

A New Recordnig Cystometer による Cystometry の研究

京都大学医学部泌尿器科教室（主任 稲田 務教授）

助 教 授	後 藤	薫
助 手	北 山	太 一
副 手	大 谷	幸 郎
大学院学生	本 郷	美 弥

鳥取県立中央病院泌尿器科

医 長 山 崎 巖

A Study on Cystometry with a New Recording Cystometer

Kaoru Gotoh, Taichi KITAYAMA, Yukio OHTANI and Haruya HONGO

From the Department of Urology, Faculty of Medicine, Kyoto University Kyoto, Japan
(Director . Prof. T. Inada M. D.)

Iwao YAMASAKI

From the Department of Urology, Tottori Prefectural Central Hospital

The recording cystometer devised by Milam and Leberman was partly modified by the authors in order to measure the pressure between 0 and 800 mmH₂O. Introduction of its mechanical structure and performance was attempted (Fig. 1, 2, 2', 3) and the cystometrograms produced by the new cystometer were discussed.

1) Excretory cystometry and retrograde cystometry with continuous flow have been done on the normal bladder. If the rate of flow was low the cystometrogram revealed physiological and is closed to excretory cystometry. On the other hand, if the rate of of flow was high MDVP (Pressure of maximum desire to void) became high and diverged from physiological one (Fig. 4a, b).

2) Excretory cystometry in the vesical neurosis produced the intermittent spike waves at each vesical tenesmus simultaneously, while these spike waves were not observed in the retrograde cystometry (Fig. 5a, b).

3) From the above results, excretory cystometry is more physiological than retrograde cystometry, and is able to obtain cystometrogram required for diagnosis of bladder dysfunction.

4) Furthermore, in vesical neurosis an increase in MDVP and a decrease in bladder volume were observed by parasympathomimetic drug, Besacolin, and a decrease in MDVP and an increase in bladder volume were observed by parasympatholytic drug, Buscopan (Fig. 5b), in excretory cystometry providing a guide of treatment for this disease.

5) Excretory cystometry exhibited atonic bladder in neurogenic bladder due to myogenic disturbance and automatic bladder not producing vesical tenesmus with a suf-

ficient intravesical pressure in neurogenic bladder due to hemorrhage in the spinal cord (Fig. 6, 7). It also exhibited hypotonic bladder in neurogenic bladder due to amyotrophic lateral sclerosis, in which case an improvement of clinical symptoms was obtained by the use of ATP-preparation (Adenosin triphosphate) which resulted in producing near normal cystometrogram (Fig. 8a, b).

6) Cystometrograms in the cases with acute cystitis and bladder tumor were also shown (Fig. 9, 10).

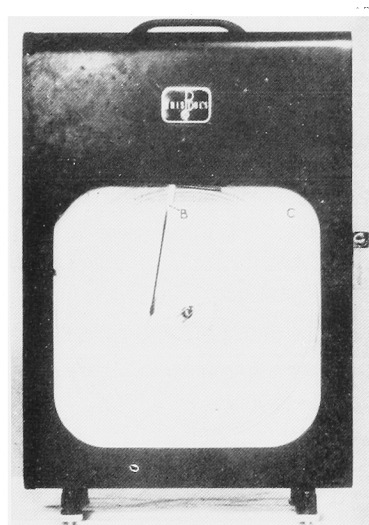
本論文の要旨は昭和35年4月2日大阪大学に於ける第48回日本泌尿器科学会総会で発表した。

緒 言

膀胱内圧測定は膀胱機能障碍の診断と治療に重要な方法であり、本法は Dubois (1873) によって始められ、Rose (1927) が臨床的に応用して以来、Muschat, Simons 等の相次ぐ研究があり、本邦に於ても佐藤 (1940) 以来、今泉、金上、西谷、金重、相沢等の研究がある。これ等は簡単な水柱測圧装置 (water column manometer) から、極めて複雑な装置まで発展した。複雑な装置は臨床的に使用が不便であり、Milam and Leberman (1951) は工業的の圧記録計 (pressure recording gauge) を応用して、臨床的に簡便に操作出来る膀胱内圧自動記録装置 (recording cytometer) を考案した。本装置は水圧で測定され、水銀圧測定より鋭敏であり、かつ従来の膀胱内に液体を加えつつ測定する断続的測定法と異なり、直接的に膀胱内に充満して来る膀胱容量に応じて、自働的、連続的に内圧測定が出来、最も自然に近い生理的の膀胱内圧の測定が出来る利点を有する。著者等は本装置を購入し、一部に改造を加えて昭和31年 (1956) 春より使用して、その成績の一部はすでに発表した。今回本装置の構造、性能を述べるとともに、排尿障碍を主訴とする各種疾患の膀胱内圧を測定した成績の一端について報告する。

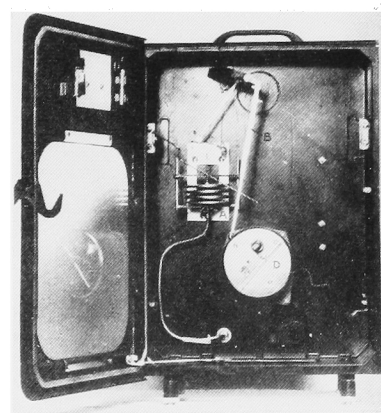
測定装置の構造、性能

著者等は Milam and Leberman 考案の Recording Cystometer を米国 Bristol 社より二葉商事株式会社 (大阪市) を通じて輸入した。本装置は写真に示す如く、小型で持運びが容易であり、操作が簡便である (Picture 1, 2, 3)。著者等は本装置の使用に

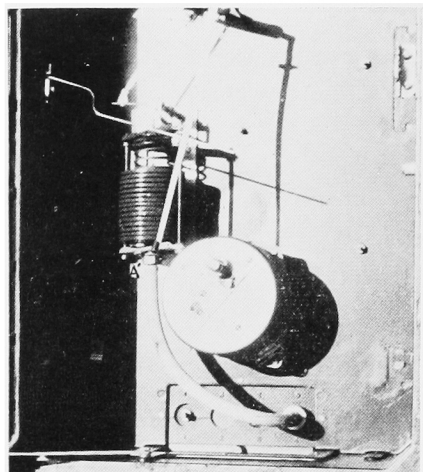


Picture 1. Recording machine with hinged door closed. Pen arm, B, is in recording position on circular chart, C.

(Picture 1-3 : Cite from Milam and Leberman J. Urol., 66 597, 1951.)

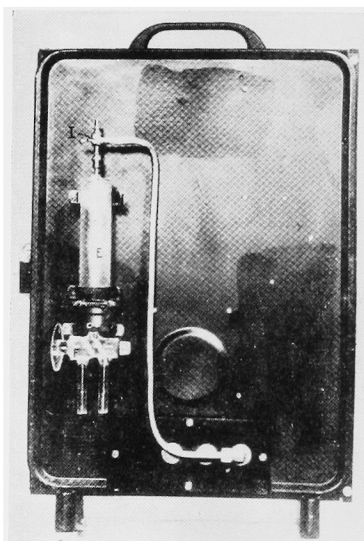


Picture 2. Chart holding plate has been removed to show recording mechanism. Phosphor-bronze pressure diaphragm, A, is mechanically linked to pen arm, B. Two-speed spring clock mechanism, D, rotates chart in either 2 or 8 hours.



Picture 2'. Phosphor-bronze pressure diaphragm, A', is modified by the authors.

のぞみ、本学工学部機械工学教室の助言を得て圧力計振動板 (pressure diaphragm, Picture 2. A) に改造を加えて、0~200cmH₂O 圧測定用になつていたものを 0~800mmH₂O 圧測定用に改良して、膀胱内圧の読みを一層正確ならしめた (Picture 2'. A'). 従つて記録カードにも改定を加えた (Fig. 1, 2).



Picture 3. Pressure transfer mechanism is shown mounted to back of instrument case. Fifty cubic centimeter syringe is linked to recording mechanism by large glass two-way stopcock, F, and smaller metal stopcock I. This arrangement facilitates fluid to air transfer of pressure from bladder to pressure element. Tubing from bladder is attached either to stopcock arm, G, or H.

Fig. 1. Milam-Leberman's chart.

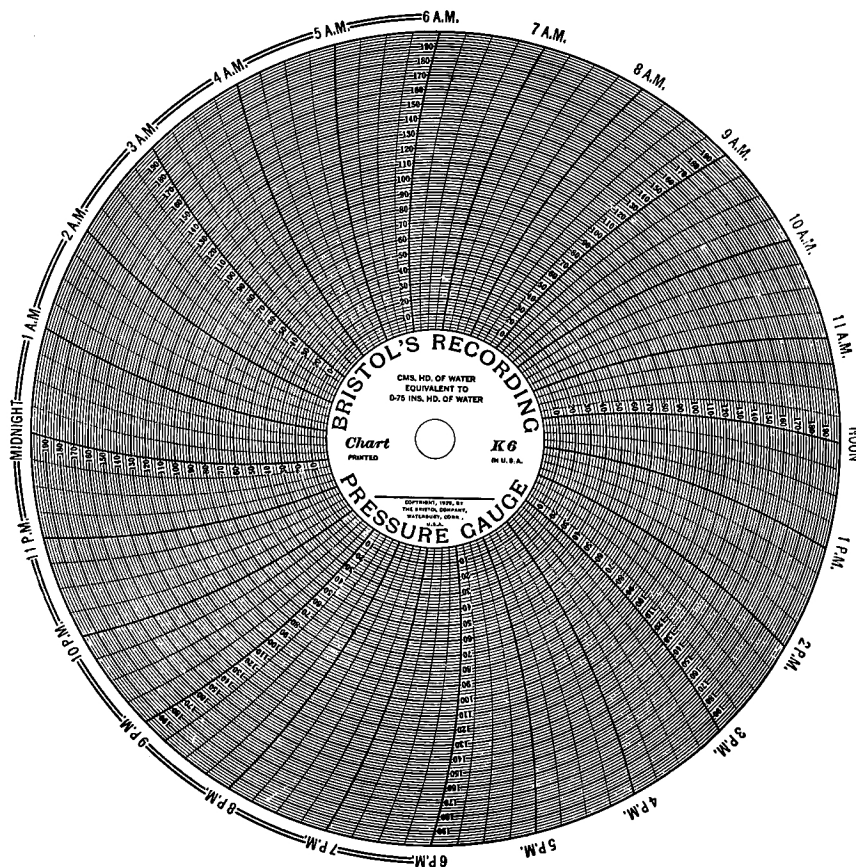


Fig. 2. The author's chart.

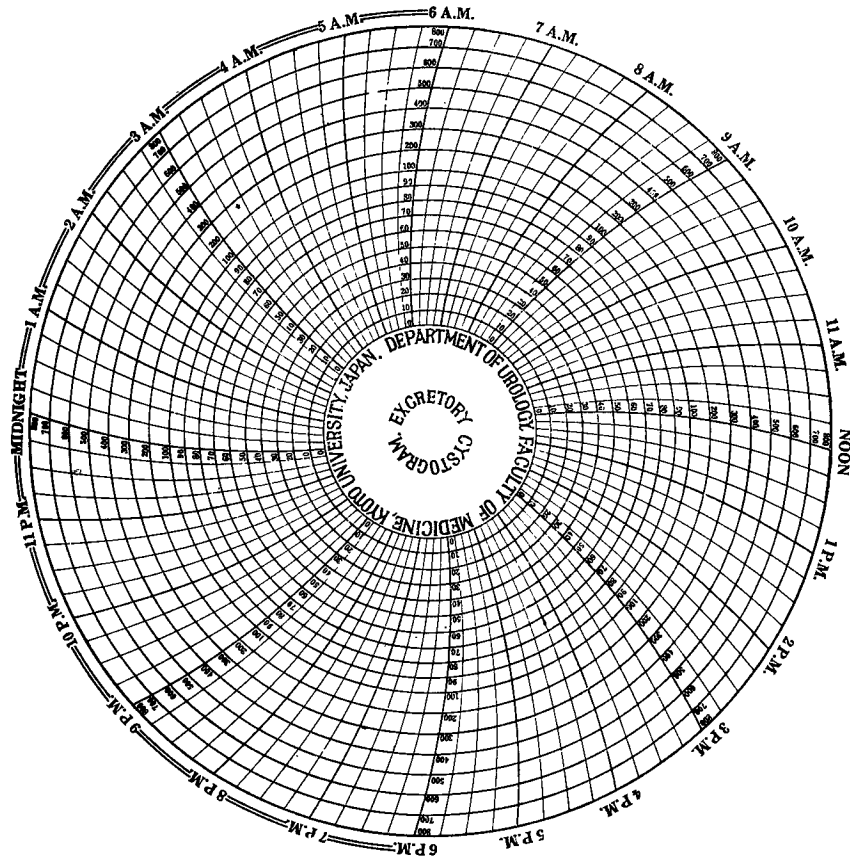
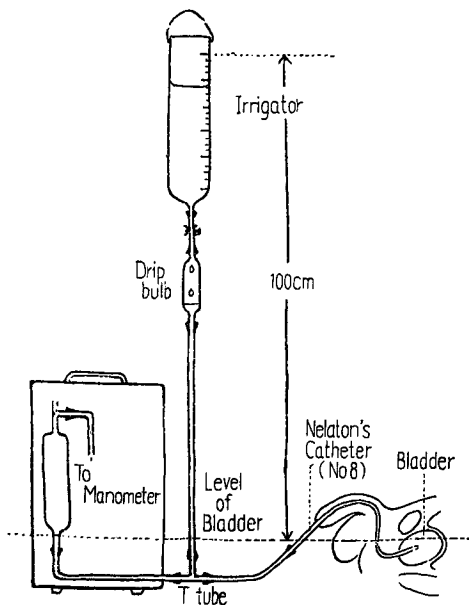


Fig. 3. Schema of Excretory and Continuous Retrograde Cystometry.



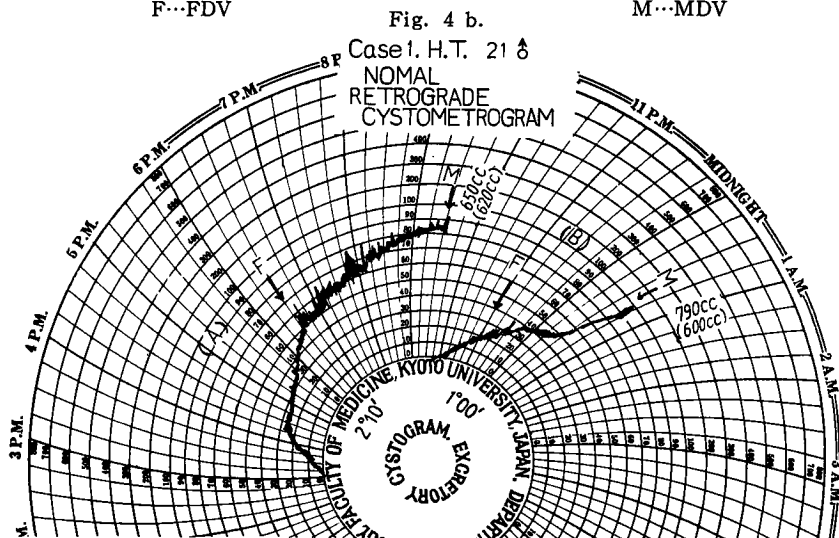
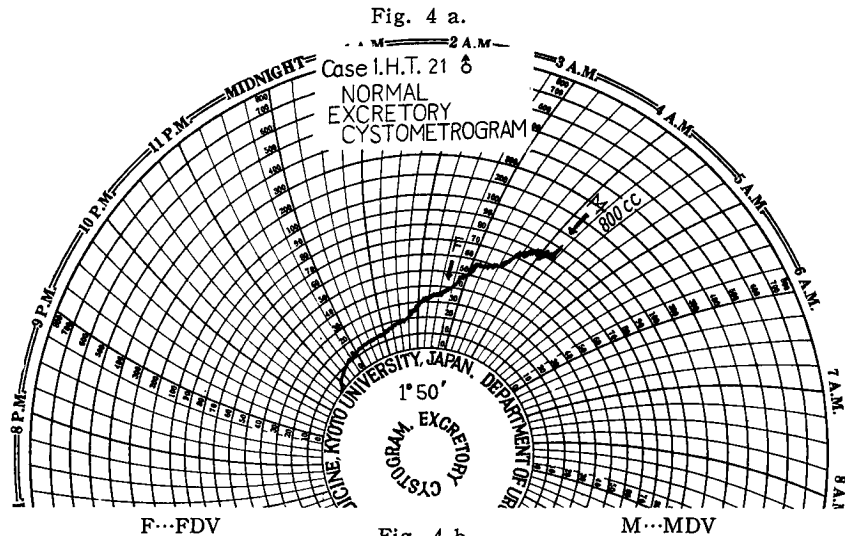
測定法

測定は膀胱内圧測定専用の一室の検査台に患者を寝かせ、測定装置は検査台と同高の台上におく。測定前に患者に約 300cc の湯水を飲ませ、No. 8~9 のネルトン氏カテーテルを尿道に挿入して貯溜尿を排除後に固定し、これを測定装置よりのカテーテルに接続する (Fig. 3)。排泄性測定の場合には T チューブの irrigator へのチューブはとちておく。連続注入による逆行性測定の場合には、irrigator と点滴球を用い、T チューブを通じて水を膀胱内に注入する。記録ペン先が記録カードの基底線 (0mm) を指示するようにする。

記録カードは 1 回転 8 時間及び 2 時間にできるが、1 回転 2 時間にすると時間軸が相当長くなつて内圧上昇の原因分析に有利である。しかし本報告では 1 回転 8 時間にして全体の波形観察を容易にした。従つて記録カードの 1 分割は 5 分間を示している。

膀胱内圧測定処見

健康人及び排尿障害を主訴とする症例に、前述の如



(A) Speed of Water-inflow is 3~4cc per minute.

(B) Speed of Water-inflow is about 10cc per minute.

き方法に従つて膀胱内圧を測定した。各症例の膀胱内圧測定処見を図示して記述する。

正常膀胱 (Fig. 4 a, b)

〔症例 1〕 H.T. 21才, ♂, 健康人。

排泄性測定にては, 最小尿意 (First Desire to Void, 以下 FDV と略記する) は測定開始後 1 時間 20 分で訴え, 40mm H₂O 圧を示し, 最大尿意 (Maximal Desire to Void, 以下 MDV と略記する) は開始後 1 時間 50 分で訴え, 80mm H₂O 圧を示し, その時の膀胱容量は 800cc であった。

逆行性測定にては, (A) 注入速度 70 滴/分 (3~4 cc/分) の場合には, FDV は開始後 1 時間 10 分で訴え, 50mm H₂O 圧を示し, MDV は開始後 1 時間 10 分で訴え, 85mm H₂O 圧を示し, その時の膀胱容量

は 650cc, 注入量は 420cc であった。(B) 注入速度 150~200 滴/分 (10cc/分) の場合には, FDV は開始後 20 分で訴え, 20mm H₂O 圧を示し, MDV は開始後 1 時間で訴え, 90mm H₂O 圧を示し, その時の膀胱容量は 790cc, 注入量は 600cc であった。

(A) は注入速度が極めて緩徐にしたものであり, (B) は注入速度を少々迅速にしたものである。これを排泄性測定と比較すると FDV は (A) においては発現時間は略々同様で 10 分短縮している程度で, 圧は 10mm H₂O 高いのにすぎないのに反して, (B) においては発現時間が早く 20 分でおこり, 圧は 20mm H₂O で低い。MDV は (A) においては時間は略々同様で, 10 分延長している程度で, 圧は 5mm H₂O 高くなり, 膀胱容量は減じている。(B) にては時間

は短縮し、圧は 10mm H₂O と高くなり、膀胱容量は少量減じている。連続注入法による逆行性測定にて、注入速度を極めて緩徐にした場合は排泄性に近い生理的な内圧曲線を示すが、それにも MDV の圧上昇、膀胱容量の減退があり、注入速度を早くした場合は MDV に早く到達し、圧上昇も高くなり、生理的狀態に遠ざかることを示している。又、佐藤式の断続的注

入法による逆行性測定の報告では、MDV 圧は 8.18 mm Hg (110.43mm H₂O)、膀胱容量は 300~500cc と述べられ、著者等の排泄性、連続注入法による逆行性の何れよりも、MDV 圧は極めて高く、膀胱容量は減じており、断続的注入法が如何に不自然で非生理的なものであるかがわかる。

膀胱神経症 (Fig. 5 a, b)

Fig. 5 a.

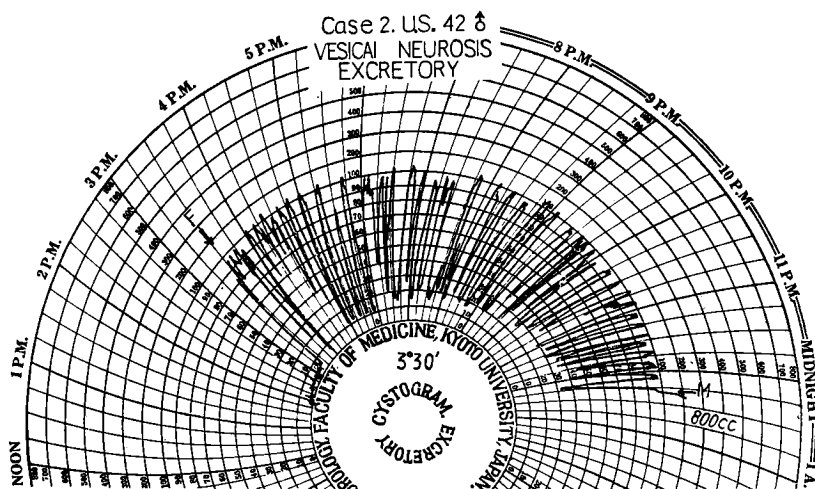
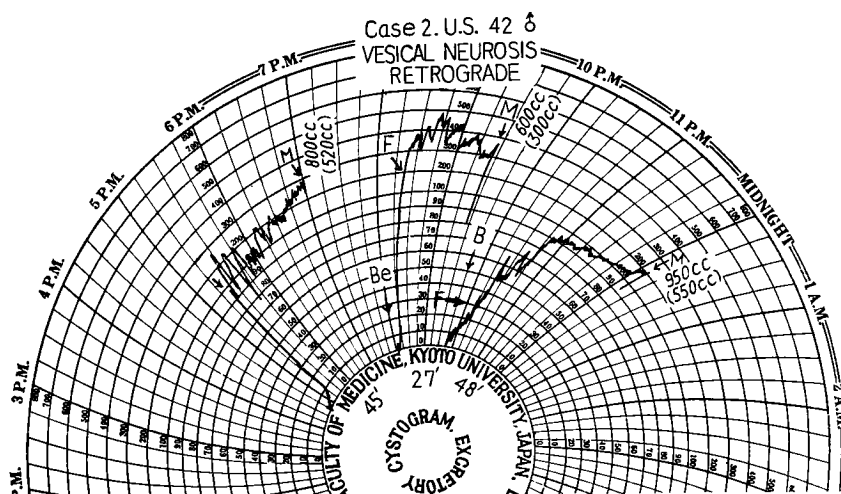


Fig. 5 b.



Speed of Water-inflow is about 11~12cc per minute.

Be...Besacolin chloride 1cc (5mg) s.c.

B...Buscopan compositum 5cc (20mg) i.v.

〔症例2〕U. S. 42才, ♂.

2年前より軽度の排尿困難, 尿失禁を来たしている。

排泄性測定には、はじめ30分間は殆んど変化なく基底線 (base line) に近い曲線を描き、それより急激

な棘状波を画いて FDV を訴え、90mm H₂O 圧を示した。以後は尿意感の消失とともに基底線近くに圧は低下し、尿意感の訴えとともに圧上昇曲線を描くという、間歇的な棘状波を画きながら3時間30分で MDV に達し、180mm H₂O を示し、その時の膀胱容量は

800cc であつた。

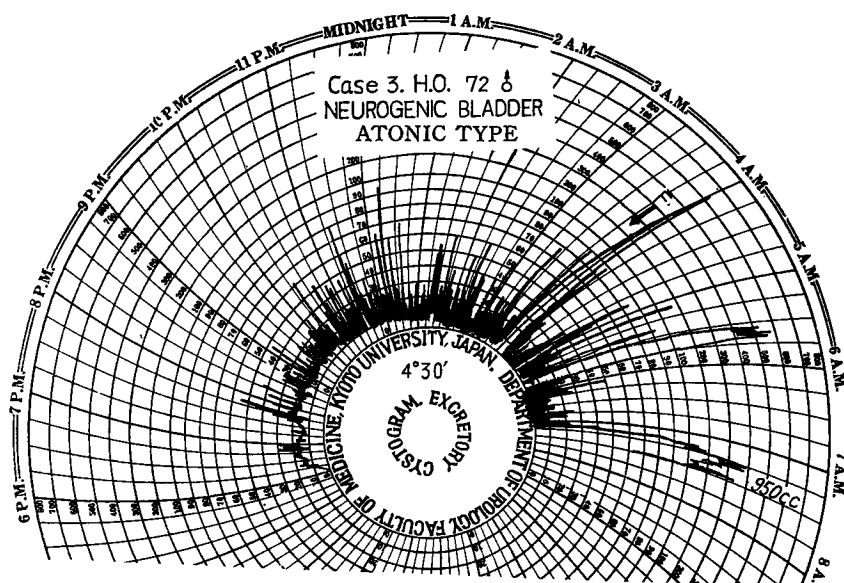
逆行性測定にては、注入速度 11~12cc/分で行い、測定開始後10分にて FDV を訴え、95mm H₂O 圧を示し、それより多少の波動を画くも漸次上昇し、開始後45分にて MDV を訴え、280mm H₂O を示し、その時の膀胱容量は 800cc、注入量は 520cc であつた。

副交感神経刺激剤ベサコリン 2cc (5mg) 皮下注後に逆行性測定を行うと、測定開始後10分以内に FDV を訴え、200mm H₂O 圧を示し、それより更に内圧は上昇し最高期は 480mm H₂O を示したが、開始後27分にて MDV に達し、370mm H₂O 圧になつており、その時の膀胱容量 600cc、注入量は 300cc であつた。

副交感神経遮断剤複合ブスコパン 5cc (20mg) 静注後に逆行性測定を行うと、測定開始後10分にて FDV を訴え、30mm H₂O 圧を示し、それより漸次に圧上昇を示し、開始後 48 分にて MDV に達し、200mm H₂O を示した。その時の膀胱容量は 950cc、注入量は 550cc であつた。

本症例に於ける排泄性測定は尿意感の反復的繰返しを示す特異な間歇的棘状波を画いているのに反して、連続注入法による逆行性測定にはかかる本症の膀胱機能障害を現わす波動曲線は全く画かれていない。更に副交感神経刺激剤により膀胱内圧の上昇、膀胱容量の減少を認め、副交感神経遮断剤により内圧の低下、膀胱容量の増大を認めた。この結果より、本症に対し

Fig. 6.



て副交感神経遮断剤使用の適応あること示し、ブスコパン投与にて経過観察中である。

神経因性膀胱（筋因性障害）(Fig. 6)

〔症例 3〕H. O. 72 才，♂。

1959 年 6 月より排尿困難があり、1959 年 8 月10日には尿閉を来したことがある。1959 年 11 月 4 日膀胱内圧測定時には 650cc の残尿を有していた。

排泄性測定にて基底線に近い低圧曲線を描き、測定開始後 3 時間 20 分で FDV を訴え、40mm H₂O 圧を示し、又、600mm H₂O 圧の棘状波を示す時もあるも依然として基底線に近い曲線を示し MDV に達せず開始後 4 時間 30 分にて測定を中止した。その時の膀胱容量は 950cc であつた。本症は筋因性障害にもとづくと考えられる無緊張性膀胱である。

神経因性膀胱（自動性膀胱）(Fig. 7)

〔症例 4〕F. N. 56 才，♂。

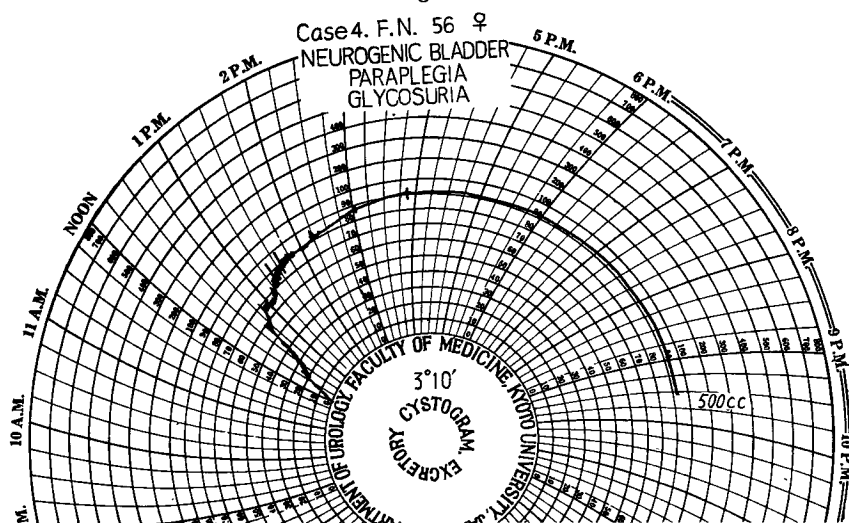
1959 年 2 月 9 日脊髓出血による胸部以下の運動麻痺及び知覚麻痺を来し、爾来自然排尿が行えない状態である。又、糖尿病をも伴っている。

1960 年 1 月 10 日に排泄性測定を施行。測定開始後 30 分にて 65mm H₂O 圧、1 時間にて 85mm H₂O 圧に達するも以後 90mm H₂O 圧を示したまま上昇せず、尿意感は一度もなく 3 時間 10 分にて測定を中止した。その時の膀胱容量は 500cc であつた。本症は一定の内圧を有するも尿意感なく、脊髓障害による自動性膀胱である。

神経因性膀胱（緊張低下膀胱）(Fig. 8 a, b)

〔症例 5〕U. Y. 37 才，♂。

Fig. 7.



1959. 2. 9. Paraplegia occurred
Level of Paresthesia and Hypesthesia Th₄
1959. 8. Hypesthesia without Paresthesia
1960. 1.10. Cystometry.

Fig. 8 a.

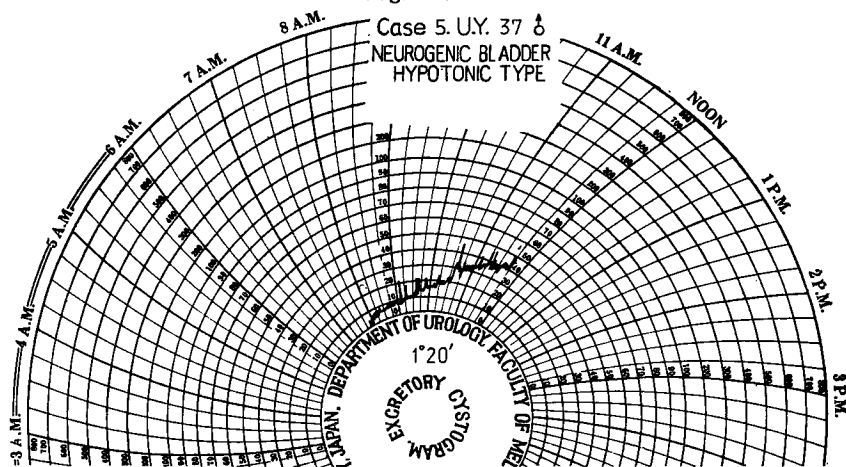
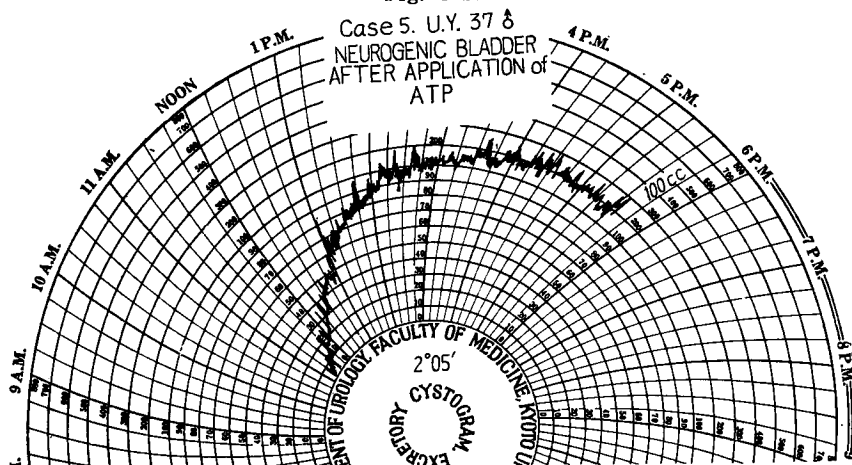


Fig. 8 b.



筋萎縮性側索硬化症による排尿困難がある。排泄性測定にて緊張低下膀胱を示し、ATP (Adenosine triphosphate) 10mg を1ヵ月連続使用後の測定では正常膀胱に近い緊張膀胱を示した。臨床的にはATP使用前の残尿 160~200cc あつたものが、1ヵ月使用後は残尿 10~20cc と減少し著明な改善をみた。

急性膀胱炎(緊張過度膀胱) (Fig. 9)

〔症例6〕I. Y. 33才, ♂.

排泄性測定にて、測定開始後30分にてFDVを訴え(50mm H₂O 圧), 38分にてMDVを訴え、200mm H₂O 圧を示し、その時の膀胱容量は100ccであつた。急性膀胱炎による曲線の急激な上昇を示す緊張過

度膀胱である。

膀胱腫瘍 (Fig. 10)

〔症例7〕S. O. 56才, ♂.

排泄性測定にて、測定開始後10分にて急激に80mm H₂O 圧に上昇するが、その後は徐々に内圧の上昇をみて45分にてFDVを訴え(95mm H₂O 圧), 1時間3分にてMDVを訴え、100mm H₂O 圧を示した。その時の膀胱容量は210ccであつた。本例のはじめの内圧の急激上昇は膀胱炎を合併しているためと察せられ、又、そのためにも緊張過度を示す傾向があるものと察せられる。これは他の膀胱腫瘍4例にも同様の内圧曲線がみられた。

Fig. 9.

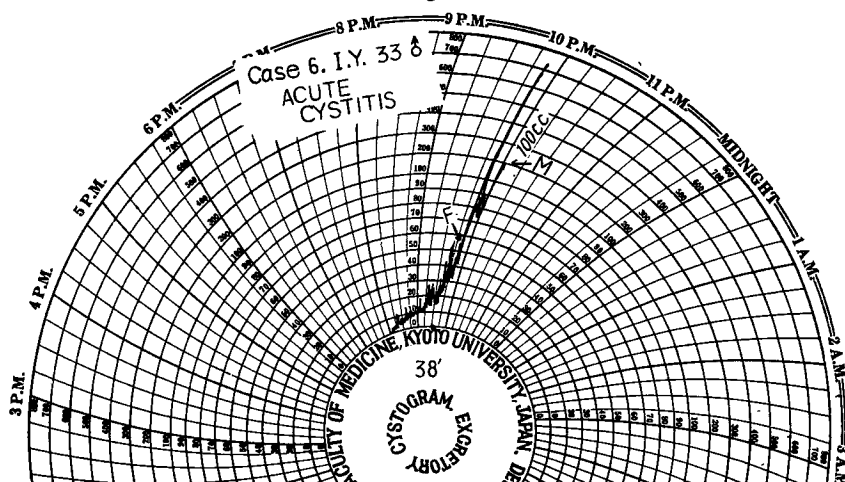
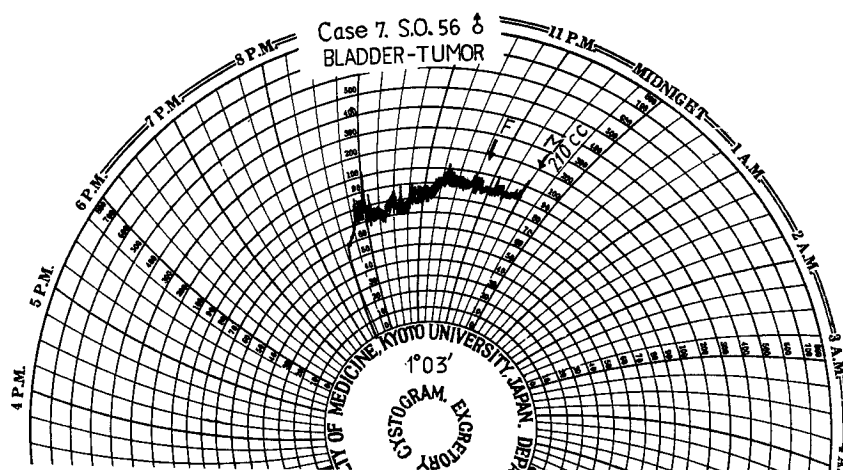


Fig. 10.



総括及び考按

膀胱内圧測定は前述の如く古くより始められ、各種の膀胱内圧測定器及び測定法が報告さ

れている。これら測定器は附表 (Table 1, 2) に示す如く、圧力計、記録装置の種類によつて分類され、測定法は逆行性、排泄性に大別され

る。著者等が使用した Milam-Leberman の Cystometer はアネロイド型で、記録装置を有し、排泄性、逆行性の何れにても測定し得る。

Table 1. Classification of Cystometer.

I. Type of manometer
1. Water-column type.
Murano, Watkins, Landes-Voris, Boyd-Smith
2. Mercury-column type
Rose, Muschat-Johnston, McKinley, Weyrauch, Simons, Satō, Imaizumi
3. Aneroid type etc.
Davidson, Lewis-Langworthy, Lowsly-Hunt, <u>Milam-Leberman</u>
II. Recording or Nonrecording
1. Nonrecording type
Muschat-Johnston, Weyrauch, Simons, Boyd-Smith, Sato, Imaizumi
2. Recording type
Rose, McKiley, Olaf, Watkins, Landes-Voris, Hensser, Lewis-Langworthy, <u>Milam-Leberman</u>

Table 2. Method of Cystometry

I. Retrograde cystometry
1. Interrupted flow
2. Continuous flow
II. Excretory cystometry

膀胱内圧測定は膀胱機能障害の診断と治療に重要な方法で、古くから行われていたにもかかわらず、従来我が国で一般に行われている測定法は断続的に水を膀胱内に注入し、水銀柱で圧をよみ、これを折線グラフに表わす逆行性で、非生理的なものであつた。Comarr は 500～1,000cc 或はそれ以上の残尿ある患者を逆行性に測定して、膀胱内圧が 75～50cc の膀胱容量、及び残尿の少い利尿筋の緊張過度を示していたので、逆行性測定は生理的でないとして、Milam-Leberman の Cystometer 及び Lewis の Cystometer を用いて自然に尿が膀胱に貯溜してくる時の内圧を連続記録する排泄性膀胱内圧測定法を発表している。著者等は Milam-

Leberman の Cystometer を用いて主として排泄性測定を行い、一部の症例においては逆行性測定を行つて、両者の比較検討を行つた。

健康人の正常膀胱における逆行性測定は注入速度を緩徐にした場合には (70滴/分)、排泄性測定に近い生理的な内圧曲線を示すが、それにも MDV 圧の上昇、膀胱容量の減退があり、注入速度を早くした場合には (150～200滴/分)、MDV 圧は高く生理的狀態に遠ざかっていることを示した。佐藤式の断続的注入法による逆行性測定の報告と比較すると、MDV 圧の上昇、膀胱容量の減退とに著明な差異が認められる。即ち断続的注入法は最も非生理的な方法であり、連続的注入法は注入速度が緩徐ならば排泄性に近い曲線が得られるが、注入速度が早ければ排泄性と遠ざかつた結果になる。Munro は連続的注入法では 100滴/分の速度が適当であるとしているが、著者等も略々これと似た結果を得た。

膀胱神経症における排泄性測定にては、尿意感とともに内圧の上昇、尿意感の消失とともに基底線近く迄の内圧下降という、特異な間歇的な棘状波を得たが、逆行性測定では FDV 圧に達してからは多少の活動を示しながらの内圧上昇のみにて、特異な間歇的棘状波は得られなかつた。又、MDV 圧の上昇、膀胱容量の減退があり、排泄性に比し利尿筋の著明な過緊張を示した。即ち逆行性測定では本症の膀胱機能障害を現わす棘状波は全く得られなかつた。

Comarr は上位ノイロン障害(Upper motor neurcn bladder)による場合には、排泄性測定は逆行性より真の膀胱容量を示し、利尿筋緊張を示す内圧基底線は逆行性が原則として排泄性より高く、又カテーテルを排出する利尿筋の力は逆行性が排泄性より強く、かくして逆行性測定では排泄性測定よりも膀胱機能を良いと見誤りやすいことを述べている。著者等はかかる症例にて両者の測定法をなし得なかつたが、正常膀胱においては逆行性測定が排泄性に比し MDV 圧の上昇、膀胱容量の減退を認め、膀胱神経症においては逆行性測定は排泄性にみられた本症の膀胱機能障害を示す間歇的棘状波を得

られず、又、MDV 圧の上昇、膀胱容量の減退も認めた。文献の報告及び著者等の結果等よりも膀胱機能障害患者の診断、治療に実施する膀胱内圧測定法には排泄性測定法を用うべき事を推奨したい。

更に膀胱神経症にては副交感神経刺激剤ベサコリンにより膀胱内圧の上昇、膀胱容量の減少を認め、副交感神経遮断剤ブスコパンにより内圧の低下、膀胱容量の増大を認めて、本症の治療指針とした。

筋因性障害による神経因性膀胱では無緊張性膀胱、脊髄出血による神経因性膀胱では一定の内圧あるも尿意感のない自動性膀胱の結果を得た。筋萎縮性側索硬化症による神経因性膀胱では緊張低下膀胱を示し、本症に ATP 製剤使用により臨床症状の改善とともに、正常膀胱に近い緊張曲線を得た。急性膀胱炎では緊張過度膀胱を示し、膀胱腫瘍では内圧の急激な上昇を示したが、膀胱炎合併のためと察している。

結 語

Milam and Leberman 考案の Recording Cystometer に一部改造を加え、0~800mm H₂O 圧を測定できるようにした。本装置の構造、性能を紹介し、著者等の行った膀胱内圧所見について述べた。

1) 健康人の正常膀胱にて排泄性測定及び連続注入法による逆行性測定を行い、注入速度が緩徐な場合には排泄性測定に近い生理的な内圧曲線を示すが、注入速度が早い場合には MDV 圧が高くなり生理的狀態を遠ざかることを示した。

2) 膀胱神経症における排泄性測定にては、尿意感の反復的消長に一致した間歇的棘状波を得たが、逆行性測定にはかかる棘状波を得られなかった。

3) 1), 2) の結果より排泄性測定は逆行性

測定より遙かに生理的条件に近い方法であり、膀胱機能障害の診断に必要な内圧曲線を適確に得ることができる。

4) 更に膀胱神経症にて副交感神経刺激剤により膀胱内圧の上昇、膀胱容量の減退を認め、副交感神経遮断剤により内圧の低下、膀胱容量の増大を認めて本症の治療指針とした。

5) 筋因性障害による神経因性膀胱では無緊張膀胱、脊髄出血による神経因性膀胱では一定の内圧あるも尿意感のない自動性膀胱を示した。筋萎縮性側索硬化症による神経因性膀胱では緊張低下膀胱を示し、本症に ATP 製剤使用により臨床症状の改善とともに、正常膀胱に近い緊張曲線を得た。

6) 急性膀胱炎、膀胱腫瘍の膀胱内圧所見も示した。

稿を終るに当たり、終始御懇篤な御指導と御校閲を賜った恩師稲田務教授に深謝します。本装置改善に御助言を受けた本学工学部機械工学教室佐藤俊教授に感謝します。

本実験の薬剤提供を受けた田辺製薬KK (ブスコパン)、エーザイKK (ベサコリン)、興和新薬KK (ATP) の各社に謝意を表します。

文 献

- 1) Milam, D. F. and Leberman, P. R.: J. Urol., **66** : 597, 1951.
- 2) Comarr, A. E. J. Urol., **77** : 622, 1957 ; **83** : 34, 1960 ; Brit. J. Urol., **31** : 1, 1959.
- 3) 佐藤 : 日泌尿会誌, **29** : 711, 1940.
- 4) 今泉 : 日泌尿会誌, **32** : 41, 171, 301, 324, 1942.
- 5) 後藤・仁平・日野・山崎 : 泌尿紀要, **3** : 537, 1957.
- 6) 稲田・後藤・酒徳 山崎・玉置 : 泌尿紀要, **3** : 458, 1957.