

Urometry, Cystometry および尿管筋電図の同時誘導法

東北大学医学部泌尿器科学教室（主任 矢野仙太郎教授）

助 教 授 土 田 正 義

大学院学生 木 村 行 雄

SYNCHRONIZED RECORDING OF UROMETROGRAM, CYSTOMETROGRAM AND ELECTROMYOGRAPHY OF THE URETER

Seigi TSUCHIDA and Yukio KIMURA

From the Department of Urology, Tohoku University School of Medicine, Sendai

(Director: Prof. S. Shishito)

The procedure of synchronized recording of urometrogram, cystometrogram and electro-ureterogram, using a "Multipurpose Recorder Twin" (Nihon Kodan Co. Ltd.) was introduced in this paper.

1. は じ め に

Urometry は尿管の蠕動に伴って起る尿管内圧の変動を Strain gauge manometer によって記録する方法であるが、Davis¹⁾、Kiil²⁾、Boyarsky³⁾、柿崎⁴⁾、岸本ら⁵⁾によって種々研究され、尿管機能検査に有効な方法として推賞されている。つぎに尿管筋電図は尿管蠕動に伴って発生する尿管の活動電位を記録する方法であるが、近年臨床的検査法としての価値が認められつつあり、Urometry との同時誘導法⁶⁾も試みられている。他方 Cystometry は周知のように膀胱内圧を徐々に上昇させた場合の圧変化を連続的な曲線として記録する方法であるが、最近膀胱機能の診断には必須の検査法となつて来ている。

これらの目的に役立つ記録装置としては、性能が優秀なことはもちろんであるが、できれば1個の装置で上記2種以上の検査を同時にできるものが欲しい。その点、日本光電工業株式会社が製作した Multipurpose Recorder Twin (RM-20F) はこのような要望をほぼ満足させるもので、Urometry と Cystometry を単独または同時に記録することができるばかりでなく、前置増幅器を交換すれば、経膀胱鏡の尿管

筋電図をも同時記録することが可能である。さらに本装置は操作が容易で広い場所を取らず、簡単に移動できるのも利点の一つである。

以下私どもがこの装置を用いて行なっている Urometry, Cystometry および尿管筋電図法の概略を紹介する。

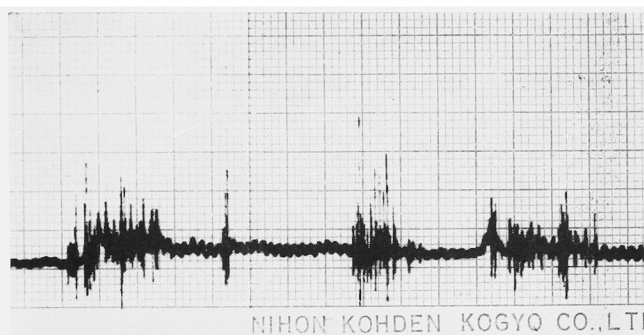
2. Urometry, Cystometry および尿管筋電図用器具

Urometry および Cystometry に必要な器具は内圧誘導管、入力誘導部、前置増幅器、主増幅器および記録器である。また尿管筋電図には、内圧誘導管のかわりに、特殊な導子が必要である。

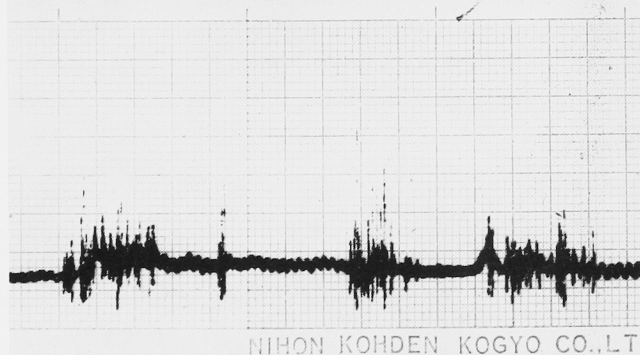
i) 尿管内圧誘導管

私どもの使用している誘導管はポリエチレン製尿管カテーテルで、その太さはF 3～8号であるが、検査の目的にしたがいこの範囲で適当な太さのものを選ぶ。あまり細かいカテーテルを使用すると Damping effect が起り、内圧の変動が実際より縮小して記録され、正しい変化を伝えないし（図1）、またあまり太すぎれば、尿管を閉塞し、生理的状态とは程遠いものになってしまう。Damping effect は、F 5号以上の太さならほとんど認められないが、F 3号以下では著明である⁷⁾。したがって私どもは一般にはF 5号のカテーテルを用いている。しかし、後述するように、尿管筋電図用導子と組合せて Urometry-尿管筋電図の

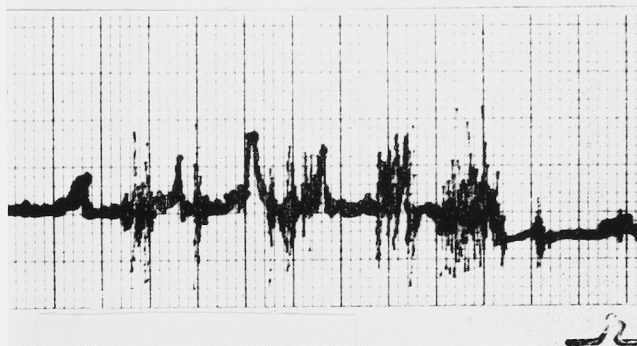
F 8 号尿管カテーテルで記録した場合



F 6 号尿管カテーテルで記録した場合



F 5 号尿管カテーテルで記録した場合



F 4 号尿管カテーテルで記録した場合

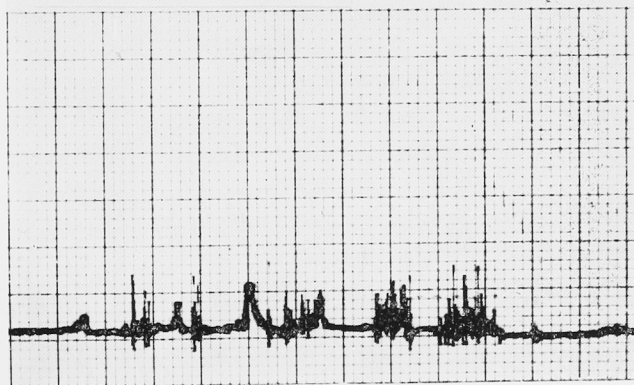


図1 Damping Effect

同一圧を測定する場合、F 8 号と F 6 号では記録された圧はほとんど変わらないが、F 4 号の尿管カテーテルで記録されたものは非常に縮小され、小さな圧変動は記録されない。

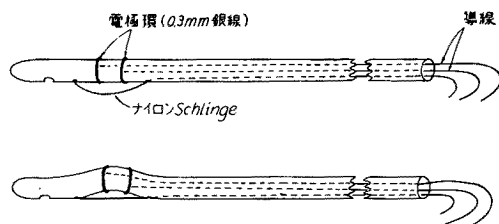


図2 U-Schlinge 型環状双極誘導々子

ナイロン Schlinge を引くと Schlinge の導子より外に出ている部が引かれ、この間の導子の部分が捲んで尿管壁に密着するようになる。

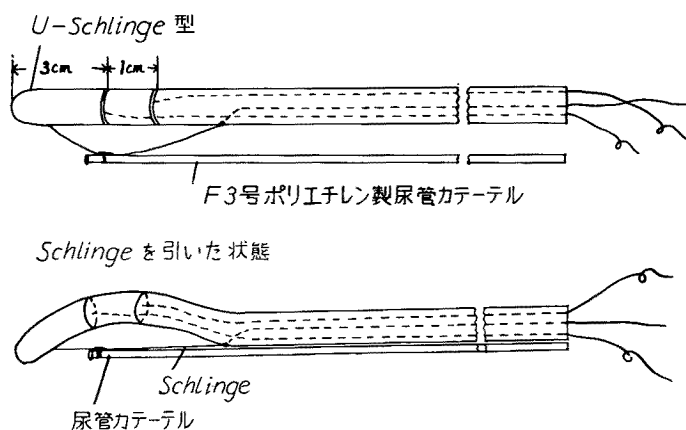


図3 尿管筋電図 Urometry 同時測定用導子

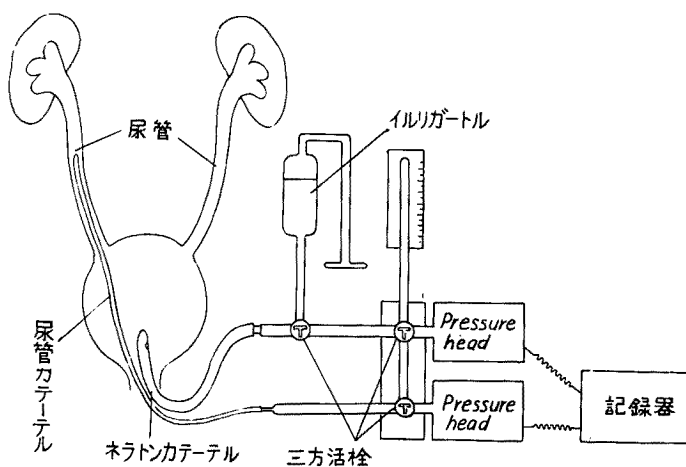


図4 Urometry, Cystometry 同時測定法

同時誘導を行なう場合には、止むを得ず F 3 号カテーテルを使用する。

圧の取入口はカテーテルの先端に開口していても、先端に近い側面に開口しても得られる結果にはほとんど差がない²⁾。私どもは側面に穴を持つカテーテルの方が挿入し易いので、これを使用しているが、特殊な目的で先端口のものを使用することもある。

ii) 膀胱内圧誘導管

一般に Cystometry を単独で行なうときには、7～9 号の Nélaton カテーテルを使用する。Urometry または尿管筋電図と同時に記録する場合、あるいは膀胱鏡を挿入したまま行なうときには F 7～8 号尿管カテーテルを使用するが、一旦膀胱鏡を抜去してからふたたび Nélaton カテーテルを挿入しても良い。

つぎに膀胱に液体を充満させる方法であるが、私どもはイルリガートルに生理的食塩水を入れ、持続点滴により内圧測定管を通して逆行性に注水している。なお、Nélaton カテーテル、イルリガートルおよび Pressure head 相互間の接続は三方活栓により行なう。

iii) 尿管筋電図用導子

私ども⁷⁾の考案した U-Schlinge 型環状双極誘導導子を使用している(図 2) この導子に装着された電極は直径 0.3 mm の銀線である。また電極間距離は 1.0 cm にしている。この電極間距離は出来るだけ一定にしておいた方が良く、活動電位の伝播速度のみならず、振幅も影響を受けるからである。

また Urometry, 尿管筋電図の同時記録には図 3 のように F 3 号ポリエチレン製尿管カテーテルと組合せた導子を使用するが、この場合の尿管カテーテルは先端口のものである。

iv) 入力誘導部

Pressure head は、日本光電製 MP24 Ta を 2 個使用している。

Pressure head と同一のスタチーフに Pressure bottle がついているが、これに標準圧設定用 Pressure gauge をとりつける。標準圧の設定は尿管内圧の変動は微小なことが多いことに加えて、これまでの多くの研究が水柱圧で報告されているので、水柱圧の Pressure gauge が望ましい。

v) 筋電図誘導用入力箱

RM-20F に附属しているのは 2 素子入力箱であり、両側尿管筋電図の同時記録に便利である。この入力箱には Calibration 用装置がほどこされている。

vi) プラグイン式前置増幅器

尿管、膀胱内圧測定にはひずみ圧力計用 前置増幅

器、PP-2 型を、また筋電図用には生体電気用前置増幅器 RB-2 型を使用する。これらはいずれもプラグイン式であり、RB-2 型、PP-2 型を必要に応じて入れかえて使うことができる。

vii) 主増幅器および記録器

被験者を動かせない場合があり、また検査室の大きさにも限度があるのが普通だから、増幅器、記録器はあまり大きくなく、しかも簡単に移動出来、そのうえ、操作が簡単であることが必要である。このような点から RM-20F 型は適当なものと考えられる。この記録器の速度は 0.625, 2.5, 5.0, 12.5, 25.0, 50.0 mm/秒に切換えられるが、私どもの行なっている検査法では速い部分の速度は不要である。なお、Timer の部分には Marker が記録出来るので、必要に応じて適当に Mark を入れることができる。

3. Urometry, Cystometry および尿管筋電図法の実際 (図 4 参照)

1) Urometry

Urometry では、尿管筋電図の場合も同様であるが、検査中、尿量の変化を来さないことが肝要である。したがって検査 2 時間前より飲食を止め、検査中も出来るだけ心身の安静をはかるようにする。

i) 被検者の体位およびカテーテルの挿入

まず被検者を膀胱鏡台にのせて、膀胱鏡を挿入する。したがって被検者の体位は載石位で検査を行なう。しかし、必要に応じて仰臥位で行なっても差支えない。

ついで経膀胱鏡的にポリエチレン製カテーテルを尿管の必要な高さまで挿入する。挿入したカテーテルの部位は尿管口からカテーテル先端までの距離を左右別に表わすのが通例となっており R_s と記載されていれば、右尿管口から開口部までの距離が 5 cm であることを示している。

ii) Pressure head との接続

挿入された尿管カテーテルを通じて、尿がカテーテルの基部から滴下するにしたがい、カテーテル内腔の空気は完全に押出される。

そこで、導水管、三方活栓、Pressure head と Pressure bottle に圧をかけ、ここより流出する水でこれらを満たす。ついで、気泡が入らぬように注意しながら、導水管と尿管カテーテルを接続するが、その接続に私どもは、尿管カテーテルとほぼ同口径の注射針を利用している。なお Pressure head は被検者の尿管の高さに固定する。

iii) 主増幅器、記録器の調整

まず、三方活栓のコックにより入力回路を遮断し、標準圧設定用の回路を開き、増幅器の RC Balance[®]をとる。ついで Recorder の Centering を行なう。Urometry の場合は尿管内圧は陽圧になるので、大きな陰圧の変動を考慮する必要はない。したがって私どもは零点を記録紙の下部から 5 mm のところにとり、水柱圧 50cm を 2.5cm の幅で記録するようにしている。すなわち水柱圧 10cm は記録紙上では 5mm の高さになる。

つぎに標準圧設定用回路を閉じ、入力回路を開いて記録する。記録速度は普通 2.5~12.5mm/秒としているが、Cystometry と同時に記録する場合には可能な限り遅い速度で行なう。

2) Cystometry

まず被検者に充分排尿させる。そして Nélaton カテーテルを経尿道的に膀胱に挿入し、残尿の測定を行なう。被検者の体位は一般には仰臥位であるが、Urometry および尿管筋電図と同時に記録するときには載石位で行なっている。

ついで、Urometry と同様、誘導管、三方活栓、Pressure head を接続し、水で満たす。ついで増幅器の調整、圧水準の設定を行なう。

これらの操作が完了したならば、膀胱内注水を行ないながら測定を開始する。Cystometry を単独で記録する場合の注水速度は、1 分間 80~100 滴とするが、Urometry または尿管筋電図と同時に記録するときには、これより幾分速めの速度とする。

3) 尿管筋電図

Urometry と同様の方法で U-Schlinge 型導子を尿管腔内に挿入する。挿入する高さは、特殊な目的がない限り尿管口より 15cm の部位とする。これは尿管下部では活動電位の伝播速度が軽度促進する傾向を示すからである⁹⁾。導子の挿入が終ったならば、基部の Schlinge を引く。導子挿入前に Schlinge の引き具合と導子先端の撓み具合をあらかじめ調べ、印をつけておくことと確実であり、また必要である。ついで導線を入力箱のターミナルにつなぐ。この際、私どもは先端側の電極環からの導線を増幅器の陽極ターミナルに接続し、末梢側の電極環を陰極ターミナルに接続している。したがって基線より上方に向かう変化は正の電気的变化、下方に向かう変化は負の電気的变化となる。

ついで、基線を記録紙の中央にとって、Calibration を行なうが、記録紙の幅と尿管活動電位の大きさを考慮して、1mV が 15mm となるように記録する。

4. Urometrogram, 尿管筋電図および Cystometrogram の波型と臨床的意義

1) Urometrogram (尿管内圧曲線)

Urometrogram は、静止圧として表わされる休止期と収縮圧として表わされる収縮波より成り立っている(図 5)。収縮波はさらに前収縮期 Precontraction phase と収縮期 Contraction phase とに分けられる。Urometrogram 上の正常値は静止圧 0~18.0cm H₂O, 平均 6.5 cm H₂O, 収縮圧 15.0~60.0cm H₂O, 平均 28.4 cm H₂O, 収縮波の持続時間 5.0~18.0秒, 平均 8.0秒, 収縮波の発生間隔 16.0~90.7秒, 平均 31.6秒である⁴⁾。Precontraction phase は検査時の尿量と密接な関係にあり、多尿時には大きく、持続時間も長い⁴⁾が、乏尿時には小さいか、またはこれを欠く⁵⁾。

種々の病的状態では Urometrogram 上に異常を来すが、その一例を図 6 に示す。これは膀胱尿管逆流現象の存在するときの膀胱内圧と同時測定した Urometrogram である。膀胱内圧の変化と同時に尿管内静止圧も変動するのがみられ、膀胱と尿管の間に交通が存在していることを示している。それと同時に尿管収縮圧の上昇、収縮持続時間の延長が認められる。

2) Cystometrogram (膀胱内圧曲線)

正常人の Cystometrogram では膀胱容量が 300~500 cc 位になるまでは緩やかに上昇し、それ以上になると利尿筋の収縮により急激に上昇する。注水を始めてから最初に尿意を感じる点を最少尿意点と呼び、その際の容量は 150cc 内外で内圧は 50cm H₂O 程度である。また排尿時の最大圧(排尿圧)は 100~150cm H₂O である(図 7)。

下部尿路の通過障害、神経因性膀胱では、正常者と異なった特徴ある曲線を示す(図 8)。

3) 尿管筋電図

尿管活動電位の変化を記録する方法であるが、単極誘導の場合、正常人では陽性前放電、陰性主放電、陰性副放電および陽性後放電より成る一定の波形を示す。なお双極誘導ではこれにすぐ引続いて基線を軸とした対称波形が現わ

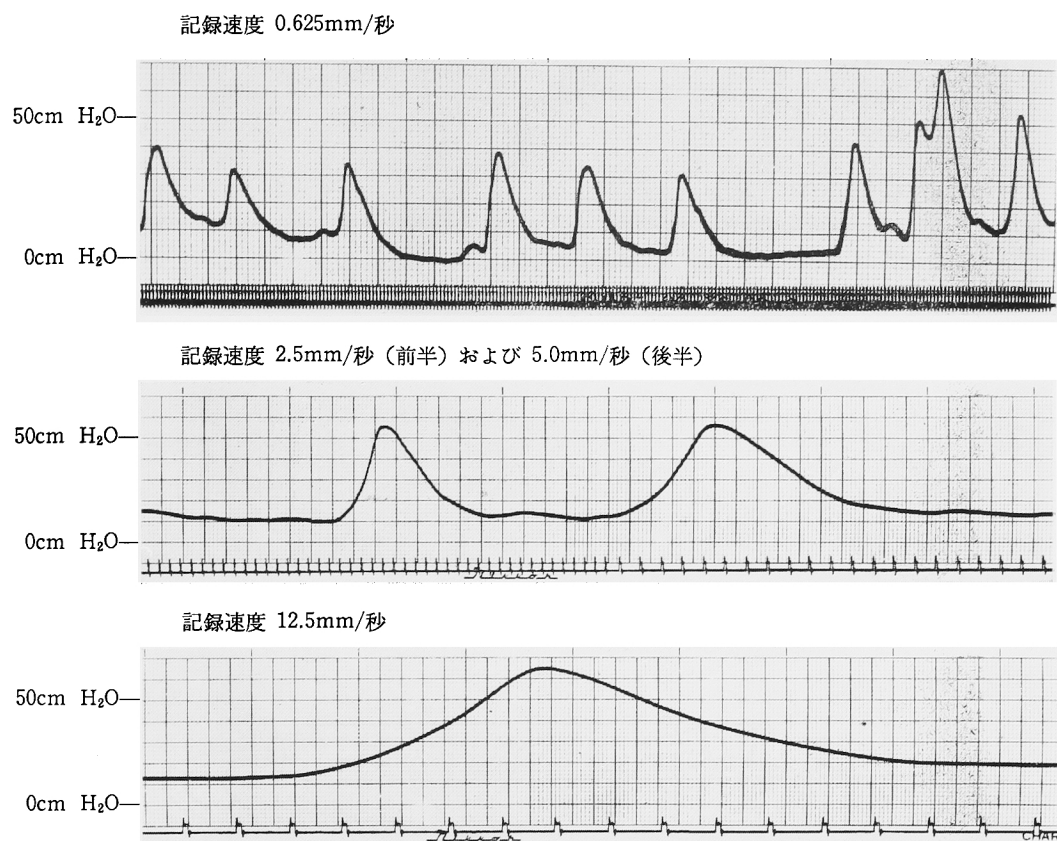


図5 正常尿管の Urometrogram

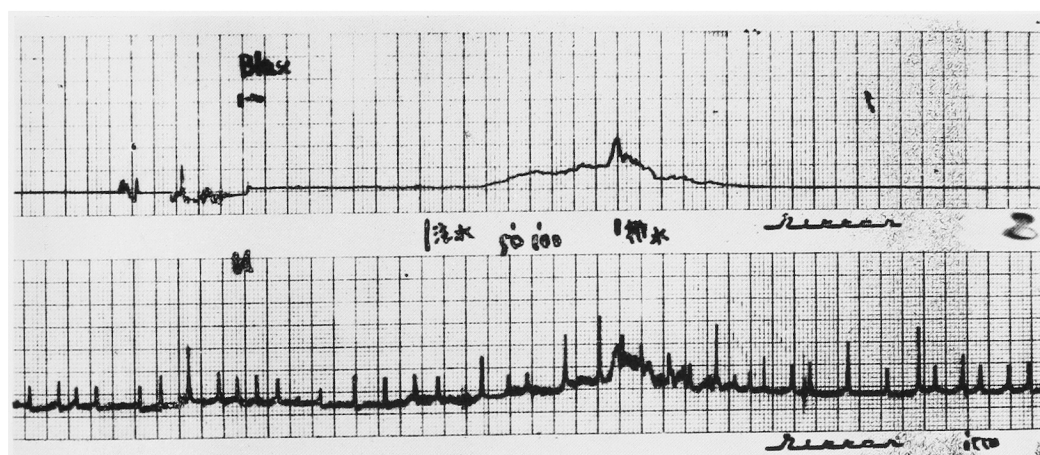


図6 膀胱尿管逆流現象のある尿管のUrometrogram (下段) およびCystometrogram (上段)

下段の尿管内静止圧は上段の膀胱内圧と同様な変化を示し、膀胱と尿管の間に交通のあることを示している。

記録速度 0.625mm/秒

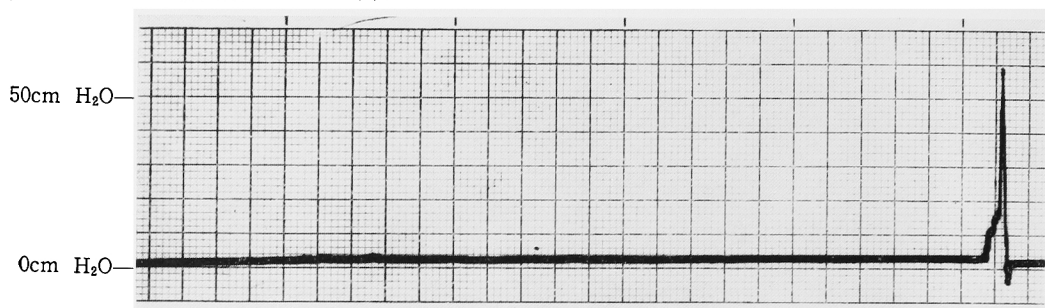


図7 正常膀胱の Cystometrogram

記録速度 0.625mm/秒

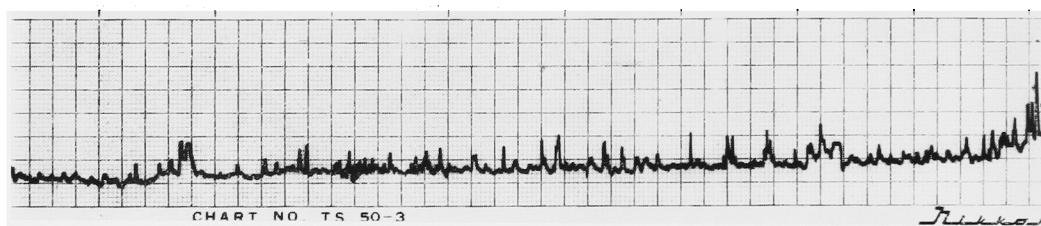


図8 神経因性膀胱の Cystometrogram 自律性高緊張性曲線がみられる.

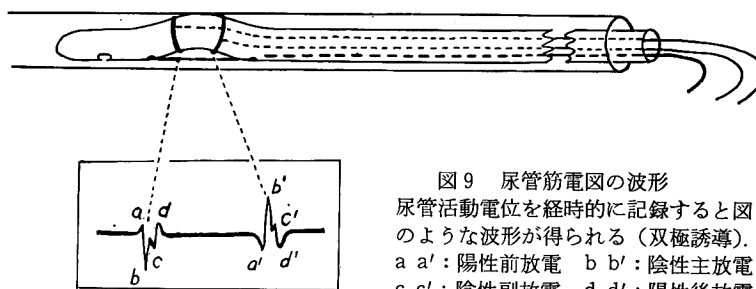


図9 尿管筋電図の波形

尿管活動電位を経時的に記録すると図のような波形が得られる(双極誘導).
 a a': 陽性前放電 b b': 陰性主放電
 c c': 陰性副放電 d d': 陽性後放電



図10 正常尿管の筋電図(下段), Urometry(上段)同時記録

尿管筋電図 双極誘導(極間距離: 1.5cm) 時定数: 0.3秒

記録速度: 5mm/秒(下部の Timer 記録は1秒毎) Calibration: 15mm=1mV

Urometry Calibration 10cm H₂O=5mm

れ、波形の出現順序により、尿管の上方より下方に向かう正蠕動放電か、尿管の下方から上方に向かう逆蠕動放電かを区別することが出来る(図9, 10)。筋電図上の正常値は、放電間隔6.0~33.7秒、振幅0.13~1.02 mV、持続時間0.2~1.0秒、伝播速度20.0~66.6 mm/秒であり、つねに正蠕動である。

つぎに異常値を示す疾患についてみると、放電間隔の延長するものとしては、腎結石症、尿管結石症、腎形成不全、重複腎盂による水腎症および腎盂腎炎の一部症例がある。また振幅の異常に大きなものは、単腎者の尿管に認められ、異常に小さなものは尿管狭窄手術直後の高度に拡張した尿管に認められる。伝播速度に関しては、腎結石症、尿管結石症、腎結核、腎盂腎炎の一部症例に減少が認められる。

また逆蠕動の多発するのは腎結石症、腎形成不全、重複腎盂による水腎症および尿管結石症、腎盂腎炎の一部症例である。

5. む す び

日本光電工業製, Multipurpose Recorder

Twin を使用した Urometry, Cystometry および尿管筋電図の同時誘導法を説明し、それによって得られた臨床例を2, 3紹介した。

(御指導、御校閲下さった恩師矢野教授に深く感謝する)

文 献

- 1) Davis, D. M. : Ann. Surg., **140** : 839, 1954.
- 2) Kiil, F. The function of the ureter and renal pelvis, Oslo University Press, Oslo, 1957.
- 3) Boyarsky, S. : Urodynamic studies. Glenn's diagnostic urology, p. 112, Harper & Row Publishers, New York, 1964.
- 4) 柿崎 : 第52回日本泌尿器科学会総会特別講演.
- 5) 岸本ら : 第52回日本泌尿器科学会総会報告.
- 6) 土田・木村 : 日泌尿会誌, **56** : 807, 1965.
- 7) 土田・木村 : 日泌尿会誌, **55** : 648, 1964.
- 8) 木村 : 日泌尿会誌, 投稿中.

(1966年1月27日受付)