

尿路通過障害に関する臨床的研究

——膀胱内圧，排尿力，腎機能検査について——

鹿児島大学医学部泌尿器科学教室（主任：岡元健一郎教授）

陣 内 謙 一

CLINICAL STUDIES ON THE OBSTRUCTIVE UROPATHY —CYSTOMETRY, UROFLOMETRY AND RENAL FUNCTION TEST—

Kenichi JINNOUCHI

From the Department of Urology, Faculty of Medicine, Kagoshima University

(Director: Prof. K. Okamoto, M. D.)

Cystometric and uroflometric studies were performed to evaluate the bladder function in the cases suffering from bladder outlet dysfunction. The recovery of renal function and the site of altered nephron function in the cases of postrenal oliguria were also studied.

The results obtained were as follows;

1. The normal cystometric curve showed a gradual increase in pressure at a constant rate to the point of sensation of the first desire to void with a fluid content of 140 ml recording 9 mmHg resting pressure. The maximum desire to void was recorded with a fluid content of 265 ml as the filling continued.
2. The supranuclear lesions located anywhere above the sacral cord were characterized by the presence of hypertonic pattern, while the nuclear or infranuclear lesions located in the sacral cord, cauda equina or pelvic nerves demonstrated hypotonic pattern.
3. The effect of the cholinergic and anticholinergic drugs on the normal urinary bladder is little but characteristic on the neurogenic bladder. Hypertonic neurogenic bladders tend to be hypotonic following the administration of anticholinergics, on the contrary, hypotonic neurogenic bladders are apt to be hypertonic by the administration of cholinergics.
4. Uroflometric studies on normal adults were carried out. Reliable recordings were required with voided volume of 100 to 300 ml. The maximum voiding rate (MVR) over 20 ml/sec with voiding time (VT) below 20 seconds was thought to be normal range.
5. Age-grouped studies of uroflometry showed the decrease of MVR and average voiding rate (AVR) as well as the prolongation of VT along with increasing age. The result implies the physiological decrease in the flow rate.
6. Decrease of MVR and AVR, and the prolongation of VT were prominent in the obstructive uropathy such as prostatic hypertrophy and urethral stricture. Uroflometry might be valuable as a diagnostic aid and as a means of evaluation of the effect following treatment.
7. A study on the recovery of the renal function based on observation in seven cases of postrenal oliguria was attempted by using author's criteria which consisted of routine renal function tests.
8. The correlation of recovery rate was studied with (a) duration of obstruction, (b) required days BUN and creatinine recovered to normal range after diuresis and (c) urine volume

after diuresis. According as (a) and (b) decreased, the recovery rate became higher. However, no direct correlation with (c) was observed.

9. Renal function test herein adopted are divided into those which mainly concern cortical function and those which chiefly concern medullary function. The consequence of analytical studies of nephron function following diuresis on cases whose renal function was severely damaged, was uncertain and rather complicated.

10. Although the criteria to evaluate the renal function is not completed yet, the method would be useful to observe the degree of the renal lesion and the process of the recovery.

目 次

I. 緒 言

II. 膀胱内圧検査

- 1) 検査対象
- 2) 検査方法
- 3) 検査成績
- 4) 小 括

III. 排尿力検査

- 1) 検査目的と対象
- 2) 検査方法
- 3) 検査成績
 - a) 正常者における排尿量と最高排尿比
 - b) 排尿異常を訴えない者における検査
 - i) 排尿量, 最高排尿比と平均排尿比
 - ii) 排尿時間, 最高排尿比, 平均排尿比と排尿量
 - iii) 年令別排尿力測定
 - c) 排尿障害者における検査
- 4) 小 括

IV. 尿路通過障害と腎機能検査

- 1) 検査目的と対象
- 2) 検討方法
- 3) 検討症例
- 4) 小 括

V. 総括ならびに考按

- 1) 膀胱内圧検査
- 2) 排尿力検査
- 3) 尿路通過障害と腎機能検査

VI. 結 語

I. 緒 言

尿路通過障害をともなう疾患は泌尿器科領域におけるもっとも重要な分野をしめている。その原因は多岐にわたり、腎杯、腎盂、尿管、膀胱、尿道のいずれの部分においてもおこりうる。そ

のさいの病態についての判定は各種の方法でおこなわれているが、著者はそれを膀胱、尿道機能については膀胱内圧検査、排尿力検査で検討した。またそのさい、もっとも問題になる腎機能の変化、病態を泌尿器科の立場および、泌尿器科における慣用検査法により判定する方法について検討し、いささかの所見をえたので報告する。

II. 膀胱内圧検査

1) 検査対象

1967年1月より1970年3月まで本学泌尿器科教室の外来および入院患者のうち、(1) 正常対照、(2) 膀胱排尿障害をともなうものとして脳血管障害、系統的脊髓疾患、脊髓損傷患者、骨盤腔内手術後、糖尿病、尿失禁、下部尿路通過障害、脊椎破裂、(3) その他の膀胱排尿異常をともなうものとして夜尿症、膀胱炎、計102名を対象とした。

2) 検査方法

測定器は Lewis の Cystometer を使用した。被検者は碎石位の姿勢でネラトン10号ないし、バルーン・カテーテル Fr. 20 を膀胱内へ挿入し、恥骨上 60 cm の高さに、0.5% KM 液 500 ml 入りのイルリガートルをつるし、膀胱内に点滴注入した。点滴の速さは 20 ml/min の速さで滴下、測定器に接続し、逆行性連続注入法による膀胱内圧測定法とした。

著者はこれらの各疾患において膀胱内圧を測定検討したが、それ以外に膀胱の病態の検討、ならびに治療の参考として、膀胱支配神経に作用する自律神経薬がこれら各種の正常、異常膀胱の内圧におよぼす影響についても検査した。内圧曲線について開始直後の静止圧 (resting pressure), 最小尿意 (first desire to void, FDV), 最大尿意 (maximum desire to void, MDV) の3者を取りあげて検討材料とした。最高意識圧 (maximum voiding pressure, MVP) の測定に関しては、カテーテルを挿入し、閉塞した不自然の状

態のため、症例において内圧上昇が著明に低いものもあり、その意味づけをしうる正確な判定は困難であると考えて除外した。

3) 検査成績

a) 正常膀胱機能と思われる18例の内圧は Fig. 1 に示した。平均静止圧 9 mmHg よりはいじまり、非常に緩徐な上昇をとめないながら FDV 140 ml, MDV 265 ml となった。薬物負荷においては、ペサコリンでは Fig. 2 に示す点線のごとく、軽度の上昇、FDV の減少、MDV の減少をみるが非常にわずかであった。またブスコパン 20 mg 負荷時は Fig. 3 の点

線のごとく、FDV、膀胱容量のわずかな増加をみた。

b) 脳血管障害、脳血栓症、脳卒中 4 例のうち Fig. 4 のごとく 3 例は高緊張性膀胱をしめし、その 3 例はブスコパンで Fig. 5 の点線のごとく、正緊張性膀胱へ近づく pattern を示している。

c) 系統的脊髄疾患 6 例は Fig. 6 のごとく、高緊張性膀胱をしめし、ブスコパン負荷により、Fig. 7 の点線のごとく正緊張性膀胱へ 4 例とも移行している。

d) 腰椎損傷は Fig. 8 のごとく、11 例のうち 4 例に高緊張性膀胱、残りの 7 例は正緊張性膀胱を示した。高緊張性膀胱 3 例はブスコパン負荷により Fig. 9 の

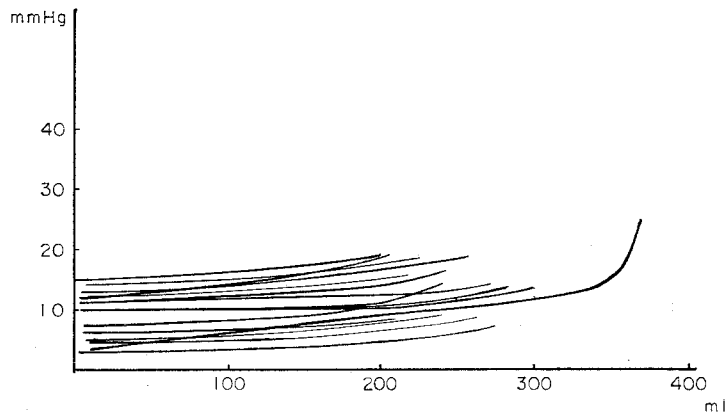


Fig. 1. 膀胱内圧曲線、対照

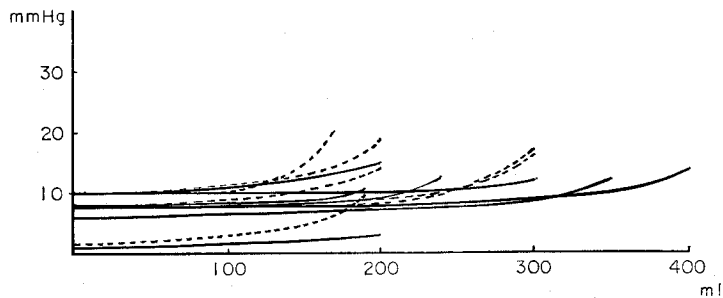


Fig. 2. 膀胱内圧曲線、対照 ペサコリン負荷

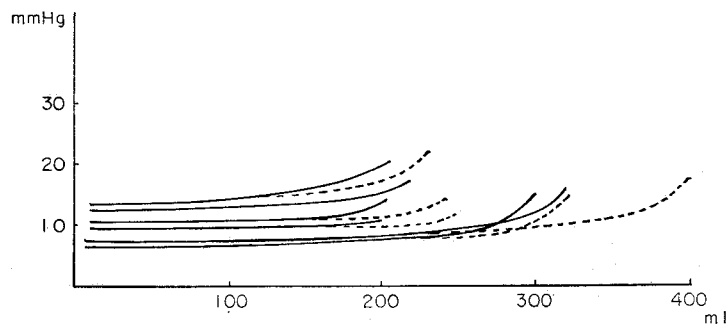


Fig. 3. 膀胱内圧曲線、対照 ブスコパン負荷

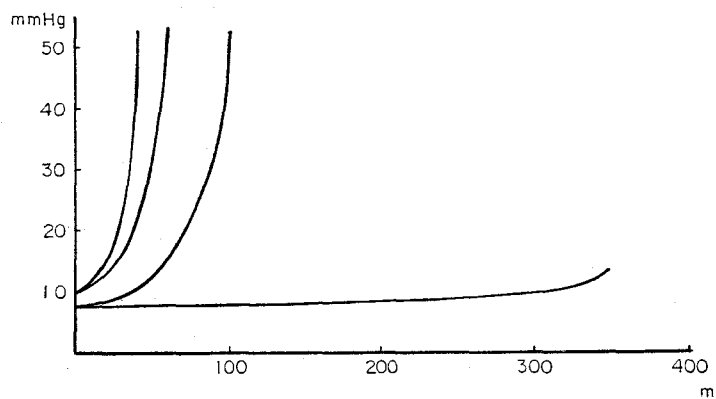


Fig. 4. 膀胱内圧曲線，脳血管障害

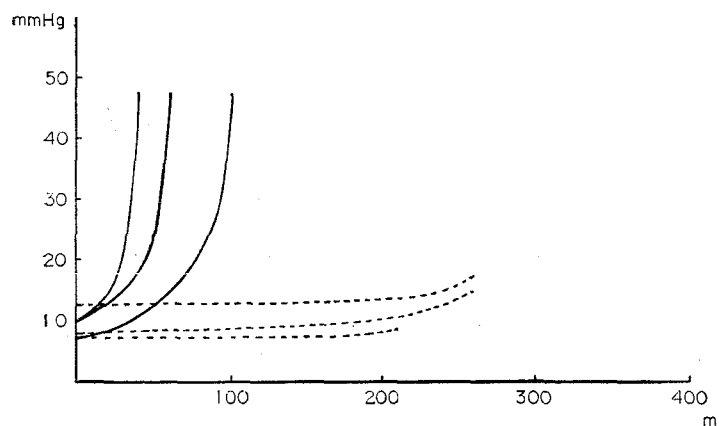


Fig. 5. 膀胱内圧曲線，脳血管障害プロスタグランジン負荷

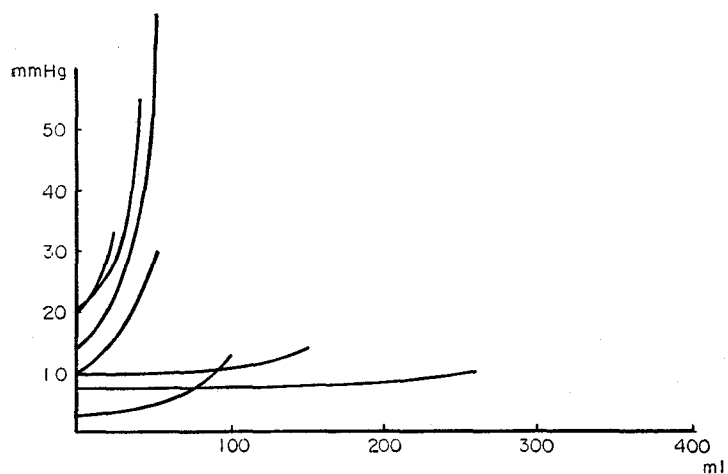


Fig. 6. 膀胱内圧曲線，系統的脊髄疾患

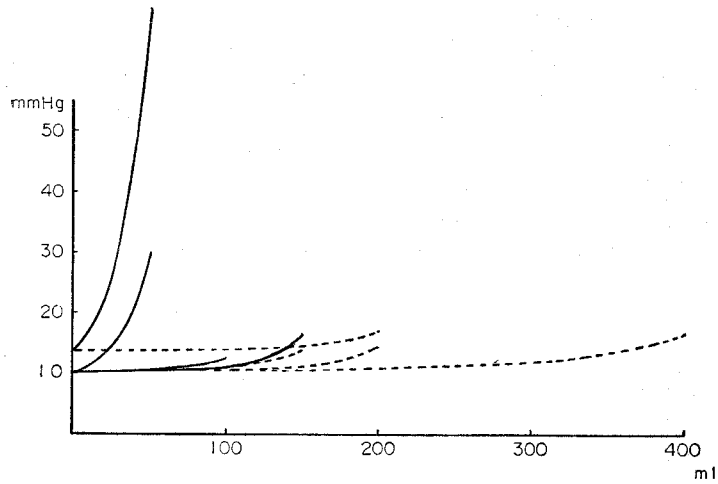


Fig. 7. 膀胱内圧曲線，系統的脊髓疾患ブスコパン負荷

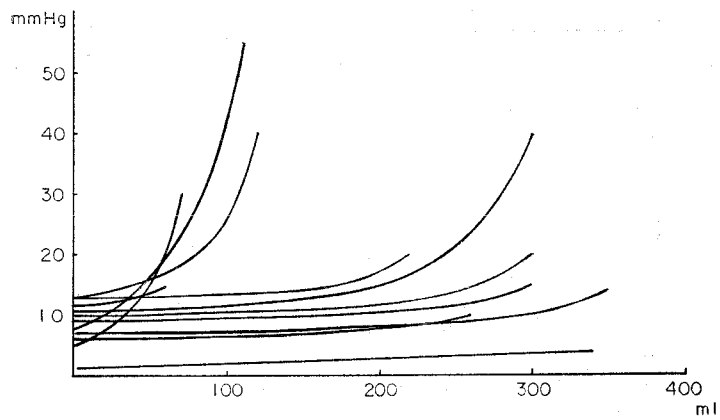


Fig. 8. 膀胱内圧曲線，腰椎損傷

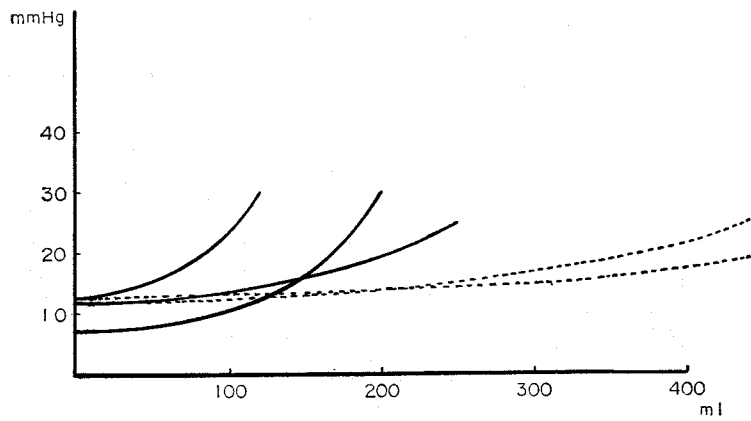


Fig. 9. 膀胱内圧曲線，腰椎損傷ブスコパン負荷

点線のごとく、正緊張ないし、低緊張膀胱への傾向をみた。正緊張、あるいは高緊張性膀胱にベサコリンを投与すると Fig. 10 の点線のごとく、著明に膀胱容量が減少(左遷型)し、高緊張型をしめす。コリンエステラーゼ阻害剤であるウブレチッド内服により、Fig. 11 の点線のごとく、ベサコリンと同様な左遷型になる。

e) 骨盤内手術後の膀胱排尿障害 8 例においては Fig. 12 のごとく、正常より右遷型をしめす。ベサコリン、ウブレチッド投与群では Fig. 13 の点線のごと

く、左遷型(高緊張型)に近づいている。

f) 糖尿病 6 例の成績は Fig. 14 にかかげた。2 例に高緊張性膀胱、4 例に正緊張性膀胱であり、糖尿病性膀胱は一般に低緊張型をしめすのが特徴といわれているが、その傾向をしめさなかった。ブスコパンを投与すると Fig. 15 の点線のごとく、3 例が右遷型に移行を示した。

g) 脊椎破裂をとまう神経因性膀胱で排尿障害を訴えた 4 例は Fig. 16 のごとく 2 例に高緊張性膀胱、

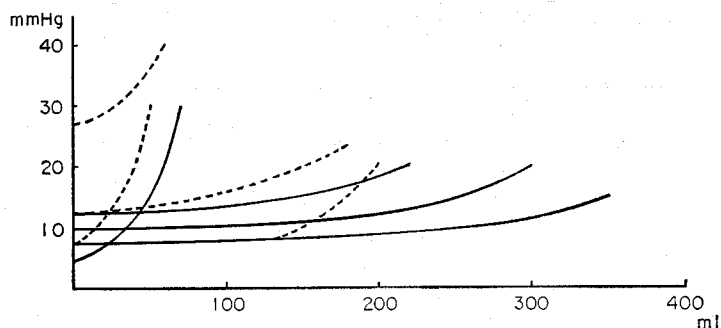


Fig. 10. 膀胱内圧曲線, 腰椎損傷ベサコリン負荷

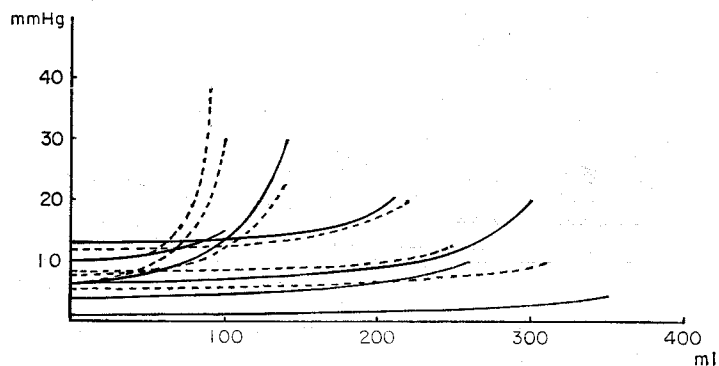


Fig. 11. 膀胱内圧曲線, 腰椎損傷ウブレチッド負荷

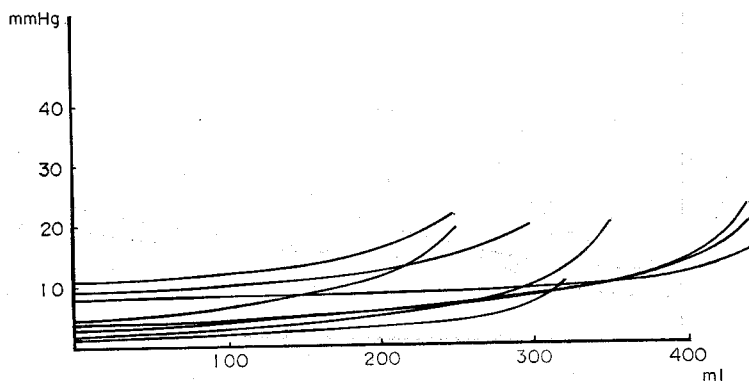


Fig. 12. 膀胱内圧曲線, 骨盤腔内手術後

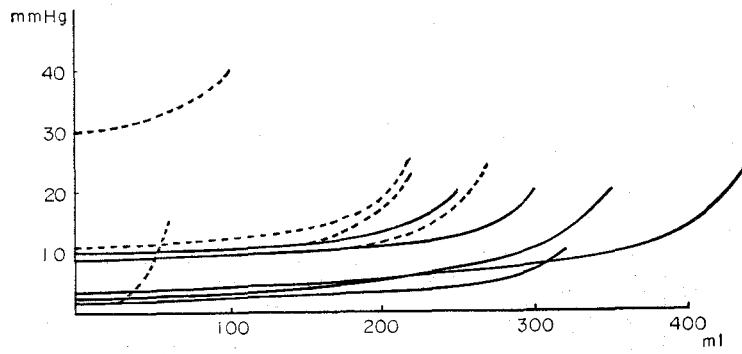


Fig. 13. 膀胱内圧曲線, 骨盤腔内手術後ベサコリン負荷

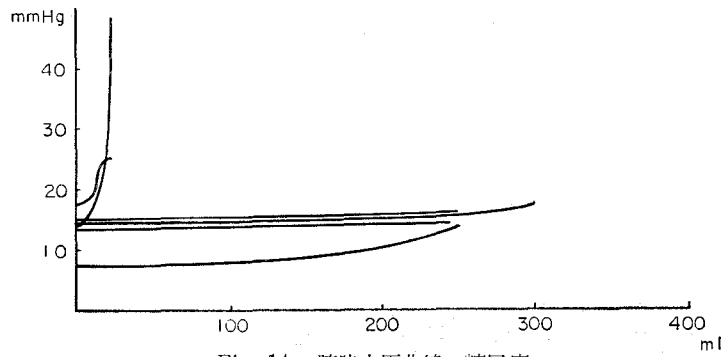


Fig. 14. 膀胱内圧曲線, 糖尿病

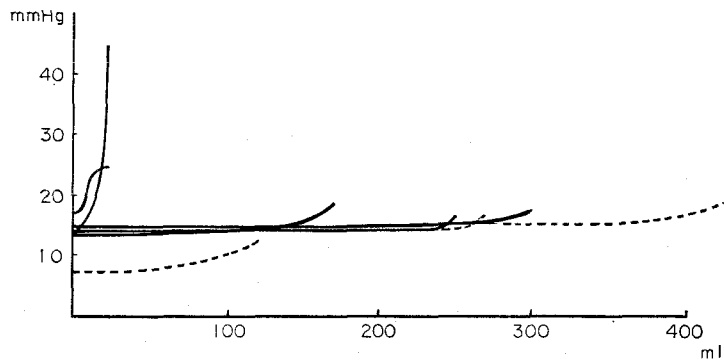


Fig. 15. 膀胱内圧曲線, 糖尿病ブスコパン負荷

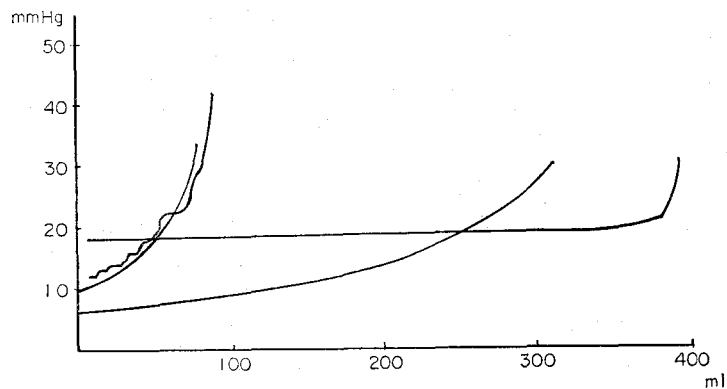


Fig. 16. 膀胱内圧曲線, 脊椎披裂

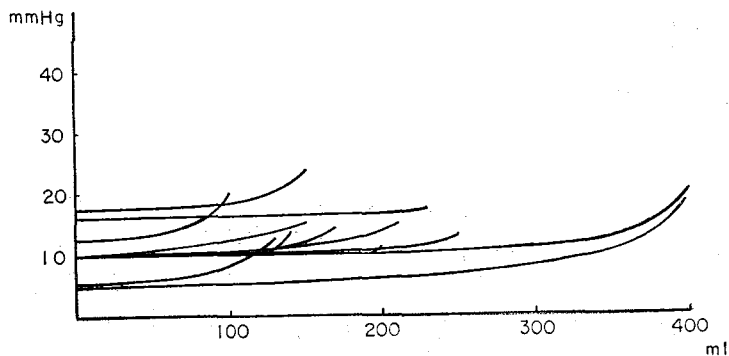


Fig. 17. 膀胱内圧曲線，下部尿路通過障害

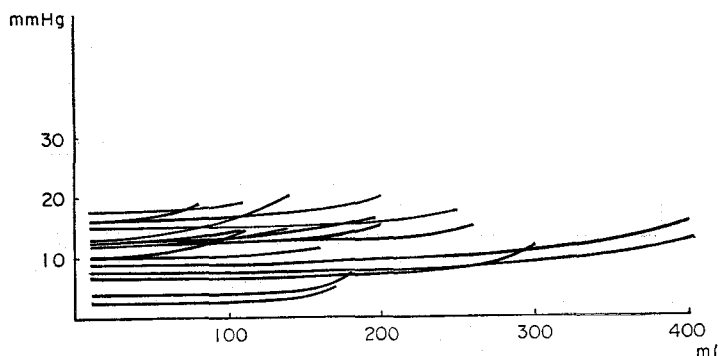


Fig. 18. 膀胱内圧曲線，膀胱炎

2例に正緊張性膀胱をしめす。

h) 尿失禁7例は神経障害をともしない軽度のものをいれたが、ブスコパン、ベサコリンの投与による変化はみなかった。

i) 下部尿路通過障害9例は前立腺肥大症、前立腺癌、膀胱頸部硬化症などを含むが、Fig. 17のごとく、軽度の高緊張をしめし、左遷型が多い。ブスコパンの影響はほとんどみず、ベサコリン投与の2例に内圧上昇をみた。

j) 夜尿症は5例であるが、3例は高緊張性膀胱、2例は正緊張性膀胱であり、ブスコパンの負荷により4例が右遷型への移行をしめすが、この所見は正常膀胱のものとはほとんど差異はない。

k) 膀胱炎14例は慢性的のものが大部分で排尿障害をともしないものだが、炎症の存在により Fig. 18のごとく、左遷型を示し、ブスコパン、ベサコリンの投与で著変をみなかった。

4) 小 括

a) 正常膀胱内圧曲線は平均静止圧 9 mmHg より非常に緩徐な上昇をともしないながら、平均 FDV 140 ml に達し、さらに平均 MDV 265 ml までつづく。

b) 神経因性膀胱の核上型である脳血管障害、系統的脊髄疾患は高緊張型。核および核下型である、脊損、骨盤腔内手術後の排尿障害では正緊張、ないし低緊張型をしめす傾向にあった。

c) コリン作働性薬剤（ベサコリン、ウブレテッド）、抗コリン作働性薬剤（ブスコパン）の負荷膀胱内圧測定では、正常膀胱はほとんど影響をうけないが、神経因性膀胱ではその影響が強くあらわれた。

d) 神経因性膀胱のうち、脊損、骨盤腔内手術などで低緊張型を示すものでは、コリン作働薬（ベサコリン）およびコリンエステラーゼ阻害剤（ウブレテッド）の負荷により高緊張型へ移行する傾向がみられた。これに対し、脳血管障害、系統的脊髄疾患、脊損、糖尿病などのうち、高緊張型をしめすものでは抗コリン作働薬（ブスコパン）の負荷により低緊張型への移行の傾向がみられた。

e) 閉塞性下部尿路通過障害である前立腺肥大症のほか尿失禁、夜尿症などにおいては無処置および負荷検査においても変化は認めなかった。

III. 排尿力検査

1) 検査目的と対象

下部尿路通過障害疾患におけるもっとも、著明な症状である排尿状態の異常（排尿困難）の観察のために、排尿力検査をおこなって各疾患の病態を検討する一方法とした。対象は前立腺肥大症34名、尿道狭窄8名、計42名である。正常対照者55例は正常者8名のほか、外来患者のうち、器質的障害もなく、排尿異常を訴えない42名である。

2) 検査方法

シリンダー式排尿力測定器（ミツミ科学産業株式会社製）を用いた。本器は60個のシリンダーを円形に配列し、これを1分間、1回転の定速回転をおこない、シリンダーの中に尿を導入し、排尿開始から終了までの、毎秒あたりの排尿量の変化を直接測定できる。測定方法は患者に尿意を感じるまで待機させ、尿意を訴えたときに排尿力測定をおこなった。被検者の羞恥心をさけるため隔離された部屋で施行した。1回の排尿量が100 ml 以上を測定の規準とし、排尿困難例では排尿量と残尿量の合計が100 ml 以上とした。各シリンダーの内容尿量をグラフに記載して曲線を描き、これを排尿力曲線として検討の資料とした。排尿力曲線の最も高い部を最高排尿比（maximum voiding rate, MVR）とし排尿量（voiding volume, VV）を排尿時間（voiding time, VT）で除した値を平均排尿比（average voiding rate, AVR）として算出した。

3) 検査成績

a) 正常者における排尿量と最高排尿比

正常者8名について、同一人の排尿量と最高排尿比をみたのが Fig. 19 である。尿量の増加とともに MVR の上昇傾向をみるが、尿量100~300 ml においてはだいたい10~20 ml/sec の間に集中している。

b) 排尿異常を訴えない者42名における検査

i) 排尿量、最高排尿比と平均排尿比

VV と MVR の関係をみたのが Fig. 20 であるが、VV 100~300 ml においては MVR は15~25 ml/sec の間に最も多く、全体の平均値は19.9 ml/sec もその中に含まれる。Fig. 21 は VV と AVR の関係を示しているが、VV 100~280 ml の間で AVR 7 ml/sec 以上のものが大多数である。

ii) 排尿時間と最高排尿比、平均排尿比および排尿量

Fig. 22 は VT と MVR の関係をしめしたが VT の減少とともに、MVR は上昇の関係を示す。Fig. 23 は VT と AVR の関係をしめしたが同様に VT の減少とともに AVR の増加をみる。Fig. 24 は VT と VV の関係をしめしたが、排尿量の増加とともに VT の多少の延長をみる例があるが、その数は少なく、排尿量が150~250 ml の間では排尿時間20秒を中心に分布している。

iii) 年令別排尿力測定

55例について、29才未満、30~49才、50才以上を分類し、MVR, AVR, VT の平均値を検討した（Table

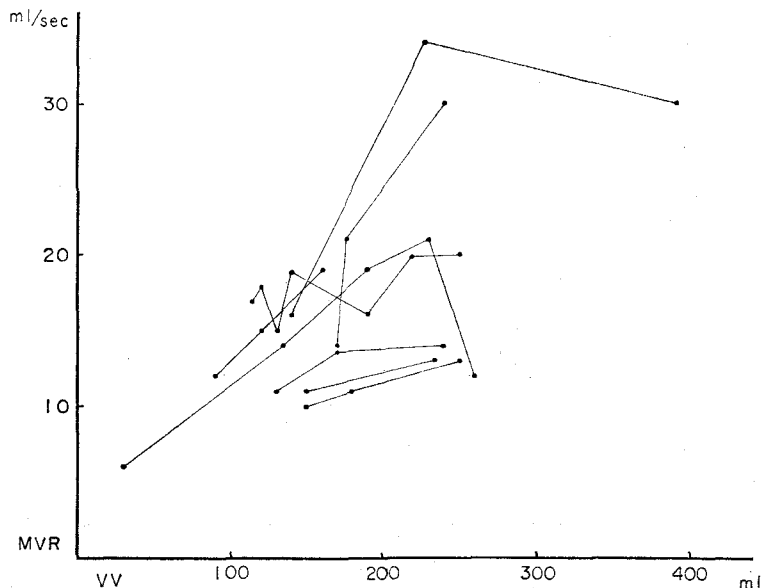


Fig. 19. 排尿力検査、正常者8例の排尿量の変化に伴う最高排尿比の変化

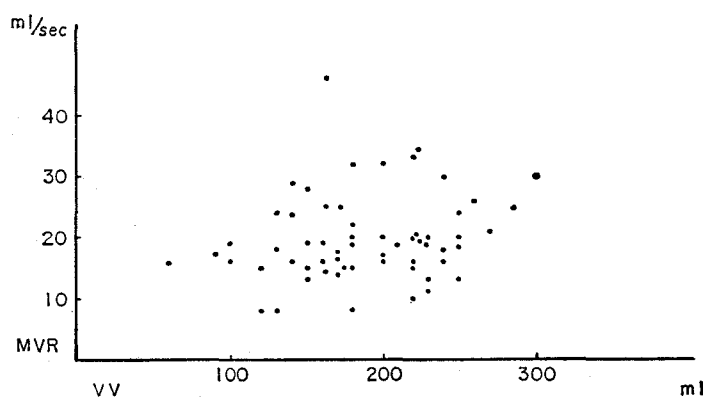


Fig. 20. 排尿力検査, 正常者排尿量と最高排尿比

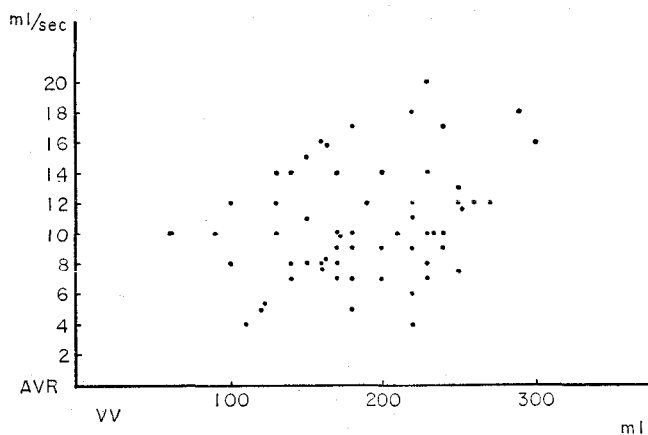


Fig. 21. 排尿力検査, 正常者排尿量と平均排尿比

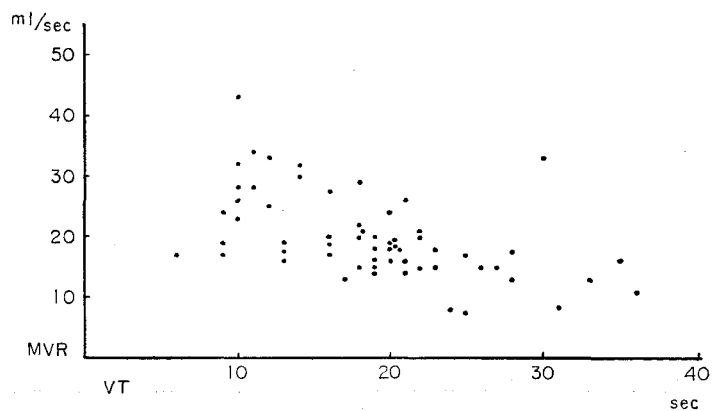


Fig. 22. 排尿力検査, 正常者最高排尿比と排尿時間

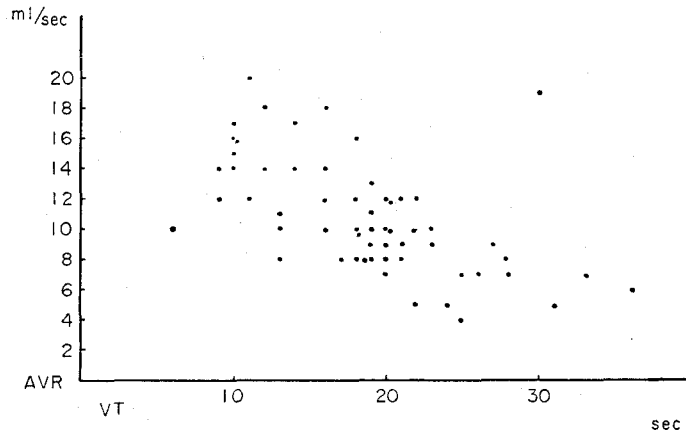


Fig. 23. 排尿力検査, 正常者平均排尿比と排尿時間

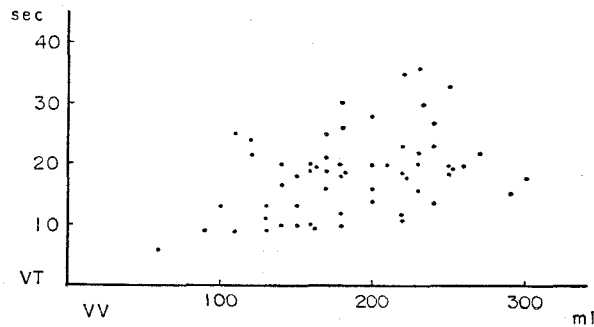


Fig. 24. 排尿力検査, 正常者排尿時間と排尿量

Table 1. 年齢別排尿力検査

年 令	MVR (ml/sec)	VT (sec)	AVR (ml/sec)	症例数
29才以下	22.8	16.5	12.7	22
30～49才	18.0	19.4	9.9	15
50才以上	17.8	22.4	9.5	18

1). MVR は29才未満において 22.8 ml/sec, 30～49才では 18.0 ml/sec, 50才以上では 17.8 ml/sec と年齢の

増加とともに減少をしめしている。VT についてみると, 29才未満では 16.5 sec, 30～49才 19.4 sec, 50才以上では 22.4 sec と年齢の増加とともに延長している。AVR については29才以下では 12.7 ml/sec, 30～49才では 9.9 ml/sec, 50才以上では 9.5 ml/sec と年齢の増加にしたがって減少している。これは生理的な排尿力低下と考えられる。

c) 排尿障害者における検査

前立腺肥大症34名の検査回数40回の成績は Fig. 25

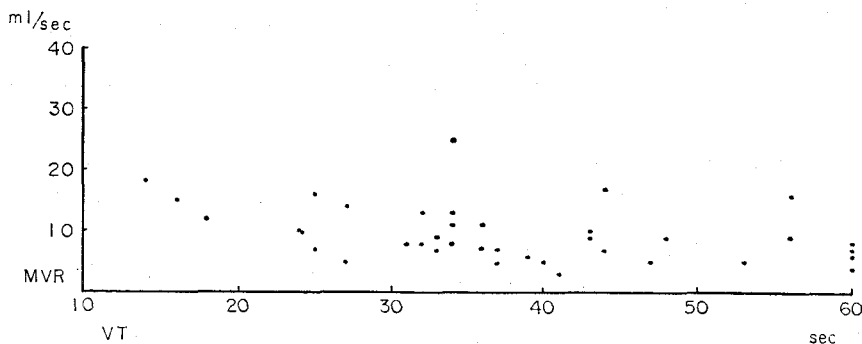


Fig. 25. 排尿力検査, 前立腺肥大症の最高排尿比と排尿時間

に示したが、その平均値は MVR 9.4 ml/sec, VT 37.6 sec, AVR 5.2 ml/sec となり、著明な MVR, AVR の低下, VT の延長がみられた。試用されている治療薬 SH 582 (gestonorone capronate) 投与後より改善した4名では MVR 16.2 ml/sec, VT 30.5 sec, AVR 7.3 ml/sec と軽度ないし中等度の改善をみている。また観血的手術による前立腺摘除術後5名の平均値は MVR 17.8 ml/sec, VT 17.8 sec, AVR 9.2 ml/sec と改善が著明である。尿道狭窄8名、検査回数13回の平均値は MVR 10.6 ml/sec, VT 25.0 sec, AVR 6.3 ml/sec であり、MVR の低下が著しい。尿道拡張後の3症例平均値は MVR 17.3 ml/sec, VT 20.3 sec, AVR 9.5 ml/sec と正常値に近づいている。この成績は排尿力検査が排尿困難の病態と治療による改善の判定資料として有力であることを物語る。

4) 小 括

a) 排尿力測定により排尿障害の程度を客観的に観察できる。

b) 排尿障害を自覚しない成人男子55名について排尿力測定を施行し、VV 100~300 ml において MVR 平均値は 19.9 ml/sec であり、VV 150~250 ml の間では VT は 20 sec を中心に分布している。また AVR は 7 ml/sec 以上が大多数である。この MVR 平均値, VT 標準値, AVR 下限値を下まわったり、上まわったりすれば排尿障害を考慮する必要がある。

c) 年齢別に排尿力を測定すると、年齢の増加にともない、MVR の減少, VT の延長, AVR の減少の傾向がみられた。これは生理的な排尿力低下と考えられる。

d) 前立腺肥大症34名の MVR 平均値は 9.4 ml/sec, VT 37.6 sec, AVR 5.2 ml/sec と著明な MVR の低下, VT の延長, AVR の低下がみられた。ホルモン療法あるいは前立腺摘除術により、排尿障害が改善されたものでは、三者の値の改善が著明であった。尿道狭窄患者3名においても MVR, VT, AVR に排尿困難の値があらわれ、尿道拡張後はその値が改善された。これらの成績は排尿力検査が排尿困難の病態と診療による改善の判定資料として有力であることを物語る。

IV. 尿路通過障害と腎機能検査

1) 検査目的と対象

上部あるいは下部尿路通過障害は必然的に腎機能障害を招来する。泌尿器科医が尿路通過障害に対処する目的は結局はこの腎機能障害の予防と排除である。したがって通過障害の存在する場合腎機能障害の程度お

よび進行の予想のための検査をする必要にせまられる。近年腎生理学の進歩にともない、腎各部の機能の定量的な分析が可能となっているが、泌尿器科において臨床的に実際応用しうる機能検査はおのずから限定されてくる。著者は日常臨床的におこなっている腎機能検査法を利用して、腎機能採点表 (Table 2) を作成し、上部尿路通過障害による、腎機能障害の程度、泌尿器科の治療による腎機能回復の程度について臨床的

Table 2. 腎機能障害程度の判定基準

Index 検査名	3	2	1	0
BUN	15~20	21~30	31~99	100以上
Crea- tinine	0.7~2.0	2.1~3.0	3.1~9.9	10以上
Fish- berg 濃 縮	1,022 以上	1,021~ 1,020	1,019~ 1,012	1,011 以下
PSP (15分 値)	25%以上	24~10	9~6	5以下
GFR	70~130	69~50	49~31	30以下
青排泄 (初発 時間)	5' 未満	5'~7' 未満	7'~10' 未満	10' 以上
IVP	5' で明瞭 な腎盂像	5' 不明瞭 15' で明 瞭な腎盂 像	15' でも不 明瞭である が造影剤の 排泄あり	15' でも 造影され ず
Reno- gram	Normal pattern	Delayed P. Obstruc- tive P.	Hypofunc- tional pattern	Nonfunc- tional pattern

採点法 $x/24 \times 100 = y$

Table 3. 上部尿路通過障害による高窒素血症症例

症例		年齢	性	原疾患	治療法	転帰
I	T.K.	23	♂	両側腎 尿管結石	尿管カテ ーテル法	治癒
II	K.M.	58	♀	残腎の 尿管結石	腹膜灌流 法, 尿管 切石術	治癒
III	K.E.	64	♂	両側腎 尿管結石	尿管カテ ーテル法, 尿 管切石術	治癒
IV	S.E.	62	♂	残腎の 腎結石	腹膜灌流 法, 腎盂 切石術	治癒
V	N.M.	21	♀	両側 腎結核	腹膜灌流 法, 腎瘻 術	軽快
VI	S.K.	18	♀	残腎結核	腎瘻術	軽快
VII	F.N.	47	♀	両側尿管 瘻閉塞	腎瘻術	軽快

にこの criteria を利用して検討を加えた。対象症例は Table 3 にしめす乏尿をともなう高窒素血症 7 例である。内訳は両側腎結核 2 例、腎尿管結石 4 例、尿管癒閉塞 1 例の計 7 例である。

2) 検討方法

腎疾患の腎機能障害度を総合的に判定する一つの試みとして、著者は Table 2 のごとく、腎機能を皮質、髓質機能にわけて考え、おのおのを主として表現できるような慣用検査法を採用した。その検査法は BUN, クレアチニン, クレアチニン・クリアランス (GFR), PSP, フィッシュバーグ濃縮試験, 分腎機能として青排泄, IVP, レノグラムの 8 項目である。その判定を正常, 軽度, 中等度, 高度障害の 4 段階に分類し, おのおのの値を 0~3 の index で表わし, 正常機能を 100 と仮定して採点をおこなった。以上のうち, 青排泄, IVP, レノグラム, などの分腎機能の index は 1 側腎が健全であれば腎としての代謝は維持されるという原則から機能のよい側を採用した。

3) 検討症例

症例 1: T. K., 23 才, 男子。

入院: 1970 年 4 月 27 日

診断: 両側腎尿管結石による乏尿。

病歴および入院後経過: 1970 年 1 月交通事故にあい, 左大腿骨骨折の整形外科の治療を受けていたが, 4 月 22 日より突然無尿になり, 4 月 27 日当科へ担送入院となった。単純写真にて, 両腎部および両側尿管にそい, 結石陰影をみとめた。入院時の BUN, creatinine および他の検査成績は Table 4 のごとくである。尿管カテーテル法により, 翌 28 日より利尿期にはいり, 3 日後 BUN は正常値へもどる。閉塞解除後 1 週間, および 5 週目の腎機能回復は本採点法で 83, 91, であった。1 週間目の各 index は Table 5~7 のごとくである。

症例 2: K. M., 58 才, 女子

入院: 1969 年 8 月 10 日

診断: 残腎の尿管結石による乏尿

Table 4. 入院時検査成績

症例	BUN	Crea- tinine	K	Na	Cl	B.P.	Hb
I	71	10.6	5.3	132	91	160/108	78
II	64	6.0	5.3	138	98	80/ 58	60
III	142	20.0	7.1	132	103	140/ 80	57
IV	256	18.6	7.0	138	87	140/ 70	57
V	97	12.4	5.9	130	93	148/ 88	43
VI	25	2.3	3.7	143	110	110/ 70	58
VII	70	4.6	5.2	140	116	190/100	30

Table 5. 腎機能回復状態

症例	回復率	尿量 (ml)	閉塞期間 (日)	BUN, Creatinine 正常化に要 する日数 (日)
I	83	3,410	5	4
II	81	1,149	3	10
III	66	2,324	7	21
IV	57	2,483	10	12
V	37	2,185	20	12
VI	33	2,330	不明	7
VII	12	2,430	210	90以上

Table 6. 総腎機能検査

症例	BUN	Crea- tinine	Ccr.	PSP	Fishberg
I	3	3	3	2	1
II	3	3	2	2	3
III	3	3	2	1	2
IV	3	3	1	2	2
V	2	3	1	0	1
VI	3	3	1	0	0
VII	1	1	0	0	0

Table 7. 分腎機能検査

症例	Blue Test		IVP		Renogram	
	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt
I	2	0	3	3	3	2
II	×	3	×	2	×	1.5
III	2	0	2	0		
IV	×	0	×	1		
V	1	0	0	0	1	0
VI	×	1	×	0	×	0
VII	×	0	×	0	×	0

病歴および入院後経過: 4 年前左腎結石のため腎摘除術を受けた。8 月 9 日より, 右側腹部痛, 発熱をともなった乏尿に気づく。単純線写真にて膀胱尿管移行部に結石陰影があった。入院時の BUN, creatinine などの検査成績は Table 4 のごとくである。入院当日のみ腹膜灌流を施行, 8 月 13 日尿管切石術をおこなった。BUN は術後 1 週間目に正常値に復し, その時点での腎機能は 81 であった。各 index は Table 5~7 に示す。

症例 3: K. E., 64 才, 男子。

入院: 1969 年 4 月 30 日

診断: 両側の腎尿管結石による無尿。

病歴および入院後経過: 1970 年 4 月 22 日より腹痛あ

り、その翌日より無尿となる。4月28日単純レ線写真で両側に結石陰影を指摘され、4月30日担送入院する。入院時のBUN, creatinine および他の検査成績はTable 4のごとくである。入院後尿管カテーテル法を施行、右尿管挿入後利尿著明となる。左尿管挿入はできなかった。全身状態の改善をまって5月8日左尿管切石術施行、利尿後3週目でBUNは正常値に下降し、IVPにて右はほぼ正常像をうるも、左は造影をみなかった。BUNが正常値になった時点での腎機能回復は66であった。各indexはTable 5~7に示す。

症例4：S. E., 61才, 男子。

入院：1967年12月31日

診断：残腎の腎結石による無尿。

病歴および入院後経過：7年前両側腎結石の診断で右腎摘除術をうけた。残腎結石は無症状のため放置していた。12月25日ごろより無尿となり、12月31日担送入院となる。入院時のBUN, creatinine および他の検査成績はTable 4のごとくである。入院翌日より腹膜灌流を開始、1月4日利尿期にはいり全身状態の改善をまって2月15日腎盂切石術を施行、術後経過良好であったが術後7日目より多量の吐血発作をくりかえし、出血性胃潰瘍の診断で3月13日胃切除術を施行し、4月18日退院する。退院時の腎機能回復は57であった。各indexはTable 5~7に示す。

症例5：N. M., 21才, 女子。

入院：1970年3月20日

診断：両側腎結核による乏尿。

病歴および入院後経過：1968年ごろより膀胱症状あり、診断不明のまま放置していた。1969年6月膀胱症状再発し、専門医にて腎結核の診断をうけた。それより抗結核剤の使用を開始した。当科初診時IVPにて右腎はかすかな腎杯像をみるも、左腎は造影をみなかった。1970年3月はじめごろより発熱、嘔吐、浮腫、意識障害をきたし、3月20日当科担送入院となる。入院時の検査成績はTable 4のごとくである。ただちに腹膜灌流を開始し1週間続け、一般状態の改善をまって3月30日右閉塞性水腎症を考え右腎瘻術を設置した。そのご利尿期に移行し、BUNは利尿開始後11日目で正常値となった。利尿開始後40日目ごろで腎機能は33であった。各indexはTable 5~7に示すごとくである。さらに40日後腎機能回復は37.5となった。腎機能は高度の障害であり、食餌制限、尿路感染の予防、貧血に対する輸血などの治療により1970年12月28日軽快退院した。

症例6：S. K., 18才, 女子。

入院：1970年7月23日

診断：残腎結核による高窒素血症

病歴および入院後の経過：1965年7月当科初診、右腎結核の診断で腎摘除術を施行した。術後1年半の抗結核剤の治療をおこない、聴力障害をきたし両側ともほとんど聞こえず、その後は受診せず放置していた。1970年6月悪心、嘔吐、発熱、頻尿をともなってきた。入院時BUN, 血清creatinineは軽度の上昇のみで電解質は正常であった(Table 4)。DIPにて左の著明な水腎をみる。8月27日腎瘻術を設置した。術前の腎機能は29、術後の腎機能は33であり、そのときの各indexはTable 5~7に示す。術後経過よく、発熱、貧血もみず11月25日退院した。

症例7：F. N., 47才, 女子。

入院：1970年12月28日

診断：両側尿管瘻閉塞による高窒素血症。

病歴および入院後の経過：1966年1月子宮癌の診断で広汎性子宮全摘除術と同時に両側尿管皮膚瘻術を造設した。右尿管瘻は術後より狭窄をきたし、しだいにネラトン挿入ができなくなった。また左尿管瘻も1970年5月ごろより狭窄をきたし、ネラトン挿入困難となった。1970年10月ごろより、呼吸困難、むくみなどに気づいてきた。入院後貧血、収縮期高血圧、低蛋白血症もあった。入院時の諸検査成績はTable 4のごとくである。1970年1月28日左腎瘻を設置し、しだいに尿量は増加するも高窒素血症、高K血症は改善をみなかった。腎機能検査は術後1カ月目に12であり、各indexはTable 5~7に示すごとくである。

4) 小 括

i) 症例7例の年齢は各年代に分布するが尿管結石が4例、両側腎結核の末期2例、両側尿管瘻閉塞1例である。

ii) 入院時検査成績はTable 4に示すごとく、窒素代謝産物であるBUN, 血清creatinineの上昇、高K血症、水の過剰による低Na血症を一部にみている。また一部の症例では低Cl性酸血症をみる。血圧は乏尿期間中hypervolemiaによる高血圧、慢性腎不全に移行した症例では高血圧をしめしていた。高窒素血症時におけるHbは一般に低い。

iii) 著者の試案(Table 2)による腎機能回復率とa)閉塞期間、b)利尿後のBUN, creatinineの正常化に要する日数と、c)利尿期後の尿量との関係を検討したのがTable 5である。その結果はとくにa, b, が短いほど回復率は高く、cとは直接の関係はみなかった。また回復率はCcrとよく平行した。

iv) 著者の採用した総腎機能検査法のうち、BUN,

creatinine, Ccr (GFR) を主として腎皮質機能検査と考へ、PSP, Fishberg 試験を主として腎髄質機能検査と考へて腎不全回復期の障害腎の皮質、髄質各部の障害態度を検討したが、その障害態度は複雑であった。

v) 分腎機能検査である青排泄、IVP, レノグラムも皮質、髄質の一方的検査法といえないためその障害態度は複雑であったが、腎機能障害を判定する参考になりうる。

vi) 泌尿器科で慣用する総腎機能検査法と分腎機能検査法を組み合わせる腎機能障害度を点数 (index) で表現した著者の試みは、腎不全改善時に残存する腎機能障害の程度を判定するのにある程度有用であると思われる。

V. 総括ならびに考按

1) 膀胱内圧検査

膀胱機能検査の一つである膀胱内圧測定法は膀胱利尿筋の状態を比較的簡単に表現でき、こんにち臨床的に広くおこなわれている。その歴史は Mosso and Pellacani (1822)¹⁾ にはじまり、膀胱内圧は排尿力開始時比較的急に上昇し、頂点に達したのちだんだん下降してくることを報告している。Rehfish (1897)²⁾, Schwartz (1920)³⁾ らもこのことをたしかめ、排尿開始前すでに内圧が上昇していることを追加している。Rose (1927)⁴⁾ は膀胱内圧計を考案し、膀胱内圧と同時に腹圧を測定している。Denny-Brown and Robertson (1933)⁵⁾ らはさらに改良し、膀胱内圧、尿道内圧、直腸圧、腹圧を同時に測定し、排尿は会陰部の弛緩にはじまり、利尿筋の収縮、さいごに平滑筋、横紋筋の弛緩となっておこり、腹圧は排尿開始、中断する場合に必要としないものであることを述べ、排尿開始時内圧は 18~43 cmH₂O であり、容量が小さいときはそれより高くなっていくことを報告している。Lewis (1940)⁶⁾ は新しい型の自動記録装置を開発し、測定法が容易になってきた。膀胱内圧測定法には種々の方法があり、その成績の解釈についても問題点が少なくない。本邦において、一般におこなわれてきた膀胱内圧測定法は逆行性に段階的に水を膀胱内へ注入し、水銀柱で圧を読み、これを折線グラフとして表わすというかなり非生理的な方法であり、とくに神経因性膀胱においては注水刺激により、異常な反応性圧変動がおこりやすく、これでえられる膀胱容量や内圧曲線は自然のそれとは著しく異なることが多いといわれている。

a) 正常膀胱内圧測定について

Muschat (1937)⁷⁾ は逆行性段階注入法にて水銀柱で圧を読み、折線グラフで表わし、つぎのごとき所見を観察している。まず最小尿意 (FDV) は 150~250

ml で内圧曲線はしだいに上昇し、最大意識圧 (MVP) は 60~80 mmHg としている。Leadbetter (1964)⁸⁾ は Lewis 型内圧計を用いて、逆行性連続注入法をおこなう膀胱充満感 (sensation of fullness, SF) 100~450 ml であり、最大尿意 (MDV) は 350~450 ml、静止圧 (RP) はほとんど一定であるとしている。

本邦においては中島 (1960)⁹⁾ は電気的圧連続記録装置を用いて排泄性膀胱内圧測定法を試み、内圧の上昇はきわめて徐々にあり、最小尿意とともに小さな山がでるが、それ以外は平坦であって、最大尿意時も内圧は 10 cmH₂O であり、MVP は約 75 cmH₂O に達したと報告している。池上 (1968)¹⁰⁾ は 50ml/min 段階注入法により Lewis 型内圧測定器を用いて測定し、2~6 mmHg の初期上昇後ならかに軽度上昇をしめす。成人では FDV 100~250 ml 平均 178.1 ml, MDV 300~550 ml 平均 375.0 ml, 内圧は 6~17 mmHg 平均 11.7 mmHg, MVP 34~68 mmHg 平均 42.8 mmHg としている。また池上はつづいて逆行性段階注入法 (50 ml/min), 逆行性連続注入法 (10 ml/min), 排泄性内圧測定法を比較し、逆行性段階注入法がもっとも高い内圧をしめす傾向が認められ、高緊張型膀胱ではその差が著しいことを報告している。著者の施行した逆行性連続注入法においても諸家の報告とほぼ一致して、静止圧 9 mmHg よりはずまり、緩徐な上昇をえがきながら、FDV 140 ml, MDV 265 ml をしめした。MVP の測定はカテーテルを挿入し、閉塞した状態での不自然な排尿時の圧であるため、症例においては内圧上昇が著明に低いものもあり、その意味づけをなすうる正確な値を与えることが困難であったので検討材料からこれを除外した。

b) 各疾患の膀胱内圧測定および薬物負荷内圧測定について

膀胱内圧曲線は膀胱支配神経の機能的特性を一元的に表現するものとはいえず、むしろ神経因性膀胱においては在来神経の脱落にもとづいて惹起される支配機構の歪み、および膀胱壁の各種の機能的または構造的異常の総合的な状態を反映していると考えねばならぬと千葉 (1967)¹¹⁾ は述べその解析について報告している。著者の観察した神経因性膀胱では核上型は高緊張型に、核ないし核下型は低緊張型をしめす傾向にあった。この成績は諸家の報告とほぼ一致している。ただ糖尿病にみられる排尿障害は diabetic bladder とよばれ、脊髄後根を中心とする知覚枝の障害によるとされ、内圧曲線は低緊張型、尿意の右遷化、容量の増加を示すといわれているが、著者の観察した 2 例は高緊張型を呈した。そのほか夜尿症、尿失禁、膀胱炎などにおいては高緊張型、左遷化をしめす傾向にあった。

膀胱機能は利尿筋および尿道括約筋のほか、骨盤底や腹壁諸筋の複雑な協調によっていとなまれており、これはさらに複雑な神経機構によって支配されている。膀胱機能を支配するおもな神経は下腹神経、骨盤神経、陰部神経であり、ことに後2者が大きな役割をはたしていると考えられ、これらは仙髄に存在する下位膀胱中枢との間に反射弓を形成するというのが定説となっている。Laszlo (1961)¹²⁾ は骨盤神経—膀胱標本を使って、排尿にはコリン作働薬が重要な影響を及ぼすことを述べている。向神経薬として現在膀胱機能障害に使用されている薬剤はコリン作働性薬剤および抗コリン作働性薬剤である。それらの膀胱内圧に与える影響および臨床的応用については諸家の報告がある。

コリン作働性薬剤については Lee (1949)¹³⁾ はベサコリン 5 mg を正常膀胱、慢性低緊張膀胱、術後の尿閉に使用し、FDV, MVP, RP の改善を述べ、その投与方法について詳細な報告をしている。Francis (1948)¹⁴⁾ は carbachol, mecholyl は神経筋接合部でアセチルコリンを遊離し、利尿筋へ直接作用し、収縮をおこす作用機序をのべ、本剤の効果は内圧の増加容量の減少にあるとし、知覚には影響を与えず、利尿筋緊張をますため、膀胱頸部に通過障害のない尿閉に排尿促進剤として使用できることを述べている。Lapides ら(1958)¹⁵⁾ はベサコリンの投与量について 10 mg (筋注) 50 mg (経口)、投与方法を tabetic bladder, 多発性硬化症、産後の膀胱アトニーに使用し、排尿障害の改善を報告している。支配神経に異常のある膀胱は異常のない膀胱と比較して、コリン作働薬に非常に強く影響をうけ、高度の内圧上昇をきたす、とくに排尿反射弓に強い障害がある場合は顕著となる。このことは支配神経が切断されるとその末梢である膀胱平滑筋がコリン作働薬に対して非常に過敏に反応するといわれている。Cannon ら (1939)¹⁶⁾ は law of denervation と名づけ、すべての臓器の支配神経切断により、その臓器が過敏になることを報告している。Lapides ら(1962)¹⁷⁾ は運動神経のみならず知覚神経の障害においてもコリン作働薬に対して過敏になることに注目し、神経因性膀胱の診断に stretch response test として報告している。その方法は1秒間に 1 ml のわりの温水を注入し、100 ml に達したとき膀胱内圧を測定する。ベサコリン 2.5 mg 注射後10分、20分、30分にくり返し測定するのであるが、正常人では注射前との圧差が 15 cmH₂O をこえないが、各種の神経因性膀胱では 40～60 cmH₂O にも達する。また Lapides らは知覚神経および運動神経の遮断剤を用いて知覚枝障害は神経節のほうがベサコリンに過敏になり、運動神経の場合神経筋接合部において過敏になるといっている。本邦にお

いても宮崎 (1963)¹⁸⁾、宮本 (1964)¹⁹⁾ らのベサコリンの膀胱内圧に対する影響についての報告がある。

著者の成績ではベサコリン負荷は正常膀胱にたいしては軽度の内圧上昇、FDV の減少、MDV の減少をみるが非常にわずかであった。これに反し、神経因性膀胱のうち、脊損、骨盤腔内手術後などで低緊張型をしめすものでは高緊張型へ移行する傾向がみられた。

コリンエステラーゼ阻害剤であるウブレチッドの作用機序はつぎのごとく考えられている。副交感神経、運動神経の刺激伝達物質のアセチルコリンはコリンエステラーゼによって分解されるが、ウブレチッドはこのコリンエステラーゼと可逆的に結合し、その作用を阻害し、アセチルコリンを蓄積させ、作用をまし、かつ持続せしめるといわれる²⁰⁾。尿路系では尿管、膀胱のトーンスの維持、排尿力の増大、膀胱外括約筋の緊張効果があり、臨床的に各種の排尿障害に使用されている。著者の成績では神経因性膀胱のうち脊損、骨盤腔内手術後などの低緊張型をしめすものに負荷して、ベサコリンと同様に高緊張型膀胱への移行の傾向をみた。すなわち膀胱容量の増大、膀胱内圧の亢進による左遷化の傾向所見であった。ベサコリンとウブレチッドの効果は非常に類似していた。著者は別に神経因性膀胱にウブレチッドを使用し、おもに尿失禁の改善について観察を試み報告したが、その結果は尿失禁の型には二つあり、残尿が多く、そのため有効容量が小さい場合におこる溢流性尿失禁と、瘻れん性あるいは過緊張による急迫性尿失禁とがあり、前者型には改善をみる症例があった。

抗コリン作働性薬剤については Lapides ら(1953)²¹⁾ は神経因性膀胱の無抑制膀胱に対しては、神経節遮断剤の banthine は有効であり、尿意頻度の減少、排尿痛、不随意的利尿筋収縮、尿失禁の消失を報告している。Nesbit ら (1947)²²⁾ は TEAB (tetraethyl ammonium) は正常膀胱に対しては膀胱内充満に対する適応、知覚に影響をあたえないが、排尿反射の消失をみている。また一次ノイロン障害による無抑制膀胱、反射性膀胱に対しては容量の増大、不随意排尿反射、排尿反射の消失を報告し、脊髓弓反射の運動神経ブロックによるものと説明している。Lapides ら (1958)¹⁵⁾ は atropine, banthine は不随意排尿反射の抑制、消失をみるが、利尿筋基礎圧への影響はない。正常膀胱に banthine 50 mg 静注すれば尿意の鈍化、排尿開始の遅延、残尿感などをともなうことを報告している。Peter (1968)²³⁾ は flavoxate hydrochloride, pro-banthine を投与し、二剤とも正常膀胱、および神経因性膀胱に対して容量の増大、静止圧の低下を観察している。本邦において宮崎ら (1963)²⁴⁾ はブスコパンの内

圧曲線への影響を観察し、正常膀胱に対して全く影響をあたえない量のブスコパンで神経因性膀胱では影響をおよぼすことについて述べ、神経因性膀胱の逆行性連続内圧測定にブスコパンを利用することにより、逆行性内圧測定法の欠点を補いうることを述べている。

著者の成績ではブスコパン負荷は正常膀胱に対してはFDV、膀胱容量のわずかな増加をみたにすぎなかった。これに反し、神経因性膀胱のうち脳血管障害、系統的脊髄疾患、脊損、糖尿病などのうち高緊張型をしめすものでは低緊張型への移行の傾向がみられた。

2) 排尿力検査

排尿力検査についての歴史はHowship (1816)²⁵⁾が尿道狭窄、前立腺肥大症患者において尿線の細小化を指摘したことにはじまり、Ballengerら(1932)²⁶⁾は尿線距離を測定することにより、その前立腺肥大症の程度をきめ、手術の適応について述べている。

重松(1940)²⁷⁾は放尿曲線について、細隙液量計および水圧力計をもって健康人、膀胱腫瘍、前立腺肥大症、尿道狭窄症例に施行し、その描画曲線の相違、ブジー拡張後の変化について述べているが、この方法によれば尿量、排尿時間についての解析は非常に困難であることを報告している。Drake(1948)²⁸⁾は半月形のプラスチックよりできた受容器に排尿された尿が連続的に流れ、MVRのわかる簡単な装置を用いて、尿道狭窄、前立腺肥大症、無緊張性膀胱はそれぞれ特徴的な排尿曲線を示し、排尿力テストが下部尿路通過障害の早期診断に有用であると述べている。Johanson(1953)²⁹⁾は一定受容器に満たす時間をもって排尿力検査をなしている。Von Garrelts(1957)³⁰⁾は円筒形の受容器に集めて、尿の重力の変化に応じて電氣的に記録する方法を発表している。Kaufman(1957)³¹⁾はDrake(1954)³²⁾の排尿力計を改善し、排尿開始より終了までを自動的に記録し、持運びのできる、実際的なものとして以来、排尿力検査は一般的におこなわれるようになった。

著者はシリンダー式尿波計を用いて、正常者、前立腺疾患、尿道狭窄について測定をおこなった。本法は患者に苦痛をあたえることなく、自然の状態で排尿がおこなわれるため、その利用価値は非常に高い。木村(1968)³³⁾はKaufman型の尿波計を用いて有効排尿量は200 ml以上であり、MVR 18 ml/secを正常値の基準としている。西村(1969)³⁴⁾はMVR 16.4 ml/secを正常男子の平均値としている。Drake(1948)²⁸⁾は自分の作った装置を用いて、正常男子200 ml排尿量以上のMVRは20 ml/sec、Kaufman(1957)³¹⁾は成人男女ではMVR 20~44 ml/secであり、有効排尿量

150 ml以上の必要性を述べ、さらに4~13才の子供についても検討をおこない、MVRは13~26 ml/secであったと報告している。Peter and Drake(1958)³⁵⁾は正常男子、および女子、妊婦について、尿波測定を施行し、そのいずれのグループにおいてもMVR 20 ml/secが最低の限界としている。

著者は排尿障害を訴えない男子55例について検討した。その結果は尿量の増加とともに多少のMVR増加の傾向をみるが、尿量は100~300 mlの間においてはMVRに著明な変化をみないため、いちおう有効排尿量を100 ml以上とした。またMVR平均値は正常男子19.9 ml/secであった。またMVRに平行するAVRは7 ml/secが下限であり、VTは標準値20 secであった。

正常人年齢差によるMVRの変化について後藤(1962)³⁶⁾は20~29才、29.8 ml/sec、30~39才、30.1 ml/sec、40~49才、27.1 ml/sec、50~59才、14.6 ml/sec、50才以上では15 ml/sec以下に低下していると述べた。木村(1968)³³⁾は30才以下、24.8 ml/sec、31~50才、27.3 ml/sec、51~70才、20.3 ml/sec、50才以上でも20 ml/secとかなり高いMVRを示している。著者の成績ではMVRは29才未満、22.8 ml/sec、30~49才、18.0 ml/sec、50才以上17.8 ml/secであった。また、これと平行してVTの延長、AVRの低下がみられた。これは生理的排尿力低下と考えられる。

以上の従来報告および著者の成績を総合すれば、排尿の検査に必要な有効排尿量は100~300 ml、MVR 20 ml/sec、VT 20 sec、AVR 7 ml/sec以上が標準となると思われる。しかし一般に年齢の増加にともない、生理的排尿力低下の傾向があることは考慮すべきことであろう。前立腺肥大症についての排尿力検査を観察すると、西村(1969)³⁴⁾は30例を検討しMVR 5.9 ml/secであり、外科的手術後は18.9 ml/secまで改善し、同時に尿道抵抗、膀胱内圧の減少も観察している。木村(1968)³³⁾は15例の術前、術後のMVRを比較し、5.7 ml/secより22.6 ml/secまで改善したことを報告している。著者は保存的治療(gestonorone capronate)の治療症例15例中4例に自覚症状の改善をみ、その4例のMVRは9.8 ml/secより16.2 ml/secとなり、観血的治療をした5例は術前ほとんど自然排尿なく、留置カテーテルを使用していたのがMVR 17.8 ml/secと正常値に近づいているのを観察した。尿道狭窄についての尿道拡張前後の比較では、著者は3例について21回施行し、拡張前MVR 12.3 ml/secより拡張後はMVR 17.3 ml/secとなり、その排尿状態の改善をしりうる。

以上のごとく排尿力検査は簡単な尿波計装置によ

り、排尿障害の程度を容易にしりうる方法といえる。しかし排尿状態は腹圧のかけ方、精神的要因、カテテル挿入の刺激、膀胱容量などにより影響をうけやすいことも事実である。本検査法は泌尿器科的診断、検査手技の一方法として評価されるべきであろう。

3) 尿路通過障害と腎機能検査

著者の採用した腎機能検査の意義および問題点について述べる。まず BUN は GFR 30 ml/min 以下になると上昇しはじめるといわれている。GFR の指標としては鈍感ながらそれだけに予後判定上重大な価値を有する。しかしながら脱水、心不全、感染、広範な火傷、食餌など腎外性因子の影響をうけやすく、中等度の上昇はこれらの腎外性因子によっても招来されうる。尿素は糸球体限外濾過後尿細管で再吸収され、髄質濃度勾配の主要な構成成分をなす。またクレアチンは蛋白異化の典型的な終末産物であり、化学的にはクレアチンの脱水物である。腎機能が低下したとき、血清クレアチニンが増量し、予後判定上最も参考となりうるが、NPN, BUN の増量と必ずしも平行しない場合がある。それで血清クレアチニン濃度が高ければ BUN よりもより正確に prerenal あるいは postrenal azotemia の診断を下しうる^{37,38)}。クレアチンの排泄は尿素よりも一定を保ち、血中濃度も体外性因子に影響されないで、BUN のような変動は少ない。人によっては尿毒症症状は BUN よりクレアチニンのほうがよく関連していると述べている。

希釈、濃縮力試験は遠位尿細管機能をきわめて簡単に反映する検査法として、古くから採用されてきた。こんにちこの作用は Henle 脚、遠位尿細管、集合管の腎 counter current 系における役割が認識され、尿の濃縮、希釈過程はここにおいておこなわれていることがわかり、髄質機能としての尿濃縮、希釈試験が注目されるようになった。また従来比重の測定によりおこなわれていた尿濃縮力試験も osmometer の出現により、より容易にしかも正確に施行しうるようになった。尿濃縮力は生理的にも個体差、年齢などによりかなり差異があり、他の腎機能が全く正常で、組織学的にもなんらの変化を認めえない正常人でも、標準最大濃縮限界をえられないもののがかなりある³⁹⁾。尿最大濃縮限界は GFR の減少とともに低下する^{40,41)}。GFR が正常値より軽度減少しても、尿量が減する場合最大濃縮力は増加しうる。GFR が高度に低下すると、末梢尿細管や集合管の循環障害や構造上の変化がおり、counter current 系の機構が障害されるが、末梢尿細管および集合管の ADH に対する反応性が低下するか、または残存ネフロンへの浸透圧利尿が起こることなどのため、尿濃縮力低下が惹起される。尿浸透圧は

BUN の初期の上昇に対し、きわめて鋭敏に反応し、濃縮試験の結果から腎機能障害の全体的な像をある程度推測可能である⁴²⁾。Bricker ら (1959)⁴³⁾ によると GFR が 25 ml/min 以下で最大濃縮力も希釈力ともに低下しはじめ、GFR 5 ml/min 以下ではほとんど濃縮、希釈ともにできなくなり等張尿となる。したがって、Fishberg 濃縮試験は高度の腎機能障害の場合その変動を反映できなくなるが、初期の腎疾患の機能検査法としてはとくに有意義である。

Rowntree and Geraphty により創案された PSP 排泄試験は現在広く臨床領域に応用されているが PSP は血漿中で約 80% がアルブミンと結合するのでその排泄は 6% が糸球体から、94% が近位尿細管からおこなわれている。それゆえ本法は腎血漿流量、および近位尿細管機能を表わす。PSP 15 分値排泄量は RPF を変数とする指数関数で表わされる⁴⁴⁾。重症の腎障害例では腎機能低下がはなはだしく PSP 排泄値は尿量に比例するようになり、利尿によって排泄量も増加するという誤差の可能性もあるが、このときは 30 分、60 分、120 分値を測定し比較する必要がある。著者は 15 分値のみにより検討を加えたので、腎障害の強い例、尿路死腔をもつ場合においては不十分だと思われる。以上のごとく PSP 排泄試験 15 分値は腎性ならびに腎外性因子（心不全、末梢循環不全、その他）に基因する腎血漿流量を鋭敏に反映し、ついで近位尿細管排泄機能もよく表現するが、30 分値および 1、2 時間値は尿路死腔に基づく誤差を僅少にする利点を有するゆえ、これら排泄値を総合して考察すれば尿路異常の診断に有力な根拠を与えるものと考えられる⁴⁵⁾。クレアチニンクリアランスによる GFR の測定は inulin, mannitol などの polysaccharide を用いる方法に比べ、その簡便さが、日常検査にとりいれられ本邦では広く使用されている。注意すべき問題点は二つあり、第一はクレアチニンの測定法、第二は尿細管からの排泄の問題があり inulin その他のクリアランスに比して精度はやや落ちるけれども臨床的目的にはじゅうぶんである。なおクレアチニン・クリアランスは 24 時間法と短時間法の両方がおこなわれているが著者は後者を用いた。

分腎機能検査である青排泄試験は 1% インジゴカルミン水溶液 5 ml 静注後、左右尿管口よりの色素排泄の開始時間と色素濃度をみる方法で健康腎では通常 3 分前後でうすく排泄がおり、4~5 分までに濃青色となる。色素の排泄開始時間は糸球体と尿細管より排泄され、腎盂、尿管を通過する時間であり、尿量の少ない場合上部尿路腔の大きい場合は排泄開始時間が遅延する。色素の濃度は腎からの排泄量と尿量および尿路腔の大きさで決まり腎障害、尿量増加、あるいは

上部尿路腔の大きい場合は濃くならない。臨床的には色素排泄時間を7分前後にとめるため、健康腎でも抗利尿時には排泄をみないことがあり、高度の利尿時には濃青しない。著者は濃青に要する時間でgradingしたが、抗利尿状態という条件を定めずおこなった。

排泄性腎盂造影(IVP)は造影剤の静注投与により、腎盂尿管を造影して形態的变化のほか、左右腎機能をおおざっぱに推定することは日常おこなわれている。造影剤の改良により、また多量の造影剤注射により腎機能がかなり低下してもよい像がえられ、造影不良は高度の腎機能障害を推定させる。静注初期の造影剤は糸球体濾過によるため、GFRに比例するが造影の鮮明度はさらに尿量が関係することになる。したがってIVPにて腎機能、とくにGFRを推定するにはじゅうぶんな抗利尿状態でおこなうことが必要になる。両腎疾患の一侧腎と偏腎疾患の患側腎とは患腎のGFRが等しくても造影状態が異なることがある。進行した腎不全では滲透圧利尿がおきて、造影剤が希釈されるため、ほとんど造影されず、偏腎疾患では滲透圧利尿がおきないためGFR 10 ml/min 以下でも造影される⁴⁶⁾。したがって抗利尿期に施行したIVPで造影がえられればその腎のGFRは少なくとも10 ml/min 程度あることを意味する。両腎の機能障害で両側ともわずかにのみ排泄をみる場合は血清クレアチニン濃度が5 mg/dl⁴⁷⁾ 以上で総腎のGFRはおおよそ20 ml/min 以下である。ただし造影剤の投与量をませばさらにGFRが低下しても造影は可能になりうる。尿路に通過障害のある場合は尿路内圧上昇により、糸球体濾過は抑制されており、IVPでは静注直後の造影が障害される。しかし尿細管よりの排泄があるため1時間または数時間後には狭窄部までの尿路輪郭を判別しうる程度の造影をみることがある。著者はすべて水分制限した抗利尿時に、IVPを施行した。レノグラムは腎に集まり、尿中に排泄される放射性物質を静注し、腎部でγ線計測によりその経時的变化を曲線として記録したものである。アイソトープとして現在¹³¹I-Hippuranによるレノグラムが標準とされている。実測レノグラムの臨床的評価については各segmentに影響をおよぼす複雑な因子のうえに成立っているのものでその解釈はむずかしいが、著者は先人の業績を参考にして定性的評価法としてのパターンによる分類を試みた。町田(1961)⁴⁸⁾は残腎疾患を対象として各パターンPSPと試験を比較して密な関係が求められたことを報告している。

以上述べてきたごとく各種の腎機能検査法はある程度腎各部位の機能をねらっているといえる。著者の試みた判定規準(Table 2)は日常泌尿器科臨床で使用

している検査法の中の8項目を組み合わせたものである。すなわちBUN、クレアチニン(糸球体機能の指標)、PSP排泄試験15分値(RPF、近位尿細管機能の指標)、フィッシュバーク濃縮試験(遠位尿細管機能の指標)、クレアチニン・クリアランス(糸球体機能の指標)それに分腎機能検査よりなっている。gradingは各検査項目間の関係は考えずおのおの4段階の点数、index(0~3)をもって表わしている。

閉塞性無尿症は両腎尿管下端への癌性浸潤、結核性尿管狭窄、単腎の尿管への結石嵌入などの上部尿路閉塞による無尿または乏尿としてしばしばそうぐうする。高安ら(1963)⁴⁹⁾によれば6年間に47例の急性腎不全を経験し、うち29例が閉塞性無尿であったという。閉塞性無尿の内訳は腫瘍17例、結核5例、結石3例、その他となっている。著者の今回の検討例は結石4例、結核2例、両尿管癒閉塞1例の7例の高窒素血症症例であった(Table 3)。臨床症状は腎後性急性腎不全であるが、それ以前に慢性腎不全の状態がかなり進行していたものが多い。早急に尿路通過障害を除去すれば処置前に近い腎機能に回復する可能性はのぞみうる。

尿管カテーテルを狭窄部をこえて腎盂内にまで挿入留置できればよいが、それが不可能の場合は腎瘻術、尿管瘻術、その他の手術的手段で通過障害を除去しなくてはならない。しかし、尿毒症状により全身状態不良の場合は麻酔あるいは手術侵襲により、危険な状態に導くことがあるため、手術的療法の前処置として腹膜灌流を施すことになる。著者の例でも3例に施行し全身状態の改善をまって手術をおこなった。著者の経験した上部尿路疾患においては、その5例は乏尿を主訴として来院し、尿毒症状を併発しているため、腎機能検査としては血液化学的検査のみにとどまっていることが多い。尿毒症状の程度はBUNよりクレアチニンの方がより相関をもっていたように思われた。閉塞性尿路疾患では高率に尿路感染を合併するため尿混濁強く、腎機能検査も慎重な判定が必要となろう。電解質(Table 4)については高K血症、滲水傾向にあるものでは低Na血症を示している。硫酸イオン、あるいは有機酸の上昇による低クロール性アシドーシスが推察される。血圧は乏尿期における一過性の高血圧、長期にわたる尿路通過障害をもっている例に持続性高血圧、色素もほとんどの疾患に貧血を合併している。なんらかの泌尿器科的治療により、利尿期に達し、BUN、クレアチニン値が正常化した時点において著者の腎機能判定基準により、その回復の程度および腎障害の部位について検討した。

回復率(Table 5)は閉塞期間、利尿後BUN、クレ

アチニンの正常化に要する日数が短いほど高いようである。閉塞期間は乏尿期間を示している。また尿量は利尿後より検査までの平均値を示しているがその多少には関係がみなかった。閉塞性乏尿ないし、無尿では今まで健康腎であったものが急に無尿になることは少なく、ほとんどすでに尿管狭窄による腎障害をうけており何かのきっかけで乏尿または無尿になるものである。したがってかなり腎機能障害は強いものと考えねばならない。著者の例は結石による閉塞例のほか実質障害が進行した腎結核の2例も含まれていた。各種検査法による障害度を点数(index)で示しているが(Table 6)、クレアチニン・クリアランスの点数(index)は回復率(総点数)と最も平行している。PSP排泄試験、フィッシュバーグ濃縮試験では回復率との一定関係は認めない。

Bull (1956)⁵⁰⁾は利尿期は利尿の開始にともなって腎血流量とGFRがだんだん上昇するが、尿細管機能はおくれて回復するといっている。仁藤(1969)⁵¹⁾は慢性に経過する両側および偏側水腎症の臨床例に各種腎機能検査を施行し、慢性水腎症に特徴的なネフロン各部の機能変化を追求し、ことにその濃縮機能障害の原因について検討し、GFR低下による溶質負荷増大に関係なく、存在する慢性水腎症の特徴的な機能変化は腎盂内圧亢進による溶質、とくに腎髄質部濃縮機能障害、Na吸収障害、集合管溶質自由水再吸収障害であったと述べている。中内(1967)⁵²⁾は偏腎の尿路閉塞性疾患の腎盂造影所見にみられる造影剤排泄能および腎盂拡張度はGFR、濃縮能とおおむね平行すると述べIVPの有用性を認めている。著者は下部尿路通過障害については少数例のため述べなかったが、高安ら(1969)⁵³⁾は下部尿路閉塞性疾患群ではPSP排泄値より、最高尿滲透圧の低下が高度であったと述べている。

著者は上部尿路通過障害による腎後性急性腎不全患者の泌尿器科的処置による利尿期後の腎機能の回復状態を著者の試案した点数(index)による腎機能検査法で判定したわけであるが、目的の一つとした腎の各部(皮質、髄質)の機能判定については複雑な結果をえて判定がなかなか困難であった。しかし泌尿器科的慣用腎機能検査法を組み合わせた本試案はまだ不完全であるがある程度有用であると思われた。

VI. 結 語

尿路通過障害患者の膀胱内圧検査、排尿力検査、および腎機能検査を施行し、いささかの検討をくわえ、つぎの結果をえた。

1. 正常膀胱内圧曲線は静止圧 9 mmHgよりはじまり、緩徐な上昇をえがきながら、FDV 140 ml, MDV 265 ml をしめた。

2. 神経因性膀胱の核上型では高緊張型の傾向にあり、核ないし核下型では正緊張型ないし低緊張型をしめす傾向にあった。

3. コリン作働薬、抗コリン作働薬の負荷膀胱内圧測定では正常膀胱はほとんど影響をうけないが、神経因性膀胱ではその影響が強く、低緊張型ではコリン作働薬により高緊張型へ、高緊張型膀胱では抗コリン作働薬により低緊張型へ移行する傾向にあり、その薬物治療法の参考となった。

4. 排尿障害を自覚しない成人男子の排尿力検査の成績は、検査に必要な有効排尿量は100~300 ml, MVR 20 ml/sec, AVR 7 ml/sec以上, VT 20 sec 以下が標準と思われる。しかし一般に年令の増加にともない生理的排尿力低下の傾向があることは考慮すべきである。

5. 年令別に排尿力を測定すると、年令の増加にともないMVRの減少、VTの延長、AVRの減少の傾向がみられた。これは生理的排尿力低下と考えられる。

6. 前立腺肥大症、尿道狭窄ではMVRの低下、VTの延長、AVRの低下が著しく、その病態を反映した。薬物療法ないし観血的治療により自覚症状が改善したものでは上記の各データも改善され、その改善度を客観的に観察できた。

7. 上部尿路通過障害により急性腎不全の状態をきたした7例について、治療による腎機能回復状態を著者の試案した各種の泌尿器科慣用腎機能検査法を組合わせておのおのを点数(index)および総合点数(回復率)で表現する判定規準で検討した。

8. 回復率と(a)閉塞期間、(b)利尿後BUN, creatinineの正常化に要する日数、(c)利尿後の尿量との関係では、回復率は(a)、(b)が短いほどたかく、(c)とは直接の関係をみなかった。また回復率はCcrのindexとよく平行した。

9. 著者の採用した総腎および分腎機能検査法を、主として皮質機能を表現するもの、主と

して髄質機能を表現するものに分類して考えて、回復期の腎各部の障害態度を検討したがその障害態度は複雑であった。

10. 著者の試案した腎機能検査の組合わせ判定法はまだ不完全であるが、腎機能障害の程度と経過を判定するのにある程度有用であると考ええる。

(稿を終るにあたり、終始ご懇篤なご指導とご校閲を賜った恩師岡元健一郎教授に心から深謝します。また直接ご指導頂いた齊藤宗吾助教授、ご協力頂いた教室員の皆様に厚くお礼申し上げます。)

文 献

I. 膀胱内圧検査に関するもの

- 1) Mosso, A. and Pellacani, P.: Sur les fonctions de la vessie. Arch. Hal. Biol., 1: 97, 1882. (Saul Boyarsky: Neurogenic Bladder, p. 43, Williams & Wilkins Co. Baltimore, 1967より引用)
- 2) Rehfish, E.: Über den Mechanismus des Harnblasenverschlusses und der Harnentleerung. Virchow. Arch. Path. Anat., 150: 111, 1897.
- 3) Schwartz, O.: Untersuchungen über die Physiologie und Pathologie der Blasenfunktion. Arch. Inn. Med., 1: 455, 1920.
- 4) Rose, D. K.: Cystometric bladder pressure determinations. J. Urol., 17: 487, 1927.
- 5) Denny-Brown, D. and Robertson, E. G.: On the physiology of micturition. Brain, 56: 149, 1933.
- 6) Lewis, L. G.: A new recording cystometer. J. Urol., 41: 1, 1939.
- 7) Muschat, M.: The normal cystometrogram. J. Urol., 37: 718, 1937.
- 8) Glenn, J. F.: Diagnostic urology. p. 147 Harper & Row, New York, 1964.
- 9) 中島文雄: 排泄性膀胱内圧測定法の研究, 日泌尿会誌, 51: 264, 1960.
- 10) 池上奎一: 神経因性膀胱の臨床. 皮と泌, 30: 343, 1968.
- 11) 千葉隆一: 神経因性膀胱に関する実験的研究. 日泌尿会誌, 58: 692, 1967.
- 12) Laszlo, G.: Cholinergic stimulation and blockade on urinary bladder. Am. J. Physiol., 201: 325, 1961.
- 13) Lee, L. W.: The clinical use of urecholine in dysfunctions of the bladder. J. Urol., 62: 300, 1949.
- 14) Francis, R. R.: The effect of carbachol and of mecholyl on the urinary bladder. J. Urol., 60: 290, 1948.
- 15) Lapedes, J. et al.: Further observations on pharmacologic reactions of the bladder. J. Urol., 79: 707, 1958.
- 16) Cannon, W. B. and Rosenblueth, A.: The supersensitivity of denervated structures. The macmillan Co., New York, 1949.
- 17) Lapedes, J. et al.: Denervation supersensitivity as a test for neurogenic bladder. Surg. Gynec. & Obst., 114: 241, 1962.
- 18) 宮崎 重・ほか: 神経因性膀胱内圧におよぼすベサコリンの影響. 泌尿 紀要, 9: 398, 1963.
- 19) 宮本恒弘: 膀胱内圧に対するコリン作働薬の作用に関する臨床的研究. 日泌尿会誌, 55: 1001, 1964.
- 20) E. Herzfeld et al.: Phamakologische und klinische Wirkungen des Cholinesterasehemmkörpers. Wien. Klin. Wschr., 69: 245, 1957.
- 21) Lapedes, J.: Observations on normal and abnormal bladder physiology. J. Urol., 70: 74, 1953.
- 22) Nesbit, R. M. et al.: The effects of blockade of the autonomic ganglia on the urinary bladder in man. J. Urol., 57: 242, 1947.
- 23) Kohler F. P. et al.: Cystometric evaluation of Flavoxate Hydrochloride in normal and neurogenic bladders. J. Urol., 100: 729, 1968.
- 24) 宮崎 重・ほか: 神経因性膀胱内圧曲線に現われたブスコパンの影響. 皮と泌, 25: 377, 1963.

II. 排尿力検査に関するもの

- 25) Howship, J.: Practical observations on the diseases of the urinary organs, London, 1816. (Russel, S. et al.: The voiding rates in normal male children. J. Urol., 82: 224, 1959より引用).
- 26) Ballenger, E. G. et al.: Voiding distance decrease as important early symptom of

- prostatic obstruction. *South. Med. J.*, **25**: 863, 1932.
- 27) 重松 俊：放尿曲線について，皮と泌，**8**: 474, 1940.
- 28) Drake, W. M., Jr.: The uroflometer: An aid to the study of the lower urinary tract. *J. Urol.*, **59**: 650, 1948.
- 29) Johanson, B.: Reconstruction of the male urethra in strictures. *Acta Chir. Scan.*, **176**: 35, 1953.
- 30) Von Garrelts, B.: Analysis of micturition. *Acta Chir. Scan.*, **112**: 326, 1957.
- 31) Kaufman, J. J.: A new recording uroflometer: A simple automatic device for measuring voiding velocity. *J. Urol.*, **78**: 97, 1957.
- 32) Drake, W. M., Jr.: The uroflometer in the study of bladder neck obstructions. *J. A. M. A.*, **156**: 1079, 1954.
- 33) 木村泰治郎：下部尿路における排尿の水力学的研究。泌尿紀要，**14**: 239, 1968.
- 34) 西村保昭：排尿障害の臨床的研究。泌尿紀要，**15**: 397, 1969.
- 35) Peter, W. P. and Drake, W. M.: Uroflometric observations in gynecologic patients. *J. A. M. A.*, **166**: 721, 1958.
- 36) 後藤 薫，阿部貞夫：新装置による排尿障害の早期診断法。泌尿紀要，**8**: 466, 1962.
- III. 腎機能検査に関するもの
- 37) Gaberman, P. et al.: *J. A. M. A.*, **144**: 1246, 1950. (小林快三：日本臨床，**23**: 1358, 1965より引用)
- 38) Soave, G.: *Arch. Path. Clin. Med.*, **16**: 481, 1936. (小林快三：日本臨床，**23**: 1358, 1965より引用)
- 39) Storey, W. E.: *Ann. Int. Med.*, **34**: 737, 1951. (吉利 和・ほか：日本臨床，**23**: 1397, 1965より引用)
- 40) Leaf, A. et al.: *Am. J. Clin. Invest.*, **38**: 730, 1959. (吉利 和・ほか：日本臨床，**23**: 1397, 1965より引用)
- 41) Levinsky, N. G.: *J. Clin. Invest.*, **38**: 730, 1959. (吉利 和・ほか：日本臨床，**23**: 1397, 1965より引用)
- 42) 吉利 和・ほか：腎機能検査成績による臨床的パターンの特徴。日本臨床，**23**: 1397, 1965.
- 43) Bricker, N. S. et al.: *J. Clin. Invest.*, **38**: 516, 1959. (吉利 和・ほか：日本臨床，**23**: 1965より引用)
- 44) 阿部 裕・古川俊之：PSP 排泄試験の吟味。総合臨床，**10**: 1227, 1961.
- 45) 阿部 裕：PSP 排泄曲線の異常による尿路通過障害の検出。総合臨床，**15**: 167, 1966.
- 46) Ellis, H. L., Klahr, S. and Bricker, N. S.: *J. A. M. A.*, **188**: 128, 1964. (高安久雄・ほか：日本臨床，**23**: 1350, 1965より引用)
- 47) Schwarz, W. B., Hurwit, A. and Ettinger A.: *New Engl. J. Med.*, **269**: 277, 1963. (高安久雄・ほか：日本臨床，**23**: 1350, 1963より引用)
- 48) 町田豊平：ラジオアイソトープ・レノグラムの研究。日泌尿会誌，**52**: 971, 1961.
- 49) 高安久雄・ほか：急性腎不全の臨床的観察。日泌尿会誌，**54**: 1226, 1963.
- 50) Bull, G. M. et al.: *Lancet*, **1**: 186, 1956. (加藤映一，山内 真：体液バランスの基礎と臨床，P. 416, 文光堂，東京，1965より引用)
- 51) 仁藤 博：慢性水腎症における腎機能障害の研究。日泌尿会誌，**60**: 199, 1969.
- 52) 中内浩二：濃縮能を中心とした分腎機能検査。日泌尿会誌，**58**: 253, 1967.
- 53) 高安久雄・ほか：濃縮試験における尿滲透圧。日泌尿会誌，**58**: 363, 1967.

(1972年2月9日特別掲載受付)