立体的尿道内圧曲線描出の試み

その3. 尿道内圧断層表示法の開発

秋田大学医学部泌尿器科教室 森 田 隆
(主任: 土田正義教授)

THREE-DIMENTIONAL URETHRAL PRESSURE PROFILE

III. Development of Urethral Pressure Tomography

Takashi Morita

Department of Urology, Akita University School of Medicine

(Director: Prof. Seigi Tsuchida)

A new catheter with four lumen at an angle of 90° around the circumference of the tip was designed for recording the urethral pressure profiles at the anterior, right, posterior and left walls of the urethra. These four directional urethral pressure profiles were composed as cross sections of urethra like tomography using a microcomputer.

This new method of drawing the cross sections of urethral pressure profile may be called as urethral pressure tomography (UPT). Using the UPT method, the urethral function and urethral form can be examined on three dimensional aspect.

要旨: 同一円周上に90度の間隔で4孔を有する4重管カテーテルを試作し, 尿道内圧曲線を尿道の前壁, 右壁, 後壁, 左壁で別々に記録し, 尿道の内圧分布を横断面として表示する新しい検査法を考案した. この方法は従来の Urethral Pressure Profile と同じ手間で行なうことが出来, 患者に苦痛を与えることなく尿道の機能形態を立体的に描出可能な優れた方法である. この方法を用いて実際に膀胱頸部の continence mechanism, 外尿道括約筋機能を立体表示することが可能となり, さらに, 前立腺肥大症の尿道圧迫の程度を立体的に描出することが可能となった.

緒 言

尿道を形態的に観察する方法には, 内視鏡, 尿道造影法, 超音波法等があり, 尿道の全長にわたってその機能も併わせて観察できる方法として Urethral Pressure Profile 法 (UPP)¹⁾が発達した. しかし, 内視鏡はその所見が客観性に欠け, さらに尿道機能を観察する事は不可能であり, その他の尿道機能, 形態観察方法は尿道の一側面を観ることが出来るにすぎない. しかも, 最近尿道の解剖学的研究が進むにつれて尿道を構成している筋構築が前後方向で非対称であることが明らかにされるに及び, 尿道内圧の profile を記録する UPP が一体何を表わしているのか疑問になってきた. 最近, 著者²⁾³⁾は一個の側孔を有する UPP 用カテーテルを用いて尿道内圧を各方向別々に捉え, 尿道内圧分布は各方向によってかなり異なることを報告して来た. 今回, 4重管カテーテルを試作し尿道の4方向で別々に内圧曲線を描き, さらにコンピューターを用い

てそれらの内圧曲線を合成し尿道内圧断層図を描かせることを考案した. 本稿においてはこの新しい尿道内圧断層表示方法を報告し, 実際の表示例を2, 3紹介する.

方 法

方法の原理を図1に示す. 90度の角度で1円周上に4孔を有する10~12Frのポリエチレン4重カテーテルを試作した(図2). この4重カテーテルを用いて, 各管あたり毎分2.0mlで生理食塩水を持続注入しながら, 尿道の前壁, 右壁, 後壁, 左壁, の尿道閉鎖圧を測定し, ブラウン管でモニターしながらデーターレコーダーに録音した(図3). データーレコーダーにはあらかじめ10cmH₂Oの校正圧を録音しておき, この校正圧にもとづいて前壁, 左右壁, 後壁の尿道圧曲線をコンピューターを用いて補正し, さらに膀胱内圧をゼロとして真の各部の尿道内圧曲線をブラウン管内に表

図1 尿道内圧立体表示のシステムの説明図
4 ch UPP catheter (10Fr.)

示させた(図4)。一番速く尿道内圧曲線が立ち上がる膀胱頸部と思われる部位から5mmの間隔で4方向の尿道内圧曲線をスライスし、各部の内圧を断層図としてX-Yプロッターに描かせた(図5)。その際内圧断層図を実際の尿道の形に似せるため、各部の圧の中間値をとって8角形として表示させた。尿道内圧曲線記録にあたり、日本光電製自動引抜装置、ハーバート製自動注入器、Statham圧トランスデューサー、日本光電製マイクロコンピューター(ATAC 450)、日本光電製X-Yプロッターを用いた。

対 象

蓄尿時の膀胱頸部機能を観る目的で、3頭の雌雑種成犬を用いて、thiamylal sodium 15mg/kg 麻酔導入

後、 α -chloralose 20ng/kg/hrで麻酔を維持しながら、膀胱空虚時の尿道内圧断層図と150ml生食を膀胱内へ注入して膀胱を充満した時の尿道内圧断層図を表示した。次に外尿道括約筋機能を観る目的で排尿困難と尿失禁を訴える神経因性膀胱患者において会陰部より5% procaine 10ccを局注して陰部神経ブロックを行ない、その前後の尿道内圧断層図を表示した。さらに、尿道の形態を観る目的で既に超音波検査等で肥大部分、肥大側がわかっている2例の前立腺肥大症患者の尿道内圧断層図を表示した。

結 果

4重管カテーテルの流体力学的特性を検討したところ、生理食塩水2ml/min注入時のpressure errorは各

図2 4重管カテーテル，孔は直径1mmであり90°の角度で同一円周上についている．長さは40cmである．

図3 前壁・右壁・後壁，左壁の尿道内圧をブラウン管に表示したもの

管で $2.0\text{cmH}_2\text{O}$ 以下であり，流量抵抗は非常に小さいことが判明した．また生理食塩水 $2\text{ml}/\text{min}$ 注入時 $50\text{cmH}_2\text{O}$ の圧で測定した response time はいずれの管も 0.1sec 以下であった．

雌雑種成犬3頭(I, II, III)を用いて，膀胱空虚時および膀胱充満時(生理食塩水 150ml 注入)の尿道内圧断層図を記録した．尿道内圧断層図はいずれの成犬においてもほとんど同じパターンを示した．犬IIの記録を図6 a, b (a: 空虚時, b: 充満時)に示す．膀胱が空のときは膀胱頸部(図6 a 断層図2)は後壁がより早

図4 圧校正および膀胱内圧をゼロとして補正した尿道内圧曲線と，スライスライン．

図5 X-Yプロッターを用いて描いている尿道内圧断層図および4方向の尿道内圧曲線

く圧が高くなり次いで前壁と左右壁の内圧が上昇して来るのに対し，膀胱充満時の尿道頸部(図6 b, 断層図2)は後壁の圧は空虚時とほとんど同じであるが，前壁でむしろ圧が高く前壁がより緊張していることが判る．外尿道括約筋部も充満時(図6 b, 6, 7, 8)は空虚時(図6 a, 6, 7, 8)と比較して圧が高く内圧断層図の内腔が狭くなっているのが容易に判る．

70歳男性が排尿困難で入院し，精査の結果 normal bladder, dyssynergic type の hyperactive sphincter であった．Transurethral resection of Bladder neck and prostate (TUR-Bn+P)を行なった後も排尿困難は消失せず，さらに軽い尿失禁となった．この患者の

図 6 a 雌成犬 II の膀胱空虚時の尿道内圧断層図，断層図の番号はスライス面と一致している。

図 6 b 雌成犬 II の膀胱充満時の尿道内圧断層図

図 7 a 神経因性膀胱患者の尿道内圧断層図

図 7 b 右陰部神経ブロック後の断層図

尿道内圧断層図を図 7 a に示す。外尿道括約筋部の右側の圧が異常に高く(図 7 a, 4, 5, 6), 右の陰部神経ブロックを行なった。ブロック後の記録を図 7 b に示す。外尿道括約筋部の圧(図 7 b, 4, 5, 6)は左右ほぼ等しくなり、この患者は排尿困難、尿失禁共に著しく軽減した。

超音波検査で右葉の prostatic hypertrophy と診断されている。排尿困難を訴える 74 歳男性の尿道内圧断

層図を図 8 に示す。膀胱頸部から外尿道括約筋部に至る尿道で右側の圧が有意に高いことが容易に判る(図 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)。

考 案

これまで尿道形態を立体的に把握できる方法はなかったと言って良い。膀胱鏡や超音波法やレントゲン学的手法により尿道の形態を観察することは可能であったが、客観性に欠けたり、尿道の 1 つの側面しか

図8 前立腺肥大症患者の断層図

観察できない欠点があった。尿道機能を尿道の全長にわたって評価できるとして広く行なわれるようになった Urethral Pressure Profile 法 (UPP)¹⁾は、最近、尿道の前後壁を構成する筋構築に差があることが示唆されるようになり、その意義を失いつつある。そこで著者は尿道内圧分布を立体表示する必要性を感じ、これまでの UPP 法を利用し且つ簡便に出来る方法として 4 重管カテーテルを用いて尿道の前壁、左右壁、後壁の内圧曲線を同時に描きその内圧曲線を 5mm 間隔でスライスすることによって 8 角形の平面に合成することによって、尿道内圧断層図を描く方法を開発した。本法は 4 個の圧トランスデューサーと従来の UPP 記録用引き抜き装置および 4 個の圧測定アンプと簡単なマイクロコンピューター、X-Y プロッターを必要とするが、そこから得られる情報はこれまでの UPP とは比較にならない程多く、尿道の機能だけでなく尿道の形態も描出できる点で非常に優れている。断層表示をすることによって誰でも尿道の内圧分布をひと目でわかる利点はこれまでなかったものである。

この方法を用いて膀胱空虚時と膀胱充満時の膀胱頸部の内圧分布を検討したところ、空虚時にはむしろ膀胱後壁が緊張しているが、充満時には前壁の圧が著明

に高くなり、膀胱頸部の前壁の緊張が continence mechanism に重要な役割を有していると推察された。また本法は外道括約筋部の圧を左右別々に立体的に評価できることから神経因性膀胱の治療として行なわれている陰部神経ブロックの評価に対しても特に有効な手段となると考えられた。さらに、前立腺肥大症の尿道の圧迫の程度およびどちらの腺腫によって尿道が圧迫されているかもある程度見当がつき、尿道の形態描出法としても活用可能と思われた。

著者はコンピューターを含めたこの尿道断層表示装置をよりコンパクトな装置に現在改良中である。

文 献

- 1) Brown, M. and Wickham, J.E.A.: The urethral pressure profile. Brit. J. Urol., 41, 211-217, 1969.
- 2) 森田 隆, 金 信和: 立体的尿道内圧曲線描出の試み, その 1. 動物実験による基礎的検討. 日泌尿会誌, 74, 1550-1555, 1983.
- 3) 森田 隆, 西本 百, 能登宏光: 立体的尿道内圧曲線描出の試み, その 2. 1 孔 catheter の基礎的検討および Millar tip transducer catheter との比較. 日泌尿会誌, 74, 1772-1777, 1983.

(1983年10月14日受付)