尿管膀胱電図の研究

第Ⅱ編 連続矩形波電流刺激を1側尿管に与えた 場合の尿管電図に就て

慶応義塾大学医学部皮膚科泌尿器科教室 大 井 清
(主任：田村一教授)

— ELECTROURETERO-CYSTO-GRAPHIC STUDIES — PART II.

ELECTROURETEROGRAPHIC RESPONSES TO CONTINUOUS RECTANGULAR CURRENT STIMULI ON THE UNILATERAL URETER.

Kiyoshi Ohi

From the Department of Urology, School of Medicine, Keio University

(Director: Prof. H. Tamura, M.D.)

I. Electroureterographic responses of the bilateral ureter following continuous rectangular current stimulation of various intensities on one ureter were studied in 42 rabbits and in 28 patients.

II. Electroureterographic recording apparatus, electrodes and stimulators are described.

III. The experimental methods on the animals and hospital patients are presented in detail.

IV. The following results were established.

1) The shape of the peristaltic waves to became more complex after stimulation as compared with pre-stimulation control. No direct correlation between the intensity of the stimuli and the changes in the configuration of the waves was noted, however.

2) The mean maximal value of the amplitude of the peristaltic wave groups was 0.55 mV on the right, 0.53 mV on the left ureters in 42 rabbits, and 1.4 mV on the right, 1.8 mV on the left ureters in 28 humans.

3) The change in the conduction rate was measured in 15 patients and an increase in the rate of conduction was noted on the stimulated side in 5 cases (33%). There was no correlation between the intensity of the stimuli applied and the increase in the conduction rate.

4) Electroureterographic responses to continuous rectangular current stimuli of 4V 6V 10V and 20V on one side were studied in 20 rabbits. Ureteral peristalsis was inhibited bilaterally following stimuli of 4V, and 6V, and was augmented by an intense stimulus of 20V. Stimuli of intermediate intensity, i. e., 10V caused equivocal changes.

5) The effects of Banthine and Vagostigmine on ureters were studied electroureterographically. Banthine inhibits the ureteric motility, especially the duration of the peristaltic waves. Vagostigmin augments ureteric motility, especially in the increased amplitude of the waves.

6) Electroureterographic responses of the bilateral ureters to continuous rectangular current stimulations on one side in the 22 rabbits treated prior to stimulation with the above-mentioned drugs were found to be similar to those found in the un-treated 20 animals.

7) Continuous rectangular current stimulations were applied to the ureter on one side in 5 patients with normal ureter, 12 with nephroureterolithiasis and 11 with floating kidneys, and the electroureterographic responses were observed. Stimuli of less than 10V. caused inhibitory responses on bilateral ureters in most of the patients.

This finding is in accord with that of the animal experiments. Stimuli of greater intensity, such as 20V used in animal experiments, were not tried on the patient group.

In patients with nephro-ureterolithiasis, stimuli were applied on the affected ureter in 6 cases, and on the contralateral in 6 cases.

In the floating kidney group, the stimuli were applied on the affected side in 4 cases, and on the healthy side in 7 cases. The side of the stimulation did not seem to influence the direction of the responses.

8) Following the stimulation on one side, both ureters responded namely, augmenting one side and inhibiting the other side in 15 out of 42 rabbits (35.7%) and in 9 out of 28 clinical cases (32.1%).

This seemingly reciprocal response in the bilateral ureters were noted on stimuli of medium intensity, 6V, 10V, in animals and 10V to 14V in clinical cases.

〔緒 言〕

尿管は平滑筋を有し絶えず運動を行つて居り、この運動に伴つて動作電圧を発生している。これを利用して Engelmann (1870) に始まつた尿管運動の電気的研究は、その後 Orbeli & Brücke (1910), 狭間 (1931, 33), 藤井 (1933), 相羽 (1933), Bozler (1938, 42), 河野 (1938), 矢野 (1942), 等があり、之等は動物の剔出尿管或は、開腹露出尿管について、動作電圧を誘導記録したものであつた。その後、1952年田村教授は、電極付尿管カテーテルを使用して、尿管運動に伴う動作電圧を誘導記録した。この様な方法による尿管電圖の研究は、その後 Franksson等 (1953), Hanley (1953), Baker等 (1953), Milton 等 (1954), Bors 等 (1955), Butcher 等 (1955, 56, 57), Corey 等 (1956), 白鳥等 (1956), 生亀 (1957), 中村 (1958), 等によつて行われた。

しかしこの様に多くの研究が行われて来たが、未だ人体では基礎的研究の域を出ず、尿管の機能的疾患の適確な診断方法は存在しない。

本研究は電気刺激及び自律神経毒を與えた後の兩側尿管の尿管電圖を比較検討する事により、又、各種尿路疾患時の尿管電圖と正常人の尿管電圖とを比較検討する事により、人体の尿管電圖法の診断的意義を求め、本法を心電圖、腦電圖に比すべきものとする目的の一助として、第2編では主として、一側尿管に種々の強さの矩形波電流刺激を與えた後の兩側尿管の態度を種々の場合について検討した。

〔実験方法〕

I. 動物実験

家兎の体重 2.5kg前後のものを使用し、“パイアドリール”を体重 1 kg当り50mgを耳静脈より注射して麻酔を施し、開腹して膀胱を開き、兩側尿管口より、電極が 2 cmを隔てる様に装置した 2本の絶縁銅線を約 5 cm挿入し、左右同時に夫々 2個づつ合計 4個の尿管電圖を同時

に記録した。

刺激に使用した連続矩形波刺激電流は、振動数を 60 c.p.s. とし、周期と継続時間との比を 3 : 1 とし、その刺激の強さは、4, 6, 10, 20ボルトの 4種としその継続時間を各々10秒間とした。又、自律神経毒として“ワゴスチグミン”と“バンサイン”を使用し、夫々体重 1 kg当り 0.05mg, 5.0mgを静脈注射により與えて置いて、前記條件の連続矩形波電流刺激を與えた。各々の同一條件で行つた家兎の実験例は 3 ~ 5例で總計 42例の実験を行つた。

II. 臨床実験

当教室の外來及び入院患者 28例について行つた。

連続矩形波刺激電流は動物実験の場合と同じ條件で行い、刺激の強さは疼痛の閾値乃至その 2倍とした。

刺激方法は麻酔を施してない患者の腰部に大型銀板を当てて不偏導子とし、有効電極は田村式複式電極付尿管カテーテル、即ち輪狀の $\text{Ag} \cdot \text{AgCl} \cdot \text{NaCl}$ の不分極電導子 2個を互に 10 cm 距て尿管カテーテルに裝備したものを尿管口より約 15 cm 挿入し、近心電極(尖端の方の電極)を有効電極として使用した。

III. 実験装置

a) 増巾記録装置

増巾記録装置としては、田村式尿管膀胱電圖計を使用した。

この装置は、並列にならべた 4個のそれぞれ独立した増巾記録器をもち、この 4個の間には全く増巾特性の相違がない様に設計してある。それで同一の波形を有する電圧変化を與えた時には、4個とも全く同一の曲線を記録し得る。

(1) 電流装置

電源としては交流 100ボルトを使用し、電源電圧の変動を避ける爲に電圧安定装置を使用し、80乃至 110ボルトの間は如何に変動しても影響されない様になつて居

り、増巾部真空管にかゝる電圧は常に一定に保たれている。又、増巾部上位段の真空管のヒーターには完全に整流された直流を使用し、ヒーターからの交流雑音が混入しない様になっている。

(2) 増巾装置

入力電圧増巾部は4素子とも同一の設計で、周波数特性は全く同一である。

双三極管の抵抗容量結合2段と、直接結合1段の計3段増巾器で、双三極管の両素子とも特性の全く同一のものを使用した平衡型を採用し、外部からの電氣的誘導をこれによつて打消し、正確に電氣的变化を増巾している。

(3) 記録装置

記録装置はペン書き直記式であり、1枚の記録用紙に同時に各曲線が記録出来、他の1本のペンで1秒毎のサインを記録する。

記録用紙の送り装置は、毎秒1mmから6cmまで連続的に速さの調節が出来る。

ペンを動かすには、先の増巾器とは別に、各素子毎に

独立に熱電子管の平衡増巾器で作られた電力増巾器があり、これに前述の電圧増巾器の出力を入れて電力増巾を行い、その出力でペン・モーターを動かして記録する。以上5本のペンは時間的に同一の線上にあるため、各入力における時間的なずれはそのまま記録紙上に現れる。

(4) 総合特性

この装置全体の総合特性としては、入電圧は、装置内部に半固定されている利得調整器を動かすことにより、数マイクロ・ボルトから数百ミリ・ボルトまで変化出来るが、一般の使用状態においては0.1ミリ・ボルトから100ミリ・ボルトの電圧変化を測定出来る。尿管電圖測定の時には、入力電圧1ミリ・ボルト（今後mVと略記する）の時、ペンの動きの巾が5mmになる様にして測定している。

周波数特性は、低域は増巾部の結合蓄電器の容量と、次段真空管の入力抵抗器の大きさによつて決定され、この装置においては、時定数0.25秒である。

b) 刺戟装置

刺戟は電子管刺戟装置を使用した。この装置は、本体

第1図 刺戟装置出力絶縁回路

第2図 矩形波電流の周期と持続時間の関係

第3図 複式電極附尿管カテーテル断面

は繰返しパルス発生回路、遅延回路、出力持続回路、出力波形成回路、出力回路よりなり、附屬のアイソレーターに於て、出力絶縁を行い、刺戟電流を取出す構造になっている。

出力絶縁回路は第1圖の如くである。

本実験では周波数を60c.p.s.とし、周期と持続時間との比を3:1とした。矩形波電流の周期と持続時間との関係は第2圖の如くである。

本装置の特徴はアイソレーターを用い、出力絶縁を行っていることにある。之はアースと完全に絶縁され、アースと全く無関係になつて居り、又、刺戟を局部的に行い、別な処へ刺戟を與えない様になっている。

c) 電極

有効電極としては、人体には田村式複式電極裝備尿管カテーテルを使用した。即ち、第3圖の如く輪狀のAg・AgCl・NaClの不分極電導子2個を互に10cm距てて尿管

カテーテルに裝備したものである。家兎には先端部の絶縁を剥してここを渡銀した絶縁銅線を互に2cmを距てて2本を一束にしたものを使用した。

不偏導子としては、大型銀板上に飽和食塩水ガーゼを置いて患者の腰部、又は動物の腹部にあてた。

IV. 実験方法

実験準備として、尿管電図計と電子管刺戟装置の電源スイッチを入れ、真空管を暖め、装置機能が安定する迄約10分間待つ。

尿管電図計の各部動作が安定したら、1mV.でペンが5mm程度、動物実験の場合は10mm程度に動くように調整し、ペンが動作範囲の中央にくる様に位置も調整して置く。

患者及び動物をのせる台は大地と磁器で絶縁しておく。

患者又は動物を台にのせ、腰部又は腹部に前述の不偏導子をあて、これからの導線を尿管電図計に接続する。

人体では尿管膀胱鏡を挿入して両側同時に複式電極付尿管カテーテルを尿管口より15cm挿入する。この時近心電極は尿管口より約15cm、遠心電極は5cmの位置にある。

家兎では前述の如く麻酔し、膀胱を開き、尿管口より前述の電極を両側同時に5cm挿入した。この時、近心電極は尿管口より5cm、遠心電極は3cmの位置にある。

人体、動物実験ともに各電極からの導線を尿管電図計の各素子に接続し、尿管電図記録紙の上から1段目に右側尿管の近心電極の変化が、又、2段目には遠心電極の変化が記録される様にし、同様に3段目、4段目に左尿管の、夫々近心電極、遠心電極の変化が記録されるようにした。

以上で準備が終り、記録紙を通常毎秒5mmの速度で送り、測定は尿管カテーテル挿入の爲の影響を考え、尿管電図の安定をみる迄、10乃至20分位記録紙を送り続けて後に、連続矩形波電流刺戟を左右何れかの尿管の近心電極に與え、刺戟後更に10~20分間記録した。

この時使用した刺戟の強さとその継続時間は動物実験では4V、6V、10V、20Vの4種とし、人体実験では疼痛閾値乃至その2倍とし、刺戟継続時間は何れも10秒間とした。この時の疼痛閾値は実験的に6~8Vである事が判つた。尿管膀胱鏡挿入前に膀胱内に注入する内容液は体温に温め、記録開始時には内容を排除し、尿管運動を阻害しない様にした。

〔実験成績〕

第 1 表 動物実験第 1 群の成績
連続矩形波刺戟電流 4 ボルトを一側尿管に与えた場合

家兎番号	記録時期	刺戟側 反対側	収縮波 の周期 (秒)	収縮波 の振幅 (m.V.)
4038	刺戟前	刺戟側	6.5	0.1
		反対側	7.0	0.5
	刺戟後	刺戟側	7.0	痕跡
		反対側	7.0	0.2
4039	刺戟前	刺戟側	10.0	1.5
		反対側	12.0	2.5
	刺戟後	刺戟側	10.0	0.5
		反対側	16.0	2.0
4040	刺戟前	刺戟側	10.0	0.7
		反対側	8.0	0.1
	刺戟後	刺戟側	12.0	1.0
		反対側	8.0	0.1
4041	刺戟前	刺戟側	10.0	0.8
		反対側	8.0	0.5
	刺戟後	刺戟側	12.0	0.5
		反対側	9.0	0.3

I. 動物実験成績

実験家兎総数42例中、薬物を使用せずに連続矩形波電流刺戟（以後單に刺戟と記載）を一側尿管に與えて、その後の兩側尿管の尿管電圖の影響を観察したもの20例、パンサインの使用後、同様に実験観察したもの10例、ワ

ゴスチグミンの投與後、同様な実験を行つたもの12例である。以上を夫々、第Ⅰ群、第Ⅱ群、第Ⅲ群とした。

A. 第Ⅰ群の実験成績

第Ⅰ群20例のうち4ボルト（以後單にVと記載）の刺戟を與えたもの4例、6Vの刺戟を與えたもの5例、10V、20Vの刺戟を與えたもの夫々6例、5例である。

(a) 連続矩形波刺戟電流 4 Vを1側尿管に與えた場合。

本実験例4例について、刺戟直前3分間の尿管電圖の計測値の平均値と、刺戟直後より約5分間の尿管電圖の計測値の平均値とを比較すると、第1表に示した様に、刺戟電流 4 V、10秒間通電に対する兩側尿管の態度は、刺戟後その周期については、刺戟側は3例に於て延長し、1例に変化なく、反対側は延長（2例）するか又は刺戟前と同じ（2例）であつた。収縮波の振巾については、刺戟側、反対側共に全例にその低下をみた。収縮波の傳導の速さについては、記録紙の送り方を毎秒5mmとし、電極間距離を2cmとしたので、數値によつて表すには困難であつた。次に本群の1例を第4圖（A）に示した。

(b) 連続矩形波刺戟電流 6 Vを1側尿管に與えた場合。

本実験群5例に就て刺戟直前3分間の尿管電圖の計測値の平均値と、刺戟直後より約5分間の尿管電圖の計測

第 4 圖

第2表 動物実験第Ⅰ群の成績
連続矩形波刺戟電流 6 ボルトを一侧尿管に与えた場合

家兎番号	記録時期	刺戟側 反対側	収縮波 の周期 (秒)	収縮波 の振巾 (m.V.)
4004	刺戟前	刺戟側	8.0	0.8
		反対側	8.0	0.4
	刺戟後	刺戟側	10.0	0.4
		反対側	8.0	0.3
4005	刺戟前	刺戟側	6.0	0.7
		反対側	8.0	0.4
	刺戟後	刺戟側	10.0	0.1
		反対側	10.0	0.7
4009	刺戟前	刺戟側	12.0	0.2
		反対側	10.0	0.2
	刺戟後	刺戟側	7.0	痕跡
		反対側	10.0	0.4
4010	刺戟前	刺戟側	10.0	0.5
		反対側	7.0	0.5
	刺戟後	刺戟側	11.0	0.3
		反対側	7.0	0.3
4017	刺戟前	刺戟側	6.0	0.5
		反対側	6.0	1.0
	刺戟後	刺戟側	8.0	0.2
		反対側	8.0	0.7

第3表 動物実験第Ⅰ群の成績
連続矩形波刺戟電流10ボルトを一侧尿管に与えた場合

家兎番号	記録時期	刺戟側 反応側	収縮波 の周期 (秒)	収縮波 の振巾 (m.V.)
4002	刺戟前	刺戟側	11.0	0.2
		反対側	10.0	1.0
	刺戟後	刺戟側	8.0	0.2
		反対側	10.0	2.8
4008	刺戟前	刺戟側	15.0	1.0
		反対側	13.0	0.5
	刺戟後	刺戟側	12.0	0.2
		反対側	16.0	0.8
4012	刺戟前	刺戟側	14.0	0.7
		反対側	7.0	0.5
	刺戟後	刺戟側	20.0	1.0—0.3
		反対側	8.0	0.2
4014	刺戟前	刺戟側	9.0	0.6
		反対側	9.0	1.5
	刺戟後	刺戟側	12.0	1.5—0.6
		反対側	9.0	1.5
4030	刺戟前	刺戟側	12.0	1.0
		反対側	10.0	0.5
	刺戟後	刺戟側	14.0	1.5—0.3
		反対側	16.0	0.5
4036	刺戟前	刺戟側	12.0	1.0
		反対側	12.0	0.2
	刺戟後	刺戟側	11.0	0.3
		反対側	12.0	0.5

値の平均値とを比較すると第2表の如くである。

即ち刺戟側では、周期は延長し、収縮波の振巾は低下する症例が5例中4例、他の1例は周期は短縮し振巾は低下した。反対側では、周期は刺戟の前後で同じ(3例)か、又は僅かに延長(2例)し、収縮波の振巾は低下した症例が3例、増大した症例が2例であった。更に振巾について、刺戟前に比し、兩側尿管が刺戟後互に逆の態度を示した症例は2例であった。

傳導の速さについては前実験と同様、記載出来なかつた。次に本実験群の1例を示すと第4圖(B)の如くである。

(c) 連続矩形波刺戟電流10Vを1側尿管に與えた場合。

本実験例6例について、刺戟直前3分間の尿管電圖の計測値の平均値と、刺戟直後より約5分間の尿管電圖の計測値の平均値(5分間の前半と後半で余りに計測値の異なるものは、前半と後半とに分割して平均値を出した)とを比較すると第3表の如くである。

即ち刺戟電流10V、10秒間通電に対する兩側尿管の態度は、刺戟前に比較して、刺戟側に於ては周期の延長

例、短縮例共に3例で、収縮波の振巾は、刺戟直後に30秒間位増大してから漸次低下するものと、刺戟直後から低いものとが各々3例づつ認められた。反対側に於ては、周期は延長するもの3例、刺戟前と同じもの3例で、収縮波の振巾は増大するもの3例、低下するもの1例、変化しないもの2例であった。

ここで興味ある事は、前記の刺戟側で、刺戟後収縮波の振巾が増大してから低下する3例は、反対側で振巾が刺戟後低下或は変化しない3例に一致し(即ち同一症例であり)、(第5圖(A)参照)、刺戟側で、刺戟直後より振巾の低い3例は、反対側でその振巾が刺戟後増大する3例と同一症例(第5圖(B)参照)である事である。之は後述の代償性を思わせる反射現象とも考えられる。以上を代表する各々の症例を第5圖として掲げた。

(d) 連続矩形波刺戟電流20Vを1側尿管に與えた場合。

本実験例5例について、刺戟直前3分間の尿管電圖の

第 5 図

第 4 表 動物実験第 I 群の成績

連続矩形波刺激電流20ボルトを一側尿管に与えた場合

家兎番号	記録時期	刺激側 反対側	収縮波 の周期 (秒)	収縮波 の振幅 (m.V.)
4011	刺激前	刺激側	13.0	0.5
		反対側	12.0	1.0
	刺激後	刺激側	10.0	0.2
		反対側	11.0	1.0
4013	刺激前	刺激側	10.0	0.2
		反対側	8.0	1.0
	刺激後	刺激側	9.0	90秒 0→1.0
		反対側	8.0	1.4
4015	刺激前	刺激側	8.0	0.6
		反対側	12.0	0.5
	刺激後	刺激側	10.0	90秒 0→4.5
		反対側	16.0	0.6
4016	刺激前	刺激側	10.0	0.3
		反対側	9.0	0.3
	刺激後	刺激側	9.0	60秒 0→1.0
		反対側	14.0	0.5
4037	刺激前	刺激側	12.0	1.0
		反対側	22.0	0.4
	刺激後	刺激側	16.0	120秒 1.0→3.0
		反対側	30.0	0.6

第 5 表 動物実験第 II 群の成績

パンサイン投与前後の尿管電図の収縮波の周期及び振幅

家兎番号	体 重	左右 別	パンサイン注 射前 3 分間		パンサイン注 射後 4 分間	
			収縮波 の周期 (秒)	収縮波 の振幅 (m.V.)	収縮波 の周期 (秒)	収縮波 の振幅 (m.V.)
4027	2.0kg	右	12.0	0.3	20.0	0.3
		左	6.0	0.4	7.0	0.4
4028	2.3kg	右	13.0	0.5	17.0	1.0
		左	12.0	0.4	15.0	0.5
4029	2.1kg	右	6.0	0.6	10.0	0.1
		左	7.0	0.6	12.0	0.2
4031	2.5kg	右	8.0	0.4	10.0	0.5
		左	8.0	0.4	10.0	0.5
4032	2.5kg	右	9.0	0.4	11.0	0.3
		左	8.0	1.2	11.0	0.3
4033	2.5kg	右	9.0	0.6	14.0	0.6
		左	6.0	0.2	11.0	0.2
4035	2.4kg	右	15.0	1.0	17.0	0.5
		左	14.0	1.0	16.0	0.5
4045	2.3kg	右	15.0	0.3	21.0	0.5
		左	9.0	0.3	11.0	0.5
4046	2.5kg	右	48.0	0.6	58.0	0.6
		左	18.0	0.6	22.0	0.6

計測値の平均値と、刺激直後より約5分間の尿管電図の計測値の平均値(5分間の前半と後半とて余りに計測値の異なるものは前半と後半とに分割して平均値を出した)

とを比較すると第 4 表の如くである。

即ち前記した刺戟電流 20V, 10 秒間通電に対する両側尿管の態度は、刺戟前に比して、刺戟側の周期は 3 例に短縮, 2 例に延長をみ、反対側の周期は延長し、収縮波の振巾は両側共刺戟後増大する傾向である事が判つた。特に刺戟後刺戟側尿管に於ては 60~120 秒の蠕動波のない時期が先行した後に、収縮の振巾が、特に増大する時期があり、刺戟後 3~6 分間で漸次振巾は低下し、刺戟前より低くなる事は、第 7 図 (A) の如くであつた。

5 例中 4 例は殆ど同様の結果を示したが、他の 1 例は刺戟側、非刺戟側共に周期に殆ど変化なく、収縮波の振巾のみ低下をみたが、その原因は不明である。

更に振巾について、刺戟前に比して刺戟後の両側尿管が互に逆の態度を示した症例は 5 例中 3 例であつた。

B. 第 II 群の実験成績

(a) パンサイン投與前後の尿管電圖について。

家兎に体重 1 kg 当り 5.0 mg のパンサインを静脈注射し、その前後の尿管電圖を観察し得たのは 9 例である。その結果は、投與前約 3 分間、及び投與後その効果が曲線上に現れたと思われる時から約 4 分間の尿管電圖の計測値の平均値を表として、第 5 表に示した。ここに特異な事はパンサイン注射後、全例に於て収縮波の周期が延長することである。収縮波の振巾は、その低下をみるも

の 3 例、投與前と変化ないもの 3 例、僅かに上昇するもの 3 例である。之等の変化は注射後 2~3 分で現れる。以上の事よりパンサインは収縮波の振巾より周期に與えた影響が比較的大きく、且つ抑制的效果を示す事が判つた。

パンサイン使用後の尿管電圖の変化は、第 6 圖に示した。

(b) パンサイン投與後の尿管に連続矩形波電流刺戟を與えた時の尿管電圖について。

パンサインを家兎 1 kg 当り 5.0 mg, 静脈注射後、その影響が尿管電圖上に現れてから、種々の強さの矩形波電流刺戟を 10 例の家兎の 1 側尿管に與えて、同側及び反対側の、刺戟による尿管電圖上に現れた影響を観察した。その結果は第 6 表に示した。即ち 10 例中、刺戟の強さ、4 V, 6 V で刺戟したもの各々 1 例、10 V で刺戟したものの 5 例、20 V で刺戟したものの 3 例である。第 6 表に示した各値は、刺戟前 3 分間の尿管電圖の各収縮波の計測値の平均値と、刺戟後約 5 分間の収縮波の計測値の平均値か、又は刺戟後 5 分間の前半後半に於て、余りにその変化の大きいものは、前半後半に分割して如実の状態に近づく様に記載した。

第 6 表によると、前述の第 I 群の刺戟の強さ 4 V に対する尿管電圖の態度に似ているのが、第 II 群では 4, 6

第 6 表 動物実験第Ⅱ群の成績
パンサイン投与後一側尿管刺戟の場合

家兎番号 体 重	刺戟 の強さ	記録時期	刺戟側 反対側	収縮波 の周期 (秒)	収縮波 の振幅 (m.V.)
4046 2.5kg	4 V	刺戟前	刺戟側	22.0	0.8
			反対側	60.0	0.8
		刺戟後	刺戟側	14.0	0.5
			反対側	74.0	0.8
4045 2.3kg	6 V	刺戟前	刺戟側	9.0	1.0
			反対側	10.0	1.0
		刺戟後	刺戟側	12.0	0.2
			反対側	12.0	0.5
4031 2.5kg	10 V	刺戟前	刺戟側	10.0	0.5
			反対側	10.0	0.5
		刺戟後	刺戟側	90秒 0→9.0	90秒 0→0.2
			反対側	11.0	0.7
4035 2.4kg	10 V	刺戟前	刺戟側	12.0	1.0
			反対側	22.0	0.3
		刺戟後	刺戟側	12.0	1.0
			反対側	23.0	0.3
4029 2.1kg	10 V	刺戟前	刺戟側	10.0	0.1
			反対側	12.0	0.2
		刺戟後	刺戟側	6.0	0.3
			反対側	7.0	0.1
4027 2.0kg	10 V	刺戟前	刺戟側	20.0	0.3
			反対側	7.0	0.4
		刺戟後	刺戟側	6.0	0.3
			反対側	10.0	0.5
4028 2.3kg	10 V	刺戟前	刺戟側	17.0	1.0
			反対側	15.0	0.5
		刺戟後	刺戟側	14.0	0.5
			反対側	16.0	0.8
4033 2.5kg	20 V	刺戟前	刺戟側	14.0	0.6
			反対側	11.0	0.2
		刺戟後	刺戟側	14.0	0.8
			反対側	14.0	0.3
4032 2.5kg	20 V	刺戟前	刺戟側	11.0	0.3
			反対側	11.0	0.3
		刺戟後	刺戟側	11.0	2.0
			反対側	12.0	0.4
4047 2.5kg	20 V	刺戟前	刺戟側	17.0	0.5
			反対側	16.0	0.2
		刺戟後	刺戟側	18.0	2.0
			反対側	28.0	0.4

Vで刺戟した2例であつて、刺戟後両側尿管の収縮波の振巾は大とならず、反対側の周期は延長（抑制的）す

る。第Ⅰ群の刺戟の強さ4Vに対する尿管電圖と異なる所は、刺戟側の周期が1例が短縮（促進的）をみたことである。然し総じて弱い刺戟に於ては抑制的な態度を示した。

又、第Ⅰ群の刺戟10Vに対する尿管電圖の態度に似ているのが、第Ⅱ群では矢張り10Vで刺戟した5例であつて、促進的態度を示す症例と、抑制的態度を示す症例とが混在していた。即ち、周期については、刺戟側では延長例1例、刺戟前と同じ症例1例、短縮例3例で、反対側では延長例4例、短縮例1例であつた。又、振巾については、刺戟側では刺戟前と同じ症例2例、低下する症例2例、増大する症例1例で、反対側では刺戟前と同じ症例1例、低下する症例1例、増大する症例3例であつた。

第Ⅱ群の刺戟の強さ20Vに対する尿管の態度は第Ⅰ群のそれとよく類似し、促進的な態度を示している。即ち、本群の3例は、刺戟後反対側の周期が延長し、振巾は増大している。然し第Ⅰ群と異なる所は、刺戟側の周期に短縮例をみない事である。これらの状態は第7圖(B)に第Ⅰ群及び後述の第Ⅲ群の場合と比較して示した。又、振巾について刺戟前に比し、刺戟後両側尿管が互に逆の態度を示す症例は10例中3例に認められた。

C. 第Ⅲ群の実験成績

(a) ワコステグミン投與前後の尿管電圖について。

ワコステグミンを家兎の1kg当りメチル硫酸ネオスチグミン量にして0.05mgを静脈注射により投與し、その前後の尿管電圖を観察し得たのは12例である。各症例のワコステグミン投與前約3分間及び投與後その効果が曲線上に現れたと思われる時から約3分間の尿管電圖の計測値の平均値を表として示すと第7表の如くである。

ここに特異な事は、ワコステグミン投與の前後を比較して、収縮波の周期は余り変化がなく、収縮波の振巾に、増大をみる事である。

即ち収縮波の振巾の増大をみた症例は12例中10例で、変化をみなかったもの1例、逆に低下をみたものが1例であつた。之はワコステグミンの収縮波の振巾に対する促進的な効果を示すものである。以上のワコステグミンの効果は注射後1～3分で現れた。

次にワコステグミンの効果を示す1例を示すと第6圖(C)の如くである。

(b) ワコステグミン投與後の尿管に連続矩形波電流刺戟を與えた場合の尿管電圖に就て。

ワコステグミンの家兎1kg当り0.05mgを静脈注射した

第7図 A 20V, 刺戟側尿管電図

第7図 B 20V刺戟後刺戟側尿管電図 (パンサイイン投与後)

第7図 C 20V, 刺戟後刺戟側尿管電図 (ワゴスチグミン投与後)

第7表 動物実験第Ⅲ群の成績

ワゴスチグミン投与前後の尿管電図の収縮波の
周期及び振巾

家兎番号	左右別	ワゴスチグミン 注射前 3 分間		ワゴスチグミン 注射後 4 分間	
		収縮波 の周期 (秒)	収縮波 の振巾 (m.V.)	収縮波 の周期 (秒)	収縮波 の振巾 (m.V.)
4020	右	9.0	0.2	10.0	0.5
	左	7.0	1.2	7.0	1.5
4021	右	12.0	0.2	11.0	1.0
	左	10.0	0.3	10.0	1.0
4023	右	12.0	0.2	12.0	0.5
	左	11.0	0.5	11.0	0.8
4024	右	11.0	0.2	12.0	0.4
	左	11.0	0.3	14.0	0.5
4025	右	18.0	0.8	20.0	2.0
	左	7.0	0.2	8.0	0.8
4026	右	18.0	0.2	6.0	0.4
	左	13.0	0.2	7.0	0.3
4034	右	7.0	0.4	18.0	0.5
	左	6.0	0.2	8.0	0.3
4042	右	10.0	0.3	10.0	0.8
	左	10.0	0.1	10.0	0.2
4043	右	9.0	0.6	10.0	0.6
	左	11.0	1.0	11.0	1.0
4044	右	10.0	0.1	11.0	0.2
	左	10.0	0.5	11.0	1.0
4048	右	8.0	0.1	10.0	0.3
	左	8.0	0.3	8.0	0.6
4019	右	13.0	0.2	9.0	0.1
	左	12.0	0.2	10.0	0.1

後、尿管電図にその効果が現われてから、1 側尿管に種々の強さの連続矩形波電流刺戟を與えた時の、同側及び反対側の尿管電図について、刺戟による影響を比較觀察した。

第8表は、刺戟前後に於ける各々3分間の尿管電図計測値の平均値を記載したものである。又、本実験では計11羽の家兎で総計18回の実験を行った。即ち同一家兎に第1回目の刺戟を與えてから、尿管電図上にその影響が消失したとみられる約10分以上後に、第2回目の刺戟を與えてその影響をみたので実験回数が増している。この場合、第1回目の刺戟の2回目への影響を少くする爲に、最初の刺戟は弱い刺戟とし、第2回目を強い刺戟として第1回目と反対側の尿管に與えた。

その結果は第8表に示す如く、刺戟の強さ4Vで刺戟

第8表 動物実験第Ⅲ群の成績

ワゴスチグミン投与後の一側尿管刺戟の場合

家兎番号	体 重	刺戟 の強さ	記録時期	刺戟側 反対側	収縮波 の周期 (秒)	収縮波 の振巾 (m.V.)
4044	2.7kg	4 V	刺戟前	刺戟側	12.0	1.0
				反対側	10.0	0.3
			刺戟後	刺戟側	10.5	0.6
				反応側	10.0	0.6
4026	2.0kg	4 V	刺戟前	刺戟側	6.0	0.3
				反対側	7.0	0.1
			刺戟後	刺戟側	6.0	0.1
				反対側	7.0	0.1
4043	2.5kg	6 V	刺戟前	刺戟側	10.0	0.25
				反対側	9.0	0.4
			刺戟後	刺戟側	10.0	0.15
				反対側	9.0	0.4
4021	2.5kg	6 V	刺戟前	刺戟側	11.0	1.0
				反対側	12.0	0.8
			刺戟後	刺戟側	11.0	0.3
				反対側	12.0	0.8
4025	2.3kg	6 V	刺戟前	刺戟側	20.0	2.0
				反対側	7.7	0.5
			刺戟後	刺戟側	11.0	0.3
				反対側	8.4	0.5
4024	2.4kg	6 V	刺戟前	刺戟側	19.0	0.3
				反対側	15.0	0.5
			刺戟後	刺戟側	18.0	0.2
				反対側	18.0	0.3
4020	2.3kg	6 V	刺戟前	刺戟側	8.6	1.5
				反対側	9.0	0.4
			刺戟後	刺戟側	6.0	0.5
				反対側	10.0	0.4
4044	2.7kg	6 V	刺戟前	刺戟側	10.0	1.0
				反対側	10.0	0.7
			刺戟後	刺戟側	10.0	0.5
				反対側	10.0	0.6
4019	2.5kg	10 V	刺戟前	刺戟側	9.0	0.1
				反対側	11.0	0.2
			刺戟後	刺戟側	9.0	痕跡
				反対側	11.0	0.3
4020	2.3kg	10 V	刺戟前	刺戟側	9.3	0.8
				反対側	10.4	0.2
			刺戟後	刺戟側	17.0	0.7
				反対側	11.4	0.3
4021			刺戟前	刺戟側	11.7	1.0
				反対側	11.0	0.3

2.5kg	10 V	刺戟後	刺戟側	12.2	60秒 1.0→0.6
			反対側	11.0	0.5
4024 2.4kg	10 V	刺戟前	刺戟側	20.0	0.3
			反対側	16.0	0.2
		刺戟後	刺戟側	18.0	0.2
			反対側	18.0	0.4
4034 2.5kg	10 V	刺戟前	刺戟側	17.0	0.5
			反対側	8.0	0.2
		刺戟後	刺戟側	9.0	60秒 0.5→痕跡
			反対側	10.0	0.4
4048 2.1kg	10 V	刺戟前	刺戟側	9.0	0.2
			反対側	8.5	0.3
		刺戟後	刺戟側	9.0	120秒 0.2→0.1
			反対側	8.6	0.4
4023 2.1kg	20 V	刺戟前	刺戟側	11.0	0.4
			反対側	10.0	0.4
		刺戟後	刺戟側	8.0	0.2
			反対側	11.0	1.0
4024 2.4kg	20 V	刺戟前	刺戟側	21.0	0.2
			反対側	14.0	0.3
		刺戟後	刺戟側	14.0	60秒 1.0→0.2
			反対側	14.0	0.4
4043 2.5kg	20 V	刺戟前	刺戟側	8.0	0.2
			反対側	8.5	0.3
		刺戟後	刺戟側	8.0	60秒 0.2→痕跡
			反対側	10.0	0.6
4048 2.1kg	20 V	刺戟前	刺戟側	9.0	0.3
			反対側	9.0	0.2
		刺戟後	刺戟側	6.0	180秒 0.5→0.2
			反対側	12.0	0.3

したもの2例、6Vで刺戟したもの6例、10Vで刺戟したもの6例、20Vで刺戟したもの4例である。

4Vの刺戟例では、刺戟側の周期は1例は短縮し、1例は変化なく、収縮波の振巾は全例とも低下した。反対側では周期に変化なく、振巾は1例に増大し、1例は変化なかった。この事は前述の第Ⅰ、Ⅱ群で認められた弱い刺戟（4V、6V）に対する尿管の抑制的態度と異なり、僅かに促進的態度が混在しているが、症例数が少ないので例外と考え度い。

6Vで刺戟した6例で共通の事は、反対側の周期は刺戟前と同じ（3例）か、又は延長している事、収縮波の

振巾は刺戟前と同じ（4例）か、又は低下している事である。刺戟側では、周期は刺戟前と同じ（3例）か、短縮している事、収縮波の振巾は全部低下している事である。即ち、6Vの刺戟の強さに対しては、総じて抑制的に反応している事は第Ⅰ、Ⅱ群の結果と同様である。

10Vで刺戟した6例に共通の事は、反対側で、周期は刺戟後延長する（3例）か、又は刺戟前と同じであつて、収縮波の振巾は全例に於て増大する事である。又、刺戟側では周期が延長したものが2例、変化のないものが2例、僅かに短縮したものが2例で、収縮波の振巾は、刺戟後全例に於て低下を示している。即ち振巾に関して、刺戟側尿管に於ては、刺戟に対して抑制的態度を示し、反対側尿管に於ては代償性を思わせる促進的態度を示している。尚、振巾について、刺戟前に比し刺戟後両側尿管が互に逆の態度を示す症例は11例中5例であつた。

20Vで刺戟した4例では、反対側に於ては10V刺戟で示した態度と全く同じであるが、刺戟側では、刺戟直後から1乃至3分間は収縮波の振巾は極度に増大し、その後低下し殆ど収縮波は痕跡を示すだけになる2例（第7圖（C））と、刺戟後直ちに振巾の低下を示す2例とが認められた。刺戟側の周期は短縮を示した。

Ⅱ．臨床実験成績

慶應病院泌尿器科外来及び入院患者28例について、1側尿管に連続矩形波刺戟電流を10秒間通電刺戟して、その影響を両側尿管について尿管電圖として記録、刺戟の前後の約3乃至5分間の収縮波の計測値の平均値を示し比較観察した。この際の刺戟の強さは疼痛閾値以下、或は疼痛閾値乃至その2倍の強さの電圧を使用した。患者の内訳は、主として尿管に変化なしと思われるもの5例を対照として第Ⅰ群、腎尿管結石12例を第Ⅱ群とし、遊走腎及び水腎症を伴う遊走腎11例を第Ⅲ群とし、前記方法により尿管の態度を観察した。

A．第Ⅰ群の実験成績

両側尿管の正常と思われる5例の患者の1側尿管に、連続矩形波電流刺戟を與えて、その前後の両側尿管の収縮波の計測値の平均値を比較したのが第9表である。

第9表の如く、疼痛閾値以下の刺戟の強さ4Vで10秒間刺戟した第1例では、刺戟側、反対側ともに動物実験に於ける第Ⅰ群の弱い刺戟（4V、6V）に対する態度と同じ態度を示した。即ち刺戟側反対側共に、収縮波の周期は延長し、振巾は低下した。第2例の8Vの刺戟では刺戟側のみが周期、振巾について、夫々短縮、増大を

第9表 臨床実験第I群の成績、正常例一側尿管刺戟の場合

症例番号 年齢性別	疾患名	刺戟の強さ	記録時期	刺戟側 反対側	収縮波の周期 (sec)	収縮波の振幅 (m.V.)	伝導の速さ (cm/sec)
第1例 29♀	ナシ	4.0V	刺戟前 10分間	刺戟側	21	4.6	3.3
				反対側	22	3.0	3.3
			刺戟後 10分間	刺戟側	72	3.2	5.0
				反対側	26	2.8	3.3
第2例 28♀	膀胱炎治癒期	8.0V	刺戟前 2分間	刺戟側	18	1.5	
				反対側	17	3.3	
			刺戟後 4分間	刺戟側	9	1.9	
				反対側	18	2.5	
第3例 29♀	ナシ	12.0V	刺戟前 5分間	刺戟側	30	2.3	5.0
				反対側	37	1.3	5.0
			刺戟後 5分間	刺戟側	26	1.0	5.0
				反対側	37	0.8	4.0
第4例 35♀	ナシ	12.0V	刺戟前 3分間	刺戟側	23	2.0	3.3
				反対側	14	1.0	
			刺戟後 3分間	刺戟側	14	1.7	3.3
				反対側	10	1.5	3.3
第5例 25♂	ナシ	14.0V	刺戟前 3分間	刺戟側	34	2.0	2.5
				反対側	23	1.5	2.5
			刺戟後 3分間	刺戟側	24	2.5	2.5
				反対側	25	1.7	2.5

示した。

次に疼痛閾値の1～1.5倍の刺戟の強さで刺戟した第3, 4, 5例に於ては、動物実験第I群の10Vで10秒間刺戟した症例群に相当する結果を得た。即ち刺戟側では刺戟後、刺戟前に比して周期は全例とも短縮し、振幅は増大するもの(1例)と、低下するもの(2例)とがあった。反対側では刺戟前に比して、周期は同じ(1例)か又は延長(1例)、或は短縮(1例)し、振幅は増大(2例)するか又は低下(1例)した。

この様に各刺戟の強さによる刺戟後、尿管の示す態度は、その周期、振幅の変化について、動物実験第I群の成績と殆ど同様な傾向を示した。即ち弱い刺戟(10V以下)に対しては、概して抑制的な態度を示し、比較的強い刺戟(10V～14V)に対しては、促進的な態度を示すものと、抑制的な態度を示すものと両方の症例が混在した。然し動物実験の場合の様な強い刺戟(20V以上)を與える事が出来なかつたので、より強い刺戟に対する尿管の態度は不明である。

傳導の速さに、については計測し得た4例中の1例の刺戟側に、刺戟後その促進が認められた。

B. 第II群の実験成績

尿管結石12例の1側尿管に、疼痛閾値乃至その1.5倍の強さの連続矩形波電流刺戟を與えた後の両側尿管の示す態度は、第10表に示した如くである。

第10表より、周期についてその結果を総合すると、刺戟側では10Vの刺戟の強さを境として、それ以下の刺戟の強さで刺戟した症例では、刺戟後周期は延長し、10V以上の刺戟の強さで刺戟した症例では短縮する傾向を認めた。又、反対側では同様に10Vの刺戟を境として、それ以下の刺戟の強さに対しては、刺戟後周期は延長し、それ以上の刺戟の強さでは短縮する傾向であつた。然し乍ら1～2の例外は認められた。

次に振幅についてその結果を総合すると、矢張り10Vの刺戟の強さを境として、それ以下の刺戟の強さでは、両側尿管ともに収縮波の振幅は刺戟前よりも低下する傾向があつた。然しこの場合も亦1～2の例外はあつた。又、10V以上の刺戟の強さでは、刺戟後刺戟側では、振幅は僅かに低下し、反対側では増大した。

刺戟後の収縮波の傳導の速さは、測定しにくい症例が多く、両側共に確かな計測値を出し得たのは第10表の如

第10表 臨床実験第Ⅱ群の成績、腎尿管結石例一側尿管刺戟の場合

症例番号 年齢性別	疾患名	刺戟の強さ	記録時期	刺戟側 反対側	収縮波の周期 (sec)	収縮波の振幅 (m.V.)	伝導の速さ (cm/sec)
第6例 24♂	左腎結石	6.0V	刺戟前	刺戟側	20	1.8	
			5分間	反対側	20	2.0	
			刺戟後	刺戟側	28	2.3	
			5分間	反対側	50	2.0	
第7例 23♀	左尿管結石	6.0V	刺戟前	刺戟側	23	1.0	
			3分間	反対側	40	1.0	5.0
			刺戟後	刺戟側	11	0.5	
			3分間	反対側	44	2.0	5.0
第8例 21♂	右尿管結石	6.2V	刺戟前	刺戟側	56	3.0	6.0
			5分間	反対側	44	1.1	5.0
			刺戟後	刺戟側	104	2.3	10.0
			5分間	反対側	26	0.7	5.0
第9例 58♀	左腎結石	6.2V	刺戟前	刺戟側	27	1.4	3.3
			5分間	反対側	38	1.5	4.0
			刺戟後	刺戟側	28	1.0	3.3
			3分間	反対側	48	1.4	4.0
第10例 28♂	右尿管結石	7.0V	刺戟前	刺戟側	33	0.5	5.0
			3分間	反対側	15	1.3	4.0
			刺戟後	刺戟側	42	1.0	
			3分間	反対側	18	1.3	4.0
第11例 21♂	左尿管結石	9.0V	刺戟前	刺戟側	22	1.0	
			3分間	反対側			
			刺戟後	刺戟側	30	1.0	
			5分間	反対側			
第12例 29♀	左腎結石	9.0V	刺戟前	刺戟側	40	3.0	
			5分間	反対側			
			刺戟後	刺戟側	35	1.5	7.0
			5分間	反対側			
第13例 20♂	右尿管結石	10.0V	刺戟前	刺戟側	25	2.2	
			5分間	反対側	37	1.0	5.0
			刺戟後	刺戟側	50	0.8	
			5分間	反対側	14	0.8	5.0
第14例 23♀	左尿管結石	10.0V	刺戟前	刺戟側	14	0.7	2.5
			5分間	反対側			
			刺戟後	刺戟側	15	0.5	2.5
			5分間	反対側			
第15例 32♂	右腎結石	10.0V	刺戟前	刺戟側	17	0.5	1.2
			3分間	反対側	30	1.7	2.5
			刺戟後	刺戟側	21	0.2	2.0
			3分間	反対側	36	1.2	2.5
第16例 21♂	左尿管結石	12.0V	刺戟前	刺戟側	23	1.0	2.5
			3分間	反対側	25	1.0	3.3
			刺戟後	刺戟側	15	1.0	2.5
			3分間	反対側	18	1.2	5.0
第17例 39♀	左腎結石	14.0V	刺戟前	刺戟側	36	1.2	
			5分間	反対側	18	1.2	
			刺戟後	刺戟側	31	0.7	
			5分間	反対側	22	1.5	

く4例で、そのうち刺戟側の傳導の速さが速くなった症例2例（第8例、第15例）を認めた。

刺戟側と疾患側との関係については、患側を刺戟した症例6例、健側を刺戟した症例6例であるが、その間に

明かな相違を発見する事は出来なかつた。

C. 第Ⅲ群の実験成績

遊走腎11例の1側尿管に疼痛閾値乃至その1.5倍の強さの連続矩形波電流刺戟を與えた後の、兩側尿管の示す

第11表 臨床実験第Ⅲ群の成績，遊走腎例一側尿管刺戟の場合

症例番号 年令性別	疾患名	刺戟の強さ	記録時期	刺戟側 反対側	収縮波の周期 (sec)	収縮波の振幅 (m.V.)	伝導の速さ (cm/sec)
第18例 49♀	両側遊走腎	6.0 V	刺戟前 5分間	刺戟側	24.0	1.5	2.0
				反対側	26.0	2.0	2.5
			刺戟後 5分間	刺戟側	12.0	0.6	3.3
				反対側	26.0	2.0	2.5
第19例 27♀	右遊走腎	6.0 V	刺戟前 3分間	刺戟側	25.0	1.6	5.0
				反対側	18.0	1.1	2.5
			刺戟後 5分間	刺戟側	26.0	1.2	5.0
				反対側	22.0	1.0	2.5
第20例 19♀	両側遊走腎	8.0 V	刺戟前 5分間	刺戟側	18.0	1.6	2.0
				反対側	15.0	2.0	2.0
			刺戟後 5分間	刺戟側	20.0	0.7	2.5
				反対側	19.0	1.9	2.0
第21例 49♀	両側遊走腎	8.0 V	刺戟前 5分間	刺戟側	28.6	1.3	
				反対側			
			刺戟後 6分間	刺戟側	60.0	1.0	
				反対側			
第22例 61♀	両側遊走腎	10.0 V	刺戟前 4分間	刺戟側	18.0	1.5	2.5
				反対側	24.0	1.4	5.0
			刺戟後 3分間	刺戟側	26.0	1.2	2.5
				反対側	29.0	1.6	5.0
第23例 45♀	右遊走期	10.0 V	刺戟前 4分間	刺戟側	16.6	2.6	2.5
				反対側	16.4	3.0	2.5
			刺戟後 4分間	刺戟側	13.0	1.7	3.3
				反対側	20.0	2.2	3.3
第24例 54♀	右遊走腎	12.0 V	刺戟前 3分間	刺戟側	34.0	1.8	
				反対側	58.0	0.6	
			刺戟後 5分間	刺戟側	21.0	1.8	
				反対側	40.0	0.5	
第25例 29♀	右遊走腎	14.0 V	刺戟前 4分間	刺戟側	48.0	1.9	
				反対側	20.0	1.2	5.0
			刺戟後 5分間	刺戟側	39.0	1.7	
				反対側	48.0	0.9	
第26例 30♀	右遊走腎	14.0 V	刺戟前 3分間	刺戟側	23.0	0.9	2.5
				反対側	20.0	1.2	3.3
			刺戟後 5分間	刺戟側	27.0	0.6	2.5
				反対側	19.0	1.2	
第27例 37♀	右遊走腎	15.0 V	刺戟前 3分間	刺戟側	16.0	1.0	4.0
				反対側	15.0	1.4	4.0
			刺戟後 3分間	刺戟側	13.0	1.4	
				反対側	10.0	2.8	
第28例 60♀	両側遊走腎	16.0 V	刺戟前 5分間	刺戟側	18.0	3.8	3.3
				反対側	27.0	1.6	3.3
			刺戟後 5分間	刺戟側	15.0	1.4	4.0
				反対側	31.0	1.3	4.0

態度は第11表に示す如くである。

収縮波の周期について、その結果を総合すると、刺戟側、反対側ともに、10Vの刺戟の強さを境として、それ以下の刺戟の強さでは周期は延長し、それ以上の刺戟の強さでは短縮する傾向にあった。然し乍ら両側共に1～2の例外症例は認められた。

収縮波の振幅についてその結果を総合すると、10V以下の刺戟の強さでは両側共に、刺戟後振幅は低下した。10V以上の刺戟の強さでは、刺戟側、反対側ともに、僅かにその低下を示すもの3例、刺戟前と変らぬもの1例、振幅の増大をみたもの1例であつた。この10V以上の刺戟の強さに対する第Ⅲ群の両側尿管の態度は、動物実験成績及び臨床実験第Ⅰ、Ⅱ群の結果と最も異なる所で、之については考按で述べる。

傳導の速さは、計測出来た7例のうち、刺戟側尿管に於て2例にその促進を認めた。

刺戟側と患側との関係については、症例は右遊走腎、或は両側遊走腎でも右側がより高度に下垂した症例が多いが、右側を刺戟した症例が4例で、他の7例は左側を刺戟したのであるが、その間に特別の関係は見出し得なかつた。

D. 刺戟直後に於ける両側尿管の相互関係

連続矩形波電流刺戟を1側尿管に與えると、その直後から数分間の尿管電圖は著明な変化を示すが、このうち尿管運動の変化を最もよく表現すると思われる収縮波の振幅について観察すると、刺戟後1側尿管の振幅が低下すると、他側のそれが増大し、又逆に1側尿管の振幅が増大すると、他側のそれが低下する様な症例に屢々遭遇した。そして之等の変化を示した症例は、動物実験では刺戟の強さ6V、10Vの時、臨床実験では10V乃至14Vの時に、即ち中等度の刺戟の強さの場合に多かつた。そこで全実験成績表から、この様な変化を示した症例を集めた所、動物実験例42例中15例、即ち約35.7%に、又臨床実験例28例中には9例、即ち約32.1%に認められた。この様な変化については第8圖を参照され度い。

以上の如き代償性を思わせる変化と疾患との因果関係は見出し得なかつた。

〔考 按〕

1. 実験装置について

a) 電極について

Butcher, 生龜はその実験で夫々2.5cm, 10cmを電極間の距離としているが、電極間の距離は、可能な限り長くした方が尿管電圖の読圖上の誤りが少い。その理由は電極間距離が収縮波の周期より短いと、或1つの収縮波

第9図 時定数比較

が近心電極を通過して、更に遠心電極を通過した場合、その前後波と重なって、傳導の速さを判読する時に誤り易いからである。従つて本実験ではその距離を臨床実験では10cmとした。

電極の位置は尿管口よりの距離を以て表わした。人体の尿管の長さは、北川(1916), 田中(1916), 羽太(1917)等の統計によると、邦人では24~25cmと云う事に一致している。そこで本実験では近心電極の位置を15cmとした。家兎ではその大小により尿管の長さは種々であるが、2.5kgのものでは右側が15~16cm, 左側が14~15cmであつたので、一應尿管口より5cmと一定した。

b) 時定数について

本実験では増巾器の時定数を0.25秒とした。この理由は時定数の短い方が第9圖に示した様に、基線が安定し、波の立上りが急峻であるので周期、傳導の速さ、收縮波の持続時間の測定に便利であり、收縮波の間歇期が明瞭となるからである。然し乍ら欠点として、波形に対する忠実度が低くなる事はやむを得ない。

c) 刺戟装置及び刺戟の強さについて。

刺戟は電子管刺戟装置により矩形波電流刺戟とした事は、本装置がアイソレーター使用により出力絶縁を行い、又、アースと完全に絶縁され、刺戟を局所的に行い得る爲である事は前記した。

刺戟の強さは尿管を刺戟した際の疼痛の閾値を基準とした。即ち上記刺戟の強さを漸次強めて行くと疼痛を訴え始める電圧を疼痛閾値とし、この1.5倍、2倍等の刺戟の強さを與えた。疼痛閾値は実験によると個体差があり、大体6~8ボルトであつた。

2. 動物実験の麻醉法について

使用薬剤としてはパイアドリール(Hydroxydione)を、家兎の1kg当り50mgを使用した。Hydroxydioneは他の靜脈麻醉剤に比して筋弛緩作用が少く(天野)、迷走神経の亢奮性や交感神経の亢奮性を変へることなく、血清コリンエステラーゼ活性値も不変、ガングリオンの遮断作用はない(Laborit)、などの自律神経に対する作用が比較的少ないので本実験に使用した。然し、麻醉深度を深くすると筋弛緩作用が現われ(金)、又大量使用時の尿量減少の記載(山村, Just)、がみられるので、実験の結果、家兎1kg当り50mg以下が適量として使用した。更に本剤は他の靜脈麻醉剤に比して麻醉時間が長く、呼吸抑制作用がなく、又血圧下降が一過性で少い(山村, 金)ので動物の死亡率が低い等の多くの利点があるので本剤を使用した。

3. 收縮波の形状と刺戟による影響

收縮波の形状については、当教室の宗が先に発表している所であり、前述した様に本実験では時定数0.25秒を使用したので、波形に忠実度が低い所よりその研究結果は省略した。

然し刺戟後の收縮波の形状は刺戟前に較べて少し複雑化する傾向があるが、刺戟の強さによるその形状の変化の仕方には法則的なものは全く見られなかつた。

4. 收縮波の最大振巾について

1955年 Butcher 等は Hanley 類似の電極を人尿管の下1/3部に挿入し測定した結果、振巾は最大0.5mVであつたと云う。又、1957年白鳥等は人の開腹露出剝離尿管に電極を刺入し、その自然発生放電を誘導測定した結果、振巾は0.3~1.7mVであつたとしている。更に1957年生龜は著者等と同様の電極を用いてペン書きオッシロ

グラフにより正常人尿管の尿管電圖を記録し時定数 1.8 秒で振巾は $3.8 \pm 1.34 \text{mV}$ であったとしている。

著者の本実験では42例の家兎に於ける振巾の平均値は右尿管で 0.55mV ，左尿管で 0.53mV であり，28例の人体に於ける振巾の平均値は右尿管で 1.4mV ，左尿管で 1.8mV であった。

5. 傳導の速さと刺激による影響。

レントゲンキモグラフィーによる傳導の速さの実験成績は，市川等 (1938)，高橋等 (1936)，Maintz (1936)，小野 (1941) の夫々 $0.3 \sim 4.3 \text{cm/sec.}$ ， $1.2 \sim 2.9 \text{cm/sec.}$ ， $1.0 \sim 3.5 \text{cm/sec.}$ ， $1.8 \sim 3.9 \text{cm/sec.}$ ，があり，又，市川等による経靜脈性キモグラフィーでは $1.9 \sim 2.5 \text{cm/sec.}$ ，逆行性キモグラフィーでは $0.3 \sim 4.3 \text{cm/sec.}$ ，高橋等の経靜脈性キモグラフィーでは $2.0 \sim 2.9 \text{cm/sec.}$ ，逆行性キモグラフィーでは $1.2 \sim 2.8 \text{cm/sec.}$ ，小野の経靜脈性キモグラフィーでは $2.12 \sim 3.84 \text{cm/sec.}$ ，逆行性キモグラフィーでは $1.3 \sim 3.9 \text{cm/sec.}$ ，となつてゐる。

又，尿管内に電極を挿入したものでは Orbeli (1910) は犬で $1.4 \sim 1.5 \text{cm/sec.}$ ，白鳥は人体で $1.4 \sim 2.6 \text{cm/sec.}$ ，Butcher (1955) は人体で $2.0 \sim 4.5 \text{cm/sec.}$ ，吾々の教室の宗は人体で $1.6 \sim 12.2 \text{cm/sec.}$ ，であつたとしている。

著者の実験では人体で 14 例の平均値は $2.5 \sim 10 \text{cm/sec.}$ ，であつた。

刺激による影響に関する実験では Kiil (1957) は，尿管内圧測定法により傳導の速さを測り，正常尿管に於ては $1 \sim 6 \text{cm/sec.}$ ，であるが，尿管に刺激を加えた場合には速さは 15cm/sec. にも達することがあるとしている。

著者の実験では，刺激後傳導の速さが速くなる症例は，その測定可能であつた臨床実験 15 例中 5 例，即ち 33 % の刺激側尿管に認めた。(各群の成績表参照) その他の 10 例は刺激の前後を比較して計測可能な差を認めなかつた。そして刺激の強さと傳導の速さとの関係も，特に明かなものは見出せなかつた。

6. 動物実験第 I 群に対する小括的考察

第 1 群の成績を総括して，收縮波の周期及び振巾について，刺激前と比較した刺激後の結果を症例比率として表に現わしたものが第 12 表である。

この表によると弱い強さの刺激では刺激側，反対側共に周期は刺激後延長を示す傾向にある。又，10V で刺激した時の刺激側は，周期の延長例短縮例が各々 50 % の症例比率を示し，20V で刺激した時の刺激側は同様に夫々 40 %，60 % の症例比率を示して，刺激の強さが増すに従

第 12 表 動物実験第 I 群の小括表
各刺激の強さに対する収縮波の周期及び振巾についての症例比率

			刺 戟 側		反 応 側	
	刺激の強さ	刺激前との比較	症例数	症例比率	症例数	症例比率
収縮波の周期	4 V	延長	3	75 %	2	50 %
		変化なし	1	25 %	2	50 %
		短縮	0		0	
	6 V	延長	4	80 %	2	40 %
		変化なし	0		3	60 %
		短縮	1	20 %	0	
	10 V	延長	3	50 %	3	50 %
		変化なし	0		3	50 %
		短縮	3	50 %	0	
	20 V	延長	2	40 %	3	60 %
		変化なし	0		1	20 %
		短縮	3	60 %	1	20 %
収縮波の振巾	4 V	低下	4	100 %	3	75 %
		変化なし	0		1	25 %
		増大	0		0	
	6 V	低下	5	100 %	3	60 %
		変化なし	0		0	
		増大	0		2	40 %
	10 V	低下	2	33 %	1	17 %
		変化なし	1	17 %	2	33 %
		増大	3	50 %	3	50 %
	20 V	低下	1	20 %	0	
		変化なし	0		1	20 %
		増大	4	80 %	4	80 %

つて，短縮例の症例比率が大となつてゐる。

収縮波の振巾は，刺激側では各刺激の強さが増すに従つて増大の傾向を示す。即ち 4 V，6 V の場合の症例比率は 0 %，10V では 50 %，20V では 80 % となつてゐる。反対側に於ても同様で，刺激の強さが大となる程，その症例比率は増している。即ち 4 V の場合は 0 %，6 V では 40 %，10V では 50 %，20V では 80 % である。

以上を概観すると 4 V，6 V の弱い刺激に対する両側尿管の態度と，20V の強い刺激に対する両側尿管の態度とは逆の態度を示し，その中間の刺激の強さ 10V の場合では，両側尿管は，症例比率の上では中間の態度を示す傾向のある事が判つた。

即ち弱刺激 (例えば 4 V) に対する尿管は，その運動を極力少くして刺激を避けんとするかの如き態度を示し，強刺激 (例えば 20V) に対しては，大きな収縮波を

出して刺戟を排除しようとするかの如き傾向を示す。之はあたかも尿管結石の時の疝痛発作時の運動を思わせ、前者はその間歇期の尿管運動を思わせる。この事については第3編に於て尿管結石患者について実証し得ている。

中間刺戟（例えば6V, 10V）に対しては、尿管は上記二様の態度を示すが、小括表に示された様に、6Vで刺戟した場合には弱刺戟に対する態度（抑制的）を示す症例比率がより大となり、10Vで刺戟した場合には、強刺戟に対する態度（促進的）を示す症例比率がより大となっている事は、当然とは云い乍ら興味ある事である。

7. 動物実験第Ⅱ, Ⅲ群に対する考察

a) パンサイン、ワゴスチグミン使用による尿管電圖への影響について。

尿管に対する薬剤に関する文献について述べると、石灰塩は全神経の興奮性を低下させるから尿管に対しても同様の作用が考えられる所から、Boulet (1920) は人間尿管切片に対して塩化カルシウムがその収縮を促進させる事を見ている。又、同様尿管切片について Gruber (1928) は粘液腺抽出物によつて滑平筋縦走筋が刺戟され、又、macht (1923) は弱酸性液中で最もよく収縮し、之にアドレナリンを加えると収縮の強さ及び周期の増す事をみている。

Hanley (1953) は尿管電圖法により、薬物の尿管への直接作用を検し得ることをその利点として記載し、パンサインは尿管収縮に抑制的に働く事を尿管電圖法により確認したとしている。又、生亀 (1957) は尿管電圖法により、ファイナリン、デプロパネックス注射後の尿管蠕動は、振巾、頻度が並行的に抑制される事を記載している。

然し一方、Kiil (1957) は尿管内圧測定法によつて、パンサイン50mgを静注した人体5例のうち、パンサインの影響がなかつたものは4例で、パンサインは腸管・膀胱に撰擇的に作用し尿管には作用しないとしている。又、Draper (1953) はパンサインは排出する尿成分に影響せず、且つ上部尿路の外形的変化はなかつたとしている。更に Draper & Zorngiotti (1954) はパンサイン投與時の尿管電圖を報告している。又、Kiil は同様方法によりプロスチグミンが尿管に無影響であつたとしている。

その他 Smith & Melton (1955) は尿管電圖法により、アトロピン、塩化カリが振巾を低下させ、アドレナリン、カルシウム、及び連続刺戟が振巾を増大させる事

を記載している。

尿管の神経支配について薬理学の成書によると、副交感神経末梢興奮剤である塩酸ピロカルピン及び交感神経興奮剤である塩酸エピレナミンは共に尿管に対して刺戟的作用を有し、副交感神経末梢麻痺剤である硫酸アトロピン及びパバペリンは抑制的に作用するとされている。従つて尿管は主として交感神経によつて促進的に、且つ副交感神経によつても或程度には促進的に支配されているらしい。然しアトロピンの少量は初めに促進的に働くとしてされている。

著者の実験に於ても尿管電圖法により之を実証し得た。即ち副交感神経末梢興奮剤であるワゴスチグミンは促進的に、副交感神経遮断剤であるパンサインは抑制的に作用した。（第6圖参照）パンサインは副交感神経末端にアトロピン様作用を呈するとされているが、著者の実験でもパンサインの少量はアトロピンの場合と同様に促進的に働いた症例があつた。

又、本実験で特異な現象は、パンサイン投與後は尿管電圖の収縮波の振巾には大なる変化がなく、比較的に周期に対する影響が大であつた事と、又、ワゴスチグミン投與後に於ては、収縮波の周期には大なる変化がなく、比較的振巾に対する影響が大であつた事である。之はパンサインが尿管蠕動の律動性を司配する神経に対する影響が大きく、ワゴスチグミンは滑平筋を支配する神経に対する影響が大である事を物語っている様である。

b) 動物実験第Ⅱ群に対する小括的考察

第Ⅱ群の結果（第6表）を症例比率として小括し、第Ⅰ群の結果（第12表）と比較し易くしたものが第13表である。

第13表によると、刺戟前と比較した刺戟後の刺戟側の周期は、第Ⅰ群と殆ど類似の成績を示している。例外として4Vで刺戟した1例にだけ周期の短縮をみている。反対側の周期も第Ⅰ群と同様に、刺戟後延長の症例比率が各刺戟の強さに於て大となっている。

収縮波の振巾は、刺戟側では刺戟の強さが大となるに従つて、刺戟後の振巾の増大する症例比率は大となつていて、第Ⅰ群と同様の結果であつた。反対側でも第Ⅰ群と類似の結果を示し、刺戟の強さが大となれば、収縮波の振巾はそれにつれて増大し、その逆も亦成立する結果を示している。即ち刺戟の強さ4Vでは振巾の増大する症例比率は、0%, 6Vでは0%, 10Vでは60%, 20Vでは100%となっている。

以上を概観すると第Ⅱ群でも第Ⅰ群と同様に、4V、

第13表 動物実験第Ⅱ群の小括表
各刺激の強さに対する収縮波の周期及び振巾についての症例比率

			刺 戟 側		反 対 側	
	刺激の強さ	刺激前との比較	症例数	症例比率	症例数	症例比率
収縮波の周期	4V	延長	0		1	100%
		変化なし	0		0	
		短縮	1	100%	0	
	6V	延長	1	100%	1	100%
		変化なし	0		0	
		短縮	0		0	
	10V	延長	1	20%	4	80%
		変化なし	1	20%	0	
		短縮	3	60%	1	20%
	20V	延長	1	33%	3	100%
		変化なし	2	67%	0	
		短縮	0		0	
収縮波の振巾	4V	低下	1	100%	0	
		変化なし	0		1	100%
		増大	0		0	
	6V	低下	1	100%	1	100%
		変化なし	0		0	
		増大	0		0	
	10V	低下	2	40%	1	20%
		変化なし	2	40%	1	20%
		増大	1	20%	3	60%
	20V	低下	0		0	
		変化なし	0		0	
		増大	3	100%	3	100%

6Vの弱刺激に対する尿管の態度と、20Vの強い刺激に対する尿管の態度とは明かに異り、10Vの強さの刺激では、その中間の症例比率を示す事が判つた。以上の如くパンサイン投與後の1側尿管刺激による、両側尿管への影響は第Ⅰ群と大差のない事が明かとなつた。

c) 動物実験第Ⅲ群に対する小括的考察

第Ⅲ群の結果(第7表)を症例比率として小括し、第Ⅰ、Ⅱ群と比較し易くしたものが第14表である。

第14表によると、第Ⅲ群の第Ⅰ、Ⅱ群と比較して相違する所は、刺激側に於て弱刺激(4V、6V)に対しても周期が短縮する事と、又、刺激側に於て比較的強い刺激(10V、20V)に対しても、振巾の増大する症例比率が低い事である。この理由は難解であるが、著者は次の様に解した。即ちワゴスチグミンを投與した後の、1側尿管刺激による尿管の態度は、前記した尿管に対する薬

第14表 動物実験第Ⅲ群の小括表
各刺激の強さに対する収縮波の周期及び振巾についての症例比率

			刺 戟 側		反 対 側	
	刺激の強さ	刺激前との比較	症例数	症例比率	症例数	症例比率
収縮波の周期	4V	延長	0		0	
		変化なし	1	50%	2	100%
		短縮	1	50%	0	
	6V	延長	0		3	50%
		変化なし	3	50%	3	50%
		短縮	3	50%	0	
	10V	延長	2	33%	3	50%
		変化なし	2	33%	3	50%
		短縮	2	33%	0	
	20V	延長	0		3	75%
		変化なし	1	25%	1	25%
		短縮	3	75%	0	
収縮波の振巾	4V	低下	2	100%	0	
		変化なし	0		1	50%
		増大	0		1	50%
	6V	低下	6	100%	2	33%
		変化なし	0		4	67%
		増大	0		0	
	10V	低下	6	100%	0	
		変化なし	0		0	
		増大	0		6	100%
	20V	低下	2	50%	0	
		変化なし	0		0	
		増大	2	50%	4	100%

物の関係から推測すれば、正常時尿管刺激の場合に比して、より促進的な影響が期待出来る。そこで刺激側の周期に就て、第Ⅰ群に比して刺激後に短縮した症例比率がより大となり、(尿管の排泄能力を収縮波の周期と振巾の乗じたものに關係ありとすれば)その代償的反應として、同側尿管の振巾の低下を示す症例比率が大となつたのであろう。

その他は、各刺激の強さに対する周期、振巾共に、症例比率に於て、第Ⅰ、Ⅱ群と類似の結果を示している。即ち反対側の周期は各刺激の強さのグループに於て、延長を示す症例比率が大である。又、振巾は刺激の強さが大となるに従つて、刺激後の振巾の増大する症例比率は大となつている。即ち4Vの場合の例外とみられる1例を除いて、6Vでは0%、10Vでは100%、20Vでは100%の如くである。

第15表 臨床実験第Ⅰ群の小括表

			刺 戟 側		反 対 側	
	刺戟の強さ	刺戟前との比較	症例数	症例比率	症例数	症例比率
収縮波の周期	10 V 以下	延 長	1	50%	2	100%
		変化なし	0		0	
		短 縮	1	50%	0	
	10 V 以上	延 長	0		1	33%
		変化なし	0		1	33%
		短 縮	3	100%	1	33%
収縮波の振巾	10 V 以下	低 下	1	50%	2	100%
		変化なし	0		0	
		増 大	1	50%	0	
	10 V 以上	低 下	2	67%	1	33%
		変化なし	0		0	
		増 大	1	33%	2	67%

上記の様に刺戟側に於てはワオスチグミンの影響と思われる結果が認められたが、反対側に於ても、刺戟後の振巾の増大を示す症例比率が10Vで 100%を示す事は、第Ⅰ、Ⅱ群に比して高率に過ぎる所であり、之もワオスチグミンの影響とも考えられる。然し乍ら総じて、1側尿管刺戟後の両側尿管の態度は、第Ⅰ、Ⅱ群の結果と同様に、弱い刺戟の強さに対する態度と、強い刺戟の強さに対する態度とは、矢張り逆の傾向を示す事が判つた。

8. 臨床実験第Ⅰ群に対する小括的考察

人体の尿管に変化なしと思われる症例5例に対して行った成績(第8表)を、動物実験と比較し易くする爲に、症例比率で小括し第15表とした。第8表によると第1例の4Vの刺戟に対する両側尿管の態度は、動物実験第Ⅰ群の4Vの刺戟の場合と全く同様の結果であつた。第2例の8Vでの刺戟に対しては、刺戟側尿管のみ促進的態度を示した。その他の症例3例を第15表で見ると、動物実験第Ⅰ群の10Vに対する尿管の態度を症例比率で示す第12表と殆ど類似の傾向を示した。即ち人体正常尿管の1側に疼痛閾値の1～1.5倍の強さの刺戟を與えると、刺戟側では周期の短縮をみる症例比率が100%、振巾の増大をみる症例比率は33%で、反対側では周期の短縮をみる症例比率は33%、振巾の増大をみる症例比率は67%であつて、動物実験第Ⅰ群の10Vの場合と同様の症例比率の傾向を示した。以上により疼痛閾値の1～1.5倍(8～14V)の刺戟の強さに対する尿管の態度は、動物実験に於ける強刺戟(20V)と弱刺戟(4V)の中間の強さである10Vの刺戟の強さに対する尿管の態度に一致する事が判つた。臨床実験に於ては、その性質上強刺

戟として観察出来る様な、強い刺戟を與えて実験する事が出来なかつた。従つて動物実験第Ⅰ群の20Vの刺戟の強さに対する尿管の態度と対比せしめるべき成績は得られなかつた。然し乍ら、人体実験に於ても、弱い刺戟の強さ4V、8V(疼痛閾値以下及び閾値)、及び中間の強さの刺戟10V～14V(疼痛閾値の1～1.5倍)による実験の結果、動物実験第Ⅰ群と同様の結果を得た。この事より人体尿管に於ても弱刺戟に対する尿管の態度と、強刺戟に対する尿管の態度とは、逆の傾向を示し、前者は抑制的、後者は促進的な態度を示す事が判つた。

9. 臨床実験第Ⅱ、第Ⅲ群に対する小括的考察

a) 臨床実験第Ⅱ群に対する小括的考察

第Ⅱ群の腎尿管結石患者12例の1側尿管に、連続矩形波電流刺戟を與えた後の両側尿管の示す態度は第9表に示したが、之を第Ⅰ群の15表と比較する爲に、症例比率として小括し第16表とした。

第16表 臨床実験第Ⅱ群の小括表

			刺 戟 側		反 対 側	
	刺戟の強さ	刺戟前との比較	症例数	症例比率	症例数	症例比率
収縮波の周期	10 V 以下	延 長	8	80%	5	70%
		変化なし	0		0	
		短 縮	2	20%	2	30%
	10 V 以上	延 長	0		1	50%
		変化なし	0		0	
		短 縮	2	100%	1	50%
収縮波の振巾	10 V 以下	低 下	7	70%	4	57%
		変化なし	1	10%	2	30%
		増 大	2	20%	1	13%
	10 V 以上	低 下	1	50%	0	
		変化なし	1	50%	0	
		増 大	0		2	100%

第16表によると、10Vの刺戟の強さ(ほぼ疼痛閾値)を境として、それ以下では、刺戟後刺戟側の周期の延長する症例比率は80%、振巾の低下する症例比率は70%であり、反対側の周期の延長する症例比率は70%、振巾の低下する症例比率は57%であつて、両側尿管は抑制的態度を示している。又、10V以上の刺戟の強さ(疼痛閾値の1.5倍程度迄)では、刺戟後刺戟側の周期の短縮する症例比率は100%で、反対側の周期の短縮する症例比率は50%、振巾の増大する症例比率は100%であつて、両側尿管は比較的促進的態度を示している。唯、刺戟側の振巾のみは低下する症例比率が50%で、増大する症例比率が0%となっているが、この場合は症例数が少いの

第17表 臨床実験第Ⅲ群の小括表

			刺 戟 側		反 対 側	
	刺戟の強さ	刺戟前との比較	症例数	症例比率	症例数	症例比率
収縮波の周期	10 V 以下	延 長	4	67%	4	80%
		変化なし	0		1	20%
		短 縮	2	33%	0	
	10 V 以上	延 長	1	20%	2	40%
		変化なし	0		0	
		短 縮	4	80%	3	60%
収縮波の振巾	10 V 以下	低 下	6	100%	3	60%
		変化なし	0		1	20%
		増 大	0		1	20%
	10 V 以上	低 下	3	60%	3	60%
		変化なし	1	20%	1	20%
		増 大	1	20%	1	20%

例外とみたい。又、10V以下の刺戟の強さで刺戟した場合に、刺戟後の反対側で振巾の増大を示す症例を1例に認めた。これは尿管結石側であつたので結石による例外とみたい。

総括的にみると、第Ⅰ群と同様に弱刺戟に対する尿管の態度と、比較的強い刺戟に対する尿管の態度とは逆の傾向を示すことが判つた。

b) 臨床実験第Ⅲ群に対する小括的考察

第Ⅲ群の遊走腎患者11例の1側尿管に連続矩形波電流刺戟を與えた後の兩側尿管の示す態度は第10表に示したが、之を第Ⅰ群の15表と比較する爲に、症例比率で小括し第17表とした。

第17表によると、10Vの刺戟の強さ（ほぼ疼痛閾値）を境として、それ以下の刺戟の強さでは、刺戟後、刺戟側の周期が延長を示す症例比率は67%、振巾の低下を示す症例比率は100%で、反対側では同様に夫々80%、60%であつて、兩側尿管は共に抑制的態度を示している。

刺戟の強さ10V以上（疼痛閾値のほぼ1.5倍迄）の場合の周期は、兩側尿管共に、刺戟後その短縮を示す症例比率が夫々80%、60%となつていて、促進的態度を示している。然しここに特異な事は、刺戟後の兩側尿管の振巾の増大を示す症例比率であつて、兩側共に20%の低率である。之は第Ⅲ群に於て、第Ⅰ、Ⅱ群と最も相違する所であつて、この振巾に關しての抑制的態度は、遊走腎患者の尿管平滑筋の無力性による、刺戟に対する反應力が弱い爲か、或は神經反射説で Hammesfahr（1920）の云う先天的反射興奮性の低下に因る爲などの理由によると考えられる。

何れにしても疾患時の1側尿管に刺戟を與えた時の兩側尿管の態度は、第Ⅰ群及び動物実験第Ⅰ群に比して、例外と思われる症例が多くなつてゐる。然し乍ら、兩側尿管が原則として、弱刺戟に対する抑制的態度と、強刺戟に対する促進的態度とを示す傾向が見られる事は、他群の成績と同様である。

10. 刺戟後に於ける兩側尿管の相互關係について。

1側尿管刺戟後の兩側尿管が、収縮波の周期及び振巾について、尿管電圖上互に代償性変化を思わせる所見を示す事のある事は前述した。

この所見の發生率は動物実験42例中15例、即ち約36%に、又、臨床実験28例中9例、即ち約32%に認めた。その各々の示す代表的症例は第5圖、第8圖に示した如くである。

尿管電圖法によるのは勿論、他にもこの様な状態を観察し得ている文献は見当たらないが、先に國分（1954）は人体で、尿管カテーテルにより、尿管に物理的・化学的な種々の刺戟を1側尿管に與えて、反対側の尿量を測定することにより、尿管腎反射現象を肯定した実験結果を報告しているが、この実験で彼は兩側尿管は互に代償性変化を見せないとしている。著者の実験では前述の様に、動物に於て約36%、人体に於て約32%にその変化とも見られる尿管電圖を観察し得た。

然し、尿管電圖で記録された変化と、尿量とが、必ず並行關係にあると云う事は、實驗的に未だ証明されていないのであるから、直ちに之を國分の結論と比較することは無理かとも考えられるが、尠くとも尿管電圖的に兩側尿管の代償性変化とも見られる変化を認め得た。

11. 本實驗に關する總括的考察

尿管運動に關與する神經を刺戟して尿管運動の支配神經を解明せんとする實驗は古くから種々行われて來た。即ち Protopopow（1897）と Stern（1903）は Hypogastric nerve の電氣的刺戟で、正常尿管の律動は速くなり、又、波が複雑化することを認めている。然し Fagge（1902）は内臟神經の電氣的刺戟で尿管運動は何らの影響も受けなかつたとしている。又、Cohn（1928）は腎神經の刺戟は尿管運動を抑制するとし、Kosic（1940）は迷走神經の刺戟で尿管運動は抑制され、内臟神經及び腎神經の刺戟で促進され、又、之等の神經の切断によつて、刺戟は尿管運動に無影響となつてゐる。

Learmonth（1931）は人体で内臟神經及び presacral nerves を電氣的に刺戟し尿管口の収縮をみている。以上の様に實驗者によつて夫々異なる結果を報告している様

に、尿管運動の神経支配は未だに判然としていない。

本実験は直接神経を刺戟したのではなく、1側尿管を刺戟した後の両側尿管の態度を観察したものであるから、尿管・腎反射現象から考察した方が妥当と考える。

尿管・腎反射現象は肯定説、否定説区々あるが、肯定説には次の如き諸説がある。即ち、Hammesfahr (1920) は、犬の尿管粘膜に感應電流刺戟を與え、17例中の1例に對側腎の減尿を見ているが、この発現率の低いことから、彼は先天的反射興奮性の高いものだけにこの減尿をみるのではないかとしている。又、Könnecke (1923) も犬で1側尿管の機械的刺戟で減尿を見ている。Blatt (1930) は容積測定法により、尿管の下1/3部に電氣的刺戟を與え、對側腎の容積變動を見、1935年1側尿管剝離或は結紮によつて、對側腎からの利尿の變動を認めている。Springorum (1939) は犬で1側尿管の挫滅を行い、全例に無尿又は減尿をみ、その減尿が急激に起る事から神経反射性のものであると考えている。

我國では北村(1935)が家兎の1側尿管下部の機械的刺戟で、反対側尿管の排尿の一時的遲延、稀に促進がみられたとしている。又、三原(1936)も家兎で1側尿管に機械的刺戟を與え、反対側腎に刺戟の強さに比例する減、無尿を見た。更に腹腔神経節の手術的除去例では起らなかったで神経反射性のものであるとしている。山本(1943)は犬の1側腎に電氣的刺戟を與えて反対側腎の滲流血液量の増加及び増尿を見、稀にのみ減尿をみている。又、國分(1954)は初めて人体について、1側尿管に種々の刺戟を與えて、約18%の反対側腎の減尿及び2%の反対側腎の増尿を認めている。更に國分はこの現象は被反射腎が病的な場合にのみ現れるとした Warthard, (1924), Lichtenstern (1927) 等の説を否定し、健常腎でも起るとしている。

否定説としては、Pflaumer (1919) は犬で1側尿管への種々の機械的、藥物的刺戟による影響をみているが、何れも全く影響がなかったとしている。

以上の諸実験は総て尿量を測定して、1側尿管刺戟による對側腎及び尿管への影響を推測したものであつて、著者の如く直接尿管運動をオッシログラフに記録して、その刺戟の強さも弱刺戟より強刺戟へと刺戟の電圧の段階を分け、その影響をみたものは内外文献に見当らない。唯、Bozler (1938, 42) は各種動物の剔出尿管に電氣的刺戟を與えて、その動作電圧を誘導記録し、波形の動物によつて異なる事を記載した。

以上の文献より、1側尿管刺戟による反対側尿管運動

の變動が、その変化の仕方は区々であるにしても、刺戟直後より起る事から、刺戟直後の変化は神経反射性のものである事は間違いない様である。この反射機構は未だ判然としないが、尿管は上部は主に内臓神経、下部は下腹神経によつて支配されている事はほぼ明かであるので、内臓神経又は下腹神経から下腸間膜神経節や腹腔神経叢を経て脊髄に至り、それから反対側の内臓神経に移り、腹腔神経叢や腎神経叢を経て、對側腎及び尿管に至ると考えるのが適當であろう。この事は前記した三原も実験的にその一部を立証し得ている。

本実験に於ては、1側尿管刺戟により、反対側尿管の蠕動は刺戟の強さによつて抑制現象及び促進現象を示した。前述の諸先人の実験でも、その発現の割合は区々であつても、兩方の現象が認められている。即ち1側尿管刺戟後の反対側腎では減尿を主徴候とし、増尿は稀に起るとしている文献の多い事は前述した。國分は之等現象の相違が起る原因を、腎及び尿管に於ける神経線維と神経節との分布とか離合の状態の相違、更にそれらの腎血管運動或は尿管運動に対する個体差によるのではないかとしている。

然し本実験では、刺戟の強さが大となるに従つて、増尿と見做すべき尿管電圖の変化の現れる症例比率も大となつた事から、國分の説の如く偶発的に起る現象とは理解し兼ねる。

即ち今ここで減尿を腎及び尿管機能の抑制的態度と解し、本実験に於ける尿管電圖の收縮波の抑制的態度に一致するもの、又、増尿の場合も同様に解し、尿管電圖の收縮波の促進的態度に一致するものと假定すれば、動物実験、人体実験ともに、藥物投與後も、亦、上部尿路疾患時も、原則的には兩側尿管特に反対側尿管は、弱い刺戟に対しては抑制的態度を、即ち減尿に比すべき態度を示し、強い刺戟に対しては促進的態度、即ち増尿に比すべき態度を示す事が明かとなつた。

著者はこの結果を次の様に考へている。即ち、尿管が弱い刺戟で抑制的態度を示す様に反應し、強い刺戟で促進的態度を示す様に反應する事は、單に神経を刺戟した事に対する反應と云う考え方だけでは首肯出来ないもので、そこに何らかの要素を加えて発現した現象であらうと思われる。即ち弱刺戟に対しては、生体防禦反應として、その尿管の運動の低下を來たす様な物質(例えば副交感神経末梢麻痺剤の如き)が働き、それに堪えられなくなる刺戟の強さになると、促進的な運動をせざるを得なくなる様に思われるのである。

次に主にどのような神経が働いて、強い刺激に対して尿管が促進的態度を示すかを述べる。本実験結果を従来の神経反射説から説明すれば、前述した神経傳達経路を辿って、前述の著者の考え方を加味した反射が起る事は想像されるが、特に尿管電圖に示される尿管の促進的態度は、迷走神経の尿分泌作用が大きく作用していると考えられる。何故ならば尿量の増加には血管擴張性のものと、直接尿分泌促進性のものとが考えられるが、前者は大内臓神経中の交感神経擴張線維、迷走神経、又は脊髄副交感神経線維等の血管擴張作用、後者では迷走神経の尿分泌作用が最も考えられるからである。

尚、何故に先人の行った同種実験では、山本を除いて圧倒的に減尿症例が多く、そして稀に増尿を示した症例に対する説明に困難を感じていたか？その理由は次の如くであろうと思われる。即ち、その刺激の強さが不定であつて、概して弱く、稀に刺激の強さが大であつた場合があつたので上記の様な結果が出たのではないであろうか。

更に本実験では Warthard, Lichtenstern 等の尿管・腎反射現象が、被反射腎が病的な時のみ起るとした説を否定した國分と同様、之を否定し得た。

次に本実験結果を Reilly (1943), Labolit (1952) 等の考え方から考察すると、彼等は内臓神経の軽度の刺激によつて、その支配領域に血管収縮が起り、切断すると血管擴張が起り、又、刺激がより強い時には神経過剰興奮と呼ばれる現象が起り、強大な血管擴張と出血を起すとしている。この事より弱刺激では腎血管の収縮乃至痙攣による減尿、即ち之に伴う尿管蠕動の抑制的現象をみる事は妥当であると云えよう。又、本実験で見られた増尿、即ち尿管蠕動の促進的現象を起した強刺激が、彼等の云う神経過剰興奮を起したとすれば、刺激後腎血管擴張に伴う増尿が起り、次で腎下部ネフロン of 出血性変化、浮腫等により乏尿が起る事は、本実験結果が全く彼等の説に一致するのである。然し乍ら本実験の強い刺激を神経過剰興奮を起し得る刺激と断定する事は避けたい。

1 側尿管刺激後の同側及び反対側尿管の態度を観察する事は、尿量測定によつては余り意味をなさないし、レントゲンキモグラフィーでは方法が繁雜で不正確であつて、現在の段階では尿管電圖法によるのが最も簡便で比較的正確であると云える。そして人体にも簡単に使用出来る事は本法の最も長所とする所である。然し乍ら尿管電圖を記録し乍ら矩形波電流刺激を與えて疾患診断の一

助とする事は、現在の段階では相当な困難を伴うものと思われるが、著者の経験によれば、脊髓膀胱、骨盤腔内手術後の尿閉、卒中発作後の尿失禁等の麻痺部位の診断の一助に、又、予後の判定等には使用し得るものと考えられる。即ち之等疾患の時には、疾患の程度により、膀胱壁のみならず、尿管の部位により、刺激に対する疼痛閾値に種々の異常な変化が起るからである。又、尿管結石の際に、矩形波電流刺激を適当に與えて、尿管運動を抑制（尿のうつ滞を來す）或は促進させ、結石の排出を促す事も出来よう。

〔結 語〕

I. 42羽の家兎及び28例の人体について、種々の強さの連続矩形波電流刺激を1側尿管に與えて、その後の両側尿管の態度を、尿管電圖法により刺激前と比較して観察した。

II. 本実験に使用した尿管電圖記録装置、使用電極及び電子管刺激装置について説明した。

III. 動物実験及び臨床実験について夫々の実験方法を述べた。

IV. 実験の結果、次の事柄が判つた。

① 刺激後の尿管収縮波の形状は、刺激前と比較して少し複雑化する傾向があつたが、刺激の強さによるその形状の変化の仕方には法則的なものは見られなかつた。

② 各収縮波群中の最大振巾の平均値は、42例の家兎の右尿管で0.55mV. 左尿管で0.53mV. であり、28例の人体の右尿管で1.4mV., 左尿管で1.8mV. であつた。

③ 尿管収縮波の傳導の速さが刺激後速くなつた症例は、測定可能であつた臨床症例15例中の5例、即ち33%の刺激側尿管に認められた。又、刺激の強さと傳導の速さとの間に、特に明かな関係は見出せなかつた。

④ 動物実験で20例の家兎の1側尿管に4V, 6V, 10V, 20Vの連続矩形波刺激電流を通じ尿管電圖を記録した処、4V, 6Vの弱い刺激に対して、両側尿管運動は抑制的態度を示し、又、20Vの強い刺激に対しては促進的態度を示し、その中間の刺激の強さ10Vに対しては、症例比率に於て中間の態度を示した。

⑤ パンサイン及びワコステグミンの尿管に及ぼす影響を尿管電圖により観察した。パンサインは尿管運動に抑制的に作用し、特に周期に対する影響が大であつた。又、ワコステグミンは促進的に作用し、比較的振巾に対する影響が大であつた。

⑥ 上記自律神経毒を投與した22例の家兎の1側尿管を、種々の強さの連続矩形波刺激電流で刺激した後の両

側尿管の示した態度は、前記した藥物を投與しない20例の家兎の場合と略々同様の傾向を示した。

⑦ 臨床実験で正常と思われる5例、腎・尿管結石患者12例及び遊走腎患者11例の1側尿管に、種々の強さの連続矩形波電流刺戟を與えた所、10Vの刺戟の強さを境として、それ以下の刺戟の強さでは兩側尿管は抑制的態度を示す症例比率が大であり、10V乃至15Vの刺戟の強さでは、促進的態度を示す症例比率が大であつて、動物実験成績と同様の傾向を示した。然し動物実験で與えた20Vに比すべき強い刺戟を與える事は出来なかつた。又、疾患症例群では例外と見られる症例が2、3あつ

た。更に腎・尿管結石症例群では患側を刺戟した症例6例、健側を刺戟した症例6例であり、遊走腎群では患側を刺戟した症例4例、健側を刺戟した症例7例であつたが、その間に特別の差を認め得なかつた。

⑧ 1側尿管刺戟後の兩側尿管が、尿管電圖上で互に代償的とも思える態度を示した症例を、動物実験42例中15例、即ち約35.7%に、臨床実験28例中9例、即ち約32.1%に認めた。この現象は、動物実験では6V、10Vの刺戟、臨床実験では10乃至14Vの刺戟の時、即ち中間の刺戟の強さの時に起る場合が多かつた。

(文献は第三編に一括して掲載する。)