



12-31-2018

Accuracy of Residual Urinary Volume Measurements in Patients with Neurogenic Bladder when using a Portable Ultrasound Bladder Scanner

Yao-Hung Yang

Chung-Yao Chen

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Yang, Yao-Hung and Chen, Chung-Yao (2018) "Accuracy of Residual Urinary Volume Measurements in Patients with Neurogenic Bladder when using a Portable Ultrasound Bladder Scanner," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 46: Iss. 2, Article 2.

DOI: [https://doi.org/10.6315/TJPMR.201812_46\(2\).0002](https://doi.org/10.6315/TJPMR.201812_46(2).0002)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol46/iss2/2>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

原著

以膀胱超音波掃描神經性膀胱病人餘尿之準確性

楊曜鴻 陳仲堯

長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院復健科

在神經性膀胱的病人中時常需要測量餘尿量以判定是否有效把尿液排空，膀胱超音波掃描(ultrasound bladder scanning)是一種簡便的方式去了解病人的餘尿量，並且可以有效減少不必要的導尿次數，降低包含尿道損傷、感染以及病患不適感，本研究旨在釐清各種不同的疾病以及病人型態，膀胱超音波掃描是否皆可適用。

本研究採回溯性研究的方法，回顧 2015 年 8 月至 2016 年 8 月復健科病房內經膀胱超音波掃描(BVI 6100)後立即導尿的神經性膀胱患者，共有 39 位患者(14 位男性以及 25 位女性)進行共 144 次超音波測量後立即導尿。結果發現超音波測量三次平均餘尿量及導尿量兩者之間有顯著相關($\rho=0.698$, $p<0.001$)，進一步將不同導尿量分成五組(<150, 150–250, 250–350, 350–450, >450 mL)，發現導尿量誤差率與組別有顯著相關($p=0.047$)，事後分析發現在導尿量<150mL 這組誤差率顯著大於導尿量>450mL 這組(中位數 31.3% vs 9.0%, $p=0.007$)，且在導尿值<150mL 的膀胱超音波掃描量會顯著高估餘尿量(中位數 147.2 vs. 100.0, $p<0.001$)。本實驗顯示雖然導尿量與膀胱超音波測得之餘尿量高度相關，但在導尿量小於 150 mL 之病人，膀胱超音波掃描顯著地高估病人餘尿量，導致部分病人可能接受到不必要的導尿，建議未來設計前瞻性實驗探討高估的原因及使用附影像的掃描儀是否能降低誤差。(台灣復健醫誌 2018；46(2)：63–69)

關鍵詞：膀胱超音波掃描(ultrasound bladder scanning)、神經性膀胱(neurogenic bladder)、餘尿(residual urine)

前言

在復健科住院病房中，絕大多數都是神經性損傷疾病，包含腦中風、脊髓損傷、創傷性腦傷等。由於這些疾病時常會造成神經性膀胱，造成病患有尿滯留或是餘尿量增加，甚至因膀胱內壓力增加，進而造成自主神經反射異常、水腎及反覆泌尿道感染，^[1]危及病患健康。根據過去的研究，長期置放導尿管增加 80% 住院期間泌尿道感染的風險，及早移除導尿管對於預防導尿管相關的泌尿道感染是相當重要的。^[2-4]而要順利移除導尿管，必須進行一連串的排尿訓練，排尿訓練當中除了記錄病人喝水量、排尿時間與次數，紀錄每次的尿量以及餘尿量可以做為導尿頻率及調整藥物

的參考。精準地測量膀胱內餘尿量可以用來評估膀胱是否能有效地排空尿液，是否需要增加藥物或是導尿。目前餘尿量的測量一直以導尿作為金字標準，然而，頻繁地導尿常使病患感到不適及心理壓力，更可能造成尿道感染、尿道損傷以及血尿等問題，^[5]反而會對病患造成傷害。

膀胱超音波掃描是一種間接的測量工具，其原理是利用超音波量測膀胱大小與不同介質的深度，用來推估膀胱內餘尿量，其特點為不具放射線，目前更發展成商業化的機型，提供手持式，易於學習及操作且於短時間即可顯示數值，已被廣泛運用在加護病房、婦科及外科術後病人、復健病房以及護理之家。^[6-8]膀胱超音波測量可以減少導尿的次數，避免病患接受不必要的導尿。雖然有許多研究認可超音波測量的準確

投稿日期：107 年 5 月 3 日 修改日期：107 年 6 月 28 日 接受日期：107 年 7 月 11 日

通訊作者：陳仲堯醫師，長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院復健科，204 基隆市安樂區麥金路 222 號。

電話：(02) 24329292 轉 2544 E-mail：b9502076@cgmh.org.tw

doi: 10.6315/TJPMR.201812_46(2).0002

性，例如 Park, Y.H 等人測量解尿困難的病患，Alnaif, B 等人以及 Byun, S.S 測量骨盆肌無力的病患，^[9-12]在某些情況下如肥胖、膀胱容量小、女性、子宮切除、膀胱壁形狀不規則，會因為對於膀胱邊界測量不準確會出現較多誤差，^[13-15]而膀胱壁不規則或小樑化(trabeculation)與神經性膀胱高度相關，^[16]但膀胱超音波掃描的準確性在神經性膀胱的病患仍然未知。本研究旨在探討神經性膀胱病人以 3D 膀胱超音波掃描餘尿之準確性以及誤差來源。

研究對象與方法

我們的研究對象來自一家區域教學醫院的復健科病房。納入條件為病人因腦中風、脊髓損傷、創傷性腦傷且有神經性膀胱接受排尿訓練的病患，於住院期間接受膀胱超音波掃描後接著做導尿。排除條件是內科或是神經學狀況不穩定以及進行中的泌尿道感染。本研究採取回溯性研究法(Retrospective study)，收集了自 2015 年 8 月至 2016 年 8 月，39 名病患接受了共 144 次測試。本研究通過長庚醫療財團法人人體試驗倫理委員會臨床試驗同意(IRB 案號：201800373B0)。

評估工具

本研究使用的攜帶型超音波膀胱容量測定儀 BladderScan[®] BVI 6100，由美國 VERATHON 公司研發，其探頭可以提供 B 模式成像，掃描範圍 180 度，每 15 度成像一次，提供 12 個切面影像，並運用這些影像組合計算 3D 體積，以程式計算並顯示於面板量測的膀胱容量。

評估方法

對於診斷為神經性膀胱且正在接受排尿訓練的病人，於病患解尿後或是尿滯留無法排出時測量，由受過訓練的測試者(住院醫師或護理師)使用攜帶型超音波膀胱容量測定儀進行測量，方法為先選擇合適的性別模式，讓病患安靜的仰躺休息，觸診恥骨聯合處並將傳導貼片放置在恥骨上方大約 1 英寸(3cm)略微向下往膀胱方向瞄準，在同一個位置進行三次測量，取其平均值作為測量值。掃描後立即進行導尿，測量並記錄為實際餘尿量。

統計分析

本研究使用描述性統計分析收錄個案的基本資料以及特質。運用 Spearman's rank correlation 分析測量值以及導尿量兩個連續變數的相關性。我們將每次測量數據依據導尿量分為 5 組(<150, 150~250, 250~350, 350~450, >450 mL)分別為 A,B,C,D,E 組，將誤差值取絕對值，定義誤差率 Error rate 為誤差值之絕對值與實際尿量的比值，即 $\text{Error rate} = |\text{Measured volume} - \text{True volume}| / \text{True volume}$ ，運用廣義估計方程式(generalized estimating equation, GEE)分析與導尿量組別、身體質量指數(BMI)、年齡，以及性別之間的相關性。本研究統計分析使用 Statistical Product and Service Solutions (SPSS) version 20.0，所有結果皆以雙尾檢定 p 值小於 0.05 作為統計上有顯著差異判斷標準。

表 1. 神經性膀胱受試者基本資料(N=39)

變項	
性別	
男性	14(36%)
女性	25(64%)
年齡 (年)	
中位數(四分位距)	74 (65.5–76.0)
身高 (公分)	
中位數(四分位距)	154.5(150–161.3)
體重 (公斤)	
中位數 (四分位距)	59.9(52.0–66.6)
身體質量指數 (公斤/公尺 ²)	
中位數 (四分位距)	25.3 (21.6–26.4)
診斷	
腦中風	21(53.8%)
創傷性腦傷	3(7.7%)
脊髓損傷	15(38.5%)
糖尿病	11(28.2%)
前列腺肥大	2(5.1%)

表 2. 運用廣義估計方程式(generalized estimating equation)預測導尿量誤差率絕對值

變項	β	SE	Wald χ^2	p 值
導尿量				
A:<150 mL	0.825	0.3068	7.229	0.007*
B:150<導尿量<250 mL	0.098	0.1055	0.854	0.355
C:250<導尿量<350 mL	-0.001	0.08	0	0.992
D:350<導尿量<450 mL	0.019	0.0695	0.076	0.783
E:>450 mL		對照組		
其他變項				
身體質量指數	-0.002	0.0222	0.007	0.932
年齡	0.006	0.0057	1.023	0.312
男性	0.223	0.1983	1.26	0.262

* p < 0.05.

表 3. 依導尿量分組各組內導尿量誤差值

組別	誤差值(mL)	誤差率(%)
A:<150 mL	22.7 (6–108.3)	31.3%(11.8%–126.7%)
B:150<導尿量<250 mL	-11.4(-36.475–30.05)	17.3%(8.1%–29.8%)
C:250<導尿量<350 mL	-11.7(-55.675–25.75)	10.7%(5.7%–18.7%)
D:350<導尿量<450 mL	-38.0 (-75.3–4.7)	11.3%(2.2%–29.7%)
E:>450 mL	-56.0(-145.15–6.3)	9.0%(3.2%–24.3%)

註：1.誤差值及誤差率以中位數(四分位距)表現
2.誤差值 = 超音波掃描膀胱測量值 – 實際尿量
3.誤差率為誤差值之絕對值與實際尿量的比值

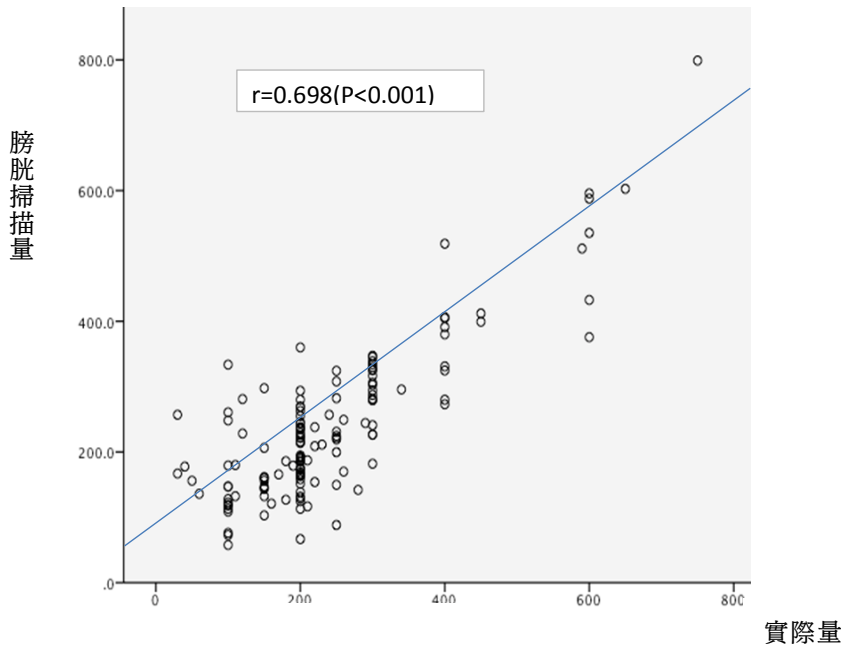


圖 1. 分布圖顯示膀胱掃描的數值與導尿量呈現高度相關 (ρ =0.698, p< 0.001)

結 果

本研究中收集了 39 位神經性膀胱病患(14 位男性, 25 位女性), 他們分別有 21 位診斷為腦中風, 3 位診斷為創傷性腦傷, 以及 15 位脊髓損傷。這 39 位患者中有 11 位有糖尿病診斷, 有 2 位有攝護腺肥大診斷。這些患者共接受了 144 次膀胱掃描, 接著進行導尿。這些患者年齡中位數為 74 歲(四分位距, interquartile range (IQR): 65.5-76.0 歲, 有效位數為小數下一位), 身體質量指數中位數為 25.3kg/m² (IQR: 21.6–26.4 kg/m²) (表 1)。

在這 144 次測試中, 膀胱掃描的數值與導尿量呈現高度相關。 $(\rho=0.698, p<0.001)$ (圖 1), 整體而言導尿量和掃描預估量並沒有顯著差異(中位數 200.0mL vs 220.5mL; $p=0.698$)。運用廣義估計方程式(generalized estimating equation)並校正過其他因子包含身體質量指數、年齡以及性別, 發現導尿量誤差率與組別有顯著相關($p=0.047$), 事後分析發現在組別 A 這組誤差率顯著大於組別 E(31.3% vs. 9.0%, $p=0.007$)(表 2, 3), 此外若是分別計算各組別誤差值也可以發現到組別 A 誤差值中位數為正誤差, 而其他組別誤差值中位數為負誤差(表 3), 且在組別 A 這組的膀胱超音波掃描量(中位數 = 147.2 mL, 四分位距 = 54.5mL)會顯著大於導尿量(中位數 100.0 mL, 四分位距 = 50mL)($p<0.001$), 這樣的結果顯示在導尿量小於 150 mL 之病人, 膀胱超音波掃描顯著地高估病人餘尿量。

討 論

本研究顯示超音波測量值與實際導尿量高度相關, 導尿量誤差率與病患性別、身體質量指數、年齡無顯著相關, 但與餘尿量有關。導尿量誤差率在餘尿量小於 150 mL 的組別會顯著高於餘尿量大於 450 mL 的組別, 也就是說餘尿量低於 150 mL 時誤差率大且易高估實際餘尿量。

比較國內外相似的研究, Oh-Oka H 以及 Fujisawa M 曾用同款膀胱超音波 BVI 6100 分析良性尿道疾病的患者(攝護腺肥大、尿失禁、神經性膀胱), 同樣得到高度相關的結果($r=0.941$), [14] Tseng 等人分析尿失禁婦女相關係數為 0.625, [15] 與本研究結果相符合。過去的研究對於影響膀胱超音波準確度的原因並無一致性結論, 有些研究指出膀胱超音波的準確度在肥胖、膀胱容量小、女性、子宮切除、膀胱壁形狀不規則的情況下, 會出現較顯著地誤差, [13-15] 但在 Byun SS 等人分

析神經性膀胱以及尿失禁的病人研究顯示膀胱超音波準確度不受性別與身體質量指數影響, [10] Jalbani IK 等人分析有下泌尿道症狀的病人研究顯示準確度不受性別、年齡、身體質量以及膀胱大小的影響, [17] 在 Brouwer TA 等人對手術後尿滯留的病患分析, 準確度不受身體質量指數影響, [18] 這些結果可能與收案病患的族群或是使用膀胱超音波的機型相關。在本研究中, 超音波的準確度與肥胖程度與性別並沒有發現顯著地相關, 這可能與本研究的病人族群分布較為平均, 收案的病患並沒有特別肥胖的個案有關。

在本研究分析之中, 在導尿量小於 150 mL 之病人, 膀胱超音波掃描顯著地高估病人餘尿量, 回顧以往的文獻發現在小膀胱容量狀況下膀胱超音波掃描的誤差會較大, [14,19] 但是否系統性高估或低估則未被報告過, 本研究為第一篇提出在小於 150mL 的膀胱容量下, 膀胱超音波會高估餘尿量。在 De Gennaro 等人的研究中, 分析兒童髖關節發育不良、反覆泌尿道感染、水腎以及腹痛的病患, 小於 7 歲的兒童膀胱掃描誤差率(error rate)顯著高於其他年紀的組別, [19] 在 Oh-Oka、Fujisawa 等人的研究中分析攝護腺肥大及神經性膀胱的病人發現小容量的膀胱有較高的誤差率, [10,14] 他們推測可能造成誤差的原因來自於在測量較小的膀胱時, 膀胱超音波容易誤判子宮為膀胱或是無法清楚定義膀胱的邊界, 造成計算的錯誤。[14] 在過去的研究中, 長期有逼尿肌過動(detrusor overactivity)或是逼尿肌括約肌共濟失調(detrusor-sphincter-dyssynergia, DSD)的問題會造成膀胱小樑化(trabeculation), [20,21] 進而造成膀胱壁增厚以及不規則膀胱壁, 而本研究所收案對象均為罹患慢性神經性膀胱的病人, 可以合理推測應該有相當程度的膀胱小樑化現象, 因為 bladder scanner 估計尿量的方式是預設膀胱形狀是光滑的橢圓形, 因此這不規則的膀胱壁使 bladder scanner 誤以為是尿液, 在餘尿量少的狀況下這個部分的誤差就導致顯著高估餘尿量。而在 Byun S.S 等人的研究中並沒有發現誤差率和導尿量有相關, [10] 其可能的原因是收錄的病人種類不同, 在他們收錄的 65 個病人中, 有 30 位女性是因為膀胱過動症以及應力性尿失禁接受檢查, 神經性膀胱的病人只有 20 位。

過去對於餘尿量的研究一向將導尿量視為最佳標準, 即使曾有研究指出在導尿後仍有部分病人有大於 50mL 以上餘尿, 但測量餘尿量重要的點在於是否影響後續醫療決策。臨床上常以餘尿量<100mL 或是餘尿小於解尿量 1/3 作為無法有效地排空膀胱的標準, [22,23] 在這個條件之下, 細菌濃度不易在膀胱中累積, 進一步造成泌尿道感染。當無法滿足這個條件, 就需要間

歐性導尿幫助尿液排空，但導尿本身也會造成尿道損傷、感染以及病患不適，^[5]根據本研究的結果推測，餘尿量介於 100 到 150mL 之病人，病患膀胱掃描餘尿量可能介於 150 到 200mL 之間，就有可能造成不必要的導尿，而增加感染的風險，但相關風險的評估以及測量之餘尿量大於多少需要導尿，仍需要設計相關的前瞻性研究找出合適的值。

本實驗主要的限制在於病患來源為單一病房之罹患神經性膀胱病患，且樣本數較少，無法代表整個群體及因其他原因造成尿滯留的病人，執行膀胱超音波掃描非同一人，且本實驗為回溯性研究，只收集在膀胱掃描後立即導尿的病患，因此，研究數據中並沒有出現膀胱掃描平均低於 100mL 的病患。此外，本研究並沒有運用 BVI 6100 的圖像功能將膀胱超音波的圖像連結到病歷系統去判斷是否有膀胱壁不規則或是將子宮誤判為膀胱的情況，建議未來可以設計前瞻性的研究探討這些因子以降低誤差。

結 論

本實驗顯示以膀胱超音波掃描餘尿量的導尿量誤差率和性別、年齡、身體質量指數無顯著相關，雖然導尿量與膀胱超音波測得之餘尿量高度相關，但在餘尿量小於 150 mL 之病人，膀胱超音波掃描顯著地高估罹患神經性膀胱病人的餘尿量。

參考文獻

1. Biering-Sorensen F, P Bagi, N Hoiby. Urinary tract infections in patients with spinal cord lesions: treatment and prevention. *Drugs* 2001. 61:1275-87.
2. Saint S, CE Chenoweth. Biofilms and catheter-associated urinary tract infections. *Infect Dis Clin North Am* 2003. 17:411-32.
3. Saint S, CP Kowalski, SR Kaufman, et al. Preventing hospital-acquired urinary tract infection in the United States: a national study. *Clin Infect Dis* 2008. 46: 243-50.
4. Linsenmeyer TA. Catheter-associated urinary tract infections in persons with neurogenic bladders. *J Spinal Cord Med* 2018. 41:132-141.
5. Schaeffer AJ, J Chmiel. Urethral meatal colonization in the pathogenesis of catheter-associated bacteriuria. *J Urol* 1983. 130:1096-9.
6. Ouslander JG, S Simmons, E Tuico, et al. Use of a portable ultrasound device to measure post-void residual volume among incontinent nursing home residents. *J Am Geriatr Soc* 1994. 42:1189-92.
7. Brouwer TA, BG Eindhoven, AH Epema, et al. Validation of an ultrasound scanner for determining urinary volumes in surgical patients and volunteers. *J Clin Monit Comput* 1999. 15:379-85.
8. Fedorkow DM, S Dore, A Cotton. The use of an ultrasound bladder scanning device in women undergoing urogynaecologic surgery. *J Obstet Gynaecol Can* 2005. 27:945-8.
9. Alnaif B, HP Drutz. The accuracy of portable abdominal ultrasound equipment in measuring postvoid residual volume. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 1999. 10:215-8.
10. Byun SS, HH Kim, E Lee, et al. Accuracy of bladder volume determinations by ultrasonography: are they accurate over entire bladder volume range? *Urology* 2003. 62:656-60.
11. Goode PS, JL Locher, RL Bryant, et al. Measurement of postvoid residual urine with portable transabdominal bladder ultrasound scanner and urethral catheterization. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2000. 11:296-300.
12. Park YH, JH Ku, SJ Oh. Accuracy of post-void residual urine volume measurement using a portable ultrasound bladder scanner with real-time pre-scan imaging. *Neurourol Urodyn* 2011. 30:335-8.
13. Ghani KR, J Pilcher, D Rowland, et al. Portable ultrasonography and bladder volume accuracy--a comparative study using three-dimensional ultrasonography. *Urology* 2008. 72:24-8.
14. Oh-Oka H, M Fujisawa. Study of low bladder volume measurement using 3-dimensional ultrasound scanning device: improvement in measurement accuracy through training when bladder volume is 150 ml or less. *J Urol* 2007. 177:595-9.
15. Tseng LH, CC Liang, YL Chang, et al. Postvoid residual urine in women with stress incontinence. *Neurourol Urodyn* 2008. 27:48-51.
16. Hoffberg HJ, DD Cardenas. Bladder trabeculation in spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1986. 67: 750-3.
17. Jalbani IK, MH Ather. The accuracy of three-dimensional bladder ultrasonography in

- determining the residual urinary volume compared with conventional catheterisation. Arab J Urol 2014. 12:209-13.
18. Brouwer TA, C van den Boogaard, EN van Roon, et al. Non-invasive bladder volume measurement for the prevention of postoperative urinary retention: validation of two ultrasound devices in a clinical setting. J Clin Monit Comput, 2018.
19. De Gennaro M, ML Capitanucci, V Di Ciommo, et al. Reliability of bladder volume measurement with BladderScan in paediatric patients. Scand J Urol Nephrol 2006. 40:370-5.
20. Meng NH, SF Lo, LW Chou, et al. Incomplete bladder emptying in patients with stroke: is detrusor external sphincter dyssynergia a potential cause? Arch Phys Med Rehabil 2010. 91:1105-9.
21. Virseda-Chamorro M, J Salinas-Casado, E Rubio-Hidalgo, et al. Risk factors of urethral diverticula in male patients with spinal cord injury. Spinal Cord 2015. 53:803-6.
22. Consortium for Spinal Cord Medicine. Bladder management for adults with spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care providers. J Spinal Cord Med 2006. 29:527-73.
23. Kelly CE. Evaluation of voiding dysfunction and measurement of bladder volume. Rev Urol 2004. 6 Suppl 1:S32-7.

Accuracy of Residual Urinary Volume Measurements in Patients with Neurogenic Bladder when using a Portable Ultrasound Bladder Scanner

Yao-Hung Yang, Chung-Yao Chen

Chang Gung Memorial Hospital, Department of physical medicine and rehabilitation, Keelung.

Estimating the post-voiding residual urine amount is essential for managing patients with neurogenic bladder. Accurate post-voiding residual urine estimation provides guidance for the appropriate frequency of catheter drainage and reduces the rate of urinary tract infection. Although urethral catheterization is the most accurate method of estimating post-voiding residual urine, a bladder scanner—a noninvasive portable ultrasound device—constitutes an alternative method.

In this study, we retrospectively reviewed the residual urine amount in patients with neurogenic bladder of different etiologies using a bladder scanner and urethral catheterization. Data for 144 bladder scans and urethral catheterizations in 39 patients were analyzed, revealing that the residual urine measured by both methods was highly significantly correlated ($\rho=0.698$, $p<0.001$). The data were divided into five groups according to the amount of residual urine measured through urethral catheterization (i.e., <150, 150–250, 250–350, 350–450, and >450 mL). The generalized estimating equation model showed that the residual urine amount had a robust effect on the error rate ($p=0.047$) after adjusting for body mass index, age, and sex. The error rate in the group with <150 mL of residual urine was significantly higher than that in the group with >450 mL of residual urine (median: 31.3% vs. 9.0%, $p=0.007$). Moreover, the bladder scanner overestimated residual urine in the <150 mL group (median: 147.2 mL vs. 100.0 mL, $p<0.001$).

Although the residual urine estimated using a bladder scanner was highly correlated with that measured by urethral catheterization, the bladder scanner significantly overestimated the residual urine volume for patients with <150 mL, which might result in unnecessary catheterization. A further prospective study is warranted to reveal the cause of error in bladder scanner estimation for patients with small bladders and to determine whether use of a bladder scanner with image assistance can reduce this error. (Tw J Phys Med Rehabil 2018; 46(2): 63 - 69)

Key Words: ultrasound bladder scanning, neurogenic bladder, residual urine

