

# 新型移动式家庭电子尿流率仪和 Laborie 尿流率仪临床检测结果比较

关志忱<sup>1△</sup> 邓小林<sup>1</sup> 张 黔<sup>2</sup>

(1. 北京大学深圳医院泌尿外科,深圳 518000; 2. 香港科技大学计算机及工程学系,香港)

**[摘要]** 目的:设计移动式家庭电子尿流率仪检测系统并与传统的方法进行比较。方法:本研究设计的系统包括采集器、导流器、智能手机、无线网络通信技术、计算机分析和绘图、数据库存储技术等,具备自动收集患者排尿信息的功能。患者排尿的信息由采集器经蓝牙发送到智能手机,再由智能手机直接储存并无线发送到医院的工作站。对尿流率仪(简称 Laborie 尿流率仪)进行多次实验室单纯容量及临床患者实际尿流率测定并与 Laborie 尿流率仪进行比较,采用 Bland-Altman 方法对两种尿流率仪的一致性进行评估,测定了 38 例有下尿路症状的门诊患者,其中男性 22 例,女性 16 例,年龄 21~37 岁,平均年龄 25.5 岁。检查 1 次者 19 例,2 次者 19 例;共检查 57 次。结果:该系统能正确地收集和分析排尿时间、尿流率、尿量,并自动报告尿流参数,100、200、300、500 和 800 mL 容量测定与正常值的误差均低于 5%。最大尿流率、平均尿流率和排尿量分别有 12.28%、5.26% 和 3.51% 的点在 95% 可信区间以外,而在可信区间内,差值的最大绝对值分别为 0.38 mL/s、0.70 mL/s 和 2.90 mL,均符合国际尿控协会的规定。结论:新型移动式家庭电子尿流率仪与 Laborie 尿流率仪具有一致性,是一个集准确可靠、实时方便和易管理于一体的崭新的检测系统。与传统的检查相比同样无创、可靠,并具有可携带、可院外应用、可同时记录排尿日记的优点。

**[关键词]** 远程医学; 排尿; 尿动力学

**[中图分类号]** R319 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1671-167X(2011)04-0616-04

doi: 10.3969/j.issn.1671-167X.2011.04.031

## Comparison of new portable home electronic uroflowmeter with Laborie uroflowmeter

GUAN Zhi-chen<sup>1△</sup>, DENG Xiao-lin<sup>1</sup>, ZHANG Qian<sup>2</sup>

(1. Department of Urology, Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen 518036, China; 2. Department of Computer Science and Engineering, Hong Kong University of Science & Technology, Hong Kong, China)

**ABSTRACT Objective:** To design a new portable home electronic uroflowmeter and compare it with traditional methods. **Methods:** The system consists of collectors, urine conducting apparatus, intelligent cell phone, wireless network communication technology, computer analysis and drawing, and data storage technology, etc., and can automatically collect voiding information from patients with lower urinary tract symptoms(LUTS). Through Bluetooth, the voiding information was sent to the patient's intelligent cell phone from the collector, then stored directly by intelligent cell phone and wirelessly transmitted to the workstation in hospital. The system was primarily tested with regard to accuracy of measurement of the voided volume. Multiple doses with known volume were introduced in the system and Laborie uroflowmeter. Furthermore, 38 outpatients who had LUTS were tested simultaneously with the system and Laborie uroflowmeter. The statistical method for assessing agreement between the two methods of clinical measurement was Bland-Altman analysis. Among the subjects, there were 22 male patients and 16 female patients, ranging from 21 to 37 years old, with an average age of 25.5 years, of whom, 19 were tested once and 19 patients twice, equaling to 57 tests. **Results:** The system could accurately collect and analyze voiding time, uroflowmetry, voided volume, and automatically provide uroflowmetry parameters. The measurement error of 100, 200, 300, 500 and 800 mL is less than 5%. 12.28%, 5.26% and 3.51% of the Qmax, Qave and voided volume points were beyond the 95% limits of agreement. The maximum absolute values of the Qmax, Qave and voided volume difference were 0.38 mL/s, 0.70 mL/s and 2.90 mL, respectively. They agreed with the recommendation of Standardization International Continence Society. **Conclusion:** The new portable home electronic uroflowmeter has good agreement with Laborie uroflowmeter.

△ Corresponding author's e-mail: guanzhichen@tom.com

ter and is a new LUTS monitoring system integrated with correct, reliable, real-time, convenient and easy-managing advantages. It is as noninvasive and reliable as traditional methods, and its portable feature facilitates application out of hospitals. It can also record voiding diaries.

**KEY WORDS** Telemedicine; Urination; Urodynamics

尿流率测定是一无创性检查,用于膀胱出口梗阻等各种排尿功能障碍的患者,是泌尿外科临床上使用最广泛、极具应用价值的筛查工具<sup>[1]</sup>。近年来伴随着泌尿外科的发展需求以及人口老龄化等诸多因素,传统的尿流率检查方法受到了极大的挑战,社区医疗及家庭健康保健模式也需要更小型便捷化的检查设备。因此,本研究在既往发明的远程无线电子排尿日记的基础上<sup>[2]</sup>,设计了新型移动式家庭电子尿流率仪设备,并传统的尿流率仪进行临床比较,现介绍如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

38 例因下尿路症状来北京大学深圳医院就诊的门诊患者,其中男性 22 例,女性 16 例,年龄 21~37 岁,平均年龄 25.5 岁。检查 1 次者 19 例,2 次者 19 例,共检查 57 次。尿流率测定分别使用本研究设计的新型尿流率采集设备及 Laborie Spindle View TM 尿流率仪(Laborie 尿流率仪)。

### 1.2 新型尿流率检测系统设计

新型移动式家庭电子尿流率仪的设计采用称重式传感器,采集器为直径 10 cm 的圆形小盒,高 2 cm,重 50 g,采用不易生锈的陶瓷材料制成,内有两节 7 号电池供电,具有自动感应开关,不使用能及时断电以延长使用时间(图 1)。患者排尿时将尿杯放置于采集器上,采集器将自动调零,当患者把尿液排入杯中后即可自动测定尿流率(图 2)。女性采用导流器站立排尿(图 3)。测定的尿流率数据保存在传感器内置的电子秤 E<sup>2</sup>Rom 中,并通过电子秤中内置的蓝牙通信装置将相关数据即时或定时发送至智能手机(图 4),该智能手机可以通过手机的 GPRS/CDMA/3G 无线通信将尿流率数据传输到医生工作站(图 5),这样医生就可以远程实时对患者的排尿情况进行监测。

### 1.3 实验室容量测定比较

分别向两种尿流率仪尿杯内注水 100、200、300、400、500、800 mL 各 5 次,比较所测得的容量值。

### 1.4 临床尿流率测定比较方法

将本研究设计的移动式电子尿流率仪与 Laborie 尿流率仪进行比较,先将带杯子的移动式电子尿流率采集器放置在 Laborie 尿流率仪上,然后将 Laborie 尿流率仪调零(图 6)。患者将尿液排入移动式电子尿流率仪采集器上的杯中,这样本研究设计的尿流率测定仪和 Laborie 尿流率仪就可以同时采集同一次排尿,方便对二组数据直接比较。比较的数据包括排尿量(指经尿道排出尿液的总量)、最大尿流率( $Q_{max}$ ,指测量到的最大流率值)、平均尿流率( $Q_{ave}$ ,排尿容量除以排尿时间)、尿流时间(可测得的尿流实际发生持续时间间隔)。

### 1.5 统计学方法

应用 SPSS 13.0 统计软件对数据进行统计学分析,数据以  $\bar{x} \pm s$  表示。对两种尿流率仪测定方法的一致性评估采用 Bland-Altman 分析方法。

## 2 结果

新型移动式电子尿流率仪方便携带,适于家庭应用。采集的流率、容量可以通过手机的 GPRS/CDMA/3G 无线通信网络与医院的中心服务器建立网络连接,定时将排尿信息/饮水信息批量发送给服务器,服务器自动将这些信息分别存储于患者专属的个人数据库,建立个人病历档案。中心服务器具有强大的存储、分析和计算能力,可以实时为所有患者产生尿流信息图表(图 7)。医生除了通过 Internet/LAN 网络访问中心服务器获取患者的尿流信息外,还可以直接在智能手机上获得信息。

两种尿流率仪的实验室容量比较见表 1。38 例门诊患者总共测得 57 次尿流率,两种尿流率仪的一致性评估见图 8。

57 次配对最大尿流率差值为( $-0.03 \pm 0.25$ ) mL/s,其 95% 可信区间为  $-0.52 \sim 0.46$  mL/s(图 8A),有 12.28% (7/57) 的点在 95% 可信区间以外;在可信区间范围内,新型移动式家庭电子尿流率仪与 Laborie 尿流率仪相比,差值的绝对值最大为 0.38

mL/s 其对应的两种尿流率仪的最大尿流率平均值为 25.15 mL/s.

57 次配对平均尿流率差值为( -0.06 ±0.33) mL/s 其 95% 可信区间为 -0.72 ~ 0.60 mL/s( 图 8B) ,有 5.26% ( 3/57) 的点在 95% 可信区间以外; 在可信区间范围内 ,新型移动式家庭电子尿流率仪与 Laborie 尿流率仪相比 ,差值的绝对值最大为 0.70 mL/s 其对应的两种尿流率仪的最大尿流率平均值

为 12.55 mL/s。

57 次配对排尿量差值为( 0.12 ± 1.73) mL ,其 95% 可信区间为 -3.27 ~ 3.51 mL( 图 8C) ,有 3.51% ( 2/57) 的点在 95% 可信区间以外; 在可信区间范围内 ,新型移动式家庭电子尿流率仪与 Laborie 尿流率仪相比 ,差值的绝对值最大为 2.90 mL ,其对应的两种尿流率仪的排尿量平均值为 714.75 mL。



图 1 采集器 图 2 尿杯 图 3 女性站立排尿导流器

图 4 智能手机 图 5 控制中心 图 6 二种采集器的位置

Figure 1 Collector Figure 2 Urine cup Figure 3 Urine conducting apparatus Figure 4 Intelligent cell phone Figure 5 Control center Figure 6 Location of the two flowmeters

表 1 两种尿流率仪容量比较( 每容量测 5 次)

Table 1 Comparison of the volume(mL) measured with two uroflowmeters ( 5 times at each volume)

Standard volume	Laborie	Portable uroflowmeter
100	102.2( 101 - 104)	100.33( 99.70 - 100.98)
200	198.2( 198 - 200)	199.95( 199.38 - 200.29)
300	297.4( 296 - 299)	300.02( 299.60 - 300.27)
500	499.6( 495 - 504)	499.43( 498.50 - 501.10)
800	798.4( 795 - 801)	799.29( 798.40 - 802.42)

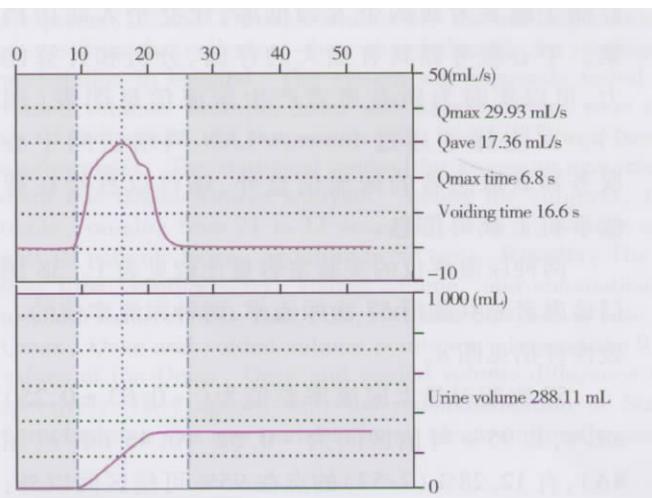


图 7 尿流率显示图

Figure 7 Uroflow of patients

### 3 讨论

尿流率检查无创且经济 对大多数怀疑有下尿路功能障碍的患者来说 ,是一项首选、必不可少的筛查

项目。医生可以通过这种简单的尿动力学检查,获得一些客观和量化的信息,有助于初步了解患者储尿和排尿的相关症状。正常尿流率曲线为一平滑的曲线,这种平滑的曲线特征取决于逼尿肌收缩的动力学特性。逼尿肌收缩力的减低或尿道压力的持续增加均可引起尿流率的下降,使尿流率曲线持续低平。前列腺增生等压迫膀胱出口的解剖性和功能性疾病即会出现尿流率曲线的这种改变。随着我国进入老龄化时代,使用尿流率检查可以初步评价是否患有膀胱出

口梗阻的患者日益增多。近年来,研究发现一些年轻患者也常需行尿流率检查, Kaplan 等<sup>[3]</sup>、Nitti 等<sup>[4]</sup>及 Wang 等<sup>[5]</sup>分别报道,在具有下尿路症状的年轻男性中,膀胱出口功能性梗阻发病率可高达 54%、47% 和 41%。本研究既往对有下尿路症状(LUTS)的 2 699 名年轻患者(14 岁~35 岁)行尿流率检查,发现 43.39% 的患者最大尿流率低于正常,进一步行压力-流率检查,提示 31.08% 存在梗阻(待发表),说明对不明原因的下尿路症状患者行尿流率检查十分必要。

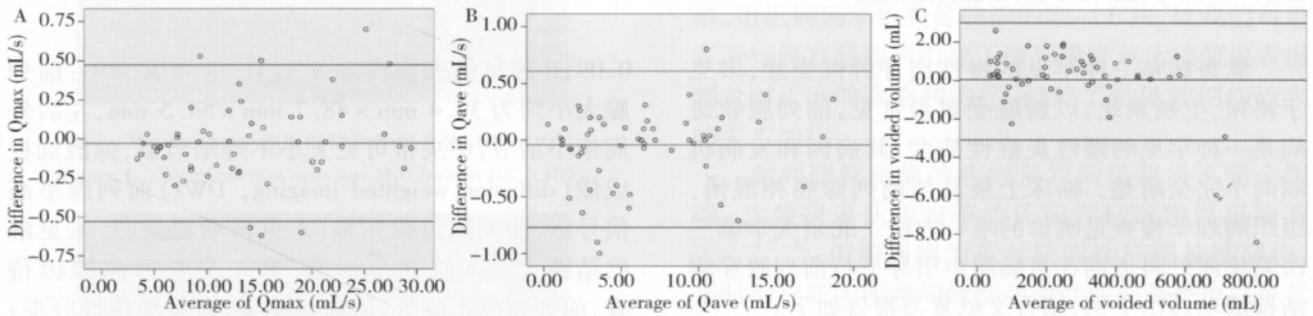


图8 两种尿流率仪测定最大尿流率(A)、平均尿流率(B)和平均排尿量(C)的Bland-Altman图

Figure 8 Difference against mean for  $Q_{max}$  (A),  $Q_{ave}$  (B) and voided volume (C) by Laborie and portable uroflowmeter

尿流率受环境、尿量等多种因素的影响,其正确的数值很难在一次门诊检查中确定。Sonke 等认为,一次检查  $Q_{max}$  可与实际值误差达到 50%,如行 12 次检查,其误差将从 50% 下降至 15%<sup>[6]</sup>;如行 25 次检查,其误差率就会降至 10%<sup>[7]</sup>。为了提高诊断的正确性,家庭多次测定尿流率就显得格外重要<sup>[8]</sup>。临床上,前列腺梗阻性疾病的药物治疗中常以尿流率评价其效果,而家庭多次测定尿流率对药物的实际疗效评价更为客观。因此,本研究设计的供家庭使用的尿流率仪值得进一步推广。

通过内置的蓝牙通信装置将相关数据即时或定时发送至智能手机,并实时传入网络是本设计与既往国外报告的家庭尿流率仪最大的不同,其优点是保证了所采资料的安全性、实时性,便于患者与医生调阅,且容易保存。新型尿流率测定仪体积小、重量轻,便于携带,置于杯子中空的底部,保证了排尿时杯子的稳定性。女性尿流率检查时的站立排尿通过导流器完成,使家庭用的尿流率仪脱离了排尿座椅,成为真正的可便携检查装置。新型尿流率测定仪可以和排尿日记同时使用,增加了对下尿路症状的判断能力。

尿流信号的准确度和精确度有赖于尿流计的类型、内部信号的处理,以及尿流计的正确校对和使用。国际尿控学会技术报告委员会建议最大尿流率( $Q_{max}$ )范围为 0~50 mL/s,排尿量(voided volume)范围为 0~1 000 mL,最大时间常数为 0.75 s,在临

床检查中最大尿流率精确至毫升整数,排尿量到整 10 mL,尿流信号的总精确度应低于相对于满刻度的  $\pm 5\%$ <sup>[9]</sup>。本研究设计的移动式家庭电子尿流率仪设备采集的参数与国际最著名的 Laborie 尿流率仪相比具有一致性,因此两种尿流率仪在临床上测定尿流率并无差异。

#### 参考文献

- [1] 关志忱,杨勇. 排尿功能障碍的诊断[M]//吴阶平. 吴阶平泌尿外科学. 济南: 山东科学技术出版社, 2004: 1249-1294.
- [2] 关志忱,魏本林,孟作为. 远程无线排尿日记开发及 20 例年轻人客观排尿情况报告[J]. 北京大学学报: 医学版, 2010, 42(4): 476-479.
- [3] Kaplan SA, Ikeguchi EF, Santarosa RP, et al. Etiology of voiding dysfunction in men less than 50 years of age [J]. Urology, 1996, 47(6): 836-839.
- [4] Nitti VW, Lefkowitz G, Ficazzola M, et al. Lower urinary tract symptoms in young men: videourodynamic findings and correlation with noninvasive measures [J]. J Urol, 2002, 168: 135-138.
- [5] Wang CC, Yang SSD, Chen YT, et al. Videourodynamic identifies the causes of young men with lower urinary symptoms and lower uroflow [J]. European Urology, 2003, 43(4): 327-340.
- [6] Sonke GS, Robertson C, Verbeek AL, et al. A method for estimating within-patient variability in maximal urinary flow rate adjusted for voided volume [J]. Urology, 2002, 59(3): 368-372.
- [7] Sonke GS, Kiemeny LA, Verbeek AL, et al. Low reproducibility of maximum urinary flow rate determined by portable flowmetry [J]. Neurourol Urodyn, 1999, 18: 183-191.
- [8] Porru D, Scarpa RM, Prezioso D, et al. Home and office uroflowmetry for evaluation of LUTS from benign prostatic enlargement [J]. Prostate Cancer Prostatic Dis, 2005, 8(1): 45-49.
- [9] Schafer W, Abrams P, Liao LM, et al. Good urodynamic practices: uroflowmetry, filling cystometry, and pressure-flow studies [J]. Neurourol Urodyn, 2002, 21(3): 261-274.