

残尿測定における携帯型 3 次元超音波断層装置 (BVI6100) の有用性

—経腹的超音波断層法との比較検討—

渡部 明彦, 一松 啓介, 伊藤 崇敏, 森井 章裕
保田 賢司, 藤内 靖喜, 水野 一郎, 布施 秀樹
富山大学大学院医学薬学研究部腎泌尿器科学講座

THE EFFICACY OF PORTABLE 3-DIMENSIONAL ULTRASOUND SCANNING DEVICE (BLADDER SCAN™BVI6100) FOR MEASUREMENT OF RESIDUAL URINE VOLUME —COMPARISON WITH TRANSABDOMINAL ULTRASOUND ESTIMATION—

Akihiko WATANABE, Keisuke ICHIMATSU, Takatoshi ITO, Akihiro MORII,
Kenji YASUDA, Yasuyoshi FUJUCHI, Ichiro MIZUNO and Hideki FUSE
*The Department of Urology, Graduate School of Medicine and
Pharmaceutical Sciences for Research, University of Toyama*

In 177 patients, we evaluated the efficacy of a portable 3-dimensional ultrasound scanning device (Bladder Scan™BVI6100) in measurement for residual urine volume, compared with transabdominal ultrasound estimation, using values measured by urethral catheterization as actual values. A high correlation was demonstrated between values measured by BVI6100 and actual values. Error rates of the values measured by BVI6100 male mode, female mode and transabdominal ultrasound estimation to actual values were 42.7 ± 32.6 , 50.6 ± 63.3 and $65.8 \pm 43.7\%$, respectively. The error rate of the values measured by BVI6100 female mode was significantly higher than that by BVI6100 male mode or transabdominal ultrasound estimation. Irrespective of patient sex, the error rate of the values measured by BVI6100 in male mode was significantly lower than that in female mode. Therefore, BVI6100 male mode was considered to be a useful alternative for measurement of residual urine with accuracy similar to that of transabdominal ultrasound estimation.

(Hinyokika Kiyo 54 : 203-206, 2008)

Key words : Bladder scan, BVI6100, Measurement of residual urine

緒 言

カテーテル導尿による残尿測定法は正確ではあるが、苦痛を伴い、時には尿道損傷や尿路感染の危険性も伴う侵襲的検査であるため、日常診療においては代替法として経腹的超音波断層法（以下超音波断層法とする）を用いて残尿量を測定することが多い。超音波断層法に比べ携帯型 3 次元超音波装置 (Diagnostic Ultrasound 社製 Bladder Scan™BVI6100 : 以下 BVI6100 と略す) は操作が簡便であり、短時間で残尿測定することが可能である。今回、カテーテル導尿法で測定された残尿量を実測値とし、超音波断層法と BVI6100 による残尿測定法を比較しその有用性について検討した。

対 象 と 方 法

2006年 3 ～ 9 月に当科外来を受診しカテーテル導

尿、超音波断層法、BVI6100 による残尿測定法を施行することに対し、文書にて同意が得られた165例（延べ179例）を対象とした。カテーテル導尿が困難であった 2 例を除外し延べ177例で検討を行った。方法は BVI6100 男性モード（以下 BVI 男性モード）、女性モード（以下 BVI 女性モード）でそれぞれ 3 回計測したのち、超音波断層法、カテーテル導尿による残尿測定法を施行した。BVI6100 の概観を示す (Fig. 1)。BVI6100 での測定は Fig. 1 のごとく、恥骨上にゼリーを塗布しスキャンヘッドを膀胱が存在すると思われる恥骨上部に接着させて施行した。BVI6100 の測定値は男性モード、女性モードそれぞれ 3 回の平均値とした。超音波断層法による残尿量は、横断面で膀胱の横径 (a cm)、縦径 (b cm)、縦断面で前後径 (c cm) を計測し $abc/2$ (ml) として算出した。カテーテル導尿法による残尿量（以下実測値とする）と超音波断層法および BVI6100 による測定値との差より、



Fig. 1. Appearance of BVI6100.

誤差率 [(測定値－実測値)の絶対値/実測値×100 (%)], ならびに誤差量 [(測定値－実測値)の絶対値] を算出した. 全症例の検討に加え, 性別, body mass index (BMI), 下腹部術創の有無をそれぞれ群別し, 各測定法の誤差率, 誤差量を比較検討した. また検者別 (泌尿器科診療経験年数1～9年の医師5名) の誤差率, 誤差量も比較検討した. 結果は平均値±標準偏差で表し, 統計学的解析として相関解析には Pearson's correlation coefficient, 2群間比較には unpaired t-test, 3群間以上の比較には Bonferroni/Dunn 法および Tukey-Kramer 法を用い危険率5%未満を統計学的に有意差ありとした.

結 果

年齢は70.5±11.2歳 (25～91歳), 性別は男性が延べ126例, 女性が延べ51例であった. 残尿量実測値は96.8±107.1 ml (1～735 ml) であった. 基礎疾患は前立腺肥大症が80例, 神経因性膀胱が63例, 前立腺癌が8例, その他26例 (TUR-P 後, 過活動膀胱, 腹圧性尿失禁など) であった.

超音波断層法, BVI 男性モード, BVI 女性モードともに実測値との間に高い相関が認められた (Fig. 2). 全症例における比較では, 実測値に対する誤差率は超音波断層法では42.7±32.6%, BVI 男性モードでは50.6±63.3%, BVI 女性モードでは65.8±43.7%であり, BVI 女性モードでは超音波断層法および BVI 男性モードに比較して有意に誤差率が高かった (Table 1). またすべての測定法において, 実測値 50 ml 未満であった場合は誤差率が高くなっていた. 実測値 50 ml 以上の場合の誤差率は, 超音波断層法では28.6±21.2%, BVI 男性モードでは27.2±20.8%, BVI 女性モードでは39.5±35.5%であり, BVI 女性

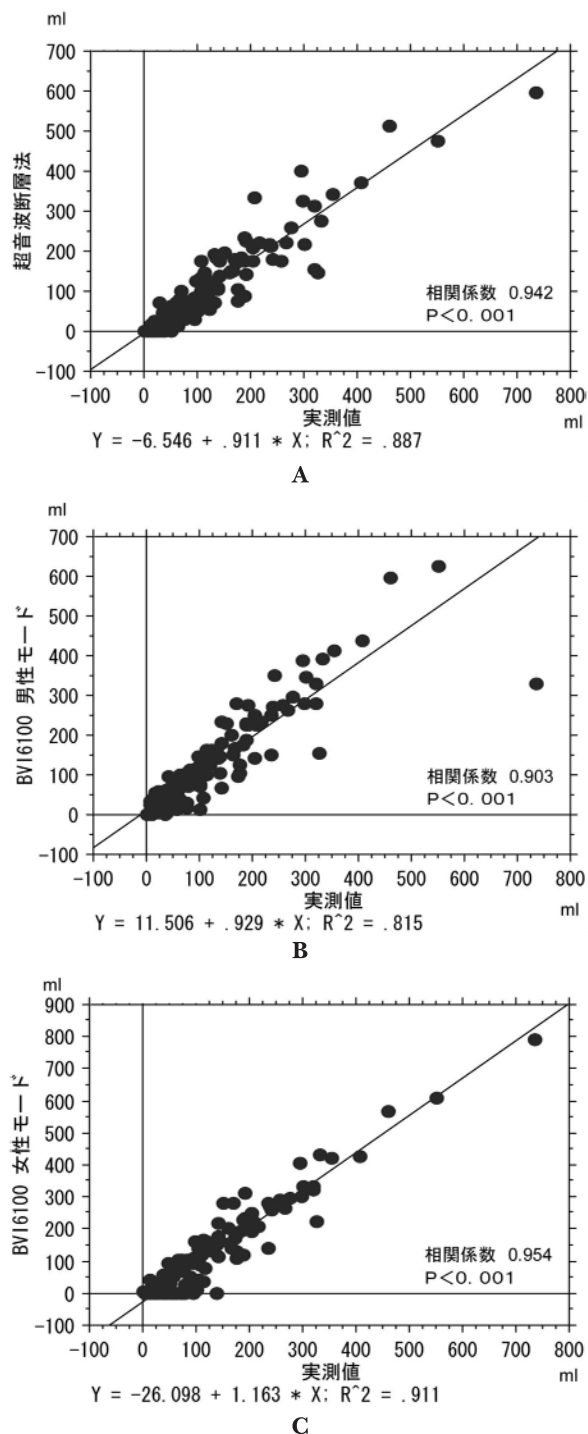


Fig. 2. The correlation between actual values measured by urethral catheterization and values measured by each of the following measurement (A, B, or C) for residual urine. A: Transabdominal ultrasound estimation. B: BVI6100 male mode. C: BVI6100 female mode.

モードでは超音波断層法および BVI 男性モードに比較して有意に誤差率が高かった. 全症例の実測値に対する誤差量の検討では, 超音波断層法で 26.5±28.7 ml, BVI 男性モードで 28.0±39.1 ml, BVI 女性モードでは 33.9±17.8 ml であり, BVI 女性モードでは超音波断層法に比較して誤差量が有意に多かつ

Table 1. Comparison of error rates by three measurement methods for residual urine

実測値	残尿測定法		
	超音波断層法	BVI 男性モード	BVI 女性モード
50 ml 未満 (n=79)	60.3±35.7	79.7±83.5	98.4±28.3
50-100 ml (n=37)	36.7±23.5	30.3±23.2	63.7±39.5
101-200 ml (n=38)	26.3±18.3	28.7±20.4	31.4±25.4
201 ml 以上 (n=23)	19.4±17.6	19.5±15.7	31.4±25.4
計 (n=177)	42.7±32.6	50.6±63.3	65.8±43.7*†

* p<0.05 (vs 超音波断層法), † p<0.05 (vs 男性モード), Mean±SD (%).

た. 誤差量が 30 ml 以上あった症例は, 全症例においては超音波断層法で41例 (23%), BVI 男性モードで37例 (21%), BVI 女性モードで58例 (33%) であり, 実測値 50 ml 未満の症例ではそれぞれ7例 (9%), 9例 (11%), 23例 (29%), 実測値 50~100 ml の症例ではそれぞれ15例 (41%), 10例 (27%), 24例 (65%) であった.

性別による比較では, BVI 女性モードより BVI 男性モードでの測定値が, 男性および女性どちらに対しても誤差率が有意に低い結果となった (Table 2). 統計学的な有意差は認められなかったが, 女性モードでの測定値は誤差量が多い傾向にあった.

BMI による比較では, BMI 23未満の群では BMI 23以上の群に比べ, BVI 男性モードにおいて有意に誤差量が多かった (Table 3).

Table 2. Comparison of error rates by three measurement methods for residual urine in different patient sexualities

性別	残尿測定法		
	超音波断層法	BVI 男性モード	BVI 女性モード
男性 (n=26)	44.2±32.9	55.8±71.7	71.3±44.2*†
女性 (n=51)	39.2±31.9	37.7±31.9	52.2±39.6†

* p<0.05 (vs 超音波断層法), † p<0.05 (vs 男性モード), Mean±SD (%).

Table 3. Comparison of the three measurement methods for residual urine in patients with different BMIs (<23, ≥23)

BMI	残尿測定法		
	超音波断層法	BVI 男性モード	BVI 女性モード
<23 (n=126)	28.7±31.1	34.0±50.2	36.3±29.6
≥23 (n=51)	24.4±26.3	22.3±23.0*	31.6±25.9

2 群間で実測値に有意差なし. * p<0.05, Mean±SD (ml).

Table 4. Comparison of the error rates or the error volumes by the three measurement methods for residual urine by 5 examiners

誤差率	残尿測定法		
	超音波断層法	BVI 男性モード	BVI 女性モード
A (n=55)	39.7±36.1	44.6±64.7	61.7±51.6
B (n=48)	40.1±30.7	47.4±39.1	67.5±39.9
C (n=33)	46.6±33.5	59.4±74.2	68.4±38.5
D (n=14)	43.8±30.6	82.3±109.7*	68.7±42.8
E (n=17)	52.8±27.1	37.9±37.7	68.9±40.8

検者間で実測値に有意差なし. * p<0.05 (vs 検者 A).

誤差量	残尿測定法		
	超音波断層法	BVI 男性モード	BVI 女性モード
A (n=55)	23.3±24.9	23.7±24.0	30.9±26.1
B (n=48)	26.4±24.1	36.0±59.8	40.5±28.5
C (n=33)	24.7±26.7	22.2±28.4	30.5±26.3
D (n=14)	29.2±45.0	25.9±23.1	25.6±24.6
E (n=17)	27.0±20.9	18.9±18.1	28.9±22.0

統計学的有意差なし.

術創の有無別による比較では統計学的有意差は認められなかったものの, 術創がある症例では誤差量が多い傾向にあった.

検者間による誤差を検討してみたところ, 一部誤差率に有意差があったものの, 誤差量に有意差はなく検者間における測定誤差はほとんど認められなかった (Table 4).

考 察

膀胱容量を測定するための携帯型 3 次元超音波装置はこれまでいくつか報告されてきたが¹⁻³⁾, BVI6100 は重量が 309 g と軽量化され, 測定時間も約 3 秒間であり操作性が簡便で時間もかからないのが特徴的な装置である. 男女性別モードが設定されており, プローブが B モードで15度ごとに12方向画像 (180度) を作成し, その12断面を積分して容量を計算している.

これまで経腹的または経膈的超音波断層法による残尿測定法の近似式はいくつか報告されているが⁴⁻⁷⁾, いずれの近似式を用いても誤差率は約50~60%であり⁸⁾, 自験例の BVI 男性モードでの誤差率とほぼ同等であった. 実測値 50 ml 未満では誤差率が高い結果であったが, その場合誤差量が 30 ml 以上の症例は BVI 男性モードでは11%に認められるに過ぎず, 臨床的にはさほど問題にならないと考えられる.

性別による比較では, 男性同様, 女性においても BVI 女性モードより BVI 男性モードでの測定値の誤

差率が有意に低い結果となった。統計学的な有意差は認められなかったが、BVI 女性モードでの測定値は誤差量が多い傾向にあった。つまり性別に関わらず BVI 男性モードでの測定が誤差は少ないとの結果であった。大岡ら⁹⁾も BVI 女性モードの有用性は見い出せなかったと報告しており、その測定原理は不明であるが膀胱内の尿と子宮の音響インピーダンスの差異を BVI6100 が認識できない場合、尿に関する信号も削除されてしまうため誤差が大きくなるのではないかと推察している。BMI 23未満では BVI 男性モードにおいて有意に誤差量が多く、また術創の有無別での検討では有意差はなかったものの、術創がある場合は誤差量が多い傾向にあった。これは BVI6100 のスキャンヘッドが半球形をしているため、痩せ型の症例や術創がある症例においては接着面が少なくなることで誤差が生じやすくなったと考えられ、ゼリーを十分塗布するなど工夫を要するものと思われる。

BVI6100 はカテーテル導尿法に比較して若干精度が低いという短所はあるが、残尿測定においては超音波断層法と比較しその精度はほぼ同等であり、携帯可能で短時間で測定が可能であることから、超音波断層法に比べ有用性が高いと考えられる。また操作が簡便で検者による誤差も少ないことから医師以外の医療従事者においても医師の指示のもと測定可能と思われる。高齢化社会を迎える現在においては介護などの現場での実用性が高く今後の普及が期待される。

結 語

携帯型 3 次元超音波断層装置は、超音波断層法による残尿測定とほぼ同等の精度を示し、操作が簡便で短時間に疼痛を伴うことなく施行できることから残尿測定において有用な方法と思われた。

本論文の要旨は第56回日本泌尿器科学会中部総会において発表した。

文 献

- 1) Fuse H, Yokoyama T, Muraishi Y, et al.: Measurement of residual urine volume using a portable ultrasound instrument. *Int Urol Nephrol* **28**: 633-637, 1996
- 2) Byun SS, Kim HH, Lee E, et al.: Accuracy of bladder volume determinations by ultrasonography: are they accurate over entire bladder volume range? *Urology* **62**: 656-660, 2003
- 3) 新保 齊, 景山慎二, 塚田 隆, ほか: 残尿測定における携帯型超音波断層装置の臨床的有用性と問題点. *臨泌* **53**: 999-1002, 1999
- 4) Hakenberg OW, Ryall RL, Langlois SL, et al.: The estimation of bladder volume by sonocystography. *J Urol* **130**: 249-251, 1983
- 5) Griffiths CJ, Murray A, Ramsden PD, et al.: Accuracy and repeatability of bladder volume measurement using ultrasonic imaging. *J Urol* **136**: 808-812, 1986
- 6) Kiely EA, Hartnell GG, Gibson RN, et al.: Measurement of bladder volume by real-time ultrasound. *Br J Urol* **60**: 33-35, 1987
- 7) Haylen BT, Frazer MI, Sutherst JR, et al.: Transvaginal ultrasound in the assessment of bladder volumes in women. *Br J Urol* **63**: 149-151, 1989
- 8) Simforoosh N, Dadkhan F, Hosseini SY, et al.: Accuracy of residual urine measurement in men: comparison between real-time ultrasonography and catheterization. *J Urol* **158**: 59-61, 1997
- 9) 大岡均至, 野瀬隆一郎: 携帯型 3 次元超音波断層装置による膀胱容量測定の有用性と問題点—特に 100 ml 以下の膀胱容量の測定について—. *日泌尿会誌* **96**: 601-609, 2005

(Received on June 25, 2007)

(Accepted on August 23, 2007)