Diuresis Ultrasonotomography (利尿負荷超音波断層法) による 腎盂尿管移行部狭窄の評価について

兵庫医科大学泌尿器科

藤末 洋 寺川 知良 細川 尚三 島 博基
藤末 健 有馬 正明 生駒 文彦

ASSESSMENT OF PELVIURETERIC JUNCTION STENOSIS USING DIURESIS ULTRASONOTOMOGRAPHY

Hiroshi Fujisue, Tomoyoshi Terakawa, Shozo Hosokawa, Hiroki Shima,
Ken Fujisue, Masaaki Arima and Fumihiko Ikoma

Department of Urology, Hyogo College of Medicine
(Director: Prof. F. Ikoma)

Diuresis ultrasonotomography (DUT) was performed in 8 cases with pelviureteric junction stenosis (PUJS) to evaluate the degree of obstruction. 8 patients with either hypospadias or undescended testis were served as controls.

Both longitudinal and transverse dissociation of renal pelvis were measured every 5 minutes up to 60 minutes after I.V. administration of furosemide (0.5 mg/kg).

The echographic longitudinal and transverse dissociations of the renal pelvis in the controls were 2.3 ± 2.8 mm and 1.9 ± 1.2 mm (mean $\pm$ S.D.), respectively. The central dissociation after diuresis in the controls were within 5 mm. The sonographic patterns obtained from DUT in the cases with PUJS were classified into three categories, obstructive (no improvement of increased dissociation after diuresis), dilated but non obstructive (improvement of increased dissociation after diuresis as time passed) and normal patterns.

The results were satisfactory in comparison with those of diuresis renogram using ^{99m}Tc -DTPA which were performed in the same cases.

We consider this safe, accurate and non-invasive DUT as an appropriate method to evaluate the degree of obstructive uropathy.

要旨：利尿超音波断層法（DUT）を腎盂尿管移行部狭窄（PUJS）の8症例に行い、その閉塞の程度を評価した。尿道下裂および停留辜丸の8症例を正常対照群とした。

フロセマイド（0.5mg/kg）負荷前および負荷後、5分間隔で60分まで腎盂の解離の変化を縦断走査および横断走査で計測した。

正常対照群のフロセマイド負荷前の中心エコーの解離幅は、縦断走査で 2.3 ± 2.8 mm（mean $\pm$ S.D.）横断走査で 1.9 ± 1.2 mmであった。負荷後の解離は5mm以内であった。PUJS 8症例のエコーパターンを閉塞パターン、みかけ上の閉塞パターン、および正常パターンの3つに分類した。

閉塞パターンとは、利尿剤負荷後中心エコーの解離が増強し、時間が経過しても解離が改善しないものとし、みかけ上の閉塞パターンは、時間が経過すれば解離が改善するものとした。対照群を含めたDUTの結果を、 ^{99m}Tc -DTPAを用いた利尿レノグラムの結果と比較したところ、利尿レノグラムにおける閉塞群は、全例DUTで閉塞パターンを示し、DUTは、PUJSの評価法として満足のいく検査法であった。またDUTは、安全性、正確性、非侵襲性であり閉塞性尿路疾患の程度を評価するのに、ふさわしい検査法であると考えた。

緒 言

排泄性尿路造影において上部尿路の閉塞性疾患、特に腎盂尿管移行部狭窄（以下 PUJS と略す）が疑われるとき、その閉塞機序の機能的な評価に Diuresis IVU¹⁾、利尿レノグラム^{2)~4)}や Whiterker test⁵⁾⁶⁾などが今日広く用いられている。水腎症に対する超音波断層法は、従来形態的な診断に留まっていたが、1984年 Bauer ら⁷⁾は利尿剤を負荷することで腎盂腎杯の拡張の変化を経時的に捉え、超音波断層法によっても閉塞の状態の評価を行いうると報告した。今回、我々は、Bauer らの方法に準じ尿路閉塞の程度を利尿剤負荷超音波断層法（以下利尿エコー、DUT と略す）により評価し、この結果を利尿レノグラムと比較し、利尿エコーの有用性につき検討した。

対象および方法

対象は排泄性尿路造影（IVU）において腎盂尿管移行部狭窄が疑われた3カ月から12歳、（平均年齢5.3歳）の8例で、正常対象として尿道下裂、停留睾丸7カ月から11歳、（平均年齢6.1歳）8例を用いた。IVUにて、造影剤の排泄のみられないものや巨大水腎症の症例

は、今回の検討では対象より除外した。利尿エコーを施行するにあたり、原則として30分前に200ccの水分を飲水させ、検査直前に排尿させた。次に腹臥位にて両腎に対し縦断走査と横断走査を行い、中心エコーの解離の最大幅を計測した。

この際、同じ部位を経時的に走査するためにあらかじめ腎エコー像に目的とする構築を定めておいた。フロセマイドを0.5mg/kgを静注し、以後5分間隔で60分まで解離幅を計測し、腎盂の拡張の経時変化をグラフにプロットした。検査施行中に尿意を強く訴えた場合は、随時排尿させた。使用機種はアロカ SSD 256, SSD 650で5MHz、および3.5MHzのプロローベを併用して使用し、画像はポラロイドフィルムに記録した。この方法により以下に述べる3つのパターンに分類した。

① 正常パターン（Normal pattern）

負荷前に中心エコーに解離がみられず利尿剤負荷後も中心エコーの解離が軽度見られるか、或いは見られないものを normal pattern とした（Fig. 1a）。

② みかけ上の閉塞パターン（Dilated non-ob-

Fig. 1a Sequential diuresis ultrasonotomography. normal pattern

Fig. 1b Sequential diuresis ultrasonotomography. dilated non-obstructive pattern

Fig. 1c Sequential diuresis ultrasonotomography. obstructive pattern

structive pattern)

負荷前に中心エコーに軽度の解離が見られ、そして利尿剤負荷後に中心エコーの解離が増強しないか、あるいは軽度見られる。しかし中心エコーの解離は時間とともに負荷前にもどるものを、みかけ上の閉塞パターン dilated non-obstructive pattern とした (Fig. 1b)。

③ 閉塞パターン (Obstructive pattern)

負荷前に、既に中心エコーの解離が見られ、利尿剤負荷後に解離が増強し、時間が経過しても解離が改善しないものを obstructive pattern とした (Fig. 1c)。

利尿エコーによって得られた結果を利尿レノグラムの排泄パターンと比較検討するために全例に利尿レノグラムを施行した。利尿レノグラムには、利尿剤投与時期の相違により各種の方法があるが²⁾⁴⁾⁸⁾⁹⁾、我々は Koff⁴⁾の投与時期に準じた。すなわち検査の30分前に200ccの水分を飲水させ、排尿させた後^{99m}Tc-DTPAを0.15mCi/kg 静注した。ラシックス負荷はアイソトープ静注後10～15分後に行った。レノグラムで正常パターンを正常群 (Fig. 2a) とし、レノグラムで閉塞性パターンを有するものが、ラシックス負荷後分泌相の下降の見られたものをみかけ上の閉塞群 (Fig. 2b) とした。またレノグラム上、閉塞性パターンを有し、ラシックス負荷後分泌相の下降の見られないもの閉塞群 (Fig. 2c) とした。さらに、みかけ上の閉塞群を、排泄相にラシックス負荷前後3分間の減衰率 DEI (Diuresis Excretion Index)¹⁰⁾で、30%以下を不完全閉塞群、30%以上を非閉塞群に分類した。

結 果

利尿エコーにおける負荷前後の中心エコーの解離幅は、正常コントロール群では前値の解離は longitudinal scan において 2.3 ± 2.8 mm (Mean $\pm$ SD, n=8), transverse scan では 1.9 ± 1.2 mm で、利尿剤負荷後は全経過を通じて殆どが前値からの解離が5mm 以内で変動をし、明らかな peak は見られなかった (Fig. 3a, Fig. 3b)。利尿レノグラムにおけるみかけ上の閉塞群では、longitudinal scan では前値の解離幅は 12.0 ± 8.5 mm (n=4) で利尿剤負荷後 peak に達する時間は平均12.5分であり、その時の解離幅は 24.3 ± 8.0 mm であった (Fig. 4a)。Transverse scan では 11.8 ± 5.6 mm で peak に達する時間は平均15分で解離幅は 24.3 ± 9.0 mm であり以後60分以内に前値に戻る傾向が見られた (Fig. 4b)。また利尿レノグラムにおける閉塞群では longitudinal scan では前値の解離は 30.7 ± 18.9

Fig. 2a Diuresis renogram. Normal group

Fig. 2b Diuresis renogram. Dilated non-obstructive group

Fig. 2c Diuresis renogram. Obstructive group

mm (n=4) で peak に達する時間は平均34分で解離幅は 49.5 ± 6.0 mm (Fig. 5a), transverse scan では 29.5 ± 18.5 mm で peak に達する時間は平均34分で解

Fig. 3a Time course of dissociation of central echoes on longitudinal scan, Normal group.

Fig. 3b Time course of dissociation of central echoes on transverse scan, Normal group.

離幅は 54.3 ± 10.5 mmであった(Fig. 5b). 以上のようにして行ったエコーのパターンと Urogram および利尿レノグラムによってきめたグループとの関係を見てみると、閉塞群4例全例は、利尿エコーにおいて閉塞性パターンを示し、また見かけ上の閉塞群4例全例利尿エコーにおいて、すべてみかけ上の閉塞パターンを示した(Table 1). みかけ上の閉塞群を DEI で細分類したところ4例のうち2例は Subtotal obstructionを示し、その DEI は14.8%と20%であった。他の2例の DEI は37.8%と42.8%で mixing chamber effect によるみかけ上の閉塞と考えられた症例であった。利尿エコーでは、DEI における subtotal obstruction と mixing chamber effect (30%以上) とを区別することはできなかった (Table 2).

利尿エコーパターンと手術所見の関係をみると、利

Fig. 4a Time course of dissociation of central echoes on longitudinal scan, Dilated non obstructive group.

Fig. 4b Time course of dissociation of central echoes on transverse scan, Dilated non obstructive group.

尿エコーに於いて閉塞パターンを示した4例は、全例手術により PUJS が確認され、腎盂形成術を施行した。利尿エコーに於いてみかけ上の閉塞パターンを示した4例のうち、2例に手術を施行したが、軽度の PUJS 1例と、Aberrant vessel による狭窄を1例を認めた。これら2症例の DEI は、20%および14.8%で Subtotal obstruction に属するものであった (Table 3). 他の2例の DEI は37.8%と42.8%で、mixing chamber effect によるみかけ上の閉塞症例で現在経過観察中である。

考 按

IVU において、PUJS を疑う上部尿路の拡張がみられる場合、特にその拡張が比較的軽度で border line 上

Fig. 5a Time course of dissociation of central echoes on longitudinal scan, Obstructive group.

Fig. 5b Time course of dissociation of central echoes on transverse scan, Obstructive group.

のものである場合、それが真の狭窄であるのか、またはみかけ上の腎盂の拡張であるのかを判断することは、泌尿器科医にとって重要である。この評価法として Whitaker test (Pressure flow study), 利尿レノグラムや、Diuresis IVU が行われている。Whitaker test は、主として経皮的操作により腎瘻を造設し、さらに

膀胱内にカテーテルを留置し腹圧の影響を除いた状態で10ml/min の流量で腎瘻より灌流を行い腎盂内圧の上昇の程度により閉塞の程度を明らかにする検査法であり、上部尿路の拡張を有する種々の疾患の術前、術後の評価に用いられている⁵⁾¹¹⁾。腎盂内圧が22cmH₂O以上を閉塞群、15mmH₂O以下を正常群に分類し15~22 cmH₂O は不完全閉塞が疑われるとされている。水力学的検査である故水腎症のみならず、拡張尿管に対しても閉塞の程度の評価が行える最も基本的な検査法である。しかしながら、小児においては麻酔下に腎瘻造設し膀胱内にカテーテルを留置する必要がある、すくなくならず侵襲を伴うため術前検査として容易に実施することはできないと思われる。利尿レノグラムは、¹³¹I-hippuran を用いた O'Reilly らの報告が最初であり、その後^{99m}Tc-DTPA を用いた Lupton³⁾、Koff ら⁴⁾の報告がみられる。この検査法は、通常のレノグラム検査に利尿剤を負荷することで腎実質内のアイソトープを強制的に wash out することにより閉塞の程度を観察する方法である。利尿剤負荷の時期によって、あるいは、閉塞の状態の判定にレノグラムのパターンを定性的に分類したり MTT, T1/2 などによる定量的に評価する方法が用いられている。Lupton らは利尿レノグラムと Whitaker test を比較し、利尿レノグラムで閉塞性パターンとした19例のうち8例は、Whitaker test においてみかけ上の閉塞パターンであり、また利尿レノグラムにおいて、みかけ上の閉塞パターンとした3例のうち1例は、Whitaker test では正常パターンを示し、全体としてみると27例中18例(67%)に相関がみられ、Whitaker testの方がより正確な情報が得られると述べている¹²⁾。また Hunter らによれば閉塞を伴わない高度に拡張した水腎症(Prune belly 症候群)51腎に対して、利尿レノグラムを施行したところ、22腎(43%)が閉塞パターンを示し、false positive の症例が非常に多く、拡張尿管の評価には問題が残されている¹³⁾。

Diuresis IVU は、1979年 Whitfield らにより報告された。これは、まず造影剤を投与してから20分後に腎

Table 1 Comparison of pattern of DUT with that of diuresis renogram.

DR with IVU	DUT		
	Normal	Dilated non-obstructive	Obstructive
Normal	8	0	0
Dilated non-obstructive	0	4	0
Obstructive	0	0	4

Table 2 Relation between pattern of DUT and diuresis excretion index.

DEI	DUT	
	Dilated non-obstructive	Obstructive
>30% (Dilated non-obstructive)	2	0
0%—30% (Subtotal Obstructive)	2	0
0% (Obstructive)	0	4

Table 3 Operative findings in cases who received DUT.

DUT pattern	PUJS	Aberrant vessels
Dilated non-obstructive	1 (mild)	1
Obstructive	4	0

盂を計測する。さらにラシックスを负荷し15分後に腎盂を計測し拡張の程度により閉塞の有無を評価する方法である¹⁾。WhitfieldらはDiuresis IVUに於いて22%以上の拡張を示した18症例に対し、利尿レノグラムとWhitaker testと比較し、閉塞パターンを示したものは、前者では10例、後者では8例に認めたにすぎず、false positive 症例が多く見られ閉塞状態の評価には不十分であるとしている。またこの検査は腎障害の強い症例に実施すると、造影剤の蓄積が生じ腎機能が悪化し好ましくなく、また腎機能が正常な症例では、造影剤が利尿をかけることで薄まり判定が困難であることにも問題がある⁷⁾。

これらに対し利尿剤を负荷した超音波断層法はBauerらによれば、IVU上PUJSが示唆された25例中、利尿エコーに於いて19例が閉塞性パターンを示し、そのうち18例に利尿レノグラムと相関したとし⁷⁾、PUJSの評価に有効な検査法であると考えられる。

実際、我々もこの方法に準じて利尿エコーを行い、16例全例に利尿レノグラムとの相関が見られた。しかし利尿レノグラムをDEIで考えてみると、Subtotal obstructionを利尿エコーではみかけ上の閉塞パターンとする傾向がみられ、利尿レノグラムの方がより正確に腎盂尿管移行部の閉塞の程度を評価できるように思われた。また利尿エコーは管空内における尿量の増加に対する腎盂腎杯の応答性、すなわち中心エコーの解離として捉えており、拡張尿管に対して、この検査

法を応用することは問題があると思われる。しかしながら利尿エコーは非侵襲性であり、放射線の被爆がないこと、手技が簡単であること、時間的、場所的制限をうけにくいこと、閉塞状態の程度を定量化できることなどからPUJSの閉塞機転の評価法として、まず行うべき有用な検査法であると思われた。

結 論

PUJS(8例)に対して、利尿エコーで評価し、また利尿レノグラムと比較検討した。

利尿エコーにおける16症例の結果は、全例利尿レノグラムの結果と一致した。

利尿エコーはPUJSの手術適応を決めるという点で臨床的に有用な検査法であることが確認された。

本論文の要旨は、第24回日本小児外科学会総会に於いて発表した。

文 献

- 1) Whitfield, H.N., Britton, K.E., Hendry, W.F. and Wickham, J.E.A.: Frusemide intravenous urography in the diagnosis of pelviureteric junction obstruction. Brit. J. Urol., 51, 445—448, 1979.
- 2) O'Reilly, P.H. and Gosling, J.A.: Idiopathic Hydronephrosis, p. 49, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1980.
- 3) Lupton, E.W., Testa, H.J., O'Reilly, P.H., Gosling, J.A., Dixon, J.S., Lowson, R.S. and Edwards, E.C.: Diuresis renography and morphology in upper urinary tract obstruction. Brit. J. Urol., 51, 10—14, 1979.
- 4) Koff, S.A., Thrall, J.H. and Keyes, J.W. Jr.: Diuretic radionuclide urography: A noninvasive method for evaluating nephroureteral dilation. J. Urol., 122, 451—454, 1979.
- 5) Whitaker, R.H.: Methods of assessing obstruction in dilated ureters. Brit. J. Urol., 45, 15—22, 1973.
- 6) Whitaker, R.H.: Equivocal pelvi-ureteric obstruction. Brit. J. Urol., 47, 771—779, 1976.
- 7) Bauer, H.W., Dimaschkie, O., Basting, R.: Das lasixsonogramm-eine Möglichkeit zur Abklärung funktionell wirksamer subpelviner Harnleiterstensen. Akt. Urol., 15, 9—12, 1984.
- 8) 伊藤和夫, 今中香里, 野々村克也, 小柳知彦: 閉塞性尿路疾患における利尿レノグラム (Diuresis Renogram)の臨床的評価. 核医学, 19, 721—731, 1982.
- 9) English, P.J., Testa, R.S., Lawson, R.N., Carroll, R.N.P. and Edwards, E.C.: Modified method of diuresis renography for the assessment of

- equivocal pelviureteric junction obstruction. *Brit. J. Urol.*, 59, 10—14, 1987.
- 10) O'Reilly, P.H., Testa, H.J., Lawson, R.S., Farrar, D.J. and Edwards, E.C.: Diuresis renography in equivocal urinary tract obstruction. *Brit. J. Urol.*, 50, 76—80, 1978.
 - 11) Whitaker, R.H.: An evaluation of 170 diagnostic pressure flow studies of the upper urinary tract. *J. Urol.*, 121, 602—604, 1979.
 - 12) Lupton, E.W., Richards, D., Testa, H.J., Gilpin, S.A., Gosling, J.A. and Barnard, R.J.: A comparison of diuresis renography, the whitaker test and renal pelvic morphology in idiopathic hydronephrosis. *Brit. J. Urol.*, 57, 119—123, 1985.
 - 13) Hunter, G.J., Gordon, I., Sweeney, L., Todd-Pokoropek, A. and Ransley, P.G.: ^{99m}Tc-DTPA scanning with diuretic washout. Is it useful in the investigation of obstruction in the presence of gross renal tract dilation?. *Brit. J. Urol.*, 59, 208—210, 1987.

(1987年11月10日受理)