

排尿障害に関する臨床的研究

第3報：尿道内圧記録のさいの媒体としての
水と炭酸ガスの比較検討

東京医科歯科大学医学部泌尿器科学教室（主任：横川正之教授）

水尾敏之・上田忠和・牛山武久
山内昭正・横川正之

東京労災病院泌尿器科

安藤正夫・武田裕寿

埼玉医科大学泌尿器科学教室

平賀聖悟

CLINICAL STUDIES ON THE DISTURBANCE OF MICTURITION

III. COMPARISON OF URETHRAL PRESSURE PROFILES WITH GAS
AND WATER MEDIA

Toshiyuki MIZUO, Tadakazu UEDA, Takehisa USHIYAMA,

Akimasa YAMAUCHI and Masayuki YOKOKAWA

*From the Department of Urology, Tokyo Medical and Dental University School of Medicine**(Director: Prof. M. Yokokawa)*

Masao ANDO and Hirohisa TAKEDA

From the Department of Urology, Tokyo Rosai Hospital

Seigo HIRAGA

From the Department of Urology, Saitama Medical School

We compared urethral pressure profiles (UPP) of lower urinary tract disorder recorded using CO₂ and water media. The patients in the present study included 9 males and 13 females with neurogenic bladders, 9 males with benign prostatic hypertrophy before treatment and 10 females with stress incontinence. Nine healthy individuals consisting of 4 males and 5 females served as the control.

The flow rate was constantly 40 ml per min for gas and 2 ml per min for water. Indexes of UPP used for the comparison were functional urethral length, continence zone, maximum urethral closure pressure and maximum urethral pressure.

No significant differences could be found between each pair of indexes calculated from UPP obtained by using CO₂ or water as a medium at least for the disorders examined in the present study.

緒 言

下部尿路通過障害や排尿異常の診断および治療にあたり、尿流量測定、膀胱内圧測定、外尿道括約筋あるいは肛門括約筋の筋電図および尿道内圧曲線 (urethral pressure profile: 以下 UPP と略す) は重要な検査法といえる。尿道内圧および膀胱内圧の測定記録のさいに媒体として主として水を用いる場合と炭酸ガスの場合があり、その優劣、長所短所が論ぜられてきた。われわれはすでに膀胱内圧測定について水式と炭酸ガス式との比較検討および尿流量曲線のパターンの分類について報告した^{1,2)}。今回は UPP について、その測定媒体として滅菌水と炭酸ガスを使用し、その測定結果について比較検討をおこない若干の知見を得たので報告する。

対 象 と 方 法

対象は東京医科歯科大学泌尿器科を1981年4月より12月までの9カ月間に受診した、男子22例、12歳~81歳平均56.1歳、女子28例、2歳~71歳、平均46.1歳の50例である。

Table 1 に対象の疾患を示した。正常例は上部尿路結石、腫瘍などの入院患者で排尿障害を認めない症例である。前立腺肥大症は治療前に検査をおこなった9例で腹圧性尿失禁は女子10例で、 α -stimulator である塩酸ノルエフェドリン服用中に UPP を測定した4例を含む。神経因性膀胱は男子9例、女子13例であり、男子では膀胱4例、脊髄膀胱3例、末梢神経障害膀胱2例であり、女子では脳膀胱4例、脊髄膀胱2例、末梢神経障害膀胱7例である。

UPP 測定用カテーテルは 10F (外径3.3 mm, 内径1.8 mm) で長さ 30 cm であり、先端は盲端で先端から 4 cm の部位に直径 1 mm の4個の穴をそれぞれが 90° になるように開けてある。材質は dimethylpolysiloxan (高研) を用いた。滅菌水の注入は東海理化製尿道抵抗測定器 UP-01 を使用し 2 ml/min の注入速度で、炭酸ガスの注入は DISA type 21C 01 cystometer unit を使用し 40 ml/min でおこなった。カテーテルの牽引は DISA 21H 02 profilometer unit を使用し 3 cm/min の速度で、記録は渡辺測器製 linearcorder type WR 3001 を使用し paper speed は 3 cm/min とした。

なお UPP の測定は膀胱空虚時に仰臥位でおこなった。

媒体として水を用いた場合の測定値と炭酸ガスを用

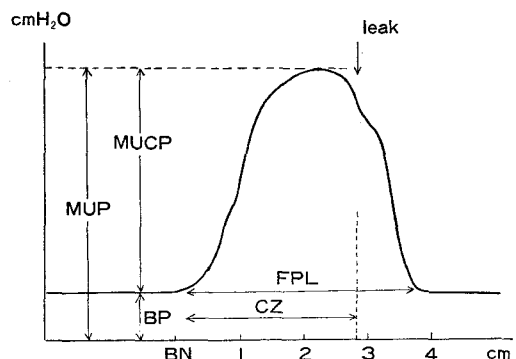
Table 1. Examined cases and number of patients

case	no
benign prostatic hypertrophy	9
stress incontinence	10
neurogenic bladder	male 9
	female 13
normal	male 4
	female 5

いた場合の測定値の比較は、両測定値の差から不偏分散を求め、危険率5%で t 検定をおこなって判定した。

結 果

正常の UPP のパターンを Fig. 1 に示した。各部分の名称は ICS (International Continence Society) に従った。functional profile length (以下 FPL と略す) は closure pressure を有する尿道の機能的長さであり、continence zone (以下 CZ と略す) は尿道内圧の上昇開始点より、外尿道口より滅菌水あるいは炭酸ガスの漏出する時点までの長さをしめし、maximum urethral closure pressure (以下 MUCP と略す) とは maximum urethral pressure (以下 MUP と略す) と膀胱内圧の差である。



FPL : functional profile length
CZ : continence zone
MUCP : maximum urethral closure pressure
MUP : maximum urethral pressure
BP : bladder pressure
BN : bladder neck

Fig. 1. Typical pattern of the UPP

以上の4つのパラメーターについて滅菌水を使用して得られた UPP (以下 W-UPP と略す) と炭酸ガスを使用して得られた UPP (以下 CO₂-UPP と略す) との比較をおこなった。

Table 2. Mean functional profile length, continence zone, maximum urethral closure pressure and maximum urethral pressure in the UPP of normal controls

		FPL (cm)	CZ (cm)	MUCP (cm H ₂ O)	MUP (cm H ₂ O)
Male N=4	W-UPP	4.4±1.6	3.5±0.3	81.0±10.2	92.7±20.5
	CO ₂ -UPP	4.5±1.4	3.1±0.4	76.4±11.4	91.0±19.4
	differences	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
Female N=5	W-UPP	3.0±0.5	2.3±0.4	66.4±15.8	74.3±21.6
	CO ₂ -UPP	3.1±0.5	2.2±0.5	65.5±13.2	76.8±20.3
	differences	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

mean±S. D.

Table 3. Mean functional profile length, continence zone, maximum urethral closure pressure and maximum urethral pressure in the UPP of 10 female stress incontinence

	FPL (cm)	CZ (cm)	MUCP (cm H ₂ O)	MUP (cm H ₂ O)
W-UPP	3.29±0.41 (2.4~3.9)	2.54±0.32 (1.9~3.3)	60.3±16.0 (40~82)	66.8±18.3 (44~97)
CO ₂ -UPP	3.24±0.35 (2.8~3.7)	2.38±0.44 (1.6~3.2)	61.5±20.5 (33~92)	75.5±20.9 (40~102)
differences	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

mean±S.D. (range)

Table 4. Mean functional profile length, continence zone, maximum urethral closure pressure and maximum urethral pressure in the UPP of 9 benign prostatic hypertrophy

	FPL (cm)	CZ (cm)	MUCP (cm H ₂ O)	MUP (cm H ₂ O)
W-UPP	5.66±1.38 (3.3~7.4)	4.43±1.02 (2.4~6)	89.6±41.2 (51~190)	103.7±41.6 (58~200)
CO ₂ -UPP	5.62±1.35 (3.5~7.5)	4.08±1.14 (2.3~6)	71.6±18.6 (42~111)	85.8±17.9 (62~126)
differences	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

mean±S.D. (range)

1) 正常例（男子4例，女子5例）での比較
(Table 2)

男子4例では W-UPP での FPL（以下 W-FPL と略す）は 4.4 ± 1.6 cm, CO₂-UPP での FPL（以下 CO₂-FPL と略す）は 4.5 ± 1.4 cm であり炭酸ガスにおいて軽度延長する傾向が認められたが、両者の測定値には有意差は認められなかった。W-UPP での CZ（以下 W-CZ と略す、同様に W-MUCP, W-MUP と略す）は 3.5 ± 0.3 cm, CO₂-UPP での CZ（以下 CO₂-CZ と略す、同様に CO₂-MUCP, CO₂-MUP と略す）は 3.1 ± 0.4 cm と水を使用した場合長くなる傾向をしめすが有意差は認めなかった。W-MUCP は 81.0 ± 10.2 cm H₂O, CO₂-MUCP 76.4 ± 11.4 cm H₂O であり有意差は認めず、MUP においても W-MUP は 92.7 ± 20.5 cm H₂O, CO₂-MUP は 91.0 ± 19.4 cm H₂O の結果で有意差は認めなかった。

女子5例においても Table 2 にその結果を示した

が男子と同様に FPL, CZ, MUCP, MUP とともに有意差を認めなかった。

2) 疾患別での W-UPP と CO₂-UPP との比較
(1) 腹圧性尿失禁 (Table 3)

対象は女子10例であり、平均年齢は50.7歳（43歳～57歳）であった。全例とも同時に測定した膀胱内圧曲線は正常パターンを示した。W-FPL は 3.29 ± 0.41 cm, CO₂-FPL は 3.24 ± 0.35 cm で両者間に有意差を認めない。W-CZ は 2.54 ± 0.32 cm, CO₂-CZ は 2.38 ± 0.44 cm でやはり有意差はなく、同様に MUCP, MUP においても両測定法間に有意差を認めなかった。

(2) 前立腺肥大症 (Table 4)

対象は治療をおこなう前の9例であり、平均年齢は65.2歳（54歳～78歳）であった。Table 4 にその測定結果をしめしたが FPL, CZ, MUCP, MUP とともに両測定法間に差を認めなかった。

(3) 神経因性膀胱 (Table 5)

Table 5. Mean functional profile length, continence zone, maximum urethral closure pressure and maximum urethral pressure in the UPP of 9 male and 13 female neurogenic bladder

		FPL (cm)	CZ (cm)	MUCP (cmH ₂ O)	MUP (cmH ₂ O)
Male (N=9)	W-UPP	4.80±1.38 (3.0~7.8)	3.49±1.26 (1.8~5.7)	81.9±48.3 (24~160)	93.7±50.9 (30~180)
	CO ₂ -UPP	4.70±1.26 (3.2~7.5)	3.27±1.20 (0.8~5.3)	73.0±35.8 (30~130)	91.3±38.3 (50~150)
	differences	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
Female (N=13)	W-UPP	2.99±0.47 (2.0~3.7)	2.28±0.43 (1.4~3.2)	59.5±24.6 (30~107)	66.5±29.1 (23~127)
	CO ₂ -UPP	3.05±0.54 (2.0~3.7)	2.18±0.61 (1.2~3.2)	59.2±17.7 (38~105)	72.2±21.4 (48~130)
	differences	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

mean±S.D. (range)

Table 6. Mean functional profile length, continence zone, maximum urethral closure pressure and maximum urethral pressure in the UPP obtained from the patients which were divided in three groups by means of types of cystometrogram

			FPL (cm)	CZ (cm)	MUCP (cmH ₂ O)	MUP (cmH ₂ O)
Normal	Male (N=7)	W-UPP	3.98±1.72 (3.0~6.8)	3.17±1.12 (1.4~5.2)	78.43±43.76 (30~190)	91.57±45.52 (43~200)
		CO ₂ -UPP	4.08±1.24 (2.4~7)	2.86±1.24 (1.2~5.5)	72.21±28.28 (34~140)	86.36±27.32 (52~150)
		difference	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
	Female (N=13)	W-UPP	3.07±0.45 (2.4~3.9)	2.46±0.34 (1.9~3.3)	71.07±24.51 (40~120)	79.79±27.91 (46~143)
		CO ₂ -UPP	3.04±0.45 (2.1~3.7)	2.29±0.45 (1.6~3.2)	68.93±21.29 (33~98)	84.86±23.50 (40~123)
		difference	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
Hyporeflexia	Male (N=8)	W-UPP	5.43±1.47 (3.2~7.8)	3.98±1.44 (1.8~5.7)	87.25±45.03 (30~160)	99.50±46.58 (41~180)
		CO ₂ -UPP	5.21±1.50 (3.2~7.5)	3.74±1.47 (0.8~5.3)	80.88±35.92 (38~130)	95.75±36.88 (50~150)
		difference	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
	Female (N=12)	W-UPP	2.95±0.45 (2.3~3.7)	2.24±0.48 (1.4~3.3)	63.42±22.90 (30~108)	70.50±24.87 (35~118)
		CO ₂ -UPP	3.01±0.48 (2.0~3.7)	2.18±0.55 (1.2~3.2)	64.83±23.35 (40~114)	77.17±25.74 (48~124)
		difference	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
Hyperreflexia	Male (N=7)	W-UPP	4.41±2.59 (3.0~7.4)	3.53±1.24 (2.0~5.5)	79.00±34.45 (24~137)	87.14±35.88 (30~149)
		CO ₂ -UPP	4.84±1.56 (3.2~7.5)	2.99±1.19 (2.0~5.5)	75.57±23.41 (30~108)	94.71±25.00 (50~132)
		difference	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

mean±S.D. (range)

対象は男子9例で平均年齢は48.2歳(16歳~74歳), 女子13例で平均年齢は50.9歳(7歳~71歳)である。神経因性膀胱においても FPL, CZ, MUCP, MUP とも有意差を認めなかった。

3) 膀胱内圧曲線のタイプ別での比較

全症例とも UPP 測定と同時に膀胱内圧曲線を測定した。その結果 normal type は男子7例, 女子13例であり, hyporeflexia type は男子8例, 女子12例であり, hyperreflexia type は男子7例, 女子3例であった。hyperreflexia の女子3例を除く47例について膀胱内圧曲線のタイプにより, W-UPP と CO₂-UPP との間に差が認められるかどうかを検討した。その結果を Table 6 に示したが normal type の男女, hyporeflexia type の男女, hyperreflexia type の男子ともに FPL, CZ, MUCP, MUP とも両測定法間に有意差を認めなかった。

4) W-UPP CO₂-UPP の波型について

W-UPP と CO₂-UPP の波型には大きな差を認めなかった。しかしながら Fig. 2 に示したように hy-

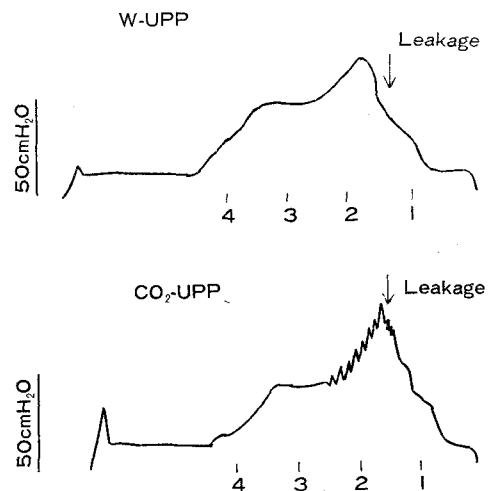


Fig. 2. Spike like artifact was found in CO-UPP obtained from 39 years old female brain tumor patient, who showed hyperreflexia type cystometrogram

perreflexia type の症例の10例中に3例に CO_2 -UPP において artifact と思われる spike が認められた。

考 察

1969年に Brown & Wickham がカテーテルから生理食塩水を一定流量で尿道に注入しその圧を連続的に測定して以来 UPP はその有用性が多数報告されており³⁻⁷⁾、膀胱内圧測定、尿流量測定、外尿道括約筋筋電図とともに、下部尿路通過障害の診断および治療効果の判定には欠かせない検査法との評価を得ている。

われわれはすでに膀胱内圧測定について水式膀胱内圧測定と炭酸ガス膀胱内圧測定法の比較検討と尿流量曲線のパターン分類について報告した。本論文では UPP の測定媒体として滅菌水と炭酸ガスの2つを使用し、得られた UPP について比較検討をおこなった。

現在でも UPP によって記録される圧が実際は何を反映しているかという点については不明な点が多く議論のあるところであるが、理論的にはカテーテル側孔と尿道壁の間を水や炭酸ガスなどの測定媒体が流れる際の抵抗が圧力として測定されると考えられるので、この圧は尿道壁組織の物理的特性と尿道括約筋の支配神経の作用を反映するという意見が有力である⁸⁻⁹⁾。

UPP に影響を与える因子には、測定媒体の種類、注入速度、カテーテルのサイズと形態、カテーテルの引き出し速度などがある。

Edward ら¹⁰⁾ (1974) はカテーテルサイズ 8F から 12F までは UPP の結果に臨床的な有意差を認めず、また引き出し速度にも毎分 1 cm から 40 cm までは差がなく、40 cm 以上で artifact が発生すると報告している。われわれは 10F のカテーテルを使用しており、太さによる尿道抵抗の上昇は臨床問題にはならないと考えられ、引き出し速度は 3 cm/min でありそれに起因する artifact も除外しえる。

上記の2つの因子に比較しより重要な影響をおよぼすのは注入速度と測定媒体といえる。滅菌水では毎分 1 ml 注入量が増加するにつれ尿道内圧は 1 cm H_2O 上昇することが Brown (1975)¹¹⁾ により報告されている。われわれの方法では実際の尿道内圧に比較し 2 cm H_2O 高く記録されることとなり、当然のことながら注入速度が非常に速いほど、本来の尿道内圧との差が大きくなり、その結果は信頼しがたいものと考えられる。炭酸ガスの注入に際しても高速度 (60 ml~300 ml) では測定中に膀胱容量の変化がおこり尿道抵抗に影響をおよぼすこと、注入量が多いと尿道壁の膨張をひきおこし圧の上昇が起こることが Brown

(1975)らにより指摘されている。したがって UPP を測定する際も両測定法の比較検討をおこなう場合も、測定媒体の注入速度の設定が大切といえる。Tscholl ら (1976)¹²⁾ は炭酸ガス注入速度、120 ml/min、生理食塩水 5 ml/min で得られた UPP の比較を10例でおこない、両者間にその波型と MUP に差がないと述べている。これに対し Gleason ら (1977)¹³⁾ は25人の女子で CO_2 -UPP と W-UPP をおこないえられた結果は形態、MUP とともに大きな差があるのと述べている。この場合には単孔カテーテルを使用したことも一因と考えられるが、炭酸ガスの注入速度 60~120 ml/min に比較して滅菌水の注入速度が 20 ml/min とその比は3~6対1と Tscholl やわれわれの注入速度20対1と比較し非常に速いためとも推定しえる。われわれの設定した注入速度は炭酸ガス 40 ml/min、滅菌水 2 ml/min であるが、これは尿道内圧に対する影響を可能な限り少なくするという点では十分に妥当性があると考ええる。

正常例での比較、腹圧性尿失禁、前立腺肥大症、神経因性膀胱などの疾患別での比較、さらには同時に測定した膀胱内圧曲線の3タイプ別の比較においても W-UPP と CO_2 -UPP の測定結果には FPL などのパラメーターと波型に差を認めなかった。とくに膀胱容量が他に比較し少なく、その変化により UPP が影響をうけやすい hyperreflexia type においてもパラメーターには差を認めなかった点は注目されてよい。しかしながら hyperreflexia type の一部に CO_2 -UPP において、spike 状の artifact が認められたことは、尿道括約筋や支配神経の過緊張の状態が滅菌水に比較し炭酸ガスでは注入量が多いため、より敏感に反映されるのかも知れない。いずれにしても UPP 固有の波型は保持されており臨床的には artifact の存在は問題とならない。

CO_2 -UPP は従来からおこなわれてきた W-UPP と比較して注入速度が極端に速くなればその測定結果は差がなく、取り扱いの簡便な点でも十分臨床的に有効であると考えられる。

結 語

男子22例、女子28例について、滅菌水 2 ml/min、炭酸ガス 40 ml/min の注入速度での W-UPP と CO_2 -UPP との比較検討をおこなった。

正常例、疾患別（腹圧性尿失禁10例、前立腺肥大症9例、神経因性膀胱22例）、膀胱内圧曲線の normal hyporeflexia, hyperreflexia の3タイプ別にも FPL, CZ, MUCP, MUP とともに両測定法間に差を認めな

った。

波型も両測定法間に差がなく, hyperreflexia type の一部に CO₂-UPP において spike 状の artifact がみられたが, 固有の波型は W-UPP と差がなかった。

文 献

- 1) 水尾敏之・牛山武久・武田裕寿・平賀聖悟・斉藤博: 排尿障害に関する臨床的研究. 第1報: 炭酸ガス膀胱内圧測定と水式膀胱内圧測定との比較検討. 日泌尿会誌 71: 223~231, 1980
- 2) 水尾敏之・牛山武久・武田裕寿・平賀聖悟: 排尿障害に関する臨床的研究. 第2報: 尿流量曲線のパターン分類の試み. 日泌尿会誌 投稿中
- 3) 南 光二・金子茂男・郡 健二郎・井口正典・門脇照雄・秋山隆弘・八竹 直・栗田 孝: 排尿機構にかんする検討. 第2報: The Urethral Pressure Profile その測定方法と正常値. 近大医誌 2: 115~122, 1977
- 4) 南 光二・永井信夫・金子茂男・井口正典・郡 健二郎・門脇照雄・秋山隆弘・八竹 直・栗田 孝: 排尿機構にかんする検討. 第3報: Urethral pressure profile の臨床的意義について. 日泌尿会誌 69: 93~99, 1978
- 5) Raz S and Kaufman JJ: Carbon dioxide urethral pressure profile. J Urol 115: 439~442, 1976
- 6) Awad SA, Bryniac SR, Downie JW and Twiddy DAS: Urethral pressure profile during the spinal shock stage in man: A preliminary report. J Urol 117: 91~93, 1977
- 7) Bright TC III: Urethral Pressure Profile: current concept. J Urol 118: 418~422, 1977
- 8) 丸 彰夫: 尿道内圧曲線 (Urethral Pressure Profile) の臨床的研究 (第一報). 日泌尿会誌 65: 506~519, 1974
- 9) 近藤厚生: 下部尿路の尿流動態研究. III 尿道内圧波形測定器の試作とその臨床所見. 日泌尿会誌 69: 23~32, 1978
- 10) Edwards LE and Malvern J: The urethral pressure profile: theoretical consideration and clinical application. Brit J Urol 46: 325, 1974
- 11) Brown M: in-vivo determination of error in the measurement of urethral pressure by the method of Brown and Wickham. Brit J Urol 47: 445, 1975
- 12) Tscholl R, Tettamanti F and Wörspörter O: The urethral pressure profile recorded by means of CO₂-perfusion at high flow rates. Brit J Urol 48: 337~339, 1976
- 13) Gleason DM, Bottaccini MR and Reilly RJ: Comparison of cystometrograms and urethral profiles with gas and water media. Urology 9: 155~160, 1977

(1982年4月23日受付)