摘出豚腎を用いた腎部分切除術の腎杯腎盂蠕動 への影響に関する研究

秋田大学医学部泌尿器科 (主任: 土田正義教授)

市 川 晋 一

EFFECT OF THE PARTIAL NEPHRECTOMY ON THE CALYCEAL AND PELVIC PERISTALSIS IN ISOLATED PIG KIDNEY

Shinichi Ichikawa

Department of Urology, Akita University School of Medicine

(Director: Prof. S. Tsuchida)

Ureteral peristalsis begins at the border between the major calyces and their minor calyces in the multicalyceal kidneys like those in the pig and human. The urologists often perform partial nephrectomy. But there has been no report on the impairment of calyceal and pelvic peristalsic function after partial nephrectomy. Therefore the objective of this study was to explore experimentally the effect of partial nephrectomy on the calyceal and pelvic peristalsis by electromyographic tracing from the renal calyces, pelvis and ureter in isolated pig kidneys after successive resection of major calyces. Calyceal and pelvic peristalsis remained normal under the control of calyceal pacemaker as long as at least one of the upper, middle and lower major calyces of isolated pig kidney is intact. The observed facts suggest importance of the calyceal system as a pacemaker for maintaining normal ureteral peristalsis.

要旨: 尿管蠕動は腎杯に存在しているペースメーカーによって支配されている。

泌尿器科医は腎疾患に対して、腎部分切除を行っている。しかし術後腎杯腎盂尿管蠕動運動が障害されずある程度保持されているように思われているが、それを証明した実験の報告はされていない。

そこで私は人と同じ多腎杯系の豚腎を摘出して、腎杯を次々と切除して残った腎杯腎盂の筋電図を記録して、腎部分切除術の腎杯腎盂蠕動運動への影響を検討した。

腎杯を切除しても、残った腎杯から蠕動収縮が発生して腎杯腎盂蠕動運動は障害されなかった。

この事実は切りとられなかった腎杯がペースメーカーとして働くので腎杯腎盂蠕動運動は障害されないことが示唆されペースメーカーの重要性が実証された。

結 言

泌尿器科領域では、腎結石、腎結核、腎外傷、腎腫瘍などの腎疾患に対して、日常の手術で、腎を切開したり切除することはまれではない。腎部分切除術後、腎杯腎盂尿管蠕動運動が障害され、尿の排泄機能が破綻し上部尿路に機能的閉塞障害の起こる可能性も考えられるが、臨床的にそのような報告はみられない。したがって蠕動運動はある程度保持されているように考えられる。しかしそれを詳細に解明した実験はこれまで報告されていない。

そこで教室の森田¹⁾が報告した、摘出犬腎盂尿管の腎実質を一部を除去した後に尿分泌に相当する溶液を持続注入しながら腎杯腎盂尿管の筋電図を記録するという実験方法を応用し、腎杯を次々と切除していった状態での腎杯腎盂蠕動運動の発生と伝播様式の変化について検討した。すなわち私は、人と同じ多腎杯系に属する豚腎を使用して、まず腎杯を切除しない状態と、腎杯を切除することにより2個または1個の腎杯を残した状態とさらにすべての腎杯を切除し腎盂尿管のみとした状態で、肉眼的観察を行ない、同時に筋電図を

記録して腎部分切除術の腎杯腎盂蠕動に及ぼす影響について検討し、興味ある結果を得たのでその成績を報告する。

実験対象および方法

実験対象として体重100kg 前後の食用豚より摘出した腎尿管標本を使用した。豚脳に20ボルトの通電でショック状態として屠殺した後に開腹し、尿管を引っ張り緊張を与えないようにして腎盂尿管移行部より約10cm 下方で切断し、腎尿管を一塊として摘出した。摘出後、95%O₂ + 5 %CO₂で飽和した37℃クレブスーリンゲル溶液 (NaCl 134mM, KCl 4.7mM, CaCl₂ 2.5 mM, MgCl₂·6H₂O 1.2mM, ブドウ糖8.3mM, NH₂C (CH₂OH)₃ 1.2mM, pH 7.80) (以下溶液とする) に浸し、森田¹⁾の方法に従って4倍実体顕微鏡下で、腎実質と脂肪組織を除去し腎杯腎盂を露出した。次に一本の4Fr. ポリエチレンカテーテルを腎外より実質を貫いて、必要に応じて上腎杯、中腎杯または下腎杯より挿入し、先端が腎盂中央に達するように留置した。このカテーテルに Harvard 社製持続注入器を接続し、生体の尿分泌のかわりに酸素飽和した37℃溶液を注入して尿管末端から流出するようにした。

筋電図の記録は、直径200 μ の白金線を封入した外径300 μ の硝子電極を、マイクロマニプレーターを用い腎杯腎盂尿管に接触させて記録した。各部における放電は日本光電製 AC-biophysical amplifier (時定数0.01 sec, ハイカット15Hz)で増幅し、同社製のポリグラフに記録した。実験模式図を図1a, bに示す。実験の順序は、腎杯をまったく切除しない状態で実体顕微鏡下に腎杯腎盂尿管の収縮の発生と伝播を肉眼的に観察しながら上腎杯、中腎杯、下腎杯および腎盂尿管移行部 (pelviureteric junction: 以下PUJとする)の筋電図を同時記録して、生理的状态における蠕動収縮の発生と伝播様式を検討した。ついで腎を部分切除した時の蠕動収縮の発生と伝播様式を検討した。すなわちまず1つの腎杯を切除し、3号糸糸で切断面の腎盂を閉鎖性を損なわないように縫合閉鎖し、腎杯腎盂尿管の収縮伝播を肉眼的に観察しながら、残りの2つの腎杯とPUJの筋電図を同時記録した。ついで2つの腎杯を切除した時の状態を肉眼的に観察しながら、残りの1つの腎杯とPUJの筋電図を記録した。最後に上腎杯、中腎杯および下腎杯の3腎杯をすべて切除し腎盂尿管のみとした状態で腎盂尿管の収縮伝播を肉眼的に観察しながら腎盂中央部、PUJ および尿管の筋電図を同時記録し、蠕動収縮の発生と伝播様式を検討した。実験中、

図1a 実験方法模式図

腎盂尿管標本を酸素飽和クレブスーリンゲル溶液で灌流してある37℃の恒温槽内においた。

図1b 実験模式図

腎盂中央に4Fr. ポリエチレンカテーテルを挿入し、クレブスーリンゲル溶液を持続注入しながら肉眼的観察と必要な部位での筋電図を記録した。

溶液注入量は生理的状态に近い0.75ml/minとし、必要に応じて変化させた。

結 果

1. 肉眼的観察結果

腎杯を切除しない場合の観察：標本30個について腎盂内注水量を一定として観察を行った。

上腎杯、中腎杯および下腎杯それぞれの小腎杯と大腎杯近位端の境界部付近に肉眼的にやっと判別できる程度のきわめて微小な収縮が起きているのが認められた。この微小収縮は、上、中、下腎杯それぞれに、相互の関連性なく独立して発生しており、発生頻度は4～8秒に1回の割合であった。上、中、下腎杯では、収縮間隔はほとんど同じであったが、各々の収縮時期はわずかに異なっているものが大半であった。また収縮の認められない腎杯も存在していたが、全ての腎杯で収縮が発生しない例はなく、必ず1つ以上の大腎杯に収縮が発生していた。

小腎杯大腎杯近位端境界部付近に発生した微小収縮は全て大腎杯内をさざ波のように伝播し、大腎杯腎盂境界部まで到達するのが観察された。しかし上、中、下大腎杯を伝播した微小収縮のうち、いずれの大腎杯の収縮が腎盂中央部まで伝播するかについては、一定の傾向を見出せなかった。

最後に大腎杯より伝播した微小収縮は腎盂中央部まですすみ、PUJを中心とする孤状波を形成しながら、PUJへ集束するように伝播してゆくのが観察された。

1腎杯を切除して2腎杯を残した場合の観察：残った上、中2腎杯の腎杯腎盂と、中、下2腎杯の腎杯腎盂および上、下2腎杯の腎杯腎盂の3通りについて各10個計30標本について腎盂内注入量を一定として観察した。

残った2腎杯で、それぞれの小腎杯大腎杯近位端境界部付近に肉眼でやっと判別できるほどの微小収縮が発生しているのが認められた。この微小収縮は残った2腎杯のそれぞれに、相互の関連性なく独立して発生しており、発生頻度は4～9秒に1回の割合であった。残った2腎杯の各々の収縮間隔はほとんど同じであったが、収縮時期はわずかに異なっているものが大半であった。また収縮がみられない腎杯も存在していたが、2腎杯のうち1腎杯には必ず収縮の発生が認められた。また中、下2腎杯の1標本で、中腎杯にくらべて下腎杯にゆっくりとした収縮波の発生が認められた。

この小腎杯大腎杯近位端境界部付近に発生した微小収縮は全て大腎杯内をさざ波のように伝播し、大腎杯腎盂境界部まで到達するのが観察された。しかし2腎杯で発生した微小収縮のうち、いずれの腎杯の収縮が腎盂中央部まで伝播するかについては一定の傾向を見出せなかった。さらに大腎杯より伝播して腎盂中央部まで達した収縮はPUJを中心とする孤状波を形成しながら、PUJへ集束するように伝播してゆくのが観察された。

以上の結果は1腎杯を切除して2腎杯とした場合も、3腎杯腎盂と同様の腎杯腎盂の収縮発生と蠕動伝播が存在していることを示している。

2腎杯を切除して1腎杯を残した場合の観察：2腎杯を切除して、上腎杯のみ、中腎杯のみ、下腎杯のみとした3通りの場合について各10個計30標本について腎盂内注入量を一定として観察した。

残った単一腎杯で、小腎杯大腎杯近位端境界部付近で微小収縮が発生しているのが認められ、発生頻度は常に一定で4～6秒に1回の割合であった。

小腎杯大腎杯境界部に発生したこの微小収縮は大腎杯内をさざ波のように伝播し、大腎杯腎盂境界部まで到達するのが観察された。大腎杯より伝播した微小収縮は、腎盂中央部まですすみ、PUJを中心とした孤状波を形成しながら、PUJに向って集束するように伝播していくのが観察された。

3腎杯を切除して腎盂尿管のみを残した場合の観察：3腎杯を全て切除して腎盂尿管のみとした10個の標本の腎盂内に溶液を注入し注入量を0.1～1.0mlまで変化させながら観察した。ほとんどの場合収縮はPUJから発生しており、ときには腎盂中央部とPUJから独立して発生したり、尿管末端から発生する場合もあり一定の傾向がみられなくなった。またPUJより発生した収縮のほとんどは腎盂と尿管へ同時に両方向へ伝播していた。

2. 筋電図記録結果

腎盂内注入量一定の状態で電極を最初小腎杯近位部に置いたが活動電位は記録されなかった。肉眼的に微小収縮の発生している部位である小腎杯遠位端と大腎杯近位端の境界部において記録したところ微小な活動電位が導出された。これらの活動電位は一定の周期と緩除なし立上り相を有し、振幅は約10 μ Vであった。

次に複数の電極を腎杯、腎盂に設置して活動電位の腎杯腎盂への伝播を調べることにした。しかし多腎杯系に属する豚腎では各腎杯の軸は腎盂に対してねじれており、さらに各々の小腎杯の方向も異なっているため、その立体構造は複雑で上腎杯、中腎杯および下腎杯それぞれの小腎杯大腎杯境界部に多数の電極を同時に設置してpacemaker potentialを記録することは不可能であろうと判断した。そこで各々の腎杯の筋電図をほぼ同一平面で記録するためpacemaker potentialが記録された小腎杯大腎杯境界部より2～5mm下方の大腎杯に電極を設置し、ここで記録した筋電図を各腎におけるpacemakerの放電とみなすことにした。同時にPUJと、必要に応じて腎盂中央部および尿管における筋電図を記録した。

腎杯を切除しない場合の筋電図：筋電図は3個の標本で記録した。上腎杯、中腎杯および下腎杯とPUJの各所で記録した筋電図を図2に示す。各々の腎杯ではほとんど一定の放電間隔をもった振幅約10 μ Vの周期的な微小放電電位が記録された。各腎杯の位相（放電時期）はわずかに異なっていた。PUJでは振幅約400 μ Vの放電間隔一定の筋電図が記録された。各所で記録した放電間隔を実測し、平均と標準偏差を算出してヒス

図2 腎杯を切除しない場合の筋電図

○は pacemaker potential が記録できた部位であり、●は同一平面上で各腎杯で筋電図が記録できた部位である。上腎杯、中腎杯、下腎杯の放電間隔はほとんど同じであるが放電時期（位相）がわずかに異なっている。

図3 3腎杯の放電間隔のヒストグラム
上腎杯とPUJの放電間隔がほぼ一致している。

トグラムとしたものを図3に示す。上腎杯、中腎杯、下腎杯およびPUJの各々の放電間隔は 5.14 ± 0.26 秒 ($n=28$), 5.32 ± 0.13 秒 ($n=28$), 5.31 ± 0.24 秒 ($n=28$), 5.01 ± 0.15 秒 ($n=28$)であり、上腎杯の放電間隔がPUJのそれとほぼ一致した。他の標本においてもPUJの放電間隔はいずれかの腎杯のそれと一致していた。

1腎杯を切除して2腎杯を残した場合の筋電図：腎盂内注入量を一定とし筋電図を3個の標本で記録した。上、中2腎杯の場合、上腎杯、中腎杯およびPUJ

図4 上、中2腎杯を残した場合の筋電図

上腎杯、中腎杯の放電間隔はほとんどおなじであるが、放電時期はわずかに異なっている。

の放電間隔は 5.76 ± 0.14 秒 ($n=11$), 5.76 ± 0.14 秒 ($n=11$), 5.75 ± 0.09 秒 ($n=11$)でほぼ一致しており、PUJの蠕動収縮が、上、中いずれの腎杯に支配されているか明確にできなかった(図4)。中、下2腎杯の場合、中腎杯、下腎杯およびPUJの放電間隔は 4.98 ± 0.13 秒 ($n=12$), 9.83 ± 0.33 秒 ($n=6$), 4.98 ± 0.28 秒 ($n=12$)で中腎杯とPUJの放電間隔が一致していることから中腎杯の蠕動収縮がPUJへ伝播していた(図5, 6)。上、下2腎杯の場合、上腎杯、下腎杯およびPUJの放電間隔は 4.11 ± 0.10 秒 ($n=14$), 5.82 ± 0.32 秒 ($n=10$), 5.84 ± 0.23 秒 ($n=10$)で下腎杯とPUJの放電間隔が一致していることから下腎杯の蠕動収縮がPUJへと伝播していた(図7)。

2腎杯を切除して1腎杯を残した場合の筋電図

筋電図は3個の標本で記録し、上腎杯、中腎杯のみを残した場合については腎盂内注入量を一定に行ない、下腎杯のみを残した場合については腎盂内注入量を変化させて記録した。

上腎杯のみの場合は、上腎杯とPUJの放電間隔は 5.74 ± 0.51 秒 ($n=10$), 5.70 ± 0.49 秒 ($n=10$)で一致しており、上腎杯の蠕動収縮がPUJへ伝播していた。中腎杯のみの場合では、中腎杯とPUJの放電間隔は 4.97 ± 0.58 秒 ($n=12$), 4.90 ± 0.47 秒 ($n=12$)で、中腎杯の蠕動収縮がPUJへ伝播していた(図8)。下腎杯のみの場合、下腎杯とPUJの放電間隔は 4.56 ± 0.18 秒 ($n=27$), 4.57 ± 0.14 秒 ($n=27$)で下腎杯の蠕動収縮がPUJへ伝播していた(図9, 10)。

下腎杯を残した場合については腎盂内に注入する溶液量を変化させ尿量変化時の蠕動伝播も検討した。注入量 (ml/min) 0.10, 0.19, 0.38, 0.75, 1.46の時の下腎杯のそれぞれの放電間隔は 6.32 ± 0.18 秒 ($n=$

図5 中, 下2腎杯を残した場合の筋電図
下腎杯の放電間隔は中腎杯の約2倍であり, 中腎杯の蠕動がPUJへ伝播している。

図6 中, 下2腎杯の放電間隔のヒストグラム
中腎杯とPUJの放電間隔がほぼ一致しているため
中腎杯の蠕動がPUJへ伝播していることがわかる。

図7 上, 下2腎杯を残した場合の筋電図
上腎杯, 下腎杯の放電間隔がわずかに異なっており,
下腎杯の蠕動がPUJへ伝播している。

図8 中腎杯のみを残した場合の筋電図
中腎杯とPUJの放電間隔がほぼ一致することにより
中腎杯の蠕動がPUJへ伝播していることがわかる。

図9 下腎杯のみを残した場合の筋電図
下腎杯とPUJの放電間隔がほぼ一致することにより
下腎杯の蠕動がPUJへ伝播していることがわかる。

図10 下腎杯の放電間隔のヒストグラム
下腎杯の蠕動がPUJへ伝播していることがわかる。

図11 腎盂内注入量を変化させた場合の下腎杯、腎盂、PUJの放電間隔のヒストグラム

注入量(尿量)が増加するにつれて放電間隔は短くなるが、下腎杯の蠕動すべてが腎盂、PUJへ伝播している。

27), 4.64 ± 0.29 秒 ($n=27$), 4.50 ± 0.11 秒 ($n=27$), 4.56 ± 0.18 秒($n=27$), 4.07 ± 0.11 で PUJ のそれぞれの注入量における放電間隔は 6.31 ± 0.20 ($n=27$), 4.67 ± 0.23 ($n=27$), 4.52 ± 0.11 ($n=27$), 4.57 ± 0.14 ($n=27$), 4.06 ± 0.09 ($n=27$), 尿管のそれぞれの放電間隔は 6.48 ± 0.26 ($n=27$), 4.71 ± 0.24 ($n=27$), 4.51 ± 0.17 ($n=27$), 4.56 ± 0.17 ($n=27$), 4.02 ± 0.06 ($n=27$) であり全て 1 : 1 に対応していた。注入量を増加させると放電間隔は徐々に短くなったがその場合も全て 1 : 1 に対応していた (図11)。

3 腎杯を切除して腎盂尿管のみを残した場合の筋電図

筋電図は 3 個の標本で記録し注入量を変えて記録した。腎盂と PUJ と尿管では放電間隔不規則な放電電位が記録されたが、その多くの場合は PUJ の放電が腎盂と尿管へ同時に両方向へ伝播していた。1 個の標本では腎盂で一定の放電間隔をもった微小放電電位が記録され、PUJ と尿管では腎盂より振幅が大きく放電間隔不規則な放電電位が記録された。この場合 PUJ の放電間隔と尿管のそれは一致しており、PUJ の放電が尿管へ伝播していたが、腎盂の放電は PUJ へ伝播しなかつ

図12 腎盂尿管のみの場合の腎盂、PUJ 尿管の筋電図
腎盂ではほぼ一定の放電間隔をもつ放電電位が、PUJ では不規則な放電間隔をもつ放電電位が記録される。

た(図12)。注入量を多くすると腎盂放電間隔は短縮したが PUJ, 尿管放電間隔は逆に延長した (図13)。

考 察

尿輸送に重要な役割を果している尿管蠕動運動は最近まで PUJ に初発するものと考えられており、腎杯腎盂はただ尿を貯留するだけの器官と思われていた。しかし尿管蠕動は腎盂の上部、腎杯の近傍に発生して尿管に伝播することを Constantinou²⁾と森田¹⁾が明らか

図13 腎盂注入量を変化させた場合の腎盂, PUJ, 尿管の放電間隔のヒストグラム
注入量(尿量)を増加させると腎盂とPUJの放電間隔は長くなる。

にし, Dixson と Gosling³⁾は組織学的に小腎杯が pacemaker 機能をもつことを示唆した。さらに Gosling⁴⁾は摘出した多腎杯系の豚腎を肉眼的に観察し, Constantinou ら⁵⁾は生豚で尿管蠕動を記録して multiple pacemaker が存在することを示唆し, 石塚⁶⁾は豚摘出腎標本を用いて各腎杯で pacemaker potential を記録して multiple pacemaker の存在を証明するに及んで腎杯腎盂の機能的な役割が注目されるようになった。

泌尿器科領域では, 腎病変に対して腎切石術や, 腎部分切除術など日常の手術で腎を切開したり切除しており, 生理学的には術後, 尿の排泄機構が破綻して上部尿路に機能的閉塞を起こす可能性も考えられない訳ではない。腎切石術や腎部分切除術の安全性はただ臨床経験上確信されているのにすぎず, 術後蠕動がある程度保持されていることを実際に解明した実験はこれまでみられない。

そこで私は, 腎瘻の要領で尿分泌に相当するクレブスーリンゲル溶液を腎盂内に注入し, 腎杯を次々と切除した状態の腎杯腎盂蠕動の肉眼的観察と筋電図記録を行い, 腎部分切除術が腎杯腎盂蠕動運動の発生と伝播様式に及ぼす変化を検討した。

腎杯を切除しない場合は, 上, 中, 下の各腎杯の小腎杯大腎杯近位端境界部付近に, 肉眼的に微小収縮が発生していることが認められ, さらに小腎杯大腎杯境界部それぞれ周期的ではほぼ同じ収縮間隔をもつが, 異なる収縮時期を示す微小放電電位が記録された。これは石塚⁶⁾の報告と同じ所見である。

石塚⁶⁾はどの腎杯で発生した収縮が尿管まで伝播するかについて生理的尿分泌を考えて腎杯にそれぞれ溶液を注入して観察したところ, 注入した腎杯が, 腎盂尿管収縮の pacemaker となることを明らかにしている。

本実験では1腎杯を切除して2腎杯とした状態でも, 残った2腎杯それぞれに3腎杯の状態と同様に収縮が発生し, そのいずれからも腎盂尿管へ伝播した。さらに2腎杯を切除して1腎杯とした状態では残った唯一の腎杯の収縮が, 腎盂, 尿管へ伝播した。

以上の結果から, 多腎杯系腎に部分切除を行っても, 残存している腎杯の小腎杯大腎杯近位端境界部付近から発生した収縮は, 大腎杯, 腎盂, 尿管へと伝播していくことが明らかになり, 腎部分切除によってその伝播が障害されることはないと思われた。多腎杯系腎では, 大腎杯の数と同数の pacemaker が存在する

という石塚⁶⁾の報告や, pacemaker の数は小腎杯の数に関連するという Dixon と Gosling³⁾の示唆を考えあわせると, たとえいくつかの腎杯が切除されても残った腎杯が pacemaker としての働きを維持続けるためと思われる。

しかし, 3 腎杯全てを切除して腎盂尿管のみとした状態では, 収縮の発生に一定の傾向がみられなかった。多くの場合収縮は PUJ から発生し腎盂と尿管の両方面に伝播していた。ときには腎盂と PUJ に独立して収縮が発生しても, 腎盂の収縮で尿管まで達するものはほとんど見られなかった。この場合腎盂内注量を増すにつれて, この PUJ, 尿管の蠕動頻度は少なくなった。また土田⁷⁾はすでに腎杯腎盂のない盲尿管では尿管筋電図上逆蠕動のみが記録されたと報告している。現実に腎杯のない状態では尿が分泌しないわけで, 以上の結果は, 尿が効率良く輸送されるためには pacemaker である腎杯が必ず 1 つは存在しなければならないことを示している。

本実験結果は pacemaker の存在が尿の排泄機構に重要な役割を果たしていることをあらためて実証すると同時に, 多腎杯系腎に部分切除術を行っても残された腎杯が pacemaker として働くため腎盂尿管蠕動運動障害は起らないことを示し, これまで行われてきた切開が腎実質のみならず腎杯腎盂におよぶ腎部分切除術の臨床経験上の安全性を実験的に証明したものと信ずる。

結 語

多腎杯系腎に対する腎部分切除術が腎杯腎盂蠕動の収縮発生と伝播にどのような影響を及ぼすか検討するために, 豚摘出腎の腎盂に尿分泌に相当するクレブスリンゲル溶液を注入しながら, 腎杯を次々と切除した状態で蠕動収縮の肉眼的観察と共に残った腎杯, 腎盂, PUJ, 尿管の筋電図記録を行い次の結果を得た。

1) 少なくとも 1 つの腎杯が残るように切除すると, 残った腎杯に発生した蠕動収縮は腎盂尿管へ伝播していた。

2) 3 腎杯を全て切除した状態では, 蠕動収縮の発生と伝播に一定の傾向がみられなかった。

以上より, 多腎杯系には大腎杯の数だけ pacemaker が存在するため, 部分切除術を行っても, 切りとられなかった腎杯が pacemaker として働くので腎杯腎盂尿管蠕動の収縮の発生と伝播は障害されないことが示唆されあらためて pacemaker の重要性が実証された。

本研究につき御指導, 御校閲賜りました土田正義教授に深謝いたします。また直接御指導いただきました森田隆医学博士, 鈴木隆志医学博士に深謝いたします。

尚, 本論文の要旨は第27回日本平滑筋学会総会(昭和60年5月)において発表した。

文 献

- 1) 森田 隆: 腎盂筋電図と腎盂内圧変動の同時記録による犬腎盂 Pacemaker Activity とその伝播に関する研究。日泌尿会誌, 69, 304—314, 1978.
- 2) Constantinou, C.E.: Renal pelvic pacemaker control of ureteral peristaltic rate. Amer. J. Physiol., 226, 1413—1419, 1974.
- 3) Dixon, J.S. and Gosling, J.A.: The musculature of the human renal calices, pelvis and upper ureter. J. Anat., 135, 129—137, 1982.
- 4) Gosling, J.A. and Constantinou, C.E.: The origin and propagation of upper urinary tract contraction waves. A new in vivo methodology. Experientia, 32, 266—271, 1976.
- 5) Constantinou, C.E., Silver, M.A. and Gosling, J.: Pacemaker system in the control of ureteral peristaltic rate in the multicystic kidney of the pig. Invest. Urol., 14, 440—441, 1977.
- 6) 石塚源造: 豚摘出腎盂尿管の蠕動の発生とその伝播に関する研究。日泌尿会誌, 70, 1088—1095, 1979.
- 7) 土田正義, 杉田篤生, 渡辺昌美, 木村行雄, 染野敬, 菅原博厚: 上部尿路の研究。第4報。先天性単腎症における患側尿管の機能。日泌尿会誌, 56, 562—564, 1965.

(1988年11月24日, 特別掲載)