小児の排尿機構に関する研究

第4報: 小児の神経因性膀胱に関する尿水力学的, 電気生理学的研究

信州大学医学部泌尿器科学教室 福井 準之助
(主任: 柿崎勉教授)

THE INVESTIGATION OF VOIDING MECHANISM IN CHILDREN

The 4th Report: Urodynamic Studies of Neurogenic Bladder in Children

Junnosuke Fukui

Department of Urology, Faculty of Medicine, University of Shinshu, Matsumoto, Japan

(Director: Prof. T. Kakizaki)

The present study was performed on a total of 121 children with neurogenic bladder, consisting of 51 boys and 70 girls, or diagnostically of 45 with uninhibited neurogenic bladder, 6 with automatic neurogenic bladder and 60 with autonomous neurogenic bladder (including 25 with tethered cord syndrome (Table 1). On these 121 children was performed the voiding urodynamic examination (hereafter referred to as VUD) which simultaneously recorded the voiding factors on a 6-channel polygraph: intra-abdominal pressure, urethral pressure, vesical pressure, tone of the anal sphincter, EMG of the anal sphincter and urinary flow rate. Furthermore, the sacral nerve reflex test using the tone of the anal sphincter and EMG of the anal sphincter was performed as necessary. The Lewis' cystometrograph or the Sato's cystometrograph was used for taking the cystometrogram during filling. The determined values were statistically processed as voiding parameters by the student t-test, with the published values for normal children as standards. The results are presented below.

1. Uninhibited neurogenic bladder

A. From the results of statistic processing of the voiding parameters (Table 2-A), (1) because the resting vesical pressure at the maximal desire to void and the terminal voiding pressure were high and also because the rate of occurrence of vesical after-contraction was high, it was presumed that the bladder was in an unstable state; and (2) urethral resistance during voiding was found located chiefly at the site where the external urethral sphincter is present.

B. From the voiding factor curves, (1) contraction insufficiency or relaxation insufficiency of the pelvic floor musculature during voiding was observed in part of the children (Fig. 1-a-iii), while the voiding factor curves were mostly normal in the other children (Fig. 1-b-ii-A); (2) only a small number of children could not or insufficiently could interrupt voiding voluntarily (Figs. 1-a-i-B, and 1-b-ii-C); (3) the urethral pressure was unstable in some children before and after voiding and also during total voiding (Fig. 1-a-i-B); and (4) the sacral nerve reflex test was normal or enhanced (Fig. 1-a-iii).

2. Automatic neurogenic bladder

A. From the results of statistic processing of voiding parameters (Table 2-A), (1) it was presumed that the bladder and the urethra were in an unstable state as in uninhibited neurogenic bladder; (2) it was presumed that a very large power was required to open the bladder neck; (3) resistance was found in the external urethral sphincter segment, too; and (4) the urinary flow rate was decreased.

B. From the voiding factor curves, (1) contraction insufficiency of the pelvic floor musculature was found during voiding (Fig. 2-a); (2) the urethral pressure curve was normal or lower than normal, compared with a very high vesical pressure curve (Fig. 2-a); and (3) the sacral nerve reflex test was normal or enhanced (Fig. 2-b).

3. Autonomous neurogenic bladder

Out of the children with this disease, many girls were with hypotonic bladder: therefore, only the girls were divided into those with hypertonic or normotonic bladder and those with hypotonic bladder.

1) Hypertonic or normotonic bladder in boys and girls

A. From the results of statistic processing of the voiding parameters (Table 2-A), (1) there were large losses in energy at the bladder neck; (2) there were some energy losses in the external urethral sphincter segment; (3) the urinary flow rate was low; and (4) many children of this group made the micturition in co-operation with abdominal straining.

B. From the voiding factor curves, (1) children with typical hypertonic or normotonic bladder gave the vesical pressure curve intermixed with sharp spikes due to voiding with abdominal contraction (Figs. 3-a and 3-b); (2) the urethral pressure was low, compared with the markedly high vesical pressure (detrusor-vesical neck dyssynergia); (3) the anal sphincter tone curve indicated a decrease in the voluntary contraction force and in the relaxing force during voiding in many children (Figs. 3-a and 3-b); and (4) the urinary flow rate curve was often of interrupted pattern (Fig. 3-a).

2) Hypotonic bladder in girls

A. From the results of statistic processing of the voiding parameters (Table 2-A), (1) the tone of the voiding parameters (Table 2-A), (1) the tone of the musculature constituting the whole lower urinary tract was decreased; (2) the bladder neck could be opened even if the pressure was low; (3) the distal urethra could be dilated even if the pressure was low; and (4) the voluntary contractile force of the pelvic floor musculature and the relaxing force of the musculature during voiding were decreased.

B. From the voiding factor curves, (1) because of decreased tone of the musculature constituting the whole lower urinary tract, voiding was feasible even if the abdominal pressure was low (Fig. 3-C); (2) the tone of the pelvic floor musculature was also decreased (Fig. 3-C); (3) micturition was protracted (Fig. 3-C); and (4) dribbling micturition was observed in many children.

The differences between the boys and the girls were chiefly attributable to anatomical and functional differences. There were no characteristic differences of the disease (Table 2-B).

The urethral resistance during voiding was high in both automatic and autonomous bladders (Table 3).

4. Subclinical neurogenic bladder

The VUD using the EMGs of the separate right and left derivations of the anal sphincter and the sacral nerve reflex test proved useful in diagnosing autonomous subclinical neurogenic bladder (Fig. 6). The bethanecol (Urecoline) test was effective in uninhibited subclinical neurogenic bladder (Fig. 5). In the cases which cannot be diagnosed even by various examinations, it is often possible to get hold of the pathologic condition by long-term observation (Fig. 4).

It was revealed that the pelvic floor musculature exerts very slight effect on the urethral pressure of the proximal urethra, but a profound effect on the pressure of the distal urethra (in male posterior urethra) below the mid-urethral segment. From this finding, it was presumed that the pudendal nerve is influential on the external urethral sphincter. The examination by urethral pressure profile (UPP) after administration of α -blocking agent (phenoxybenzamine) disclosed the decreased pressure in the mid-urethral segment. These findings led to the presumption that the paraurethral striated muscles are innervated by both the somatic nerve and the autonomic nerve. It also appeared that the pelvic floor muscles surrounding the urethra are greatly influential on urinary continence and micturition.

緒 言

小児の神経因性膀胱は成人と異なり、我々が既に報告¹⁾した Tethered Cord Syndrome の如く、大半の症例は胎生発生学と密接な関係を有する。このため乳幼児期では排尿障害が軽いと両親も気付かず放置されることも多い。再発性尿路感染、尿失禁や頻尿等を訴え来院した時

に、注意深く詳しく排尿状態を母親に問うことにより、本疾患を疑うことも可能である。しかしより適確で客観的な診断法が本疾患の治療上望まれてきた。我々は小児の神経因性膀胱の診断と経過観察に尿水力学的検査法及び電気生理学的検査法を主に、排尿時膀胱尿道撮影法 (Voiding Cystourethrography, 以下 V.C.U. と略す) や

Myelography 等のX線検査法, 筋電図を含めた神経学的検査法等を用いて診断に役立ててきた. 更に小児科, 整形外科, 神経内科の協力を得て疾患の発見に努めてきた. 本論文では尿水力学的, 電気生理学的検査結果を中心に報告する.

測定方法

1. 測定手技と測定器具及び測定装置

既に報告¹⁻⁶⁾した如く, 腹腔内圧, 尿道内圧, 膀胱内圧, 肛門括約筋トーン, 肛門括約筋筋電図及び尿流量率を, 排尿期間中に同時に記録する 6 channel polygraph による 排尿時尿水力学的検査法 (Voiding Urodynamic Examination, 以下 V.U.D. と略す) を施行した. 蓄尿期間中の尿水力学的検査法としては, 佐藤式又は Lewis 式膀胱内圧測定法を用い, Urethral Pressure Profile 法 (以下 U.P.P. と略す) には, Balloon 法又は Opentip Catheter 法を用いて測定した. また U.P.P. 法と同時に肛門括約筋トーン及び筋電図も同時に測定した. 更に肛門括約筋筋電図を左右別々に導出し, 随意収縮時, 安静時, 及び球海綿体反射 (陰核-肛門反射), 陰部-肛門反射 (男児: 陰囊, 女児: 小陰唇-肛門反射), 会陰-肛門反射, 肛門-肛門反射を以上の筋電図測定法を用いて記録した.

2. 排尿パラメーターの設定

排尿パラメーターの設定については, 既に報告⁶⁾したので省略する.

測定対象

3 歳から15歳迄の121例を対象とした (Table I). 内訳は男児51例, 女児70例で, 無抑制型神経因性膀胱45例, 自動型神経因性膀胱6例, 自律型神経因性膀胱60例である. 自律型神経因性膀胱のうち, Spina Bifida Occulta を伴う神経因性膀胱, いわゆる “Tethered Cord Syndrome” が25例を占めた.

測定結果

1. 統計処理の結果

既に報告⁴⁾した如き統計処理を行い, 各疾患群で以下の如き結果を得た.

A. 男女別の神経因性膀胱群と正常群との比較

(1) 男児群での比較

i) 無抑制型神経因性膀胱群と正常群との比較

5 排尿パラメーターで有意差を認めた (Table 2-A). 本疾患群では静止時の膀胱圧が大きい (⑦Pb・before, ⑫Pb・final). これは上位排尿中枢からの伝導障害によ

Table 1. Analysis of subjects according to the disorder and the sex.

Neurogenic bladder			
Disorder	Sex	No.	Desorder's sub-total
Uninhibited type	♂	23	45
	♀	22	
Automatic type	♂	3	6
	♀	3	
Autonomous type	♂	25	60
	♀	35	
(Tetherd Cord Syndrome)	♂	(11)	(25)
	♀	(14)	
Suspected neurogenic bladder	♂	0	10
	♀	10	
Sex total	♂	51	121
	♀	70	

り, 利尿筋の抑制が不十分となつたために利尿筋トーンが高値をとり, 膀胱が不安定状態となつたためと推測される. また ⑫Pb・final が高いのは, 膀胱後収縮出現率が同年齢の正常男児群の31.5%に対し44%と高いことも関与しているものと思われる. ⑦Qmax, ⑨QTPB・max の値が低い, これは利尿筋-尿道外括約筋共同不全により尿道抵抗が増大したため, 尿流の勢いが弱くなつたためと思われる. 排尿時間では有意差が認められないのに ⑥TQ・max で大きいことは, 排尿開始後尿道が開大するのに時間を要することを示していると考えられる.

ii) 自動型神経因性膀胱群と正常群との比較

8 パラメーターで有意差を認めた (Table 2-A). 本疾患群症例の年齢は全例10歳以上である故, 正常群の11~15歳群を対象とした. 一般に小児では本疾患の数は少く, 我々の症例も3例にすぎない. 本疾患群は無抑制型神経因性膀胱群と同様に, 静止時の利尿筋が不安定状態にあると考えられる (⑤Pb・rest↑). 排尿開始時の膀胱頸部での尿道抵抗が大きく, 膀胱頸部の開口に高い圧を要する (⑩Pu・open/Pb・open↓, ⑩Pb・open/Pb・max↑). 従つて排尿開始時の尿流出量の低下も認められる (⑤Q1・sec↓). また排尿期間中を通じ膀胱頸部で失われる energy も大きい (⑩Pb・max-Pu・max/Pb・max↑). なお ⑧Pb・open, ⑩Pb・max, ⑬Pabd・max のい

Table 2-A. Voiding parameters recognized significant difference by "t" test with comparison between groups of neurogenic bladder and normal subjects

Disorder	Boy			Girl			
	Parameter	Mean	S. D.	Parameter	Mean	S. D.	
Uninhibited neurogenic bladder	⑦ $P_B \cdot \text{before} \uparrow$	34.100	4.677	⑦ $P_B \cdot \text{open}/P_B \cdot \text{max} \uparrow \uparrow$	0.641	0.223	
	⑫ $P_B \cdot \text{final} \uparrow \uparrow \uparrow$	38.500	13.405	⑤ $Q_1 \text{sec}^* \downarrow$	4.800	2.221	
	⑮ $T_Q \cdot \text{max} \uparrow$	9.571	4.685	⑦ $Q_{\text{max}} \downarrow \downarrow$	11.824	5.317	
	⑮ $Q_{\text{max}} \downarrow \downarrow \downarrow$	8.300	4.676	⑨ $Q_{\text{TPB}} \text{max}^* \downarrow$	8.922	5.610	
	⑮ $Q_{\text{TPA}} \cdot \text{max} \downarrow \downarrow$	7.071	3.994				
Automatic neurogenic bladder	⑤ $P_B \cdot \text{rest} \uparrow \uparrow \uparrow$	33.000	9.096	⑮ $P_U \cdot \text{open}/P_B \cdot \text{open} \downarrow \downarrow \downarrow$	0.174	0.133	
	⑮ $P_U \cdot \text{open}/P_B \cdot \text{open} \downarrow \downarrow$	0.350	0.164	⑮ $\frac{P_B \cdot \text{max} - P_U \cdot \text{max}}{P_B \cdot \text{max}} \uparrow \uparrow \uparrow$	0.560	0.230	
	⑮ $P_B \cdot \text{open}/P_B \cdot \text{max} \uparrow$	0.833	0.151	⑮ $Q_1 \text{sec} \downarrow \downarrow$	1.825	0.885	
	⑤ $T_Q \cdot \text{max}/V\text{time} \downarrow \downarrow \downarrow$	0.228	0.190	⑮ $Q_{\text{max}} \downarrow \downarrow \downarrow$	4.825	2.190	
	⑮ $\frac{P_B \cdot \text{max} - P_U \cdot \text{max}}{P_B \cdot \text{max}} \uparrow \uparrow \uparrow$	0.430	0.291	⑨ $Q_{\text{TPB}} \cdot \text{max} \downarrow \downarrow \downarrow$	4.000	2.365	
	⑤ $Q_1 \text{sec} \downarrow \downarrow \downarrow$	0.067	1.050				
	⑦ $Q_{\text{max}} \downarrow \downarrow \downarrow$	5.350	2.184				
	⑨ $Q_{\text{TPB}} \cdot \text{max} \downarrow \downarrow \downarrow$	2.733	2.290				
				Type	Parameter	Mean	S. D.
Autonomous neurogenic bladder	⑫ $P_B \cdot \text{final} \uparrow \uparrow$	31.800	14.427	normotonic and hyper-tonic type	⑮ $\frac{P_B \cdot \text{max} - P_{\text{abd}} \cdot \text{max}}{P_B \cdot \text{max}} \downarrow \downarrow \downarrow$	0.141	0.223
	⑮ $P_U \cdot \text{open}/P_B \cdot \text{open} \downarrow \downarrow$	0.504	0.251		⑦ $Q_{\text{max}} \downarrow \downarrow \downarrow$	8.457	5.565
	⑮ $P_B \cdot \text{open}/P_B \cdot \text{max} \uparrow$	0.688	0.205		⑮ $\frac{P_B \cdot \text{max} - P_U \cdot \text{max}^* \uparrow}{P_B \cdot \text{max}}$	0.442	0.316
	⑮ $\frac{P_B \cdot \text{max} - P_U \cdot \text{max}}{P_B \cdot \text{max}} \uparrow \uparrow \uparrow$	0.433	0.204				
	⑦ $Q_{\text{max}} \downarrow \downarrow \downarrow$	5.722	4.054	atonic and hypotonic type	⑤ $P_B \cdot \text{rest} \downarrow$	10.405	6.405
	⑨ $P_{\text{TQ}} \cdot \text{max} \downarrow \downarrow \downarrow$	76.267	21.478		⑦ $P_B \cdot \text{before} \downarrow$	14.583	8.388
	⑨ $T_{\text{PB}} \cdot \text{max}/V\text{time} \downarrow \downarrow$	0.625	0.245		⑧ $P_B \cdot \text{open} \downarrow \downarrow \downarrow$	19.250	9.917
	⑨ $T_{\text{PB}} \cdot \text{max}/T_Q \cdot \text{max} \downarrow \downarrow \downarrow$	0.364	0.281		⑩ $P_U \cdot \text{open} \downarrow \downarrow \downarrow$	7.710	4.969
	⑮ $\text{Panal} \cdot \text{max}^* \downarrow$	35.802	35.164		⑩ $P_B \cdot \text{max} \downarrow \downarrow \downarrow$	26.133	4.713
					⑪ $P_U \cdot \text{max} \downarrow \downarrow \downarrow$	10.450	7.052
					⑫ $P_B \cdot \text{final} \downarrow$	12.650	8.957
					⑮ $\frac{P_B \cdot \text{max} - P_U \cdot \text{max}}{P_B \cdot \text{max}} \uparrow \uparrow \uparrow$	0.600	0.267
					⑨ $\text{Tanal} \cdot \text{total} \uparrow \uparrow \uparrow$	85.667	30.002
					⑨ $T_{\text{PB}} \cdot \text{max}/V\text{time} \downarrow \downarrow \downarrow$	0.228	0.346

Significant tendency between neurogenic bladder subjects and normal subjects. (0.050 < p < 0.100)

use signs are given as under.

↓ or *↑ : 0.10 > p > 0.05, ↓ or † : 0.05 > p > 0.01

↓ or †† : 0.01 > p > 0.005, ↓↓↓ or ††† : p < 0.005

*: Significant tendency between neurogenic bladder subjects and normal subjects. ($0.050 < p < 0.100$)

These signs are given as under.

*↓ or *↑: $0.10 > p > 0.05$, ↓↓ or ↑↑: $0.05 > p > 0.01$

↓↓ or ↑↑: $0.01 > p > 0.005$, ↓↓↓ or ↑↑↑: $p < 0.005$

(These parameters are judged by *T* test.)

ずれも母分散が大きく t 検定が出来なかつたが、平均値で各々2.3倍、1.8倍、2.3倍と正常群よりも高いことは上述の状態を裏付けていると思われる。⑬ $P_{\text{abd}} \cdot \text{max}$ が高いのは、上述した如き膀胱頸部の抵抗に打ち勝つて排尿を可能にせんがために、腹圧をも利用して高い排尿圧を得ているためと思われる。一方 ⑨ $P_U \cdot \text{open}$ と ⑪ $P_U \cdot \text{max}$ とは母分散が大きく t 検定が出来なかつたが平均値で各々1.6倍、1.2倍、1.5倍と比較的高値であることから、尿道膜様部の抵抗も存在すると考えられる。これは本疾患群では排尿期間中、尿道外括約筋を含めた骨盤床筋群が収縮するか或は弛緩が不十分であるために、後部尿道末梢側での energy の喪失が大きくなつたためと思われる。これらの尿道抵抗により、全排尿期間を通じて尿流の低下が認められる(⑮ $Q_{\text{max}} \downarrow$, ⑮ $Q_{\text{TPB}} \cdot \text{max} \downarrow$).

⑮ $T_Q \cdot \text{max}/V\text{time}$ が小さいことは、正常群に比べ早期に最大流量に達し、その後は緩慢な長い排尿が続くことを意味していると思われる。

iii) 自律型神経因性膀胱群と正常群との比較

8 排尿パラメーターで有意差を認め、1 排尿パラメーターで有意差の傾向を認めた (Table 2-A). 本疾患群では排尿開始時及び排尿期間中膀胱頸部で失われる energy が大きい (⑮ $P_U \cdot \text{open}/P_B \cdot \text{open} \downarrow \downarrow$, ⑮ $P_B \cdot \text{open}/P_B \cdot \text{max} \uparrow$, ⑮ $\frac{P_B \cdot \text{max} - P_U \cdot \text{max}}{P_B \cdot \text{max}} \uparrow \uparrow \uparrow$). また尿道膜様部の抵抗の評価は母分散が大きく t 検定を行い得なかつたが、⑨ $P_U \cdot \text{open}$ の平均値が正常群に比べ1.6倍と上昇を認めた。本疾患群では麻痺領域が仙髄及びその末梢側である故、骨盤床筋群は障害を受けているものと思われ、尿道外括約筋も十分に収縮・弛緩をなし得ない

状態にあると考えられる。従つて排尿期間中、⑮Panal・min が平均値で正常より3倍も大きいのも上記の如き理由によるものであり、この様な状態も利尿筋—尿道外括約筋共同不全の範疇に入るものと思われる。この様に下部尿路での抵抗が大きい結果、⑳Qmax の値に反映されることは当然であり、低下を認めた。㉔TPB・max/Vtime が小さいことは排尿時間に対し最大排尿圧に達する時間が短いことを示しており、より早い時期に最大排尿圧に達する訳である。また㉕TPB・max/TQ・max で正常群に比べ小さいことは、排尿圧の方が尿流量率より早く peak に達することを示しており、最大膀胱圧が排尿初期の尿道抵抗に打ち勝つためにも、より早期に高い圧が必要としたためと推測される。

(2) 女児群での比較

i) 無抑制型神経因性膀胱群と正常群との比較

2 排尿パラメーターで有意差を、2 パラメーターで有意差の傾向を認めた (Table 2-A)。

排尿開始時に膀胱圧の上昇を認めるが、これは利尿筋が不安定なため排尿開始時に排尿圧に比べ高い圧を要したためと思われる。また排尿開始時の尿流量率が低い、排尿開始時に尿道外括約筋部の開大不全があるためと思われる。一方全排尿期間を通して尿流量率が低い(㉔Qmax↓↓↓, ㉕QTPB・max↓↓↓), これは⑮Panal・min が正常値より2.4倍も平均値で高いことから、排尿期間中の骨盤床筋群の弛緩不全、即ち利尿筋—尿道外括約筋共同不全により尿道抵抗が増したためと考えられる。

ii) 自動型神経因性膀胱群と正常群との比較

本疾患群は男児群と同様3例にすぎない。本疾患群の年齢は全例10歳以上である故、11～15歳正常群を対象に用いた (Table 2-A)。

女児の自動型神経因性膀胱群も男児群と類似のパラメーターで有意差を認めている。⑤PB・rest は母分散が大きく t 検定が出来なかつたが、平均値で2.0倍と高く膀胱が不安定状態であると推測される。⑩Pu・open/PB・open↓↓↓が小さく、⑬PB・max - Pu・max/PB・max ↑↑↑が大きいという結果は、男児群での自動型膀胱群と同一の意味を有すると考えられる。尿流量率も男児群と全く同一パラメーターで有意差を認めており、その意味するところも同じである (㉔Qsec↓↓↓, ㉔Qmax↓↓↓, ㉕QTPB・max↓↓↓)。

iii) 自律型神経因性膀胱群と正常群との比較

本疾患群は男児群と異なり症例数も34例と多い故、蓄尿期間中の膀胱内圧曲線より、1型; normotonic or hypertonic type と2型; hypotonic type とに分けた。本群は年齢範囲が6～15歳に及んでいるが、1型では6～10歳が最も多く、2型では全例10歳以上であつた故、各々6～10歳と11～15歳の正常群を対象とした。

a) 1型 (hypertonic or normotonic type) 群と正常群との比較

Table 2-A に示す如く、2 排尿パラメーターで有意差を、1 排尿パラメーターで有意差の傾向を認めた。⑩PB・max は母分散が大きく t 検定が出来なかつたが、平均値で正常群の2.0倍と高く、尿排出に高い energy を要している。一方⑬PB・max - Pabd・max/PB・max が小さいことから、利尿筋の収縮力が弱く、高い排尿圧は腹圧から得ていることがわかる。この腹圧排尿は自律型神経因性膀胱の特徴の1つでもある。本疾患群の尿道抵抗の場所は、⑬PB・max - Pu・max/PB・max が大きいことから膀胱頸部が考えられる。母分散が大きく t 検定が出来なかつたが、⑨Pu・open が正常群に比べ2.2倍と高い。一方、㉔Pu・open/PB・open は t 検定では勿論、平均値でも差を認めないことから、排尿開始時には膀胱頸部と同様、膜様部でも閉塞が推定される。排尿期間中に膀胱頸部で失なわれる energy が大であるとは云え、⑪Pu・max 値も正常の1.6倍と高く、利尿筋—尿道外括約筋共同不全による膜様部尿道での抵抗も考慮する必要がある。以上の如き尿道抵抗の存在は当然尿流出力(㉔Qmax)の低下を示す。

b) 2型 (hypotonic type) 群と正常群との比較

Table 2-A に示す如く、9 排尿パラメーターで有意差を認めた。本疾患群は低緊張型膀胱であり、従つて圧に関するパラメーター値で主として有意差を生じている。⑤PB・rest での低下は膀胱充満時での膀胱壁トーンの低下を示し、⑦PB・before 及び、⑧PB・open の低下は膀胱頸部の開口が、圧が低くても開くことを示し、⑨Pu・open が低いことと、⑭Panal・max で平均値で正常群より0.16倍と著明に圧が低いことは、尿道の開口、特に尿道膜様部の開口が、構成筋トーンの低下により圧が低くても開口することを示している。⑩PB・max 及び、⑪Pu・max の低下は排尿期間中の全下部尿路構成筋の張力低下を推測させる。⑬PB・max - Pabd・max/PB・max は母分散が大で t 検定が出来なかつたが、平均値で正常群の0.3倍と小さく、利尿筋の収縮力が小さ

いこと、即ち腹圧排尿に依存していることがわかる。
⑬P_B・max - P_B・max/P_U・max が大きいことは、energy 損失の場所が主として膀胱頸部であると思われる。一方
⑭Panal・max の値が前述の如く著しく小さいにもかかわらず、⑮Panal・min の値は正常群と平均値でも差を認めない。これは本疾患群の損傷部位が仙髄であり、陰部神経支配の骨盤床筋群ではほとんど収縮及び弛緩能力が失なわれていることを反映しているものと思われる。尿流は滴下状態で著しく低下している症例が多いが、尿流量率を測定した症例が少く t 検定が出来なかつた。
⑯Tanal・total の延長は、肛門括約筋活動低下又は上昇の開始部位の判定が困難であり、このパラメーターの考察はさけない。
⑰T_{PB}・max/Vtime での低下は、前述の如く本疾患群では利尿筋収縮によるよりも腹圧による排尿であるため、早期に高い排尿圧に達したものであると思われる。

B. 神経因性膀胱群の男女間の比較

i) 無抑制型膀胱群での男女間の比較

Table 2-B に示す如く、t 検定の結果、⑫P_B・final、

Table 2-B. Voiding parameters recognized significant difference by 'T' with comparison between boys and girls with neurogenic bladder.

Disorder	Parameter	Boy		Girl	
		Mean	S. D.	Mean	S. D.
Uninhibited neurogenic bladder	⑫ P _B ・final	38.500	13.405	19.250	5.287
	⑬ P _{abd} ・max	47.300	20.091	23.100	9.621
Automatic neurogenic bladder	⑩ P _U ・open	32.450	19.289	10.560	6.384
Autonomous neurogenic bladder	⑥ P _U ・rest	16.935	11.882	4.622	9.784
	⑫ P _B ・final	31.880	14.427	44.917	19.070
	⑭ T _{PB} ・max	5.794	5.022	16.583	17.935
	⑯ T _{PB} ・max/Vtime	0.364	0.281	0.647	0.436
	⑰ T _{PB} ・max/T _Q ・max	0.733	0.477	0.368	0.211

⑬P_{abd}・max で男児群の方が高い。⑫P_B・final は膀胱後収縮の問題もあり、有意差の判定のみで結論を出すのは危険である（男児44%，女児35%の後収縮出現率）。
⑬P_{abd}・max で男児の方が高いのは、女児より男児の方が骨盤床筋群を含めた尿道構成筋の発育がよいために尿道抵抗が大きくなり、より大きい腹圧排尿を必要とすること、及び男児の方が腹筋の発育がよいこと等の男女間の解剖学的、機能的差異を反映して生じた有意差であろうと推測される。

ii) 自動型膀胱群での男女間の比較

t 検定法により、⑨P_U・open のみに有意差を認め男

Table 3. Minimal urethral resistance during micturition.

Disorder	Boy		Girl	
	Mean	S. D.	Mean	S. D.
Uninhibited neurogenic bladder	2.924	4.072	1.561	3.490
Automatic neurogenic bladder	27.633	44.489	4.615	3.422
Autonomous neurogenic bladder	14.732	31.438		
Normotonic & hypertonic type			7.466	14.758
Hypotonic & atonic type			(—)	(—)

$$R_{min} = P_{B \cdot max} / Q_{max}^2$$

児群の方が高い。⑭Panal・max、⑮Panal・min が t 検定法で有意差を生じなかつたが、平均値で男児群の方で各々1.8倍、5.5倍と高い。特に男児群の方が、⑮Panal・min で高いことは排尿期間中の骨盤床筋群の弛緩状態が著しく悪く、尿道抵抗が大きいことを示している。事実 R_{min} でも女児より男児の方が6倍も大きい (Table 3)。これは利尿筋—尿道外括約筋共同不全、利尿筋—膀胱頸部共同不全の状態が男児では解剖学的、機能的差異の上に、更に修飾されて典型的な型となつて出現するためと思われる。

iii) 自律型膀胱での男女間の比較

5 排尿パラメーターで有意差を認めた (Table 2-B)。⑥P_U・rest が男児群で高いのは機能面より男女間の構造差の反映と考えられると共に、女児群の方が hypotonic の型が多かつたためと思われる。⑫P_B・final に関しては前述の如く膀胱後収縮の問題もあり評価はむづかしい。⑰T_{PB}・max/T_Q・max、⑱T_{PB}・max/Vtime の結果からは、男児の方が最大排尿圧により早く達し、最大排尿圧と最大尿流量率に達する時間が接近していることがわかる。これは下部尿路の閉塞状態が男児でより大きいため、より早期に高い圧を必要としているためである。また両パラメーターの最大時間が男児群でより接近しているのは、腹圧排尿の影響が男児群ではより大きいことも原因していると考えられる。

2. 神経因性膀胱症例の尿水力学的、電気生理学的検査の波形特徴について

神経因性膀胱の分類は報告者により様々であり統一されていない。我々は Nesbit⁹⁾ の分類法を用いたが、女児の自律型膀胱に限り症例が多かつたので、更に弛緩型と緊張型とに分けた。

(1) 無抑制型神経因性膀胱の波形

Fig. 1-a: A 13 year old girl with urinary incontinence and spastic paralysis in the left limbs due to cerebral palsy.

- i)-A: VUD curves of this child. The curves are of norml pattern except that small waves are intermixed in the vesical pressure curve during voiding and that relaxation of the tone of the anal sphincter is slightly insufficient.
- i)-B: VUD curves during voluntary interruption of micturition. The vesical pressure curve during interruption is higher than the contractile force of the anal sphincter (pelvic floor musculature); thus, voluntary interruption of urination was infeasible.

無抑制型膀胱は、排尿期間中よりも蓄尿期間中の膀胱圧波形に特徴があると考えられ、排尿期間中は他の神経因性膀胱に比べ排尿波形も正常に近く、排尿因子波形間の相関関係もよく保たれている症例が多い。

Fig. 1-a-i) は脳性麻痺による尿失禁と左側四肢の運動麻痺を有する13歳女児のV.U.D.波形である。A図は腹圧排尿もなく、排尿期間中骨盤床筋群の弛緩もよい。各パラメーターの測定は、肛門括約筋の排尿期間中の下降がやや悪い以外正常であつた。B図は排尿中断時の波形であるが、排尿中断を命ずると骨盤床筋群の収縮が起るが、排尿を維持しようとする膀胱圧の方が高いため、排尿中断は不可能であつた。尿道圧も同時に高い圧を示しているが、これは骨盤床筋群の収縮による後部尿

Fig. 1-a-ii) UPP of the same child. The UPP is normal both in pattern and in determined value.

Fig. 1-a-iii) Sacral nerve reflex test of the same child. The sacral nerve reflex test is normal, too. In this child, involuntary voiding occurred during examination, associated with increased frequencies of discharges on the EMG of the anal sphincter during voiding (the middle part of the bottom-right).

Fig. 1-b: A girl aged 8, with recurrent urinary tract infection. Marked bilateral VUR and paroxysmal headache (left) are noted.

i): Lewis' cystometrogram. An uninhibited contraction curve is seen.

道末梢側での抵抗の増大，排尿圧の上昇という末梢側狭窄の像を呈したためである。Fig. 1-a-ii) は本症例の U.P.P. であるが異常を認めない。Fig. 1-a-iii) は本症例の筋電図を用いた仙髄神経反射であるが，全く正常で

ある。ただ神経反射検査中に自然排尿が生じ，排尿期間中の筋電図検査にて振幅の増大と放電数の増加，即ち利尿筋—尿道外括約筋共同不全を認めた。Fig. 1-b は再発性尿路感染のため精査を依頼された8歳女児で，両側

ii): VUD curves

A: The curves are normal except for a slight delay in starting urination.

B: A headache evolved on the left half side of the head during the examination, accompanied by the simultaneous evolution of detrusor-external urethral sphincter dyssynergia and of fluctuations in the urethral pressure curve after voiding as indicated with an arrow.

C: VUD curves during voluntary interruption of urination. Because the vesical pressure is higher than the contractile force of the pelvic floor musculature, the micturition could not be discontinued.

に著明な VUR を認めた。既往歴で年に 2—3 回左側前頭部に疼痛の出現があり、E.E.G. にて脳幹部の障害を指摘されている。Lewis 膀胱内圧図は i) 図に示す如く無抑制型膀胱波形を示し、ii) 図は VUD の所見で、A 図では各排尿波形間の協調性も良好で、膀胱圧、尿道圧がやや高値を示す程度である。B 図は VUD 測定中に前頭部に疼痛が出現した時の所見で、A 図と比べ骨盤床 spasm の出現、膀胱圧、尿道圧の曲線が平滑でなくなり、更に注目すべきことは排尿後の尿道圧が(矢印の部分)動揺を示した。この所見は無抑制膀胱に多く認められる所見であり (Fig. 8-c), 本疾患群では膀胱が

不安定なだけでなく、尿道も同様に不安定なことを示唆している。C 図は排尿中断時の VUD 波形で、前症例とは異なり骨盤床筋群の排尿中断時の収縮も良好であつたが、膀胱圧はそれを上廻り、排尿中断も中途半端に終り完全には為し得なかつた。以上の如く無抑制型膀胱では排尿中断を完全に全うしうる症例は少い。

(2) 自動型神経因性膀胱の波形

自動型神経因性膀胱症例は小児では極めて少く、我々の症例は全例後天性疾患であつた。Fig. 2-a は 10 歳女児で尿失禁を有する不完全型自動型膀胱症例の V.U.D. 波形である。最小尿意は存在し、佐藤式膀胱内圧計による

Fig. 2-a: VUD curves of a 10-year-old girl with urinary incontinence. The vesical pressure curve and the abdominal pressure curve are of the same pattern (abdominal contraction during voiding); the tone of the anal sphincter is increased during voiding; the tone before and after voiding are also increased (detrusor-external urethral sphincter dyssynergia). The maximal urethral pressure ($P_{u\cdot max}$) is as low as 33.0mmHg, compared with the maximal voiding pressure ($P_{B\cdot max}$) which is 79.2mmHg: thus, there is an energy loss at the bladder neck. Q_{max} is as low as 6.1ml/sec.

Fig. 2-b: The sacral nerve reflex test on a 13-year-old boy with adhesive spinal meningitis is normal. Discharges on the EMGs at rest and voluntary contraction are normal; bulbocavernosus reflex, scrotal-anal reflex, and ano-anal reflex are all normal. There is no difference between the right and the left EMG pattern.

Fig. 3-a: VUD curves of an 11-year-old boy after operation for meningomyelocele. The vesical pressure curve and the abdominal pressure curve are of the same pattern, showing micturition due to abdominal contraction. The urethral pressure curve is of normal height, compared with the markedly high voiding pressure curve, which suggests an energy loss at the bladder neck. Detrusor-external urethral sphincter dyssynergia is also noted. The vesical pressure curve is of a pattern with repeating sharp spikes due to micturition with abdominal contraction; and the urinary flow rate also indicates the interrupted flow. This is a typical voiding curve of autonomous neurogenic bladder.

Fig. 3-b: A 9-year-old girl after operation for meningomyelocele. The voiding pressure curves are the same as that shown in Fig. 3-a. However, total uninterrupted voiding was feasible. This finding appeared greatly ascribable to the anatomical features of the girl.

Fig. 3-A

Fig. 3-B

波形は高緊張型であり、不随意性反射排尿を有している。排尿波形は腹圧排尿で、腹腔内圧波形が膀胱圧波形とはほぼ一致している。排尿期間中肛門括約筋トーンの上昇を認め、利尿筋一尿道外括約筋共同不全を認める。尿流量率曲線は台形状波形である。パラメーターの測定値では $P_b \cdot \min : 75.9 \text{ mmHg}$, $P_{abd} \cdot \max : 69.6 \text{ mmHg}$, $P_{anal} \cdot \min : 46.2 \text{ mmHg}$ と高く、一方 $P_u \cdot \max : 39.6 \text{ mmHg}$ と正常範囲内にあり、 $Q_{\max} : 6.6 \text{ ml/sec}$ と低値である。本症例は膀胱頸部の開大不全と利尿筋一尿道外

括約筋共同不全により排尿困難を生じたものと思われる。Fig. 2-b は13歳男児の尿失禁症例の筋電図を用いた神経反射検査である。本症例も諸種の神経反射は正常であり、仙髄部分の障害は認められない。

(3) 自律型神経因性膀胱の波形

本疾患群の尿水力学検査波形については著者等が Tethered Cord Syndrome の報告¹⁾にて詳しく述べた故、代表例を挙げて簡単に報告するにとどめたい。Fig. 3-a は脊髄々膜瘤後の11歳男児の V.U.D. 波形で自律型膀胱

Fig. 3-c: VUD curves of a 15-year-old girl who came to the hospital with a complaint of urinary incontinence and who was found to have neuropathy in the cauda equina at the orthopedic department of the hospital. The vesical pressure and the urethral pressure during voiding are decreased, and abdominal pressure voiding is noted, with the vesical pressure and the abdominal pressure being equal. The tone of the pelvic floor musculature is markedly decreased, too. Protracted voiding is seen.

の代表的波形である。膀胱圧波形と腹腔圧波形は同型で完全な腹圧排尿である。高い排尿圧に比べ尿道圧は低く、利尿筋—膀胱頸部開口共同不全が存在する。肛門括約筋トーンス波形では排尿期間中圧の上昇が認められ、利尿筋—尿道外括約筋共同不全が認められる。尿流量率曲線も波状型で低い。パラメーター測定値では、 $P_b \cdot \max : 135.3\text{mmHg}$, $P_{abd} \cdot \max : 95.7\text{mmHg}$ と高く、 $P_u \cdot \max : 46.2\text{mmHg}$ と正常範囲、 $Q_{\max} : 3.1\text{ml/sec}$ と低い。Fig. 3-b は同様に脊髄髄膜瘤術後の9歳女児症例で、前症例と比べ排尿の自立は出来ている。排尿波形は前症例と同様で、腹圧排尿、利尿筋—尿道外括約筋共同不全、利尿筋—膀胱頸部共同不全を示すが、排尿は断続的排尿でなく1回で完了している。パラメーターの測定値では $P_b \cdot \max : 102.3\text{mmHg}$, $P_{abd} \cdot \max : 99\text{mmHg}$

と高いが、 $P_u \cdot \max : 33\text{mmHg}$ と正常範囲であり、 $Q_{\max} : 3.5\text{ml/sec}$ と著るしく低い。脊髄髄膜瘤の場合も以上の如く症例によりその障害程度が異なる。

Fig. 3-c は馬尾神経障害による自律型膀胱症例であり、佐藤式膀胱内圧検査で低緊張型を示した。本症例のV.U.D.では膀胱圧を始めとする全排尿因子波形は低く、弱い腹圧排尿でも排尿が可能である。また肛門括約筋の緊張力の低下も著明である。排尿期間中の肛門括約筋トーンスの上昇、即ち利尿筋—尿道外括約筋共同不全も認める。尿流量率曲線は図示されていないが著るしく低い。パラメーターの測定値は $P_b \cdot \max : 23.1\text{mmHg}$, $P_u \cdot \max : 19.8\text{mmHg}$, $P_{abd} \cdot \max : 23.1\text{mmHg}$, $P_{anal} \cdot \max : 7.0\text{mmHg}$, $P_{anal} \cdot \min : 1.0\text{mmHg}$ といずれも低く、 $V_{\text{time}} : 13.2\text{sec}$ と延長している。排尿は滴下状である。

(4) 長期間観察症例の排尿波形の変遷について

症例は遺尿のある女児で、11歳時のV.U.D.波形はFig. 4-a-i)の如く、腹圧排尿を示すことと各排尿パラメーター値が一部排尿因子波形で若干低値を示すこと以外には異常を認めず、佐藤式膀胱内圧波形も正常であつた。Imipramineの投与も効果がなく、12歳時に再度尿力学検査法(V.U.D.)を施行した(Fig. 4-a-ii)。本測定中肛門測定用バルーンが破損し、肛門括約筋トーンス波形の上昇が利尿筋—尿道外括約筋共同不全を示すか否かは判断出来なかつた。尿道圧は著るしく低く、排尿時膀胱尿道撮影像でも膀胱頸部が狭かつたため、膀胱頸部拡張療法(Bougie)を行つたが効果を認めなかつた。このため13歳の時にV.U.D.を施行(Fig. 4-a-iii)したところ、今度は腹圧排尿と著明な膀胱圧、尿道圧の上昇を認め、尿道末梢側狭窄が疑われた。骨盤床筋群弛緩は良好であつた。このため全ての治療を中止し経過観察したところ、1年後の14歳時、膀胱鏡施行時にurgency incontinenceが出現し、無抑制型神経因性膀胱を疑いV.U.D.を施行した。この結果著明な腹圧排尿と共に膀胱圧が著るしく高く、筋電図にて利尿筋—尿道外括約筋共同不全が認められた。Lewis膀胱内圧波形で典型的な無抑制型膀胱波形が認められ、この波形はBethanechol chlorideの投与により強調された(Fig. 4-a-iv)-A, B, C)。このため副交感神経遮断剤(臭化チメジウム)を投与し経過を観察した。Fig. 4-a-v)-A は15歳来院時のV.U.D.波形であり、膀胱圧波形と尿道圧波形の上昇、腹圧排尿、肛門括約筋圧の排尿期間中の上昇、EMGでspike放電の増大等を認めた。Fig. 4-a-v)-Bでは排尿

Fig. 4: The following are long-term observations of one same girl with enuresis.

- a-i): VUD curves on the visit at 11 years of age, which are normal except for slight abdominal contraction during micturition.
- ii): VUD curves on the visit at 12 years of age, which show a markedly low urethral pressure. The balloon for the measurement of anal tonus was out of order at the time.
- iii): VUD curves on the visit at 13 years of age, which indicate abdominal contraction during voiding, markedly increased vesical and urethral pressures. Distal urethral stenosis was suspected. Relaxation of the pelvic floor musculature is favorable.
- iv)-A: VUD curves on the visit at 14 years of age. Micturition due to abdominal contraction and markedly increased vesical pressure are noted; however, the urethral pressure remains normal. Detrusor-vesical neck dyssynergia is noted.

Fig. 4-a-iv)-B: A Lewis' cystometrogram. The uninhibited contraction curve is noted.

- C: A Lewis' cystometrogram. The uninhibited contraction curve is further conspicuous after injection of bethanechol chloride.

Fig. 4-a-iv)-B

Fig. 4-a-iv)-C

Fig. 4-a-v)-A: VUD curves on the visit at 15 years of age. Relaxation of the anal sphincter is poor, and rather slightly elevated during voiding, compared with the VUD at 14 years of age.

-B: VUD curves during voluntary interruption of urination. The contractile force of the pelvic floor musculature is slightly increased during voluntary interruption of urination; however, voiding is accomplished chiefly by reducing the intra-abdominal pressure.

-C: Pudendal block has been effective on the right side only. The voiding state has been slightly improved.

中断時のV.U.D.で、中断の命令と共に若干骨盤床筋群の上昇を認めるが、矢印の部分の如くむしろ腹圧を減じることにより排尿中断をなしていると思われる。本症例に陰部神経ブロックを施行したが右側のみしか効かず自覚症状はほとんど改善されなかつたが、V.U.D.波形でFig. 4-a-v)-cに示す如く、膀胱圧の低下、尿道圧の低下及び排尿期間中の筋電図の放電数の減少と各排尿因子間の協調性の改善は認められたが、その理由は不明である。Fig. 4-a-vi)-Aは16歳来院時のV.U.D.である。腹圧排尿の存在及び排尿期間中の骨盤床筋群のspasmの出現があるが、膀胱圧波形は改善され、副交感神経遮断剤の投与以来遺尿も減少してきた。B図は最大尿意量に更に10ml追加したところ著明な尿意促進感が生じ、骨盤床筋群の急速な強い収縮と膀胱圧の急上昇を認めたが、排

尿開始時にはやはり腹圧を用いている。女児では正常例でも軽度の腹圧排尿を認める例も若干存在するが、尿意促進時に腹圧排尿を示す正常例は認められない。本症例はまた腹圧減少と若干の骨盤床筋群の上昇とにより排尿中断を為しており、中断中止後排尿再開に時間を要する(C図)。D図上段は最大膀胱容量時の肛門括約筋EMGとトーンス波形、尿流量率との同時測定波形であり、中～下段は尿意促進時の同時測定波形である。本症例の如く一般に尿意促進時の方が骨盤床筋群は排尿期間中はより一層electrically silentとなる傾向が強い。E図は本症例のU.P.P.像であり、異常を認めなかつた。

(5) 潜在性神経因性膀胱の排尿波形について

潜在性神経因性膀胱(subclinical neurogenic bladder)の定義が明確でないため、この範囲に入れるべき疾患群

Fig. 4-a-vi): VUD curves on the visit at 16 years of age

- A: VUD curves under treatment with a parasympatholytic agent. The vesical pressure curve is low, compared with those at 14 and 15 years of age; however, detrusor-external urethral sphincterdyssnergia is noted.
- B: VUD curves in urinary urgency. Micturition due to abdominal contraction is noted despite voiding in the presence of intense urinary urgency. Relaxation of the pelvic floor musculature is favorable.
- C: The curve during voluntary interruption of urination remains the same as that at 15 years of age.

の選定がむづかしい。再発性尿路感染症や遺尿症として治療されたが難治性であり、当科を受診して特別の検査を用いて初めて診断が下された疾患と限定すると、Uninhibited Neurogenic BladderやTethered Cord Syndromeの大半症例はこの範疇に含まれる。ここでは従来の佐藤式又はLewis膀胱内圧測定及び排尿時撮影像で診断が下せなかった症例が特定の検査法により診断を為し得た症例と定義し以下の症例を呈示した。

Fig. 5は再発性尿路感染を有する8歳女兒で来院時のLewis膀胱内圧測定所見は正常 (Fig. 5-i), 排尿時造影像でも異常が認められず, U.P.P. も正常であつた (Fig. 5-ii). V.U.D. では Fig. 5-iii)-A. に示す如く, 若干の腹圧排尿が排尿前半に認められ, 骨盤床筋群の弛緩不全がやはり排尿前半に軽度認められた。尿道圧波形が特異的であり, 排尿後半での急激な上昇と, 排尿後他の排尿因子波形には異常がないのに尿道圧波形では動揺を認めた。この状態は骨盤床筋群に変化がないので尿道平滑

筋に由来するものと考えられ, 無抑制型神経因性膀胱のV.U.D. でよく認められる。図Bは排尿中断時のV.U.D. 波形で排尿中断命令と同時に, 骨盤床筋群の収縮を認めるが, 膀胱圧の上昇の方が高く尿流の減少は認められるが完全な中断はなし得なかつた。以上の結果より無抑制型膀胱を疑い Bethanecol test を施行したところ, Fig. 5-iv) の如き無抑制膀胱波形の出現を認めた。

Fig. 6は9歳の女兒, 既往歴に腰部打撲があるが排尿困難との因果関係は不明である。最近尿失禁が出現し某病院を受診し精査のため本大学に紹介された。来院時の蓄尿時膀胱内圧波形はほぼ正常であるが, 膀胱容量の増大, 排尿圧の低下を認めた (Fig. 6-i)。このためV.U.D. を施行したところ, Fig. 6-ii)-A. に示す如く全く正常排尿波形であり, B図に示す如く排尿中断時の波形も正常であつた。ただ排尿中断時の膀胱圧波形の上昇が正常例に比べ低かつた。U.P.P. は膀胱空虚時と充満時の間に圧差はなく, 尿道中央部及び末梢側尿道での骨盤

-D: The VUD curves on voiding in the presence of urinary urgency. The EMG of the pelvic floor musculature is electrically silent.

-E: UPP curve on the empty and fullness of bladder. The curve is of normal pattern.

Fig. 5-i): A Lewis' cystometrogram of an 8-year-old girl with recurrent urinary tract infection. The cystometrogram is of mostly normal pattern.

Fig. 5-ii): The UPP curve is also normal.

on the emptiness of bladder on the fullness of bladder

床筋群の収縮時の圧上昇も良好である (Fig 6-iii)-a, b, c). このため左右別々の筋電図測定と、肛門括約筋トーンス、膀胱圧の排尿時測定を施行したところ、Fig. 6-iv) の如く若干の再延性排尿後、膀胱圧波形は滑らかな排尿曲線を描き、肛門括約筋トーンス波形も著しく弛緩良好であった。しかるに右側 EMG は排尿期間中 electrically silent となるが、左側は排尿期間中著明な放電数及び振幅の増加を認め、神経因性膀胱の診断を下した。Myelography にて脊髓円錐部から左側神経根部の奇形を認め、整形外科にて治療中である。

Fig. 7 は 8 歳女児で再発性尿路感染症のため某病院より紹介された。背部に dimple を認め Tethered Cord Syndrome を疑い、Lewis 膀胱内圧測定法を施行したところ正常であり、Bethanecol test も陰性であった。V.C.U. を施行したところ尿流量率の低下以外異常を認めなかった (Fig. 7-A)。このため排尿中断時の波形を調べたところ、随意排尿中断時の肛門括約筋トーンス波形での上昇が低く、肛門括約筋随意収縮時の圧力も低かった (Fig. 7-B)。このため Myelography を施行したところ、低位脊髓円錐と tight filum terminale を認め、本大学整形外科にて牽引除去術を施行した。

考 案

小児の神経因性膀胱はその大半が先天性脳・脊髄障害により生じ、脊髄髄膜瘤等の一次性外科的処置を終えた小児では、泌尿器疾患を合併するために、最終的には泌尿器科医が経過観察を余儀なくされる。またこの様な顕性の先天性神経因性膀胱に対し潜在性の神経因性膀胱では、ほとんど症状がないために上部尿路に変化を認めてから診断される場合も多い。いうなれば、泌尿器科医に課せられた任務は、先天性疾患であれ後天性疾患であれ、或は潜在性疾患であれ顕性疾患であれ、小児の神経因性膀胱の診断が如何に早期に適確になされ、将来起るであろう重篤な泌尿器疾患合併症の進行を止め、長期生存にもつてゆくかにあると考えられる。このためには下部尿路閉塞状態が何処の部位の、どの程度の、どの様な障害であるかを把握することが必要となる。精神的因子の除去には尿水力学の検査法がよいという報告¹⁰⁾もあり、我々は神経因性膀胱の客観的な病態の把握のために前述した如き尿水力学、電気生理学的検査法を施行している。しかし対象が小児であることを考慮して、より簡単な苦痛の少い危険性のない正確な検査法が望まれる

Fig. 5-iii)-A: Micturition due to abdominal contraction is noted in the first half of voiding ; the urethral pressure curve is steeply elevated in the latter half of voiding, and the curve is fluctuating after the end of voiding. That is, it may be presumed that abdominal pressure voiding occurs in the first half of voiding because of the vesical neck failing to open sufficiently, and that the fluctuating curve at the end of voiding is derived from hypersensitive urethral smooth muscle due to lifting of sympathetic inhibition.

-B: VUD curves during voluntary interruption of urination. The pelvic floor musculature is contracted, but because the contractile force of the detrusor is greater, the interruption ends in imperfect discontinuance.

Fig. 5-iv) Bethanecol (Urecoline) test led to the diagnosis of uninhibited neurogenic bladder.

Fig. 6-i): A cystometrogram during filling of a 9-year-old girl who came to the hospital with a complaint of dysuria. This is a case of hypotonic bladder, with an increased vesical capacity.

Fig. 6-ii)-A: VUD curves of the same girl showing a normal voiding pressure curve.
-B: VUD curves during micturition due to abdominal contraction. It is of normal pattern.

Fig. 6-iii): The UPP curve is normal. At voiding (a) and filling (b). UPP curve in the mid-urethral segment on contraction of the pelvic floor musculature (c).

Fig. 6-iv)

←Fig. 6-iv): EMGs of separate right and left derivations of the anal sphincter. The right derivation is electrically silent during voiding, but discharges are increased in number and in voltage in the left derivation (detrusor-external urethral sphincter dyssynergia). Relaxation of the tone of the anal sphincter is favorable.

↓ Fig. 7-A: VUD curves of an 8-year-old girl with a recurrent urinary tract infection. The curve is normal except for a low urinary flow rate.
-B: VUD curves during discontinuance of voluntary voiding. The curve of the tone of the anal sphincter is only slightly elevated, but voluntary interruption of urination is feasible. Protracted voiding is noted.

Fig. 7

が、現在のところ適当な検査法もなく、極力多くの因子を同時に測定する方法によらざるを得なかつた。

下部尿路の神経支配について：

小児であれ成人であれ神経因性膀胱の診断をなすためには、正常の膀胱や尿道の神経支配の理解が必要とされる。下部尿路は現在自律神経と体神経とにより支配されているとする報告が主流をなしている。脊髓の求心性と遠心性 neuron の間には inter-neuron が存在し、両 neuron を連結している。乳幼児期では一部上位排尿中枢の関与もあるが、主としてこの仙髄反射弓の調整により排尿が行なわれていると考えられ、6歳頃に大体上位中枢の調整機構が下位排尿中枢を支配し、10歳頃には大体成人の排尿機構に近づくと考えられる⁵⁾。

膀胱には tension receptor と volume receptor の2つの型の知覚受容器が存在し、膀胱の収縮により前者が、膀胱の拡張により後者が仙髄求心路に刺激を伝える¹¹⁾。仙髄求心路（骨盤神経知覚線維）は仙髄に入るが、このルートには諸説がある^{13)~15)}。胸腰髄知覚路は主として膀胱頸部、三角部の粘膜や粘膜下に存在し、触覚、痛覚、温覚の知覚を司るとされている¹⁶⁾。この求心路は Th₄ に達するかも知れぬという報告もある¹⁷⁾。横紋筋性外括約筋の受容器は陰部神経により、仙髄へと求心路をとる¹⁸⁾。

上位排尿中枢についても種々の報告がなされてきた^{19)~22)}。排尿期間中の尿道・膀胱の筋の共同性は上位中枢によっており、最近 Bradley 等²³⁾は下部尿路神経支配を中枢神経系と末梢神経系とに分ち、前者を4回路に分け、各回路の神経反射の統合により調和のとれた利尿筋反射が起るとし、また障害を受けた回路より生ずる症状を検討している。また利尿筋の hyperreflexia は前頭葉旁中心小葉～橋・中脳網様体（第1回路）及び脳幹網様体～仙髄中間質外側柱内運動神経 neuron（第2回路）の障害により生じ、利尿筋—膀胱頸部共同不全は第2回路の障害により生ずると報告²³⁾している。利尿筋の反射性収縮と periurethral striated muscles との共同不全（利尿筋—尿道外括約筋共同不全）は、第3回路（骨盤神経核と陰部神経核）と、第4回路（大脳皮質運動領～脊髄陰部神経核）の障害のため生ずるという報告もある²²⁾。また仙髄反射弓により利尿筋の収縮は生ずるが、このレベルでのみの活動では排尿の共同作用が認められないという報告²⁴⁾もある。

副交感神経性の遠心路は S₂₋₄ の中間質外側核（側柱核）から尿道・膀胱までの運動線維で、その走行は脊髄

前角よりのルートが大半であるが^{22) 25)}、後根からのルートの報告²⁶⁾もある。

交感神経遠心路は Th₉~L₂ の脊髓灰白質側方角内中間質外側細胞柱内より発し²⁷⁾、下腸間膜神経叢や下腹神経叢に、また一部は膀胱頸部周辺の膀胱神経叢や膀胱壁内神経節を経由している^{27) 28)}。

最近薬理学的作用機序より膀胱、尿道の神経支配の追求がなされ、特に利尿筋、三角筋尿道平滑筋の神経支配の研究が報告されてきた。特にこれらの筋は副交感神経及び α , β 交感神経の二重支配により機能的、解剖的共同作用が営まれているとする報告が多い^{29) 30)}。利尿筋は副交感神経優位の交感神経との二重神経支配であり^{31)~35)}、膀胱神経節には adrenergic, cholinergic の他に混合的性質があるという報告³¹⁾もある。実験的に骨盤神経切断後、下腹神経の刺激により膀胱は収縮→弛緩→収縮の持続を起こしたが、これは α -adrenergic の作用であるという報告もある。三角筋や膀胱頸部も同様に交感神経と副交感神経との二重支配であり^{30) 34) 37)~39)}、adrenergic と cholinergic 神経細胞や神経末端が存在するが、その作用は α -adrenergic であるという報告が多い^{33) 37) 41) 42)}。また膀胱頸部後面を深層と浅層とに分ち、浅層は α -adrenergic、深層は cholinergic、膀胱頸部前側方部は cholinergic とする報告もある。要するに内胚葉由来の利尿筋は cholinergic であり、中胚葉由来の浅層三角筋は adrenergic であると解しうる。 α -adrenergic は適度のトーンで膀胱頸部の閉塞を passive に維持するための作用を有し^{43) 44)}、cholinergic は排尿期間中膀胱頸部の弛緩のための作用を有する⁴⁴⁾。

中枢側尿道は内尿道口3~4cm 迄は交感神経の多い交感神経優位の二重神経支配であるが^{34) 35) 39)}、膀胱底部の豊富な神経叢に比べまばらである³¹⁾。 α 刺激剤により尿道中枢側平滑筋は能動的に閉塞される⁴⁵⁾。

末梢側尿道部の尿道外括約筋神経支配は陰部神経のみとする報告^{23) 46)~51)}、自律神経のみとする報告^{39) 52)~54)}及び両者が関与するとする報告^{35) 40)}に分けられまだ統一されていない。我々は骨盤床筋群の強い spasm 状態の尿閉の女性が陰部神経ブロックにより排尿が可能となつたこと、U.P.P. の測定で随意的に肛門を収縮させた時に後部尿道末梢側での圧の上昇を認めたこと⁶⁾、排尿時連続膀胱尿道造影法での尿道膜様部の spastic な像と V.U.D. の肛門括約筋 EMG 及び トーン波形 とが一致したこと、及び小柳の報告³⁵⁾と同様に我々も α -blocker 剤 (Phenoxybenzamine) の投与により、尿道膜様部での

圧の低下をみたこと等により、自律神経及び体神経の支配を考えている。ただ従来の報告よりも尿道外括約筋への陰部神経の関与はもつと大きいものと考えられる。以上の如く、下部尿路の神経支配は極めて複雑であり、不明な点も多い。

小児の神経因性膀胱の診断法について：

我々は前述した如く神経因性膀胱の診断、経過観察、治療効果判定に排尿時尿水力学、電気生理学的検査法を用いているが、我々と同様に排尿時尿水力学検査法を用いている報告^{(46) (49) (55) ~ (57)}も多い。また電気生理学的検査法(筋電図)が有効であるとした報告も多い^{(58) ~ (62)}。特に肛門括約筋の運動ルートが尿道外括約筋と同様 S_{2-4} の支配下にあり、従つて我々は肛門括約筋の収縮状態が正常であることは、仙髄排尿中枢を含めたこの領域の機能ある程度反映していると考え、特に神経因性膀胱では肛門括約筋圧及び筋電図の測定を重要視している。しかし膀胱と肛門括約筋の支配 neuron は脊髄円錐部では数 mm ではあるが同一レベルでないという報告⁽⁵⁹⁾もあり注意を要する。尿水力学検査法を用いて各種薬剤の反応を評価し、診断、治療に用いる報告もあるが、このうちでも Bethanecol test (Urecoline) は^{(63) (64)}、我々も利用しているが神経因性膀胱の診断に有効な方法と考えられる。

小児の神経因性膀胱に於ける尿道抵抗の部位(利尿筋—尿道外括約筋共同不全、利尿筋—膀胱頸部共同不全)について：

神経因性膀胱の排尿障害は下部尿路構成筋間の共同不全が原因であると思われる。膀胱圧の上昇は尿流出路抵抗によつて決まり、この尿道抵抗の部位は主として尿道外括約筋部であるという報告がある⁽⁶⁵⁾。しかし我々は尿道抵抗の部位が神経因性膀胱の型により異なるという結果を得ており(無抑制型：尿道外括約筋部、自動型：膀胱頸部と尿道外括約筋部、自律型：膀胱頸部)、尿道抵抗の場が尿道膜様部であるとは限らない。我々と同様に神経因性膀胱の energy 損失の原因として利尿筋—膀胱頸部共同不全^{(44) (46) (66) ~ (68)}及び利尿筋—尿道外括約筋共同不全^{(47) (49) (56) (57) (66) ~ (70)}を挙げている報告も多い。利尿筋—膀胱頸部共同不全を起す機序は、前述の如く脳幹網様体～仙髄中間質外側柱内運動 neuron の障害により生ずるという報告⁽²²⁾がある。しかし交感神経の抑制損傷により、交感神経の放電が増加したため、膀胱頸部が収縮するという機序(自動型膀胱)⁽⁴⁴⁾と、膀胱頸部への副交感神経が損傷されたため、交感神経の抑制が除去され交感神経

の放電が増加して膀胱頸部が収縮するという機序^{(35) (44)}(自律型膀胱)とが存在するという報告もある。我々も自動型と自律型の神経因性膀胱の一部症例(主として利尿筋—膀胱頸部共同不全例)に α -blocking agent である Phenoxybenzamine を投与した結果、排尿状態の改善を認めたが尿失禁は増悪した症例を経験している。これは本薬剤が主として膀胱頸部に作用したためであり、前述した自動型膀胱の膀胱頸部共同不全の機序説を裏付けているものと思われた。一方利尿筋—尿道外括約筋共同不全を生ずる機序は、上位中枢障害により γ -loop の活動性を抑制するインパルスがなくなったことにより、横紋筋性尿道括約筋の機能的活動亢進が生じたためとする報告があり、核上型障害に多いと報告されている^{(46) (67) (70) (72)}。我々は利尿筋—尿道外括約筋共同不全を排尿期間中の外括約筋緊張状態のものから弛緩不全のものまで含めて考えており⁽¹⁾、同様の状態を含めている報告もある^{(47) (66)}。

神経因性膀胱症例に於ける随意性排尿中断時の排尿波形について：

随意性排尿中断時に尿水力学検査法を用いることにより、排尿中断時の骨盤床筋群の収縮能力と、排尿再開時の骨盤床筋群の弛緩能力とを評価すると、極めて多くの情報が得られる。排尿中断～排尿再開に関して、骨盤神経核と陰部神経核回路、及び大脳前頭葉運動領～陰部神経核回路が関与している。即ち利尿筋収縮時に生ずる抑制反射により、陰部神経線維の緊張性活動が消失し、尿道外括約筋レベルでの弛緩を生ずることに(排尿開始)、前者の回路が関連しており、一方尿道横紋筋性括約筋の蓄尿時と排尿時での随意調整、即ち命令時の括約筋の収縮能力は後者の回路が関連しているという報告⁽²³⁾がある。正常例での排尿中断時の波形については、既に報告⁽⁹⁾した如くである。神経因性膀胱症例のうちで、無抑制型膀胱や自動型膀胱では、排尿中断能力の低下している症例が多く認められた。同様に神経因性膀胱症例は随意排尿中断等の尿流調整が出来ないとする報告もある。自律型膀胱では腹圧を減ずることにより排尿中断を行う症例が多く認められた。

仙髄神経反射検査法について：

仙髄神経反射検査法については、我々は球海綿体反射(亀頭又は陰核—肛門)、陰部(陰のう又は陰唇)—肛門反射、会陰—肛門反射、肛門—肛門反射を施行している⁽¹⁾。

これは神経因性膀胱症例では各会陰筋で反応差を生ず

るという報告⁴⁹⁾によるためである。陰部、会陰部、肛門部の刺激を肛門括約筋筋電図を用いて反応を評価する報告も若干存在するが、我々は更に左右別々に筋電図をとることにより尚一層の正確性を期するとともに、潜在性神経因性膀胱の検出にも用いている。

潜在性神経因性膀胱について：

潜在性神経因性膀胱についての報告^{35) 59) 61) 74) ~78)}が最近多くなつたが、その定義は様々であり統一されていない。従来の検査法では見出し得ないが、特定の検査法を用いることにより診断の可能な神経因性膀胱を潜在性神経因性膀胱とするのが妥当と思われる。従つて無抑制型神経因性膀胱の一部症例と Tethered Cord Syndrome¹⁾の相当数の症例がこの範疇に含まれる。我々は前述した如く種々の検査法を用いているが、特に左右別々に導出した筋電図法と、Bethanecol test の有要性を強調したい。これらの検査法にても尚診断があいまいな時は、Fig. 4 症例の如く長期間観察することにより、診断を下しうる症例もあり、経過観察も大切な鍵であると思われる。

小児の無抑制型神経因性膀胱について：

無抑制型神経因性膀胱は大半が先天性障害であり、大脳抑制中枢又は錐体路障害のために生じ、不随意性の利尿筋収縮を起こし、膀胱の不安定状態を生ずる疾患である。本疾患は随意排尿調整が不可能なことが多く、尿意促進と尿失禁を有する症例が多い。本疾患で外来を受診

した小児の愁訴は主として遺尿及び再発性尿路感染であつた (Table 4)。利尿筋-尿道外括約筋共同不全の核上型障害に多いという報告^{46) 67) 70) 72)}がある如く、無抑制型膀胱の排尿障害は排尿期間中に尿道外括約筋が収縮して尿流妨害を起すためと考えられる。このため本疾患群の排尿期間中の研究には、主として骨盤床筋群の筋電図を用いて評価する報告^{49) 67)}が多い。我々の V.U.D. の結果からは、排尿期間中の骨盤床筋群の弛緩不全に関するパラメーターに於いて有意差が認められた。尿流量率パラメーターも低値を示した (Table 2-A)。以上のことから尿道括約筋部での尿道抵抗が大きいと推定される。また排尿因子波形からも、利尿筋-尿道外括約筋共同不全を示す症例が多かつた。また随意性排尿中断が不十分な症例も多く認められた。症例によつては、排尿前後及び排尿期間中に尿道圧の動揺が認められ、本疾患群では膀胱と共に尿道も unstable であると推定された。これは蓄尿期間中では利尿筋の不随意性の収縮により膀胱頸部が開き、尿を維持せんがため尿道外括約筋部が収縮する。この状態が繰返されることにより、尿道外括約筋部が肥大し、かつ尿道構成筋全体が unstable な状態となると考えられる。更に尿道平滑筋は利尿筋と連続しているため、膀胱の unstable な状態が尿道にも及んでいると推測される。一方前述した如く、中枢神経障害により、これらの筋肉への抑制が障害され、下部尿路全体が unstable となつているとも考えられ、以上の如き様々な状態に更に尿

Table 4. Chief symptom in pediatric neurogenic bladder

	Uninhibited neurogenic bladder	Automatic neurogenic bladder	Autonomous neurogenic bladder	(Tethered cord syndrome)
Symptom (%)	Enuresis 40 (Noct. et diur. (54) Nocturna (46)	Enuresis 50 (Noct. et diur. (50) Nocturna (50)	Urinary 31 incontinence	Urinary 33 incontinence
	High fever & 20 pyuria	Dysuria 25 Urinary 25 incontinence	Dysuria 21 High fever & 14 pyuria	Dysuria 20 Enuresis 12 (Noct. et diur. (60) Nocturna (40)
	Pollakiuria 17		Enuresis 12 (Nocturna (83) Noct. et diur. (17)	High fever 7 Pollakiuria 7
	Urinary 13 incontinence		Pollakiuria 7	Urinary 5
	Dysuria 5		Sense of resi- 5 dual urine	urgency
	Urinary 5 urgency		Faecal 5 incontinence	Faecal 5 incontinence
			Urinary 1 urgency	Sense of resi- 5 dual urine
			Constipation 1	Constipation 2
			Lumbago 1	Lumbago 2
			Disturbance 1 of growth	Disturbance 2 of growth

路感染が加わり、より一層不安定な状態を作り出しているものと思われる。

小児の自動型神経因性膀胱について：

小児の自動型膀胱は非常に少く、大半は後天性疾患である。本疾患は仙髄排尿中枢 (S_{2-4}) より上部の損傷により生じ、膀胱知覚の喪失を認めるが、末梢刺激には過度の反応を示す疾患とされている。我々の測定した V.U.D. パラメーターの結果からは膀胱頸部での抵抗が著るしく大きい。また排尿期間中に尿道外括約筋部分にて尿道抵抗が存在し、このために尿流の低下が認められた。排尿因子波形では高い排尿圧に比べ尿道圧は低く、膀胱頸部での energy の喪失が疑われた。また排尿期間中、骨盤床筋群の収縮を認めた症例も存在した。本疾患群での利尿筋-膀胱頸部共同不全及び利尿筋-尿道外括約筋共同不全の出現機序については前述した如くである。ただ本疾患群では、従来尿道抵抗の場は主として尿道外括約筋部とされてきたが、我々の data からはむしろ膀胱頸部の方が大であった。統計処理上、対象数が少ないため問題を若干有するとは云え注目に値すると思われる。

小児の自律型神経因性膀胱について：

小児の自律型神経因性膀胱は大半が先天性疾患であり、仙髄排尿中枢及びそれより末梢側の神経障害により生ずると考えられる。本疾患の大半症例は myelodysplasia に関連を有し、その診断基準として Emmett の基準⁷⁹⁾がある。本疾患群の約半数を占める Tethered Cord Syndrome については既に著者等が報告¹⁾しており省略する。本疾患群の症状は Table 4 に示す如く、尿失禁、排尿困難、遺尿が多かった。我々の排尿パラメーターの結果からは、男児では排尿開始時と排尿期間中に膀胱頸部で失なわれる energy が著るしく大きいこと、陰部神経障害のため排尿期間中の骨盤床筋群の弛緩が不十分なことにより尿道膜様部での抵抗が大きいこと、及び排尿初期にこれらの抵抗に打ち勝つて排尿せんがために排尿初期に高い排尿圧を必要とし、これを腹圧で補っていること等が挙げられる。一方女児の正・高緊張型自律型膀胱では、上述した男児群とほぼ同一の結果を得たが、低・無緊張型膀胱では、膀胱頸部が低圧でも開口すること、排尿時では利尿筋の収縮力が弱いため腹圧に依存して排尿圧を得ていること、及び尿道抵抗は主として膀胱頸部であること等を挙げることが出来る。排尿因子波形では腹腔圧と尿道圧波形が同一波形であり（腹圧排尿）、尿道圧波形は低く（膀胱頸部での抵抗大）、かつ排尿期間中に肛門括約筋が十分に弛緩しないか、逆に収縮を認

めること（利尿筋-尿道外括約筋共同不全）等が認められた。本疾患に於ける利尿筋-膀胱頸部共同不全及び利尿筋-尿道外括約筋共同不全の出現機序については前述した如くである。自律型神経因性膀胱の抵抗の場は、我々の研究結果が示している如く主として膀胱頸部であり、同様の報告^{44) 79) ~81)}も多数認められる。また尿道膜様部での機能的狭窄を指摘する報告もあるが^{80) 82) 83)}、むしろ陰部神経障害により、随意収縮力と排尿期間中の弛緩能力とが不十分であるために生ずる場合が多いとも考えられる。外括約筋部位での energy の損失は本疾患群では他の神経因性膀胱に比べ小さいと思われた。また本疾患群は仙髄排尿障害であるので、仙髄反射検査法が診断に有効であり、肛門括約筋筋電図を用いた仙髄神経反射検査法が報告されており^{1) 58) 62)}、我々も前述した如き方法で施行した。

結 語

我々の対象とした小児の神経因性膀胱の症例は、3歳より15歳までの男児51例、女児70例、合計121症例であり、Nesbit の分類により分けると；無抑制型膀胱が45例、自動型膀胱が6例、自律型膀胱が60例（このうち Tethered Cord Syndrome：25例）であった。上述した如き分類法に基づいて分けた神経因性膀胱症例に排尿時尿水力学的検査法 (V.U.D.) を施行して35の排尿パラメーター値を求め、t 検定法による統計処理の結果と、排尿因子波形の相関関係とについて検討を加えた。更に尿道 Profile 法 (U.P.P.)、筋電図を利用した仙髄神経反射検査法を施行した。得られた結果は以下の如くであった。

1. 無抑制型神経因性膀胱

A. 排尿パラメーターの統計結果、(1) 最大尿意時膀胱圧と排尿終了時膀胱圧とが高く、かつ膀胱後収縮の出現率が高いことより、膀胱が unstable な状態にあると推定された。(2) 尿道抵抗の部位は主として尿道外括約筋部位である。

B. 排尿因子波形の所見、(1) 排尿期間中骨盤床筋群の収縮又は弛緩不全を一部症例で認められたが、残りはほぼ正常波形を示した。(2) 随意性排尿中断が不可能か又は不十分な症例が多かった。(3) 排尿前後及び排尿期間中尿道圧が不安定状態を示した症例が多い。

(4) 仙髄神経反射検査は正常又は亢進していた。

2. 自動型神経因性膀胱

A. 排尿パラメーターの統計結果、(1) 無抑制型膀胱と同様に、膀胱が unstable と推定された。(2) 膀胱頸部開大に大きな力を要した。(3) 尿道膜様部にも

抵抗が存在した。(4) 尿流量率の低下を認めた。

B. 排尿因子波形より, (1) 排尿期間中骨盤床筋群の収縮又は弛緩不全を認めた。(2) 著るしく高い膀胱圧波形に比べ, 尿道圧波形は正常又は正常より低い波形を示した。(3) 仙髄神経反射検査は正常であつた。

3. 自律型神経因性膀胱

本疾患群では女兒で低緊張型膀胱が多数認められたので, 女兒のみ正・高緊張型膀胱と低緊張型膀胱とに分けた。

1) 男児及び女兒の正・高緊張型膀胱

A. 排尿パラメーターの統計結果, (1) 膀胱頸部での energy の喪失が著しく大きかつた。(2) 膜様部尿道での energy 喪失も若干認められた。(3) 尿流量率は低かつた。(4) 腹圧排尿をなす症例が多かつた。

B. 排尿波形より, (1) 本疾患の典型的症例では, 腹圧排尿によるための鋭い棘状波を混えた膀胱圧波形が認められた。(2) 排尿期間中の著しく高い膀胱圧に比べ尿道圧は低かつた(利尿筋-膀胱頸部共同不全)。(3) 肛門括約筋トーマス曲線では随意収縮時の圧と排尿期間中の弛緩時の圧との圧差が小さい症例が多かつた。(4) 尿流量率曲線は断続的な波状形のことが多かつた。

2. 女兒の低緊張型膀胱

A. 排尿パラメーターの統計結果, (1) 全下部尿路の構成筋のトーマスの低下が認められた。(2) 膀胱頸部の開口は圧が低くても可能であつた。(3) 末梢側尿道は圧が低くても開大することがわかつた。(4) 骨盤床筋群の随意収縮力及び排尿期間中の弛緩力が低下していた。

B. 排尿因子波形の所見, (1) 全下部尿路の構成筋のトーマスが低下しているため, 腹圧が低くても排尿が可能である。(2) 骨盤床筋群もトーマスが低下していた。(3) 再延性排尿症例が多かつた。(4) 滴状排尿が多かつた。

男女間の差は, 主として男女の解剖学的, 機能的差に基づくもので, 疾患特有の差は認められなかつた。

排尿期間中の尿道抵抗値は自動型及び自律型膀胱で大きかつた。

4. 潜在性神経因性膀胱

自律型潜在性神経因性膀胱では, 左右別々に導出した肛門括約筋々電図法を用いた V.U.D. や仙髄神経反射検査法が, 本疾患の診断に有効であることが多かつた。無抑制型潜在性神経因性膀胱では, Bethanecol (Urecoline) test が有効であつた。

骨盤床筋群の尿道圧への影響は, 中枢側尿道ではほとんど認められないが, 後部尿道中央部から末梢部では大

きいことがわかつた。このことより尿道外括約筋には陰部神経が関与していると思われる。また全尿道周囲の骨盤床筋群は尿の Continence や排尿に多大の影響を与えているものと考えられた。

本論文の一部は第62回日本泌尿器科学会総会, 第40回日本泌尿器科学会東部地方連合会, 第12回日本パラプレジア医学会にて発表した。

本論文の御指導, 御校閲を賜りました信州大学医学部泌尿器科学教室柿崎勉教授に深謝致します。

また本研究に御協力下さいました信州大学泌尿器科学教室及び関連病院の諸先生方, 及び信州大学整形外科教室大塚訓喜氏, 信濃整肢療護園井上雅夫園長, 深瀬継充氏に深謝致します。なお筋電図測定に御協力戴きました信州大学中央検査室浅和照子氏に感謝致します。本研究の統計処理は田草川敏朗氏の御協力によるところが大であり感謝致します。

本研究の一部は昭和52年度科学研究費補助金総合研究(A)によるものである。

文 献

- 1) 福井準之助, 小平 潔, 渡辺節男, 竹崎 徹, 芝伸彦, 和食正久, 大塚訓喜, 深瀬継充, 鶴見和弘, 福地弘貞: 日泌尿会誌, 68, 569, 1977.
- 2) 福井準之助, 白勢克彦, 鶴見和弘: 泌尿紀要, 19, 983, 1973.
- 3) 福井準之助: 泌尿紀要, 21, 833, 1975.
- 4) 福井準之助: 日泌尿会誌, 67, 417, 1976.
- 5) 福井準之助: 日泌尿会誌, 68, 339, 1977.
- 6) 福井準之助: 日泌尿会誌, 68, 1046, 1977.
- 7) Enhörning, G.: Acta Chir. Scand., Suppl. 276, 41, 1, 1961.
- 8) Brown, M. and Wickham, J.E.A.: Brit. J. Urol., 41, 211, 1969.
- 9) Nesbit, R.M.: Penn. Med., 43, 1261, 1940.
- 10) Ascoli, R.: Urologia, 41, 588, 1974.
- 11) Fletcher, T.F. and Bradley, W.E.: Amer. J. Anat., 128, 147, 1970.
- 12) Uemura, E., Fletecher, T.F. and Bradley, W. E.: Amer. J. Anat., 139, 389, 1974.
- 13) Kuru, M.: Physiol. Rev., 45, 425, 1965.
- 14) Nyberg-Hansen, R.: Arch. Ital. Biol., 104, 98, 1966.
- 15) Bradley, W.E., Rockwold, G.L., Timm, G.W. and Scott, F.B.: J. Urol., 115, 481, 1976.
- 16) Bissada, N.K., Finkbeiner, A.E. and Welch, L.T.: Urology, 9, 113, 1977.
- 17) Nathan, P.W.: J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 19, 101, 1956.
- 18) Bradley, W.E.: Amer. J. Physiol., 212, 335, 1967.

- 19) Langworthy, O.R. and Dees, J.E.: *J. Urol.*, 36, 577, 1936.
- 20) Tang, R.C. and Ruch, T.C.: *J. Comp. Neurol.*, 106, 213, 1956.
- 21) Luen, R.J., Dillard, G.B. and Porter, R.W.: *Brain Res.*, 4, 301, 1967.
- 22) Andersen, J.T., Bradley, W.E. and Bourne, R. B.: *J. Urol.*, 116, 786, 1976.
- 23) Bradley, W.E., Timm, G.W. and Scott, F.B.: *Urol. Clinic. N. Amer.*, 1, 3, 1974.
- 24) Yeates, W.K.: *Paraplegia*, 12, 73, 1974.
- 25) Edvardsen, P.: *Acta Neurol. Scand.*, 43, 543, 1967.
- 26) Shishito, S., Saito, T., Imabayashi, K., Nakano, N., Shiraiwa, Y. and Aizawa, M.: *Acta Neurovegetativa*, 25, 28, 1963.
- 27) Nyberg-Hansen, R.: *Acta Neurol. Scand.*, 42, suppl., 20, 7, 1966.
- 28) Hamberger, B. and Norberg, K.A.: *Int. J. Neuropharmacol.*, 4, 41, 1965.
- 29) Rohner, T.J., Raezer, D.M., Wein, A.J. and Schoenberg, H.W.: *J. Urol.*, 105, 657, 1971.
- 30) Nergardh, A.: *Scand. J. Urol. Nephrol.*, 8, 108, 1974.
- 31) El-Badawi, A. and Schenk, E.A.: *Amer. J. Anat.*, 119, 405, 1966.
- 32) Nyo, M.M.: *J. Anat.*, 105, 210, 1969.
- 33) Alm, P. and Elmer, M.: *Acta Physiol. Scand.*, 94, 36, 1975.
- 34) Gosling, J.A. and Dixon, J.S.: *Brit. J. Urol.*, 47, 549, 1975.
- 35) 小柳知彦: *日泌尿会誌*, 66, 632, 1975.
- 36) Sudin, T. and Dahlström, A.: *Scand. J. Urol. Nephrol.*, 7, 131, 1973.
- 37) Kleeman, F.J.: *J. Urol.*, 104, 549, 1970.
- 38) Boyarsky, S.: *J. Urol.*, 102, 53, 1969.
- 39) Young, B.W.: *Lower Urinary Tract Obst. in Childhood*, Lea and Febiger, Philadelphia, 1972.
- 40) El-Badawi, A. and Schenk, E.A.: *J. Urol.*, 111, 613, 1974.
- 41) Edvardsen, P. and Setekleiv, J.: *Acta Pharmacol.*, 26, 437, 1968.
- 42) Murdock, M.I., Olsson, C.A., Sax, D.S. and Krane, R.J.: *J. Urol.*, 113, 803, 1975.
- 43) Caine, M., Raz, S. and Zeigler, M.: *Brit. J. Urol.*, 47, 193, 1975.
- 44) Krane, R.J. and Olsson, C.A.: *J. Urol.*, 110, 650, 1973.
- 45) Tanagho, E.A. and Meyers, F.H.: *Invest. Urol.*, 7, 79, 1969.
- 46) Bors, E. and Commar, E.A.: *Neurological Urology*, S. Karger, Basel, 1971.
- 47) Vereecken, R.J. and Verduyn, H.: *Brit. J. Urol.*, 42, 457, 1970.
- 48) Tanagho, E.A., Meyer, F.H. and Smith, D.R.: *Invest. Urol.*, 7, 195, and 205, 1969.
- 49) Diokno, A.C., Koff, S.A. and Bender, L.F.: *J. Urol.*, 112, 743, 1974.
- 50) Andersen, J.T., Bradley, W.E. and Timm, G.W.: *Scand. J. Urol. Nephrol.*, 10, 189, 1976.
- 51) Raz, S. and Kaufman, J.J.: *Urol. Res.*, 4, 47, 1976.
- 52) Gil Vernet, S.: *Urol. int.*, 18, 216, 1964.
- 53) Winkler, G.: *Arch. Anat.*, 40, 85, 1967.
- 54) Cases, A.T., Blasco, F.V. and Celma, A.T.: *Urol. int.*, 27, 336, 1972.
- 55) Frimodt-Møller, C. and Hald, T.: *Scand. J. Urol. Nephrol.*, 6, suppl. 15, 144, 1972.
- 56) Bogash, M., Wolgin, W. Kugler, F. and Sadoughi, N.: *J. Urol.*, 112, 338, 1974.
- 57) Sudin, T. and Petersén, I.: *Invest. Urol.*, 13, 40, 1975.
- 58) Chantraine, A., Lloyed, K. and Swinyard, C.A.: *J. Urol.*, 95, 250, 1966.
- 59) Dorfman, L.E., Bailey, J. and Smith, J.P.: *J. Urol.*, 101, 48, 1969.
- 60) Bailey, J.A., Powers, J.J. and Waylonis, G.W.: *Arch. Physic. Med. Rehabil.* 51, 403, 1970.
- 61) Martin, D.C., Datta, N.S. and Schwitz, B.: *J. Urol.*, 105, 733, 1971.
- 62) Waylonis, G.W. and Powers, J.J.: *Surg. Clin. N. Amer.*, 52, 807, 1972.
- 63) Lapides, J., Friend, C.R., Ajemian, E.P. and Reus, W.F.: *J. Urol.*, 88, 245, 1962.
- 64) Diokno, A.C., Davis, R. and Lapides, J.: *Invest. Urol.*, 13, 233, 1975.
- 65) Jonas, U.: *Invest. Urol.*, 13, 171, 1975.
- 66) 中新井邦夫, 桜井 昂, 竹内正文, 栗田 孝: *泌尿会誌*, 16, 141, 1970.
- 67) Tanagho, E.A. and Miller, E.R.: *J. Urol.*, 109, 273, 1973.
- 68) Raz, S.: *J. Urol.*, 111, 25, 1974.
- 69) Thomas, D.G., Smallwood, R. and Graham, D.: *Brit. J. Urol.*, 47, 161, 1975.
- 70) Kiesswetter, H.: *Urol. int.*, 31, 60, 1976.
- 71) Raz, S. and Smith, R.B.: *J. Urol.*, 115, 443, 1976.
- 72) Hendry, W.F., Stanton, S.L. and Williams, D.I.: *Brit. J. Urol.*, 45, 72, 1973.
- 73) Hart, B.L.: *J. Urol.*, 95, 384, 1966.
- 74) 津久井厚: *日泌尿会誌*, 65, 83, 1974.
- 75) Bucy, J.G. and Carlin, M.R.: *J. Urol.*, 114, 296, 1975.
- 76) Palmtag, H., Boetiger, J. and Roehl, L.: *Urol. int.*, 30, 77, 1975.

- 77) 小柳知彦：臨泌，30，47，1976.
- 78) 桜井 昴，生駒文彦，時実昌泰，林知 厚，佐藤義基，永田 肇，坂口 強，島田憲次，寺川知良，島博基：日泌尿会誌，67，863，1976.
- 79) Emmett, J.L. and Simon, H.B.: J. Urol., 76, 595, 1956.
- 80) Pekarovic, E.: Int. Urol. Nephrol., 6, 183, 1974.
- 81) 辻 一郎：小兒泌尿器科学の臨床，p. 117，金原出版，東京，1976.
(1977年8月22日受付，特別掲載)
-