASHI R, *et al.* A prediction model of detrusor underactivity based on symptoms and noninvasive test parameters in men with lower urinary tract symptoms: an analysis of a large group of patients undergoing pressure-flow studies[J]. *J Urol*, 2020, 203(4):779-785.
- [21] LONG DEPAQUIT T, MICHEL F, GAILLET S, *et al.* Home uroflowmetry techniques and clinical relevance: a narrative review[J]. *Prog Urol*, 2022, 32(17): 1531-1542.
- [22] SCHULTZ R E. Smartphone app for in-home uroflowmetry[J]. *Urol Pract*, 2022, 9(6):524-530.
- [23] 张孟要,张会清,文建国. 健康青少年男性体重指数与尿流率的相关性分析[J]. 重庆医学, 2022, 51(8):1358-1362, 1366.
- [24] 雷倩,杨杰,张建梅. 便携式膀胱扫描仪与尿流动力学联合检查在患者间歇导尿中的应用分析[J]. 实用医院临床杂志, 2021, 18(2):149-152.
- [25] 吴卓威,丁清清,王庆伟,等. 混合现实技术在青少年神经源性膀胱患者健康教育中的应用[J]. 护理学杂志, 2024, 39(1):1-5.

(收稿日期:2024-03-28;修回日期:2024-04-21;编辑:王小菊)