

新しい遠隔操作装置を用いた超音波ドプラ排尿機能検査の有用性に関する検討

上松 克利

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 泌尿器病態学
(指導責任者：公文裕巳 教授)

Usefulness of a newly developed tele-operating system for non-invasive ultrasound urodynamics

Katsutoshi Uematsu

Department of Urology, Okayama University Graduate School of Medicine,
Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama 700-8558, Japan

We previously reported a non-invasive, transperineal, urodynamic technique using Doppler ultrasonography. Recently, we developed a new tele-operating system to control the robotic arm of the ultrasound probe that has a pressure-regulating function and a touch-panel that allows the operator to monitor the exact position of the probe.

From January 2008 to April 2010, 61 cases were examined using this system. Among them, 41 cases were examined by 2 experienced doctors and 20 cases were examined by 5 inexperienced nurses. We then compared the success rate of taking images sufficient for analyzing the velocity parameters and preparation time for setup between these two groups. In 45 out of 61 cases, whose examinations were successfully carried out, the velocity-flow parameters were compared between 19 cases with bladder outlet obstruction (BOO) and 26 without BOO.

Satisfactory images were obtained in 32 cases (78%) by doctors and in 13 cases (65%) by nurses. The preparation time was 9.8 seconds for doctors and 13.2 seconds for nurses, with no statistical difference. The functional cross-sectional area in the prostatic urethra (A_1) was significantly smaller in the BOO(+) group (0.056cm²) compared to the BOO(-) group (0.360cm²). The velocity ratio (VR) was significantly higher in the BOO(+) group (1.89) than in the BOO(-) group (0.41).

In conclusion, the newly developed tele-operating system has made it easier for an inexperienced examiner to obtain velocity parameters using Doppler ultrasound urodynamic measurement.

キーワード：非侵襲排尿機能検査 (non-invasive urodynamic study), 超音波ドプラ (Doppler ultrasonography), 遠隔操作装置 (tele-operating system), 下部尿路閉塞 (bladder outlet obstruction), 前立腺肥大症 (benign prostatic hyperplasia)

緒 言

前立腺肥大症 (benign prostatic hyperplasia : BPH) は中高年男性の下部尿路症状 (lower urinary tract symptoms : LUTS) を来す最も一般的な疾患である。BPH とは、前立腺の腺腫の肥大により、下部尿路閉塞 (bladder outlet obstruction : BOO) を来し、それに伴い残尿感、頻尿、排尿困難、尿意切迫感など種々の症状を呈する疾患とされる。また、55歳男性の25%、75歳男性の50%に BOO を伴う中等度～高度な排尿症状の悪化を引き起こすことが報告されている^{1,2)}。しかしながら、LUTS を呈する原因としては

BPH に伴う BOO のみならず、膀胱排尿筋の機能不全を40～60%に認めるとの報告もあり¹⁾、BOO との鑑別は治療を行う上で重要である。BOO に対する客観的な検査として内圧尿流測定 (プレッシャーフロースタディ ; PFS) が現時点では、唯一の標準的な検査である³⁾。しかしながら、この検査法は被験者の膀胱内と直腸内に圧力測定のためのカテーテル留置が必要となる。また、検査時においてこれらのカテーテル類を尿道、ならびに直腸内に留置したままの状態では被験者は排尿しなければならない。本検査は明らかに侵襲的であり、通常の排尿を再現できない場合もある⁴⁻⁶⁾。これらの問題点を解決すべく、幾つかの低侵襲な検査の報告がなされている⁷⁻⁹⁾。我々は、従来の PFS に変わる検査として、超音波ドプラ法を用いて尿道内の尿流速を測定し、カテーテルの挿入を必要としない非侵襲的の下部尿路機能検査システムを開発し、その有用性を発表してき

平成24年11月20日受理
〒700-8558 岡山市北区鹿田町2-5-1
電話：086-235-7287 FAX：086-231-3986
E-mail : urokatsu@gmail.com

た¹⁰⁻¹²⁾。国際尿禁制学会(International Continence Society : ICS)の会長であったAbramsらのグループの検討で、我々の方法は、非侵襲的な尿流動態検査法の中で最も信頼できるデータが得られると報告され、海外の他施設からも高く評価されている¹³⁾。ただ、従来のシステムの問題点として、プローブの操作性が悪く、検査には検者の熟練を必要とし、症例によってはデータ解析が困難なことも少なくなかった。今回、我々は従来の超音波ドプラ排尿機能検査装置の操作性と再現性の向上を目指して、新しい遠隔操作装置を開発した。今回は、この装置を用いた下部尿路検査の有用性について、熟練者(医師)と初心者(看護師)での解析可能データの取得率を中心に検討したので報告する。

対象と方法

1. 新しい遠隔装置

岡山大学とコアテック社で共同開発した新しい遠隔操作装置の外観を示す(図1)。装置は、奥行1,400mm、幅600mm、高さ1,050mmで重さは137kgである。装置は、被験者が座る座椅子、ならびに超音波プローブの位置、押しつけ力を制御する本体部、さらに検者が操作をおこなうタッチパネルから構成されている。超音波プローブの水平位置、押し当て、姿勢は全てモータで制御されており、プローブの位置決めは2軸、押し当てに1軸、プローブの姿勢調整に3軸のモータが使われている。各モータの操作は、患者の背側にあるタッチパネルで実施するようになっている。プロー

ブの現在位置と姿勢がタッチパネル画面上に視覚的に表示され、直観的な操作が可能になっている。

超音波プローブの押し当てについては力制御が組み込まれており、タッチパネルを操作することにより1N刻みに1N~60Nの範囲でプローブ押し当て力を設定することができ、排尿中も安定した超音波画像の取得が可能になった。

プローブ押し当ての力制御は、この装置用に開発した力センサと制御ボードによる力制御により実現している。開発した力センサは、平行平板式の起歪体、歪ゲージ、小型ストレインアンプなどから構成されており、歪ゲージの直近で増幅とデジタル化をすることにより、外来ノイズの影響を低減している。制御ボードにはサーボ制御が可能なワンチップマイコンが搭載されており、上位コンピュータからの押しつけ指令値と力センサの計測データに基づき力制御をしている。

2. 超音波ドプラ排尿機能検査システム

超音波ドプラ排尿機能検査システムの模式図を示す(図2)。超音波ドプラ装置(Aloka SSD-3500)に3.75MHZのマイクロコンベックス型プローブを装着し使用した。プローブ位置の微調整に今回新しく開発した遠隔装置を使用した。被験者は検査用の座椅子に座り、超音波プローブを遠隔装置で会陰部正中に密着させる。外尿道括約筋部尿道の縦断面が描出できる画面を表示できるように遠隔操作装置を用いてプローブの位置、密着圧を微調整する。位置合わせが終了したら被験者に排尿を促し、排尿時の超音波ドプラ

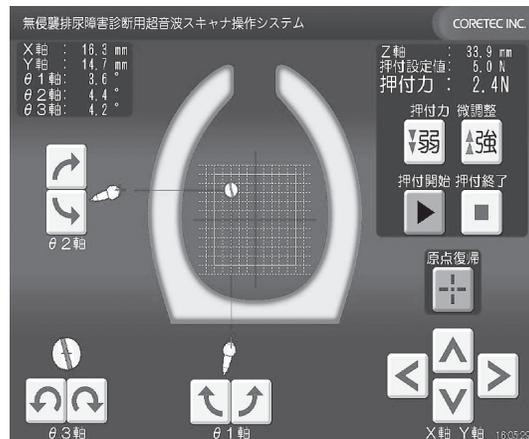
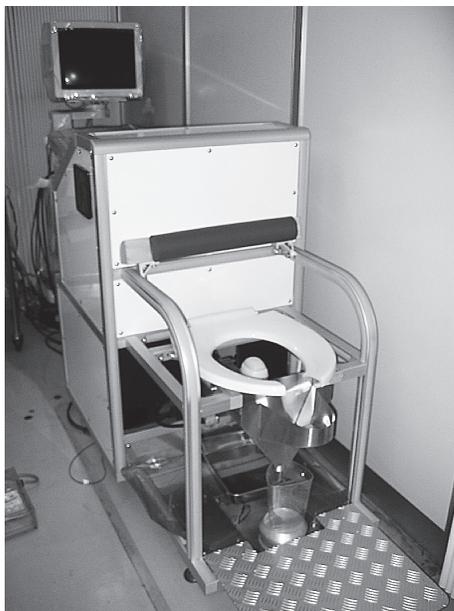


図1 新遠隔操作装置

左図は遠隔操作装置の全景を示す。右はタッチパネル操作画面である。検者は患者が便座に座った時、その背側でタッチパネルを操作し探触子の位置を合わせる。

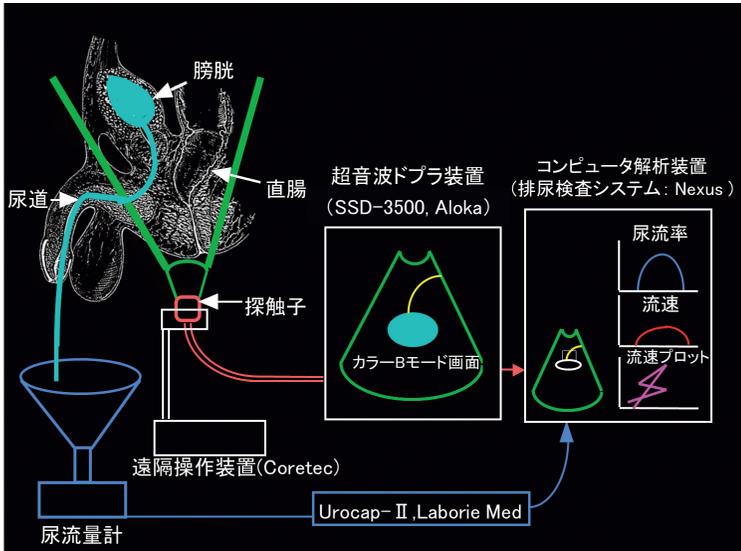


図2 超音波ドプラ排尿検査システム
超音波ドプラ排尿検査システムの模式図を示す。検査者は、被検者が排尿を開始する前に、遠隔操作装置で尿道縦断面を描出できる位置に探触子を設定する必要がある。

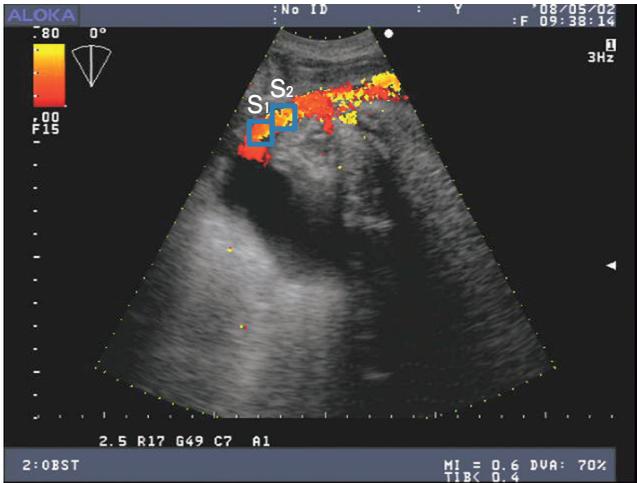


図3 データ解析画面
排尿時の画像を取り込んだ後で、検査者が画像にS₁とS₂の位置を指定し、ドプラ信号の色調を平均化して画像の時相に対応する流速を自動計算する。流速と尿流率から最大尿流時の下記のパラメーターを算出できるものを、データ解析可能とした。
S₁: 前立腺部尿道, S₂: 尿道括約筋直下の尿道
V₁: S₁の流速, V₂: S₂の流速
A₁: S₁の機能的断面積 (Qmax/ V₁), A₂: S₂の機能的断面積 (Qmax/ V₂)
VR: 尿道括約筋前後の流速比 (V₁/ V₂)

画像を連続する画像ファイルとして保存すると共に、外尿道口よりの尿流率を同時測定し、コンピュータ上に同期させて取り込んだ(図3)。

排尿後にデータ解析ソフトにて画像ファイルより尿道内流速を算出した。その原理は、カラードプラにより得られた個々の色調がその部分の流速情報に基づいていることによる。すなわち、取り込んだカラー画像に任意の部分で関

心領域 (ROI) を設定し、その領域における黄色から赤色にかけての色調を16階調に分け平均化した。これを0.9秒毎の画像データにおいて繰り返すことにより、ROIにおける経時的流速曲線を作図させた。なお、プログラム上では、画像に尿流の接線方向に矢印を作図すると、超音波発信方向のなす角度により、流速の角度補正が可能である¹¹⁾。

3. 症例および解析方法

2008年1月から2010年4月までに、本検査内容について説明後、文書による同意が得られた入院患者61名に対し入院時に新遠隔操作装置を用いて超音波ドプラ排尿機能検査を行った。医師は41名、看護師は20名に対し排尿機能検査を行った。医師は検査に比較的熟練した2名が担当(内訳はA医師31名、B医師10名)、看護師は今回医師の指導の下に初めて検査を実施した5名(内訳はA看護師8名、B看護師4名、C看護師3名、D看護師3名、E看護師2名)が担当した。その際に被検者が排尿体位をとってから測定開始となるまでの時間(測定準備時間)を医師と看護師が測定し、旧来の遠隔診断操作装置の測定準備時間と比較した。さらにデータ取得可能であった45名を検討した。今回は便宜的に、前立腺肥大症の治療目的に入院した症例をBOO(+)群(n=19)、それ以外の疾患で入院した症例をBOO(-)群(n=26)として解析をした。また、新遠隔診断操作装置で得られたデータが従来の遠隔診断操作装置を用いてこれまで発表してきたものと同様の解析が行えるかを検討した。超音波装置はAloka SSD-3500、尿流測定器はLaborie社のUrocap-IIを使用した。データ解析ソフトは岡山大学とネクサス社で共同開発した解析ソフトを使用した。

4. 評価項目

座位排尿画像に関心領域を2ヵ所(外尿道括約筋直上の

尿道を含む1 cm²の正方形で囲まれる部位 (S₁) と外尿道括約筋直下の尿道を含む1 cm²の正方形で囲まれる部位 (S₂) 設定し、それぞれに対応する部位の最大尿流率時の流速ピークをV₁、V₂として、その流速比 (VR = V₁/V₂) ならびにそれぞれの部位の機能的断面積 (A₁、A₂) (A = Q/V; Q = 最大尿流率) を求めた。また従来の装置と新装置での測定準備時間も計測し、比較検討した。解析にはt検定を用いた。

結 果

医師が施行した場合は41名中32名 (78%)、看護師が施行した場合は20名中13名 (65%)、すなわち全体で61名中45名 (73%) において有効なデータが得られた。これは以前の遠隔診断操作装置では初回検査時に解析可能データが得られたのが約50%であったのに比し、高い割合であった。各個人の比較ではA医師が31例中25例 (81%)、B医師が10例中7例 (70%)、A看護師が8例中5例 (63%)、B看護師が4例中2例 (50%)、C看護師が3例中2例 (67%)、D看護師が3例中2例 (67%)、E看護師が2例中2例 (100%) であった。それぞれ症例数が少なく、有意な差がないため医師と看護師で一括して解析した。データが得られなかった理由としては、検査時排尿ができなかった症例が4名 (7%)、排尿量が少量のためドプラ信号が不安定な症例が6名 (10%)、検者の機器操作が未熟なためデータがとれなかったものが6名 (10%) であった。特に看護師の群で、機器操作が未熟なためにデータが取れなかった症例が多かった (図4)。

患者が尿意を訴え、装置に座り測定可能となるまでの測定準備時間は医師が施行した場合9.8±5.2秒、看護師が施

行した場合13.2±8.6秒であり、いずれが施行した場合でも従来の遠隔操作装置での測定準備時間 (61±8.3秒) に比し著明に短縮した。また、新遠隔装置を用いた場合の医師と看護師の測定準備時間には差は認めなかった。

排尿データの得られた患者背景を表1に示す。患者の年齢は70.2±6.9歳で群間に有意差は認めなかった。BOO (+) 群の前立腺体積は56.1±22.7ml、BOO (-) 群は28.8±20.5ml。BOO (+) 群の国際前立腺症状スコア (IPSS) は21.1±7.1、QOL score は4.7±1.7。BOO (-) 群のIPSS は9.5±6.0、QOL score は3.2±1.4であった。ドプラ超音波排尿機能検査の解析結果を表2に示す。1回排尿量はBOO (+) 群では96.5±103ml、BOO (-) 群は173.7±127mlでBOO (+) 群での1回排尿量が少量であったが有意ではなかった。V₁はBOO (+) 群では40.6±31.2cm/s、BOO (-) 群では70.7±47.1cm/sであった。V₂はBOO (+) 群

表1 患者背景

	BOO (+) (n = 19)	BOO (-) (n = 26)	p-value
年齢 (歳)	71.8 ± 5.3	68.7 ± 7.1	0.105
基礎疾患	前立腺肥大症: 19	膀胱癌: 6 尿管癌: 6 前立腺癌: 5 尿管結石: 2 その他: 4	
前立腺体積 (cm ³)	56.1 ± 22.7	28.8 ± 20.5	0.016
IPSS	21.1 ± 7.1	9.5 ± 6.0	0.021
QOL	4.7 ± 1.7	3.2 ± 1.4	0.006

BOO (+) はBOO (-) に比して、前立腺体積が大きく、排尿症状としてIPSS合計得点も、QOLスコアも有意に高値を示した。

表2 解析結果

	BOO (+) (n = 19)	BOO (-) (n = 26)	p-value
V ₁ (cm/s)	40.6 ± 31.2	70.7 ± 47.1	0.143
V ₂ (cm/s)	146.6 ± 148.6	63.8 ± 35.8	0.069
VR (V ₁ /V ₂)	1.89 ± 1.3	0.41 ± 0.3	0.047
A ₁ (cm ²)	0.056 ± 0.06	0.360 ± 0.38	0.048
A ₂ (cm ²)	0.135 ± 0.29	0.116 ± 0.15	0.695
排尿量 (ml)	96.5 ± 103	173.7 ± 127	0.114
Qmax (ml/s)	3.3 ± 1.7	9.14 ± 6.14	0.042

BOO (+) はBOO (-) に比してA₁は小さく、VRは有意に大きかった。

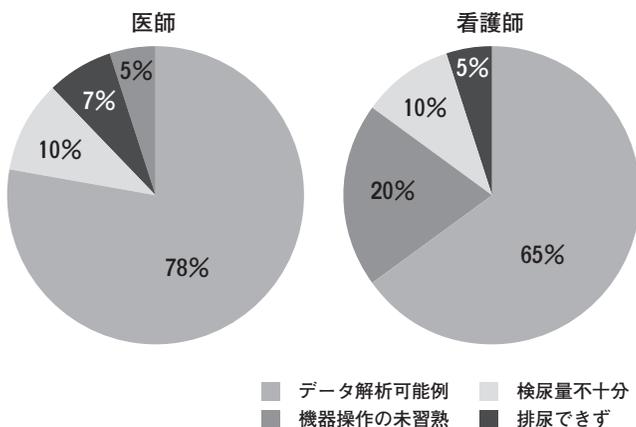


図4 検者別の内訳 (医師および看護師)

医師あるいは看護師が検者となった場合の症例の内訳を示す。医師は機器操作未熟によりデータ解析ができなかった症例の割合が看護師よりも少ない。

で $146.6 \pm 148.6 \text{ cm/s}$ 、BOO(-)群では $63.8 \pm 35.8 \text{ cm/s}$ であった。 V_1 、 V_2 ともに症例ごとの検査値にばらつきが多く、2群間で有意な差は認めなかった。一方、VR (V_1/V_2)はBOO(+)群では 1.89 ± 1.3 、BOO(-)群で 0.41 ± 0.3 であり、BOO(+)群で有意に高値を示した ($p = 0.047$)。A₁はBOO(+)群は $0.056 \pm 0.06 \text{ cm}^2$ 、BOO(-)群は $0.360 \pm 0.38 \text{ cm}^2$ と症例ごとのばらつきが大きかったものの、BOO(+)群で有意に低値を示した ($p = 0.048$)。A₂はBOO(+)群は $0.135 \pm 0.29 \text{ cm}^2$ 、BOO(-)群は $0.116 \pm 0.15 \text{ cm}^2$ で差は認めなかった(表2)。なお、VR及びA₁の結果はこれまで従来装置で報告してきたものと矛盾しない結果であった¹⁴⁻¹⁶⁾。

考 察

下部尿路症状(LUTS)を有する中高年の男性の頻度は高く、本邦で60歳以上の男性の68%が何らかのLUTSを有するとの報告もあり¹⁾高齢化社会を迎え、大きな問題となっている。また、下部尿路症状の与える医療経済上の負担は大きく、日常生活において生活の質(QOL)を低下させる要因となっている。

2002年の国際禁制学会で下部尿路機能に関する用語が改訂されたのち、本邦においても日本排尿機能学会が中心となり、2009年に男性下部尿路症状診療ガイドラインが作成された。その中で下部尿路機能を客観的に評価する検査法として、内圧尿流検査(pressure flow study:PFS)が推奨されている。PFSは、男性下部尿路症状の診断のみならず、治療法の選択、さらには治療効果の予測も可能であり、重要な検査と位置付けられている。しかしながら検査の施行において、尿道および直腸にカテーテルを留置する必要があり、決して侵襲の低い検査とは言えず、それに伴う問題点も指摘されている⁴⁻⁶⁾。PFSに代わる下部尿路閉塞(BOO)診断の低侵襲な検査法として、小さなマンシットを陰茎に巻き血圧計のように排尿時尿道内圧を近似する方法、特製のコンドームを装着し排尿時のコンドーム内圧を計測する方法、経腹USにて膀胱壁の厚さで下部尿路閉塞の程度を推測する方法等が報告されてきた⁷⁻⁹⁾。我々が開発した超音波ドプラによる排尿機能検査はカテーテルを挿入する必要はなく、非侵襲的検査である。患者は座位で自然排尿を行い、経会陰から超音波ドプラにより、外尿道括約筋直上の流速(V_1)と外尿道括約筋尿道直下の流速(V_2)、外尿道括約筋前後の流速比($VR = V_1/V_2$)を計測し、同時に測定した最大尿流率を用いることで外尿道括約筋直上の機能的断面積(A₁)を求め、VR、A₁を新しいBOOのパラメーターとして提唱した^{11,14)}。VR及びA₁はこれまでのPFSのパラメーターとよく相関しており、BOO

の評価が可能であり、非侵襲超音波排尿機能検査は、従来のPFSに変わる検査法になりうると報告してきた¹⁴⁻¹⁶⁾。今回の検討においても、従来の報告同様VR、A₁はBOO診断のパラメーターとして有用であった。

超音波ドプラ排尿機能検査に際して最も重要となるのはいかに素早く、確実にプローブを膀胱、外尿道括約筋縦断面が見える位置に移動させるかということにある。鮮明な画像を描出するためにはX軸とY軸の水平移動による調整だけでは不十分で、縦方向(Z軸)の調整も必要であった。したがって超音波ドプラ排尿機能検査で解析可能なデータを得るためには、検者の熟練が要求され、また、被検者自身の排尿体位によって得られる画像の質に大きく左右されることが明らかになっている。残念ながら、実際の検査現場において、測定に時間を要し、解析可能な測定を行うことが困難な場合も少なくなかった。そこで我々は簡便化、実用化を目的として、新遠隔操作装置を開発した。今回行った検討では、従来法に比し測定準備期間の改善が認められた。また検者の熟練度による測定準備時間の差も認めず、従来法に比し、検者の熟練度に左右されることなく解析可能データの取得が可能であった。すなわち、検査手技習得が比較的容易であった。また、プローブの押し当て力の表示を可能とし、設定した一定の圧条件で会陰部にプローブを密着させることで、より鮮明な解析画像を得ることも可能となった。

しかし、解析可能データの取得率は、理想的には100%であるべきであるが、遠隔操作装置の改良にも関わらず解析可能な検査データが得られない症例は存在する。データが得られなかった理由としては、検査時排尿ができなかった症例が4名(7%)、排尿量が不十分でドプラ信号が不十分な症例が6名(10%)、検者の未熟な機器操作によりデータがとれなかったものが6名(10%)であった。特に、看護師で未熟な機器操作によりデータがとれなかったものが多い傾向が認められた(図4)。

この検査法は、流速関連のパラメーターにおける排尿開始から終了まで持続的に記録が可能であり、velocity-flow plotと呼ばれる手法や膀胱壁の収縮速度記録を排尿の全時相でパラメーターをグラフ上で表示することの有用性も報告されている^{17,18)}。今回は、VR、A₁の取得という最大尿流時の一時点での解析に関しても、約80%のデータ取得率であった。本超音波ドプラ排尿機能検査のポテンシャルを生かす、より詳細な解析(排尿開始時から終了時までの全排尿の解析や膀胱壁の収縮速度記録など)を可能とするためには、この新遠隔操作装置の開発のみでは難しく、広く一般的に利用する観点ではさらなる課題が残っていることも事実である。

本検査を標準的な排尿機能検査法とするためには、今後さらに症例を重ねて検討するだけでなく、検査の簡便性やデータ取得率の向上のために装置自体の改良が必要であり、現在も継続して検討しているところである。

結 語

新遠隔操作診断装置を用いた超音波ドプラ排尿機能検査は、検査者の熟練度の影響を受けず短時間で測定準備可能となり、安定して解析可能なデータ採取が可能となった。さらに症例を重ねるとともに、超音波ドプラ排尿機能検査法を一般化させるために装置の改良を含めて検討中である。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご指導を賜った岡山大学大学院医歯薬学総合研究科泌尿器病態学 公文裕巳教授に深謝いたします。本研究に使用した遠隔操作装置の開発は2005年特別電源所在県科学技術振興事業の研究費の援助を受けて実施しました。遠隔操作装置の作成を担当したコアテック株式会社の矢吹孝之様、谷本圭司様、宮脇 一様、ならびに超音波検査機械および探触子の調整を担当したアロカ株式会社（現アロカ日立メディコ株式会社）の馬木清隆様、城 和博様に感謝いたします。また、論文内容を校閲していただいた川崎医科大学附属川崎病院泌尿器科 小澤秀夫講師、川崎医科大学泌尿器科 横山光彦講師、岡山大学大学院医歯薬学総合研究科泌尿器病態学 渡邊豊彦准教授に深謝致します。

文 献

- 1) 男性下部尿路症状診療ガイドライン, 日本排尿機能学会, 男性下部尿路症状ガイドライン作成委員会編, Blackwell Publishing, 東京 (2008).
- 2) Arrighi HM, Guess HA, Metter EJ, Fozard JL : Symptoms and signs of prostatism as risk factors for prostatectomy. *Prostate* (1990) 16, 253-261.
- 3) Berry SJ, Coffey DS, Walsch PC, Ewing LL : The development of human benign prostatic hyperplasia with age. *J Urol* (1984) 132, 474-479.
- 4) Chancellor MB, Blaivas JG : Synchronous pressure-flow and video-urodynamics ; in Atlas of urodynamics, BlaivasJG Chancellor MB(eds), Williams and Wilkins Co, Philadelphia (1996) pp88-104.
- 5) McConnel JD : Why pressure-flow studies should be optional and not mandatory studies for evaluating men with benign prostatic hyperplasia. *Urology* (1944) 44, 156-158.
- 6) Rosier PF, de la Rosette JJ, Koldewijn EL, Debruyne FM, Wijkstra H : Variability of pressure-flow analysis parameters in repeated cystometry in patients with benign prostatic hyperplasia. *J Urol* (1995) 153, 1520-1525.
- 7) van Mastrigt R : Introduction ; Non-Invasive Urodynamics : The state-of-the-art. *Urologica* (2006) 16, 256-258.
- 8) Pel JJM, van Mastrigt R : Non-invasive measurement of bladder pressure using an external condom catheter. *Neurourol Urodynam* (1999) 18, 455-475.
- 9) Kojima M, Inui E, Ochiai A, Naya Y, Ukimura O, Watanabe H : Ultrasonic estimation of bladder weight as a measure of bladder hypertrophy in men with infravesical obstruction : preliminary report. *Urology* (1996) 47, 942-947.
- 10) Ozawa H, Kumon H, Yokoyama T, Watanabe T, Chancellor MB : Development of non-invasive velocity flow video urodynamics using Doppler sonography. Part I : Experimental urethra. *J Urol* (1998) 160, 1787-1791.
- 11) Ozawa H, Kumon H, Yokoyama T, Watanabe T, Chancellor MB : Development of non-invasive velocity flow video urodynamics using Doppler sonography. Part II : Clinical application in bladder outlet obstruction. *J Urol* (1998) 160, 1792-1796.
- 12) Kumon H, Ozawa H, Nose H, Nishigaki K, Ohta H : Basic study on velocity-flow urodynamics using Doppler sonography : Simultaneous detection of cavitation and Doppler signals in an artificial urethral model. *Int J Urol* (2004) 11, 628-633.
- 13) Belal M, Abrams P : Noninvasive methods of diagnosing bladder outlet obstruction in men. Part 2 : Noninvasive urodynamics and combination of measures. *J Urol* (2006) 176, 29-35.
- 14) Ozawa H, Chancellor MB, Ding YY, Nasu Y, Yokoyama T, Kumon H : Noninvasive urodynamic evaluation of bladder outlet obstruction using Doppler ultrasonography. *Urology* (2000) 56, 408-412.
- 15) Ding YY, Ozawa H, Yokoyama T, Nasu Y, Chancellor MB, Kumon H : Reliability of color Doppler ultrasound urodynamics in the evaluation of bladder outlet obstruction. *Urology* (2000) 56, 963-971.
- 16) Nose H, Foo KT, Lim KB, Yokoyama T, Ozawa H, Kumon H : Accuracy of two noninvasive methods of diagnosing bladder outlet obstruction using ultrasonography : intravesical prostatic protrusion and velocity-flow video urodynamics. *Urology* (2005) 65, 493-497.
- 17) Ozawa H, Uematsu K, Nose H, Yokoyama T, Kumon H : The effect of alpha blocker on prostatic enlargement : Urodynamic evaluation by velocity-flow plots using transperineal Doppler ultrasonography. *J Urol* (2005) 173, A354.
- 18) Ozawa H, Uematsu K, Nose H, Yokoyama T, Kumon H : The effect of alpha blocker on prostatic enlargement by velocity-flow plots using Doppler ultrasound urodynamics. *J Urol* (2006) 175, A445-446.