

AMCoR

Asahikawa Medical University Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

泌尿器外科 (2012.12) 25巻12号:2281～2286.

【尿流動態検査の現在】
アメニティのある尿流動態検査
より快適な検査を

松本 成史, 柿崎 秀宏

泌 尿 器 外 科 Vol.25, No.12

< 特 集 : 尿 流 動 態 検 査 の 現 在 >

ア メ ニ テ ィ の あ る 尿 流 動 態 検 査 : よ り 快 適 な
検 査 を

旭 川 医 科 大 学 腎 泌 尿 器 外 科

○ 松 本 成 史 (講 師)、 柿 崎 秀 宏 (教 授)

< 連 絡 先 > 松 本 成 史

旭 川 医 科 大 学 医 学 部 腎 泌 尿 器 外 科 学 講 座

〒 078-8510 北 海 道 旭 川 市 緑 が 丘 東 2 条 1-1-1

TEL: 0166-68-2533, FAX: 0166-68-2539, E-mail: matsums@asahikawa-med.ac.jp

英 文 タ イ ト ル

Urodynamic study with amenity: A more comfortable examination

英 文 著 者 名 及 び 所 属

Seiji MATSUMOTO, Hidehiro KAKIZAKI

Department of Renal and Urologic Surgery, Asahikawa Medical University

和 文 要 旨

下部尿路機能障害 (LUTD) の診断や治療法の選択には、尿流動態検査 (UDS) は必要不可欠である。現状の UDS のさまざまな問題点を克服するため、侵襲性の少ない UDS が発案・開発されており、またより快適な新しい発想の UFM 装置も出現してきている。近年の工学技術の向上もあり、「アメニティのある UDS」への追及は、UDS を取り巻く環境の改善も含めて、新たなステージに入りつつあると思われ、より快適な UDS 検査の登場を期待したい。(190 字)

キ ー ワ ー ド : 尿流動態検査、アメニティ、有用性

Key Word: urodynamic study (UDS), Amenity, Utility

はじめに

排尿に関わるさまざまな自覚症状は、下部尿路症状 (Lower Urinary Tract Symptoms: LUTS) と呼ばれ、この中には蓄尿症状・排尿症状・排尿後症状などが含まれ、おもに下部尿路機能障害 (Lower Urinary Tract Dysfunction: LUTD) によって生じているとされている¹⁻³⁾。これらの LUTS を呈する LUTD の診断や病態把握、治療法の選択には、尿流動態 (ウロダイナミクス) 検査 (Urodynamic Study: UDS) は不可欠の検査である^{4,5)}。

UDS は、一般的に蓄尿から排尿終了までの間の膀胱内圧、直腸内圧 (腹圧)、排尿筋圧、外尿道括約筋活動、尿流などを測定し、排尿障害の部位や程度を総合的に診断する検査の総称である⁴⁾。現在、尿道に測定用カテーテルを挿入して、膀胱内圧、直腸内圧、尿流測定を同時に施行し、蓄尿期と排尿期を合わせた排尿サイクル全体を測定する検査 (Pressure-flow Study: PFS)^{4,5)} が標準とされており、より総合的な UDS として確立されている。しかし、尿道に挿入

したカテーテルの刺激などにより、自然な排尿状態を必ずしも反映しておらず、また繰り返し出来る検査ではない。その煩雑さや患者への侵襲性もあり、日常の泌尿器科臨床では十分に活用されていないのが現実である。

一方、簡便な UDS の代表が尿流測定

(Uroflowmetry: UFM)⁵⁾ であり、尿排出障害の有無と 1 回尿排出量、最大尿流率などが測定できる。その発想はかなり古くから存在し、1971 年には既にその原型が報告されている⁶⁾。工学技術の発展とともにその装置は進化し、UFM 装置や検査所見の単純さ、患者への非侵襲性から UFM は簡便な UDS の先駆けとして、瞬く間に拡がり、全国の泌尿器科施設に設置されているのが現状である。しかし、UFM の結果は LUTD に対する評価の一側面に過ぎず、排尿障害の診断や病態把握、治療法の選択に対する絶対的な検査ではなく、多くの因子が関与する幅のあるデータである。現状では、UFM は経時的な推移の評価やスクリーニングとして捉えるほうが良

いとされている^{7,8)}。

新しい発想の UDS の現状

現状の UDS のさまざまな問題点を克服するため、新しい、より低侵襲な UDS の開発が試みられ、その有用性も報告されている⁹⁻¹⁵⁾。

Ozawa らの開発したドプラ超音波を会陰に当てて尿流動態を計測する UDS は、測定用カテーテルを挿入せずに、従来の UDS と同様の下部尿路閉塞（Bladder outlet obstruction: BOO）などのデータを取得できることから、非常に画期的なものであった⁹⁾。しかし、会陰に超音波プローブを当てて座位で UFM 装置に排尿するという、非侵襲ではあるが検査としては煩雑で、被験者には非日常的な状況のため、実際には広く使用されていないのが現状である。また、penile cuff を用いた UDS¹⁰⁻¹²⁾ は、非常に簡便であり、測定用カテーテルを挿入せずに、BOO の存在やその程度を測定できる新しい取り組みではあるが、成人男性のみに使用が限られ、繰り返し出来る

検査ではなく、これも実際には広く使用されて
いない。われわれは、持続的に膀胱内圧の
データを測定し、wirelessでそのデータを常時観
察する「膀胱内に係留するテレメトリー装置」
を開発し^{13,14)} (図 1)、UDSとしての有用性¹⁵⁾や、
妊娠子宮の収縮圧や胎児心音など、その他の
病態把握への応用の可能性もあることを報告
¹⁶⁾してきたが、小動物で確認しているに過ぎ
ず、また実際にはテレメトリー装置を何らか
の手段で膀胱内に挿入しなければならず、こ
の侵襲性を含め、臨床検討には至っていない。
このように、新しい発想のUDSが発案・開発さ
れているが、現状のUDSを変革するまでには至
っていない。これは、UDSの検査データの質を
担保したうえで、より非侵襲で簡便で繰り返
し検査できるという理想のUDSの開発は、非常
に高度で難しいことの証左である。

アメニティのある UDS

より快適で簡便な検査としての新しい UDS

は、現状の UDS の延長線上にその開発を考慮すると、前項で述べたように非常に難しいのが実際である。しかし、UDS の各種検査の中で、UFM のみに特化することにより、最近では UFM 装置の位置付けや用途も多彩になってきており、アメニティを考慮した新しい UFM 装置が出てきている。

従来型の UFM 装置は、応力や重量などのセンサーをつけた「尿を受ける容器（尿器・便器）」により計測が行われ、結果として UFM 装置は「トイレのような物（採尿器）」に各種センサーを配備した物（図 2A）となっているが、通常使用されている尿器（便器）にセンサーシステムを追加装備する形で開発された「トイレ一体型の UFM 装置」が実用化されており^{17,18)}（図 2B）、多くの泌尿器科施設に設置されつつある。この新しい UFM 装置により UFM の検査環境が改善され、患者の QOL と検査精度が向上されることが報告されている¹⁹⁾。アメニティのある新しい UFM 装置であり、より快適に、より簡便にとい

う意味では非常に有用である。しかし、実際には泌尿器科施設外の通常の場所で、一般の人がこの UFM 装置を経験する可能性は皆無であり、より自然な排尿を反映するという UFM の環境を考慮した意味では画期的であるが、被験者にとってはやはり泌尿器科施設内の特別な場所で実施する検査であり、必ずしも日常の排尿を反映しているとは言い難い²⁰⁾。実際に自宅での排尿を UFM 装置にて確認した場合、泌尿器科施設内での UFM 装置の結果より、より多くの情報が得られることも報告²¹⁾されており、被験者にとっては、検査をする環境と言う意識そのものが、UFM のデータに影響していることが示唆されている。

何時でも何処でも UDS としての UFM が出来な
いかという観点からは、最近幾つかの可能性
のある製品が出てきている。その一つが、超
音波を利用しておよその尿量などが表記さ
れる排尿ゲーム機²²⁾で、既に商品化されてい
る(図 3)。この排尿ゲーム機は、既存の男性

用トイレ（小便器）に外付けとして設置する
広告機能付きゲーム機で、男性用トイレを利用
する成人男性を対象としたものである。その
新規性・他機相違点・新規技術・面白さは、
マイクロ波センサと赤外線反射センサを利用
して、おおよその排尿量や排尿速度をモニタ
ーに表示し、その数字をゲームの対象として
いる点である。しかし、この排尿ゲーム機の
コンセプトや精度は、UFMとは全く異なり LUTD
の診断のための検査データとして使用するこ
とは当然出来ない。われわれは、この排尿ゲ
ーム機を実際に中高年男性に使用して頂き、
LUTD の啓発に使用できるか否かのアンケート
調査を実施し、この排尿ゲーム機が LUTD の啓
発に使用できる可能性があるという結果を得
ている²³⁾。このようなアメニティのある検査
機器が新しい UFM 装置として開発されることが
望まれている。このような発想は古くから存
在し、Takeuchi は 1998 年にマイクロ波（ミリ波）
電磁波を利用した外部 UDS としての UFM の可能性

を報告している²⁴⁾。

われわれは、従来からの UFM 装置の基本である“トイレ（尿器）の側にセンサー式を装備する”という発想を転換し、排尿を行う被験者側に簡単に装備され、独立して作動可能で、計測毎に後始末などの処置の必要の無い、空中超音波 continuous wave（CW）ドプラシステムを利用した新規 UFM 装置を開発した^{25,26)}。図 4 のように送受診器は指輪のような構造（指嵌め式）とし、尿線の方角に向けて超音波を送受信し、無線テレメータにてその超音波信号を解析するものである。現段階では臨床応用できるレベルには達していないが、その試作品にて年齢、性別を問わず、従来型の UFM 装置と同様の排尿パターンを取得出来ることを確認済みである²⁷⁾。

最後に

本題である「アメニティのある UDS：より快適な検査」は、試行錯誤の中で、新たなス

ページに入りつつあると思われる。つまり、catheter-less UDS という、非侵襲で何時でも何処でも日常的に繰り返しデータを取得できる UDS である。しかしながら、UDS として必要な質の高いデータを取得するという検査レベルを維持し、これらの条件をクリア出来る UDS の開発となると非常に難しいのが現実である。従来の UDS の発想から転換・変革し、新たな発想のアメニティのある UDS の開発が進むことを期待したい。

参 考 文 献

1. Abrams P, Cardozo L, Fall M, et al: Standardisation Sub-committee of the International Continence Society. The standardisation of terminology of lower urinary tract function: report from the Standardisation Sub-committee of the International Continence Society. *Neurourol Urodyn.* **21**:167-78,2002.
2. 本間之夫、西沢理、山口脩：下部尿路機能に関する用語基準：国際禁制学会標準化部会報告．日本排尿機能会誌．**14**: 278-89,2003.
3. 松本成史、柿崎秀宏：医学のあゆみ．排

	尿 障 害 — 最 新 診 療 動 向 .1. 排 尿 障 害 (下 部
	尿 路 障 害) 病 態 解 説 . Overview of the lower urinary tract
	dysfunction. 238 : 291-296, 2011.
4.	松 本 成 史 . 泌 尿 器 科 診 療 ガ イ ド . 第 2 章
	検 査 法 ⑪ 尿 流 動 態 検 査 . 編 集 : 勝 岡 洋
	治 . (株) 金 芳 堂 . p.44-46, 2011.
5.	松 本 成 史 . 特 集 こ こ が 聞 き た い 泌 尿 器
	科 検 査 . ベ ス ト プ ラ ク テ ィ ス ・ 膀 胱 内
	圧 測 定 の 意 義 p. 149-151, ・ 尿 道 内 圧 測 定 の 意
	義 . p. 152-153, ・ 尿 道 括 約 筋 筋 電 図 測 定 の 意 義
	p. 154, 臨 床 泌 尿 器 科 増 刊 号 . メ ジ カ ル ビ
	ユ ー 社 , 2004.
6.	Nundy S.: The peometer: an apparatus for measuring urinary force. Brit J Surg.
	58:45-47, 1971 .
7.	後 藤 百 万 、 吉 川 羊 子 、 近 藤 厚 哉 、 ほ か :
	前 立 腺 肥 大 症 に お け る Conventional Urodynamic Study (
	尿 流 測 定 ・ 残 尿 測 定 ・ 膀 胱 内 圧 測 定) の
	有 用 性 と 限 界 . 日 泌 尿 会 誌 . 87 : 1321-1330, 1996.
8.	石 塚 修 、 西 沢 理 : 泌 尿 器 科 検 査 の こ
	こ が ポ イ ン ト .F. 尿 路 機 能 検 査 . 尿 流 動 態

	検査法 . 尿流測定 .Q32. 尿流測定 の 適 応 、
	方法、臨床的意義、尿流曲線を理解する
	ためのポイントについて教えてください .
	臨床泌尿器科 .64: 128-130, 2010.
9.	Ozawa H, Kumon H, Yokoyama T, et al. Development of noninvasive velocity flow video
	urodynamics using Doppler sonography. Part I: Experimental urethra. J Urol. 160 :
	1787-1791, 1998., Part II: clinical application in bladder outlet obstruction. J Urol. 160 :
	1792-1796,1998.
10.	Griffiths CJ, Rix D, MacDonald AM, Drinnan MJ, et al. Noninvasive measurement of
	bladder pressure by controlled inflation of a penile cuff. J Urol. 167 : 1344-1347, 2002.
11.	McArdle F, Clarkson B, Robson W, et al. Interobserver agreement for noninvasive bladder
	pressure flow recording with penile cuff. J Urol. 182 : 2397-2403, 2009.
12.	Clarkson B, Robson W, Griffiths C, et al. Multisite evaluation of noninvasive bladder
	pressure flow recording using the penile cuff device: assessment of test-retest agreement.
	J Urol. 180 : 2515-2521, 2008 .
13.	松本成史、竹内康人 . 非接触的に膀胱内
	圧を連続監視するために膀胱内に送入さ
	れるカプセル状静圧センサテレメーター
	発信機の設計、試作およびモデル実験 .
	電子情報通信学会技術研究報告 (MBE). 101(489):

	29-34, 2003
14.	Matsumoto S, Uemura H, Nakazono K, Takeuchi Y. Inductive Coupling Wireless Sensor-Transmitter for Continuous Monitoring of Intra-Bladder Pressure for Unconstrained Urodynamic Study. Proceedings of 5th International Workshop on Biosignal Interpretation. 193-4,2005.
15.	松本成史、竹内康人、植村天受．体腔内圧の非接触連続監視のための閉鎖ベロース式感圧機構をカプセル化したテレメータ発振器．臨床泌尿器科． 62 : 401-405, 2008.
16.	吉崎信幸、松本成史、植村天受、ほか：体腔内における生体信号の採取とその連続監視への応用について（小動物における基礎実験）．生体医工学． 48 : 220-225, 2010.
17.	古田祐一、塚田良一、大塚雅之、ほか：尿流量測定装置を有する大便器システムの性能評価に関する研究開発．日本建築学会技術報告集． 14 : 187-192, 2008.
18.	http://www.toto.co.jp/products/public_flowsky/top.htm : TOTO 尿流量測定装置「フロースカイ®」ホームページ
	シ

19.	関口由紀、小野塚千絵、村山裕子、ほか ：トイレ設置型尿流量測定装置は、検査 環境を改善し、患者 QOL を向上させるか ？ 臨床泌尿器科 . 62 : 699-704, 2008.
20.	谷口珠実：シーン別泌尿器ケアのトラブル 対応 泌尿器科検査・問診編 患者さ んが、「人前では無理!」、「こんなところ でおしっこできない」と尿流測定検査 を嫌がる! 泌尿器ケア . 14 : 997-999, 2009.
21.	Boci R, Fall M, Waldén M, et al.: Home uroflowmetry: improved accuracy in outflow assessment. <i>Neurourol Urodyn.</i> 18 : 25-32, 1999.
22.	http://toilets.sega.jp/index.shtml : SEGA 「トイレッツ®」 ホームページ
23.	松本成史、橋爪和純、渡邊成樹、ほか : 排尿プレイゲーム「トイレッツ」は、下 部尿路機能障害の啓発に利用できるか? 排尿障害プラクティス . 20 : 172-177, 2012.
24.	Takeuchi Y: CW Doppler Systems for External Urodynamics Study, Comparison between electromagnetic Wave and Airborne Ultrasound. 13th IRMMW session F1.8, SPIE, 1039 : 385-386, 1988.

図 1 : (A) 膀胱内圧テレメトリ装置のコンセプト、(B) その試作品（直径 4×10mm）と内部構造

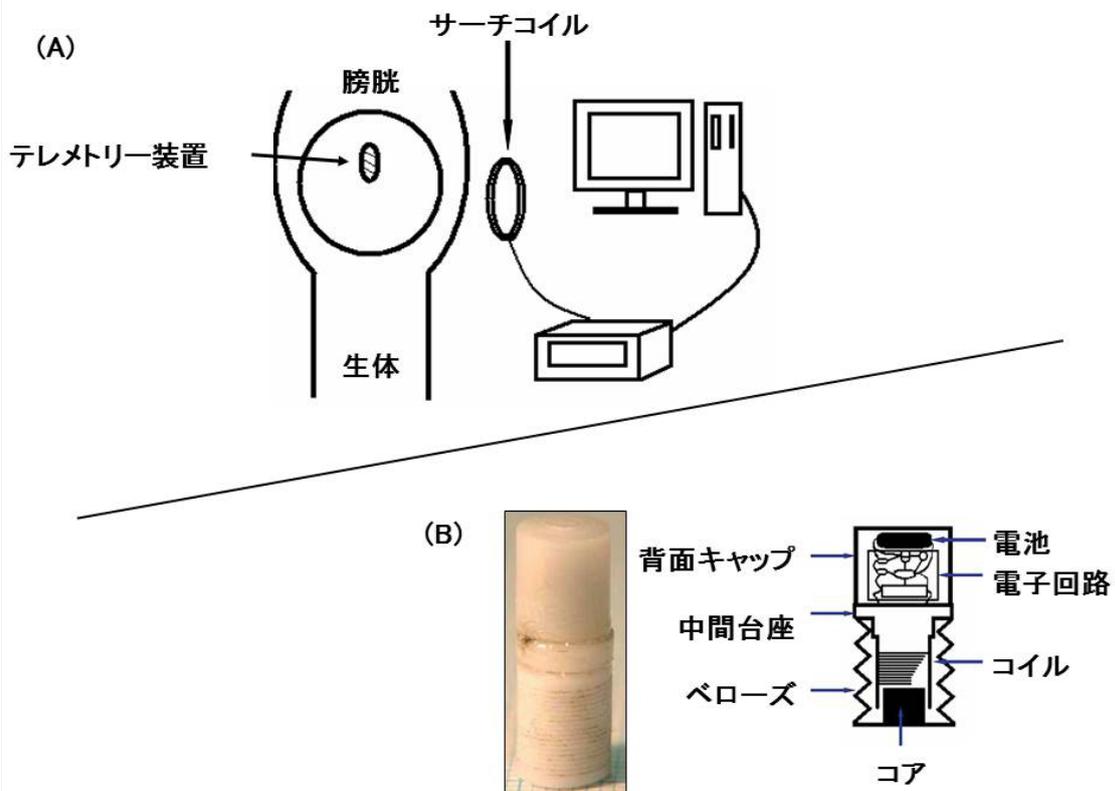


図 2 : (A) 従来型尿流量測定装置 : Medtronic 社「URODYN® 1000」、(B) トイレ一体型尿流量測定装置 : TOTO (株)「フロースカイ」

(A)



(B)



図 3 : 超音波を利用した排尿ゲーム機 :
(株)セガ「トイレッツ」



図 4 : (A) 空中超音波ドプラシステムを用いた尿流測定装置のコンセプト、(B) その試作品 : (B1) ゼムクリップを曲げて背面に接着する事で指嵌め構造に仕立てた超音波ドプラ装置、直径 1cm、(B2) 送受信電子回路部の手造り基板

