腎機能恢復の動物実験的研究

長崎大学医学部皮膚泌尿器科教室 川 原 省 三
(主任: 北村精一教授)

THE EXPERIMENTAL STUDIES OF THE ANIMAL WHICH RECOVERED OF RENAL FUNCTION

Shôzô Kawahara

Department of Dermato-Urology, Nagasaki University

School of Medicine

(Director: Prof. Seiichi Kitamura)

The removal process of partial renal is the better process than the removal of kidney which leaves only the healthy part, removed the focus. It is congratulatable that by doing this the focus of the residual renal was also made best of and such process increases with the advance of urinary technics and the improvement of chemical therapy. Many persons announced such a condition of recovery of renal function after the removal of kidney but it is very rare to refer of the difference between the case of bi-renal and single, and they regard the case of single renal as dangerous unreasonably. Under the view that there may be the case of organ with the compensatory function or not from the clinical case and the following case was gained after testing renal function that by the experimental test of various animals centering around the renal clearance test.

1) When the executive of the excision process of partial renal, there was quite a lot of number of death from immediately after to the next day, but the incompleteness of renal function is considered to be the cause of it. Namely one who was cut off about 2/3 of single renal died next day.

This process that renal function is obstructed in comparison with the renal quantity of kidney which was said by Karoner is proved.

2) In case of surgical disease due to higher parasises, the isolation of kidney the digital compression or the rubber hose around the clamp is used in order to minimize the obstacle of renal function caused with it. The time is 5-7 minutes. In this case the digital compression and clamp compression were not recognized.

3) The highest of the renal obstacle are PRF, PBF, GFR. All of them are 1-3 days after operation. The recovery condition is RFF, RBF which are recovered within 2 weeks in single kidney and GFR is recovered a little late. The comparison of bi-kidney and single kidney until 3 days after the operation the residual renal is bigger in the obstacle than bi-renal but the recovery is 1 or 2 weeks faster than bi-renal in every test.

4) In the pathological and histological examination until 3 or 4 days after single kidney is much more remarkable in systematic change, namely it is remarkable in hyperemia of the skin, increase of kernel, atrophy of ansa, about 7 days a slight change can be seen in glomerulus, no big change and so both of them were not recognized in their change.

5) The above mentioned fact compensated on behalf of another in case of other kidney is healthy namely the removal of part of kidney when the bi-renal, as the recovery of the renal function was compensated with the affiliated kidney at the latest and so there is no anxiety at all, but in case of single kidney it recovers far more speedily than expectation. As it is revealed soon after 3 days that the obstacle of the renal function, it is necessary to be done with prudent care or preparation. Namely the artificial kidney or peritoneum current was prepared and at a time one should be taken for preparation with the incompleteness of renal function. Also the excision process is looked to be called the operation which is to be done positively without feeling any fear to the person who has only single kidney.

(本論文要旨は昭和31年7月第44回及び昭和32年3月第45回及び昭和33年3月第46回日本泌尿器科学会総会にて発表した)

目 次

I) 緒論

II) 文献的考察

III) 腎クリアランスの概念

IV) 動物実験

A) 予備実験

(1) 両腎犬に就いて

イ) 実験方法

ロ) 実験成績

(2) 単腎犬に就いて

イ) 実験方法

ロ) 実験成績

(3) 小括

B) 本実験

(1) 両腎犬に就いて

イ) 実験方法

ロ) 実験成績

(2) 単腎犬に就いて

イ) 実験方法

実験成績

(3) 両者の比較

C) 病理組織学的所見

(1) 標本の作製法

(2) 各標本の所見

イ) 両腎所有の一腎に外科的侵襲を加えた場合

ロ) 単腎所有に外科的侵襲を加えた場合

ハ) 無侵襲群

ニ) 小括

V) 考按

VI) 結語

I) 緒 論

部分的腎切除は病変部丈けを切除し、健康部を出来る丈け残すのを目的として施行する手術である。しかしこの手術に於ては腎莖部血管の鉗子による圧迫及び腎実質にも直接に操作を加える関係上相当に腎機能に障害がかかることは十分に推測出来る。しかしその残存部が如何なる経過を辿つて治癒し、吾々の希望通り残存部が機能を発揮する様になるか否かを知ることは本手術の真價を判定する上に必要なことである。事実このことは高島¹⁾等により証明されておるが一概に部分的腎切除術と

云つても両腎の場合、又既に片腎を剔出した單腎の場合では機能の恢復の経過も同一ではない様である。臨床面に於ても両腎所有の片腎の部分切除が單腎のみの部分切除より腎機能の恢復が著しく遅延すると云われている。しかし生態の機能恢復は両腎の場合その一腎の部分切除を行つた場合より單腎の部分切除の際の腎機能恢復が遅延すると憶測して單腎の部分切除の危険を過大に強調することは決して当を得たものでなく以下著者はこの点を解明せんとしている。

最近泌尿器科に於いて旺んに試みられる単側・両側・單腎等の部分切除に際して手術を安全に遂行するためにはこの腎機能恢復の状況を充分究明する必要がある。

以上の目的の下に著者は動物実験により腎機能の恢復を腎クリアランス試験を主として行い、興味ある結果を得たのでここに発表する。

II) 文献的考察

腎部分切除とは病巣のみを切除し健常腎部分を出来る丈け残すのを目的として施行する手術で大越²⁾によれば人体腎に対し部分切除術を施行したのは1887年Czenry³⁾が下極に発生した限局性血管肉腫に用いたのが最初であつてその後腎外傷に Keetley⁴⁾ (1890)、囊腫と腎癭に Tuffier⁵⁾ (1891)、結核に Israel⁶⁾ (1896) Cramer⁷⁾ (1896) Watson⁸⁾ (1896) と19世紀に於て既に諸種の疾患について行われて一時外科医から熱心に迎えられたのであるが、腎の病理及び生理に関する知識が不完全であり、診断の不正確、外科的技術の未熟等により失敗し一時余り用いられなくなつた。しかしその後泌尿器科的及びレントゲン学的診断技術が発達し特に本格的に化学療法が行われるようになった1949年以後特に増加した。わが國では1926年井尻⁹⁾により施行され、化学療法発達以後は楠¹⁰⁾ (1950) が腎結石に施行、其の後土屋¹¹⁾、市川、高安¹²⁾、大越¹³⁾、荒木¹⁴⁾、城代¹⁵⁾等の報告があり、特に楠、荒木は單腎部分切除例を報告している。適應に就ては大越¹³⁾は (i) 病変部が完全に限局されていて表面に近い程よい (ii) 残存部に血液の供給が充分であるように血管が残し得ること (iii) 術後の腎機能が $\frac{1}{2}$ 以上残ることを述べており單腎の場合は以上の條件を少しゆるめざるを得ないこともあるとのみで具体的に触れていない。

何れにせよ最近一般外科学及び化学療法の進歩に伴い

本手術も脚光を浴びて来たことは事実で、かゝる時に当り部分的剔除術施行後の腎機能の推移を知ることは本手術今後の発展を見る上に重要な事である。

それに関連して先づ問題になることは片側腎剔除が残存腎に及ぼす影響である。これに関しては色々な業績が発表されている。中野¹⁶⁾はその論文中に於いて種々の人の業績を要約し二大別している。即ち残存腎臓の肥大と他は増生であるとし、更に中野は片腎剔除後姉妹腎を術後24時間、5日、12日の腎臓の病理組織学的検査の結果、前者に贅意を示している。而してその回復の時期、換言すれば正常に復帰するのは12日以上かゝるとしている。Enderlenは同様の実験で5日目に最大の変化を示めし、徐々に回復すると述べている。北村(包)高田も残存腎による機能の充分な回復は最少限1週間を要すると云っている。

かゝる問題が同一腎内にて外科的侵襲後(この際は部分切除)に考えられる所である。動物実験は古くから多くの人により行われている。Valentin¹⁷⁾(1839), Tillmans¹⁸⁾(1930), Berti¹⁹⁾(1921), Perlmann²⁰⁾(1926), Herbst²¹⁾(1930), Yunc²²⁾(1941)等発表がある。しかしその頃の実験は主としてその目的がどの位迄の切除が生命維持に役立つかという点で色々主張が述べられているが大体一致している点は一腎を剔除し残腎の $\frac{1}{2}$ は剔除し得るということ、これらの手術を両側同時に行えば腎機能の低下が甚だしく結果が悪く、間隔を置く可きでそれも研究者により区々だが2週間から1ヶ月位になっている。又Bradford(1898), Pässler and Heinecke²³⁾(1905), Janeway²⁴⁾(1909), Allen, Scharf and Lundin²⁵⁾(1925), Apfelbach and Jensen²⁶⁾(1931), Chanutin and Ferris²⁷⁾(1932)等は尿濃縮力の減退により必然的に多尿を来すとし、反対にTuffier⁵⁾は尿量の減少を報告している。又Rowntree and Geraghty²⁸⁾(1921), Young and Davis²⁹⁾(1917), Cash³⁰⁾(1924), Scholl(1928) Herbst and Polkey²¹⁾(1930), Abeshouse and Lerman³¹⁾(1950)等はP.S.P.にて腎機能を測定し、術後切除腎の機能が一時減退すること及び術後3~5週より機能が回復することを知った。しかしこの場合単腎の部分切除には言及していない。城代¹⁵⁾は腎結核の患者3名に単腎部分切除を施行、術後の腎機能の回復状況を種々の検査にて明らかにしている。即ち尿量は術後16~24時間で排尿開始し、約1週間にて術前の尿量、比重に共に復している。血中電解質の変動に著変はないが血中残余窒素は3例共術後1日に著明に

上昇、2~3週にて術前に恢復している。この際の残余窒素では、Tuffier(1908), Bradford(1898), Bainbridge and Beddard³²⁾(1907), Pearce³³⁾(1908), Pilcher³⁴⁾(1913), Karsner, Bunker and Grabfield³⁵⁾(1915) Judd(1925), Anderson(1926), Chanutin and Ferris²⁷⁾(1932), Platt³⁶⁾(1952)等何れも血中に蓄積することを指摘している。

切除量の問題であるが前述の如くKarsner, Bunker and Grabfield³⁵⁾(1915)は犬で全腎実質の約 $\frac{1}{3}$ を切除すると血中の残余窒素が著明に増加することを、又Judd(1925)は全腎実質の $\frac{1}{3}$ だけが残存した臨床例で血中の残余窒素が術後9日間上昇し、2ヶ月後に始めて正常値に復帰したと述べ、城代¹⁵⁾は臨床例3例で切除量の大なる程血中残余窒素が増大し、尿の排出が遅延したことを述べている。以上により部分的腎剔除術では切除した腎実質量に比例して腎機能は障害される様である。

以上の研究では何れも腎クリアランス試験により部分切除後の腎機能を追求して居ないが1955年高島¹⁾のみが行っている。それによると10匹の単腎犬により術後24時間ではRPF, RBF, GFR共に高度に低下し、術後3週間で殆んど術前値に戻ると述べその回復はGFRが前者より遅延するとも述べ、又この腎機障害のため、単腎者は術後3日間非常に危険な状態が続くが他腎の健全な場合にはその代償のため、危険は解消されると述べて居るが、単腎の部分剔除後と両腎のそれとの腎機能回復の比較に関する業績の報告は見当らない。

III) 腎クリアランスの概念

此の方法はVan Slyke³⁷⁾(1928)等により始めて施行されたもので一般にClearanceとは或る物質がある臓器の機能によつて血液又は血漿から除かれる場合、単位時間に何ccの血液又は血漿がその物質に就いてClearされるかを意味し、その血液または血漿量をcc/minにて表わす。その物質が腎臓の機能によつて除かれるときこれを「腎クリアランス」と云う。

腎クリアランスはこれを5種に別けることが出来る。即ちi)糸球体で濾過された後、尿管で完全に再吸収されるもの、ii)糸球体で濾過された後、一部分尿管で再吸収を受けるもの、iii)糸球体濾過のみによつて排泄され、尿管で再吸収も排泄もされないもの。イヌリン、マニトール、フェロシアンカリ、チオ硫酸ソーダ等がこれに属する。これが糸球体濾過量に等しくなる。iv)糸球体で濾過せられ、更に尿管からも一部排泄されるもの。フェノールスルフォンフタレイン、スギウロン等

これに属す。v) 腎臓を1回血液が循環する間に糸球体濾過及び尿細管からの排泄によつて略々完全に血漿から除かれるもの、この「クリアランス」値はあらゆる物質の中の最高を示めしその値は腎血漿流量に等しくなる。ダイオドラスト、パラアミノ馬尿酸ソーダ、ペニシリンがこれに属する。

IV) 動物実験

A) 予備実験

(1) 兩腎犬に就いて

i) 実験方法

体重 7.5~11.5kg程度の雌犬を使用、正常の腎機能を測定する目的にて腎クリアランス試験を実施し、同時に血中電解質、血中残余窒素測定のため採血を行う。

1) 使用器具

a) 尖端附近に4~5個の穴を開けた多孔ネラトンカテーテル No. 5~6。

b) 持続点滴静注器具一式、イルリガートル

c) 静注用滅菌生理的食塩水または蒸留水約 300ccと膀胱洗滌用滅菌食塩水約 200cc

d) PAH 10%液20ccとチオ硫酸ソーダ10%液 100cc

e) 20cc採尿用注射器と 100ccの採尿用コルペン

f) 10~20ccの採血用乾燥滅菌注射器

g) 二重修酸塩(血液1ccに対して 0.1ccを用いる)を入れた採血用スピッツグラス

ii) 実施法

先づ体重を測定し5-アリル-5-(1-メチルブチル)-2-チオパルピツール酸ナトリウム(イソゾール) 0.3gを蒸留水5ccに溶かし2~5ccを大伏在静脈に静脈麻酔して圖1に見る如く背臥位に特製の動物手術台に固定する。次に左側の股静脈を皮膚切開後分離して視野に出す。

・開始5分前、盲検およびヘマトクリット、血中残余窒素、血中電解質測定のため25cc採血(左股動脈より)

・PAH 10%液15~20ccチオ硫酸ソーダ10%液100ccをイルリガートルに入れ温い滅菌生理的食塩水または蒸留水を混じり全量約 300ccとする。これを圖1に見る如く予め露出していた左股静脈より持続点滴静注を開始す。点滴速度は初め5分間約10cc/minとし、ついで3cc/minに調節する。

・尿道口よりNo. 5~6のネラトン氏カテーテルを挿入、その出口を採尿用コルペンの中に導く。

・股静脈点滴静注を開始して20分すれば薬剤の血中濃度は略々一定する。この時間に膀胱を空虚にする。即ち

図1 A 股静脈へ点滴静注 B 股動脈より採血
C ネラトン氏カテーテルで採尿

図2 兩腎実験方法

24時間後 腎摘 A群, 3日後 腎摘 B群, 5日後 腎摘 C群, 7日後 腎摘 D群, 14日後 腎摘 E群, 21日後 腎摘 F群

図3 單腎犬の部分切除術後の糸球体濾過値の変動(cc/min) 太い線は平均値

図4 単腎犬の部分切除術後の腎血漿流量の変動 (cc/min) 太い線は平均値

図5 単腎犬の部分切除術後の腎血流量の変動 (cc/min) 太い線は平均値

図6 単腎犬の部分切除術後の血中残余窒素の変動 (mg/dl) 太い線は平均値

図7 両腎犬の一腎への部分切除術後の糸球体濾過値の変動 (cc/min) 太い線は平均値

図8 両腎犬の一腎への部分切除術後の腎血漿流量の変動 (cc/min) 太い線は平均値

図9 両腎犬の一腎への部分切除術後の腎血流量の変動 (cc/min) 太い線は平均値

図10 両腎犬の一腎への部分切除後の血中残余窒素の変動 (mg/dl) 太い線は平均値

図13 腎血流量の術後の変動に於ける、両者の比較 (cc/min) ——単腎犬両腎犬

図11 糸球体濾過値の術後の変動に於ける両者の比較 (cc/min) ——単腎犬両腎犬

図14 血中残余窒素の変動に於ける両者の比較 (mg/dl) ——単腎犬両腎犬

図12 腎血漿流量の術後の変動に於ける両者の比較 (cc/min) ——単腎犬両腎犬

20ccの滅菌食塩水でカテーテルを通じ2回膀胱を洗滌、最後に20ccの空気を送り軽く吸引することに依り膀胱を完全に空虚にする。この採取尿は棄てる。

・大島等³⁸⁾によれば反対側股静脈より22分, 41分, 58分採取しているが実験動物に比較し採血量が多量であると考え、故著者は30分並びに50分の2回採血にした。又静脈血を用いた結果は予備実験としてはともかく正確を期し難いと J.A. Schannon⁴⁰⁾, Saul Fischer⁴⁰⁾, Isadore Pitesky⁴¹⁾. 加藤, 服部³²⁾等も述べて居り、著者はこの点を考慮してすべて反対側の股動脈より動脈血を採取した。

・40分 上記と同様の操作により膀胱を洗滌空虚にし、洗滌液を含めて三角コルベンに採取す。

・60分 上記と同様に膀胱洗並びに採尿

以上により2回のクリアランス測定をした。

表1 実験犬の正常値（両腎犬の場合）

症例	体 重	G.F.R. cc/min	R.P.F. cc/min	R.B.F. cc/min	F.F.	H.t	N.P.N. mg/dl	K mg/dl	Na mg/ℓ	Ca mg/dl
1	10.0	100.22	368	533.3	0.272	31	53.12	26.1	90	6.2
2	10.0	80.31	262	400.3	0.307	35	37.86	18.9	94	5.0
3	8.5	89.34	401	572.8	0.223	30	30.21	22.3	86	8.2
4	9.3	71.50	354	505.7	0.202	30	50.12	21.5	125	5.4
5	10.2	82.04	338	512.1	0.243	34	29.31	17.0	101	6.0
6	8.5	84.31	422	680.6	0.199	38	21.20	20.0	98	6.0
平均	9.4	84.45	357	534.1	0.241	32	36.98	20.9	99	6.1

表2 実験犬の正常値（単腎犬の場合）

症例	体重	G.F.R. cc/min	R.P.F. cc/min	R.B.F. cc/min	F.F.	Ht	N.P.N. mg/dl	K mg/dl	Na mg/l	Cl mg/ℓ	Ca mg/dl
1	10.0	87.21	352	606.9	0.219	42	33.34	19.2	98	103.5	5.2
2	7.5	103.15	368	525.7	0.335	30	40.44	21.3	136	92.4	5.8
3	11.5	99.06	415	628.8	0.238	34	26.54	20.6	109	103.6	7.9
4	9.5	73.47	403	718.5	0.182	30	35.81	28.1	123	118.5	6.3
5	10.5	82.11	328	529.0	0.252	38	38.05	21.5	99	107.4	5.9
6	10.0	80.29	291	404.2	0.279	28	51.03	20.0	112	88.9	6.0
7	9.8	87.54	358	716.0	0.250	50	37.53	21.7	109	102.4	6.2
8	10.0	110.35	412	588.6	0.268	30	40.21	22.4	114	112.4	5.4
9	8.5	79.10	295	433.8	0.268	32	35.17	19.9	98	93.0	7.0
平均	9.7	89.14	358	572.4	0.267	34	37.53	21.52	110	102.4	6.2

表3 単腎部分切除に於ける諸種腎機能の諸種腎機能の測定値（GFR）（cc/min）

症例	体 重	術 前	術 後 日 数						
			1	3	5	7	14	21	
1	10.0	87.21	30.07	21.08	30.43	38.21	78.26	82.88	指 圧
2	7.5	103.15	28.92	22.12	25.21	36.08	70.01	88.01	〃
3	11.5	99.06	34.38	18.06	26.35	35.13	81.35	87.53	〃
4	9.5	73.47	32.35	14.55	35.12	29.34	83.54	90.17	〃
5	10.5	82.11	36.01	30.13	32.30	42.01	69.90	73.35	鉗 子
6	10.0	80.29	30.99	20.02	35.09	35.89	81.11	86.27	指 圧
7	9.8	87.54	28.37	18.33	25.39	30.22	76.53	88.21	〃
8	10.0	110.35	34.15	22.21	30.00	41.37	71.12	76.64	〃
9	8.5	79.10	31.18	17.11	29.39	37.55	82.26	75.50	鉗 子
平均	9.7	89.14	31.82	20.40	24.69	36.20	77.12	83.17	

- iii) 定量法と計算法
- ・体重より Meeh-Rubner の方式により体表面積を知る。 $S.Am^2 = \frac{11.2 \times W^{0.667}}{10.000}$ (w=体重 (g))

・各洗滌液を含めた尿につき尿量を正確に計り1分間尿量を算出する (V.c.c/min).
- ・各血液を遠沈し血漿を分離し、血漿及び尿について速やかにパラアミノ馬尿酸ソーダ (PAH) とチオ硫酸ソーダの濃度を定量する。定量法は表9,10参照。

・PAH Clearance にて腎血漿流量 (RPF) チオ硫酸ソーダ Clearance にて糸球体濾過値 (GFR) を得る。

表 4 単腎部分切除に於ける諸種腎機能の測定値 (RBF) (cc/min)

症例	体 重	術 前	術 後 日 数								
			1 日	3 日	5 日	7 日	14 日	21 日			
1	10.0	606.9 42	203.1 33	126.4 50	229.1 38	317.7 35	509.5 32	495.3 33	指 圧		
2	7.5	525.7 30	202.1 30	88.5 35	244.5 32	383.0 43	607.3 41	597.4 36	〃		
3	11.5	628.8 34	147.4 30	80.1 30	275.4 35	556.9 35	647.2 38	651.6 32	〃		
4	9.5	718.5 30	117.4 37	156.6 50	238.3 40	299.1 35	483.2 32	471.5 36	〃		
5	10.5	529.0 38	256.2 34	97.2 38	176.0 30	283.8 28	542.7 42	533.1 35	鉗 子		
6	10.0	404.2 28	198.8 32	67.0 40	211.1 28	298.0 40	468.4 31	476.2 30	指 圧		
7	9.8	716.0 50	240.5 42	81.7 35	232.8 32	364.6 42	524.3 35	537.4 32	〃		
8	10.0	588.6 30	396.2 50	108.7 35	235.0 34	377.5 38	705.2 42	631.6 30	〃		
9	8.5	433.8 32	205.0 32	97.3 40	180.6 30	286.3 30	411.6 30	425.2 38	鉗 子		
平均	9.7	572.4 34	218.5 38	94.8 39	224.7 33	327.4 36	544.3 31	535.4 43			

表 5 単腎部分切除に於ける諸種腎機能の測定値 (RPF) (cc/min)

症例	体 重	術 前	術 後 日 数						
			1	3	5	7	14	21	
1	10.0	352	136.0	63.2	142.0	206.5	346.4	326.9	指 圧
2	7.5	368	141.4	57.5	166.3	218.3	358.3	382.3	〃
3	11.5	415	103.1	56.1	179.0	361.9	401.2	443.1	〃
4	9.5	403	73.9	78.3	143.0	194.4	328.6	301.8	〃
5	10.5	328	169.1	60.5	123.2	204.3	314.8	346.5	鉗 子
6	10.0	291	135.4	40.2	152.0	178.8	323.2	333.3	指 圧
7	9.8	358	139.5	53.1	158.3	211.5	340.8	365.4	〃
8	10.0	412	198.1	70.6	155.1	234.1	409.0	442.1	〃
9	8.5	295	139.4	58.9	126.4	200.4	288.1	263.6	鉗 子
平均	9.7	358	135.5	57.8	148.3	210.5	345.6	353.4	

濾過率 (FF) = $\frac{GFR}{RPF}$

腎血流量 (RBF) = $RPF \times \frac{100}{100 - Ht}$

・血中残余窒素は Micro-Kjeldall 法により測定した。

・血中電解質は

Na は Uranium-Zink-Acetate 法⁴⁴⁾

Cl は Silrer-Iodate 法⁴⁵⁾

K は King and Allott 法⁴⁶⁾

Ca, Mg は 柳沢氏新定量法⁴⁷⁾

尚比色は日立製光電比色計を使用した。

ロ) 実験成績

以上の方法によつて行つた成績は次の通りである。

i) 腎クリアランス 表 1 に示す如くである。即ち

RBF は 400.3 ~ 680.6 cc/min で平均値は 534.1 cc/

min, RPF は 262 ~ 422 cc/min で平均値は 357 cc/min

GFR は 71.50 ~ 100.22 cc/min で平均値は 84.45 cc/

min, FF は 0.199 ~ 0.307 で平均 0.241 であつた。

Houck⁴³⁾ (1948) は 75 匹の正常犬について RPF 及び

GFR を体重並びに体表面積との関係について詳細に研

究し、即ち RPF は 139 ~ 430 cc/min で の平均値は

84.4 cc/min, FF は 0.225 ~ 0.475 でその平均値は 0.317

であつた。高島⁴¹⁾ (1954) は 7 匹の正常犬について RPF

177 ~ 331 cc/min, 平均値 226 cc/min, GFR は 57 ~ 88.8

cc/min, で平均値 71.8 cc/min, FF は 0.27 ~ 0.38 その平

均値は 0.32 で犬では人間に較べて GFR が高く, RPF

表 6 単腎部分切除に於ける血中残余窒素

症例	体重	術前	術 後 日 数			
			1	5	7	14
1	10.0	33.34	82.53	58.90	47.07	43.33
2	7.5	40.44	80.32	56.75	48.13	37.05
3	11.5	26.54	76.43	54.31	50.19	36.33
4	9.5	35.81	84.77	61.25	40.05	40.15
5	10.5	38.05	85.08	60.13	48.17	45.32
6	10.0	51.03	79.12	55.58	41.18	49.91
7	9.8	37.53	78.88	57.02	48.05	29.65
8	10.0	40.21	86.11	70.38	52.31	30.17
9	8.5	35.17	90.13	45.29	45.58	31.22
平均	9.7	37.53	82.59	57.73	46.77	38.11

表 7

A 群 (24時間後片腎摘出)							
症例	体重	G.F.R	R.P.F	R.B.F	N.P.N	Ht	
1	11.5	29.76	152.08	233.97	36.98	35	
2	8.5	33.07	160.12	235.18	40.12	32	
3	8.0	35.17	149.13	213.04	32.33	30	
平均	9.3	32.66	153.77	227.39	36.44	32	
B 群 (3日後片腎摘出)							
1	11.2	22.32	74.31	106.16		30	
2	9.8	26.51	70.85	104.20		32	
3	10.5	19.21	78.17	130.28		40	
平均	10.5	22.66	74.44	113.55		34	
C 群 (5日後片腎摘出)							
1	7.5	26.41	114.33	190.55	49.27	40	
2	10.8	28.28	141.10	243.27	52.30	42	
3	9.2	24.05	99.27	141.80	46.01	30	
4	10.0	29.17	108.09	163.77	50.26	34	
平均	9.6	26.98	115.94	184.85	49.46	36	
D 群 (7日後片腎摘出)							
1	6.8	39.72	154.35	237.61	42.54	35	
2	10.5	35.30	160.27	245.95	38.20	35	
3	9.5	41.92	151.29	216.13	46.12	30	
平均	8.9	38.96	155.30	233.23	42.28	33	
E 群 (14日後片腎摘出)							
1	10.0	50.83	225.00	330.88	34.01	32	
2	8.0	56.21	254.18	391.05	29.98	35	
3	9.5	44.58	192.39	274.84	38.00	30	
平均	9.1	50.54	223.85	332.26	33.66	32	
F 群 (21日後片腎摘出)							
1	8.0	68.62	308.51	453.69	30.20	32	
2	9.0	66.27	320.01	457.16	45.21	30	
平均	8.5	67.99	314.26	455.43	37.70	31	

表 9 パラアミノ馬尿酸定量法

30ccのコルベンに水10cc+血漿(清) 1ccを入れる
↓
3 ccの硫酸カドミウム溶液を添加
↓
施廻混和
↓
1 分間放置
↓
1.1規定苛性ソーダ 1 ccを管をふりつゝ添加
↓
密栓して激しく振盪
↓
10分間放置
↓
3,000廻転, 5 分間遠心
↓
上澄を濾紙を介して試験管にとる
↓
10cc目盛試験管 2 本用意
1 本 (Sample) には濾液 5 cc他には Blank 用に水 5 ccを入れる
↓
各々へ 1.2規定塩酸 1 ccを混和
↓
0.1亜硝酸ソーダ 5 ccを混和
↓
少くとも 3 分 (但し 5 分以内) 放置
↓
0.5% Ammonium Sulfamata
↓
少くとも 3 分 (但し 5 分以内) 放置
↓
0.5cc N-(1-Naphthyl)-ethylenediamine Dihydrochloride
↓
直射日光を避けて10分間室温放置
↓
各々10ccの目盛まで水を加え混和
↓
Blank を 100%の透過率目盛に合わせ
↓
被検液の透過率を求む。波長は 540mμ (Filter は Green)
↓
尿では被検尿中濃度が 1~6 mg%になるよう適当に水でうすめ稀釈倍数を記入し、後は上に同じ

ii) 血中電解質

K は 17.0~26.1mg/dl平均 20.9mg/dl, Na は 86~ 125 meq/l平均99meq/l, Ca は 5.0~ 8.2mg/dl平均 6.1mg/dlであつた。

iii) 血中残余窒素

21.20 ~53.12 mg/dl平均36.98 mg/dlであつた。

(2) 単腎犬に就いて

イ) 実験方法

(1)の場合と同様の雌犬を用意し、体重測定後 5-ア

表10 チオ硫酸定量注

血漿 2.0ml + H₂O 14 ml + タングステン酸ソーダ液 2.0ml + 0.3 N H₂SO₄ 2.0ml
 混合液

↓
遠心沈澱

↓
透明な無蛋白上清

↓
150mlを50mlのビーカーにとる

↓
5 g/dl KI液 1.0ml + 澱粉液 1 滴

↓
0.1 N ヨード液で微青色になるまで滴定

↓
消費量 x ml を読む

盲検として

H₂O 12ml + タングステン酸ソーダ 1.5ml + 0.3 N H₂SO₄ 1.5ml
 混合液

↓
同様にして滴定する

↓
消費量 6 ml を求める

血漿チオ硫酸濃度は次式で計算出来る

(血漿チオ硫酸ソーダ = $1.121(x - 6)$ g/dl)

この方法は尿にも応用出来る

リルー 5- (1-メチルプチル) - 2-チオパルピツール酸ナトリウム (イソゾール) 0.3g を蒸留水 5 cc に溶かし大伏在静脈に静注することにより麻酔し、腰部斜切開法に依り皮切を行い後腹膜に達し、腎臓剔出を行い各層毎に縫合し術後全身状態がすべて恢復するのを待つため最低 1ヶ月放置する。かゝる一群を用意し、その後 (1) で述べたと全く同様の方法で諸検査を行う。

ロ) 実験成績

その実験成績は表 2 に示す如くである、即ち

i) 腎クリアランス

RPF は 291 ~ 415 cc/min 平均 572.4 cc/min, RBF は 404.2 ~ 718.5 cc/min 平均 358 cc/min, GFR は 73.47 ~ 110.35 cc/min 平均 89.14 cc/min, FF は 0.182 ~ 0.335 平均 0.267

ii) 血中電解質

K は 19.2 ~ 28.1 mg/dl 平均 21.52 mg/dl, Na は 98 ~ 136 meq/l 平均 110 meq/l, Cl は 88.9 ~ 118.5 meq/l, Ca は 5.2 ~ 7.9 mg/dl 平均 6.2 mg/dl である。

(3) 小括

兩腎犬と單腎犬を以上の諸検査の結果で比較した場合余り差は無い様である。即ち、

i) GFR は前者が 84.45 cc/min 後者は 89.14 cc/min

ii) RPF は前者が 357 cc/min 後者は 358 cc/min

iii) RBF は前者が 534.1 cc/min 後者は 572.4 cc/min

iv) N.P.N. は前者が 36.98 mg/dl 後者は 37.53 mg/dl

v) 電解質も同様である。

換言すれば一腎剔後も 1ヶ月を経過すれば一般状態は全く無侵襲犬と同様になると云える。

B) 本実験

(1) 兩腎犬に就いて

イ) 実験方法

片腎の場合は問題ないが兩腎所有の場合其の一側腎のみの機能を知る事は容易でない。況んや腎クリアランス試験は分離尿採取の必要がある。人体の場合では尿管カテーテルで採取している。しかしこの場合普通の尿管カテーテルではカテーテル周辺より漏出するを防ぐために山藤⁵¹⁾は特殊カテーテルを使用している。即ち尖端より 3 ~ 5 cm 下方に膨みを有するもので其れにより尿管口を塞いで漏出量を殆ど無い様にしたのである。しかし動物に使用することは不能である。故に著者は以下の如き工夫を試みた。即ち圖 2 に示す如く一腎の下¹⁾を前述したと同様の方法で腎部分切除を行い、その後 24 時間して片腎腎剔し、直後腎クリアランスを行う。これを A 群とし、後次々と 3 日後、5 日後、14 日後、21 日後片腎剔出を B, C, D, E, F 群とす。この際問題となるのは片腎剔出による姉妹腎への外科的侵襲に対する影響である。故に予備実験として下記のことを行つた。

予備実験

イソゾールの静脈麻酔下に側臥位に固定し、片方の尿管を切断、それに No. 5 ネラトンカテーテルを挿入、それを皮膚に固定す。これより採尿し尿比重測定並びに流出状態を観察する。その後片腎剔出を行い直後の流出状態、尿比重は余り変動を認めなかつた。

ロ) 実験成績

i) この場合実験方法のあり方で同一犬につき経過を観察することは不可能であつた。即ち表 7, 8 に示す如くであつた。実験に技術的に困難を伴うので途中で死亡数が多く従つて例数が少くなつた。

ii) 各群に依つて例数が相違するので圖 7, 8, 9, 10 に見る如く 21 日迄無いのが出来る。

iii) RPF 及び RBF は表 7, 8 並びに圖 7, 8, 9 で示す如く大体 3 週間で術前値近くになっているが、GFR は 3 週間でも未だすつかり恢復していない。

iv) この兩腎犬の場合も術後 1 日より術後 3 日に機

能障害は最高を示した。

v) 血中残余窒素は片腎がある爲余り影響を受けない様である(圖10)。

(2) 單腎犬に就いて

イ) 実験方法

体重 7.5~11.5kgの雌犬を予め片腎腎別を施行少くとも1ヶ月を経過せるのを使用した。これに部分切除を行う。この際問題になるのは腎実質の操作中の腎莖血管の遮断をするのは当然であるが鉗子をかけるか、指圧によるかである。文献によれば伊藤⁽⁴⁸⁾は指圧の方が影響が少ないとしているし教室の濱崎⁽⁴⁹⁾の業績も同様で、時間は芥川⁽⁵⁰⁾等によれば短時間程良好なりと述べている。故に著者もこれにならい指圧を用い時間も5~7分に止めた。次に部分切除の部位は操作の容易なることを考慮して専ら下極面も腎盂腎杯を露出しない様にした。切除量であるが約 $\frac{1}{3}$ になる様にした。慎重に施行しても後出血或は麻酔等により約 $\frac{1}{3}$ は術直後又は翌日迄に死亡する。以上の操作を加えた9匹に就いて予備実験に述べたと同様の実験を術後24時間、3日、5日、7日、14日及び21日の6回に亘つて実施する。(註、麻酔は予備実験と同様にインソール使用)

ロ) 実験成績

以上の方法によつて実験を行つた成績は次の通りである。

i) 9匹の術前、術後に於ける各測定値は表3,4,5,6に見る如くて圖3,4,5,6で見るとその変動をよく知ることが出来る。

即ち、術後24時間にて相当の腎機障害が見られるが、3日目ではより以上の障害がある様でその後順次恢復して行く。一般に RPF, RBF は恢復が早く14日には術前に戻っているが、GFR は幾分遅く14~21日迄かかる様である。

ii) 血中残余窒素、術後3日にして76.43 ~ 90.13 mg/dl, 平均82.59 mg/dlに上昇し2週間にて29.65~49.91 mg/dl, 平均38.11 mg/dlに恢復してくる。

iii) 2例に指圧の代りに鉗子にゴム管を巻いたものにて圧鉗したが成績には余り変化を認めなかつた。

(3) 兩者の比較

i) GFR (糸球体濾過値) 圖11参照 術後1日、3日、5日に於ては寧ろ單腎犬が機能障害大であるが、7日より14日で單腎犬は急激に恢復しているが後者は稍々劣る。

ii) RBF (腎血流量), RPF (腎血漿流量) 圖12,

13参照

前者同様術後1,3日にては單腎犬が障害大なるも急激の恢復で14日で術前に略々戻るが兩腎犬は21日にても稍々術前に劣る状態である。

iii) 血中残余窒素 圖14参照

前にも述べた如く兩腎犬の場合、片腎が健康であるので余り影響を受けないのに反し、單腎犬にては術後1日にして急激に上昇7日にして略々恢復する。

iv) 血中電解質 前者と同じ理由で比較するに値しないので少数例に行つたに過ぎない故数値を出すに至らなかつた。

(4) 小括

以上により下記に述べる事が明らかとなつた。

i) 外科的侵襲後最大の障害は術後3日目である。

ii) 術後1~3日は兩腎犬より單腎犬が障害は大である。

iii) 腎血漿流量(RPF) 腎血流量(RBF) が糸球体濾過値(GFR)より單腎犬、兩腎犬共恢復が速い。即ち前者は單腎犬では2週間、後者は3週間である。

iv) RBF, RPF 共單腎犬は7日目頃より急激に恢復するが、兩腎犬は徐々に恢復する

v) 剔除腎質量は一腎の約 $\frac{1}{3}$ であつた。重量にして5~8gであつた。

vi) 腎莖部血行の遮断は主に指圧、時にはペアンにゴム管を巻いたのを使用した。その時間は5~9分平均7分であつた。

C) 病理組織学的所見

(1) 標本の作製法

実験動物(雌犬)の腎臓の下部に外科的侵襲(部分切除)を加えたので組織標本としてはその上半部に於いて切片を取り直接の外科的侵襲の影響を避けた。染色法は普通染色法へマトキシリンエオジン法による。

(2) 各標本の所見 (附 顯微鏡組織写真参照)

i) 兩腎所有の一腎に外科的侵襲を加えた場合

i) 直後: 被膜に軽度の出血があり、糸球体の一部には円腔擴張があり、又液貯溜、係蹄萎縮を見るものがある。

ii) 12時間後: 所々に糸球体内腔の液貯溜(部位によつては一見半月体様を示す)及び充血が散見されるほか、間質の充血も可成り著しい。即ち i)ii) に於ては急性循環障害の所見であつた。

iii) 1日後: 一般に糸球体係蹄の大型化、即ち代償性及び核増多の傾向が見られる。

対照（両腎所有の片腎別）無侵襲

対 照

両腎犬（12時間後）

両腎犬（1日後）

両腎犬（直後）

両腎犬（3日後）

iv) 3日後：被膜に軽度の円形細胞浸潤を見る以外，萎縮性係蹄を少数に認める。

v) 4日後：極く少数の萎縮性係蹄を見る以外，著変なし。

vi) 6日後：前者に略々同じ

vii) 7日後：少々多数の糸球体に萎縮性変化を認める。

viii) 39日後：一部に於いて被膜少々陥凹し小型の

係蹄をもつ小糸球体が多数集合し周囲には少数の尿細管を有する結合織，円形細胞の浸潤等が見出される。

ロ) 単腎所有に外科的侵襲を加えた場合

i) 1日後：被膜に白血球を主とする細胞浸潤，出血，浮腫，糸球体の大小不同，係蹄萎縮を示すものが可成り多い。

ii) 3日後：被膜に軽度の細胞浸潤があり，又係蹄に軽い核増多がある。

両腎犬（4日後）

単腎犬（1日後）

単腎犬（3日後）

iii) 4日後：被膜が線維性に肥厚し，糸球体は略々正常大のものが多いが，大型化ないし核増多を見るものもある。即ち代償性である。

iv) 5日後：前者と大差なし。

v) 18日後：著変なし。

vi) 25日後：糸球体の一部に液貯留を散見す。

vii) 30日後：前者に同じ。

viii) 60日後：著変を認め難い。

単腎犬（18日後）

単腎犬（4日後）

ハ) 無侵襲群 対照として作製した。

i) 片腎剔除後6日後：全般に軽変に充血性である以外，糸球体等に変化なし。

ii) 両腎所有の片腎剔除：全標本に変化なし。

ニ) 小括

i) 一般に変化があるのは両腎，単腎を併せて腎被膜，糸球体で尿細管，間質には余り変化を認めない。

ii) 直後より4日頃迄は単腎の方が組織学的所見は著明である。

iii) 少数の萎縮性糸球は無侵襲群にも見られ病的と考へられない様である。

iv) 総じて普通染色に関する限り著明な変化はなく僅かに代償性に糸球体の大型化が見られる程度である。

（顕微鏡組織写真は総べて 5×10 両腎犬の直後のみ 5×10 より稍々大なり）

V) 考 按

既に緒論にて述べた如く腎部分切除は病巣のみを除去して健康部のみを残す腎剔除術より進んだ手術法である。かくすることにより再発した残存腎の病巣にも善処され

得るものである。かかる方法が泌尿器科手術発達と化学療法の進歩に伴い、再び増加して来たことは慶賀すべきことである。しかしこの際注意すべきは、かかる腎部分切除後の腎臓機能の恢復状態を種々の人により研究発表されているが、多くは漠然と部分切除後の腎機恢復として述べ、両腎の場合と単腎の場合との相違に言及されていない。但し高島¹⁾は両者を別けて言及しているが単腎の場合を不当に危険視している。著者は両腎所有の一腎に腎盂結石等にて腎盂切石術等を行った患者にて術後インジゴカルミンの排泄試験にて1ヶ月以上経過して始めて患側の排泄を見た例を数多く経験している。また城代¹⁵⁾の論文にある様に腎結核にて片腎剔除した単腎に結核病巣あり、その部分切除をした場合、術後16~24時間にて排尿を見て、血中残余窒素は14日にて術前に恢復している。以上の臨床例より代償機能を有する場合と否とはその恢復状況は自ら相違があるのではあるまいかとの見解の許に既述した実験を行った。勿論腎の機能とは複雑多岐で色々の因子が関与していることは言を俟たない。そしてその外科的侵襲の発生機轉も亦恢復の機轉が複雑であろうことは容易に考えられる。著者はその中、腎クリアランス試験と血中残余窒素並びに病理組織学的所見によつてその腎機能の変化を見たのであるが相当の変化が見られた。

A) 先づ実験動物であるが個体差の少いことは家兎がまさっているが数回の外科的侵襲に耐える必要があるので個体差の点で難点が多少あるが犬を使用した。それも採尿の点で雌性成犬のみ使用した。因みに先人もすべて同様である。

B) 腎部分切除術施行に際し直後より翌日に亘つて死亡したのが相当あるがその原因としては術技失敗もあるが腎機不全も考えられる。即ち単腎にて約 $\frac{1}{2}$ 切除したのは翌日死亡した。このことは Karoner³⁵⁾等が云う腎実質量に比例して腎機能は障害されると云うことを立証している。

C) 外科的侵襲の場合腎莖部の遮断はその爲に起る腎機障害を最少限にする爲、桶が云う如く指圧或は鉗子にゴム管を巻いたのを使用、時間は5~7分とした。この際指圧と圧鉗の差は本試験では認められなかった。

D) 腎機能障害の最高は両腎、單腎共RPF, RBF, GFR 何れも術後1日より3日であつた。これは高島の云う術後1日とは幾分相違がある。その恢復状況であるが、RPF, RBF は恢復が單腎では2週間、GFR は稍々遅れる。兩腎、單腎の比較は術直後3日迄は兩腎は残腎代

償の故か單腎の方が障害が大であるが恢復は諸検査共單腎の方が1週間から2週間速い。

E) 病理組織学的検査にても術後3乃至4日迄は單腎の方が兩腎より組織的变化即ち皮質の充血、核の增多、係蹄の萎縮が著明である。7日頃では僅かに糸球体に萎縮性変化を見る程度で余り変化なく兩者に差異を認めなくなる。即ち糸球体濾過値の恢復が遅いのもうなづける様である。

F) 兩腎の場合臨床的に1ヶ月近くも侵襲腎の機能恢復の日数を要する症例に比較して実験的でも時にあるが、單腎の場合は一般に2週間位で恢復することが分つた。

G) 以上の事実は他側腎が健全な場合、即ち兩腎の際の部分切除はその腎の機能恢復が遅くても姉妹腎が代償するので全く心配ないが、單腎の場合は予想より遙かに早く恢復するが術直後より3日迄は非常に危険な腎機能障害の状態に曝される訳であるから細心の注意なり用意が必要である。即ち腎機代償となり得る人工腎臓或は腹膜灌流を準備し一時的腎機不全に備える可きである。しかしてこの危険期を過ぎれば全くの一過性の腎機不全であれば永久的の腎機能の点では少しも心配はない。

VI) 結 語

臨床面に於て兩腎の一腎に外科的侵襲を加えた場合單腎に同一侵襲を加えられた場合に比しその腎機能恢復が遅延される事は明白であるが著者は実験動兎(雌性成犬)を使用、予め單腎犬と兩腎犬を用意し、腎クリアランス試験等により各々の部分的腎切除後の経過を検討し、次の結論を得た。

A) 部分的腎切除後3日にして該腎の RPF, RBF, GFR 何れも高度に低下する。兩者の比較は單腎犬がより低下する。その恢復状態は RPF, RBF が GFR より稍々早く RPF, RBF は2週間、GFR にても3週間て術前に戻るが兩腎犬は何れも1~2週間遅延する。

B) 血中残余窒素は單腎犬では術後1日で急増するも兩腎犬は他側腎の代償の爲僅かに上昇するのみである。しかし單腎犬も1週間にて術前に戻る。

C) この腎機障害の爲單腎犬は術後3日は危険状態があるが兩腎犬は残腎の代償で異状ない。

D) 切除量が片腎の $\frac{1}{2}$ 位なれば充分に腎機能の恢復可能である。

E) 部分的腎切除術は腎機不全時の萬全の処置即ち腎機代償としての器具(人工腎、腹膜灌流装置)の準備さえあれば單腎者にてても危惧することなく積極的に施行す

べき手術と断定したい。

稿を終るに臨み御指導と御校閲を賜った恩師北村教授並びに荒木助教授に深甚なる謝意を捧げるとともに、併せて助言を賜った教室の野北助教授、第一病理学教室岡本博士、土山博士に謝意を表する。

尚本実験は文部省科学研究費に負う処大である。

文 献

- 1) 高島彰夫：泌尿器外科における腎クリアランス試験の研究，日泌尿会誌，45，553，1954.
- 2) 大越正秋：腎部分別除術，泌尿器科新書，南江堂，1953.
- 3) Czenry: Der nächste und Letzte Fall betrifft eine Partielle Nieren-exstirpation, die erste ähnliche gelungene Operation. Beitr. Z. Klin. Chir., 6, 511, 1890.
- 4) Keetly: Med. Soc. Lond., 1, 134, 2, 147, 1890.
- 5) Tuffier, T.: Soc. de Chir., 1892, 1895.
- 6) Israel: Diagnose und Operation einer überzähligen Pyonephrotischen Niere. Berl. Klin. Wschr., 45, 1081, 1918.
- 7) Cramer. K.: Beitrag Zur Casuistik der Subphrenischen Abscesse und der Querrresektion der Niere. Dtsch. Z. Chir., 42, 597, 1896.
- 8) Watson: Boston city Hosp. Rep., 1896.
- 9) 井尻辰之助：結核腎の部分的切除術及其予後，医事公論，6, 974, 1931.
- 10) 楠隆光：部分的腎別除術について，日本医事新報，1460, 1260, 1952；診断と治療，40, 110, 1952；新潟医学会雑誌，66, 217, 1952.
- 11) 土屋文雄：流注膿瘍の経過をとりたる閉塞性腎結核，日泌尿会誌，43, 91, 1952.
- 12) 市川篤二，高安久雄：第65回東京医学会総会演説，oct, 1952.
- 13) 大越正秋：腎部分別除術について，日泌尿会誌，43, 286, 1952.
- 14) 荒木竜爾，川原省三：臨床放射線，2, 760, 1957.
- 15) 城代漢一郎：単腎部分切除と腹膜灌流，日泌尿会誌，48, 807, 1957.
- 16) 中野等：片側腎臓摘出後における残存腎臓変化の実験的研究，皮泌誌，24, 603, 1924.
- 17) Valentin: Thesis de doct., 1839.
- 18) Tillmans, H.: Experimentelle und anatomische Untersuchungen über Wunden der Leber und Niere. Ein Beitrag Zur Lehre von der antiseptischen Wundheilung, Virechow's Arch., 78, 437—474, 1879.
- 19) Berti, G.: Polichinico Sez. Chir., 28, 261, 1921.
- 20) Perlmann, S.U. Kairis Z.: Über Nierenresektion, Gleichzeitig exper. Beitrag Zur Frage de Blutstillung bei Nierenoperationen durch freie Gewebstransplantation.) Z. Urol., 20, 595, 1926.
- 21) Herbst, R.H. u Polkey. H.J.: Renal resection, experimental study of postoperative function. Surg. Gyn. Obst., 51, 213—216, 1930.
- 22) Yunck, W.P. u Forsythe, W.E.: Calyceal resection: report of clinical and experimental cases. J. Urol., 46, 396, 1941.
- 23) Pässler, u. Heinecke: Versuche Zur Pathologie des Morbus Brightii. Verhandl. der deut. Path. Gesellsch., 9, 99—117, 1905.
- 24) Janeway, T.C.: Note on the blood-pressure changes following reduction of the renal arterial circulation. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., 6, 109, 1909.
- 25) Allen, F. M., Scharf. R. and Lundin, H.: Clinical and Experimental Renal deficiency. J. A.M.A., 85, 1698, 1925.
- 26) Apfelbach, C.W. and Jensen, C.R.: Experimental Chronic Renal Insufficiency in Dogs, with Special Reference to arterial Hypertention. J. Clin. Invest., 10, 162, 1931.
- 27) Chanutin, A. and Ferris, E.B.: Experimental renal insufficiency produced by partial nephrectomy. Arch. Int. Med., 49, 767, 1932.
- 28) Rowntree and Geraghty: Quoted by Herbst. u Polkey
- 29) Young, H.H and Davis, E.G.: Double ureter and Kidney, with calculous pyonephrosis of one half; cure by resection. J. Urol., 1, 17, 1917.
- 30) Cash, J.R.: Quoted by Herbst and Polkey.
- 31) Abeshouse, B.S. and Lerman, S.: Collectire py review; partial nephrectomy versus by pelolithotomy and nephrolithotomy in treatment of localized calculous disease of Kidney, with report of partial nephrectomies. Int. Abst. Surg., 91, 209, 1950.
- 32) Bainbride, F.A. and Beddard, A.P.: Quoted by Chanutin et al.:
- 33) Pearce, R.M.: The Infufluence of the reductions of Kidney substance upon nitrogenous metabolism. J. Exp. Med., 10, 632—644, 1908.
- 34) Pilcher, J.D.: On the excretion of nitrogen subsequent to ligation of successive branches of the renal arteries. J. Biol.

- Chem., 14, 389, 1913.
- 35) Karsner, H.J.: A Note on the immediate effects of reduction of kidney substance. *J. Exp. Med.*, 22, 544—550, 1915.
 - 36) Platt, R.: Structural and functional adaptation in renal failure. *Brit. Med. J.*, 1, 1313, 1952.
 - 37) D.D. Vanslyke, C.P.: Relationships between urea excretion, renal blood flow renal 'oxygen consumption, and diuresis. The mechanism of urea excretion. *Amer. J. phy.*, 109, 336, 1934.
 - 38) 大島研三, 金子好宏: Clearance法による腎機能検査の実際, 日本臨床, 9, 575, 1951.
 - 39) 二村領次郎: 近世解剖学, 金原商店, 1943.
 - 40) J.A. Schönnon, Saul Fischer: The renal tubular reabsorption of glucose in the normal dog. *Am. J. Phy.*, 122, 765, 1938.
 - 41) H. Pitesky: Approximation of the tubular maximum for reabsorption of glucose using venous blood for plasma glucose levels. *Amer. J. phy.*, 165, 407, 1951.
 - 42) 加藤敏昌, 服部保: Clearance Test の一私案, 臨床外科, 9, 31, 1952.
 - 43) Houck, C.R.: Statistical analysis of filtration rate and effective renal plasma flow related to weight and surface area in dog. *Amer. J. phy.*, 153, 169, 1948.
 - 44) 藤井昇: 生化学実験法, (定量篇). 南山堂, 東京 1949.
 - 45) 斎藤正行: 光電比色計による臨床化学検査, 南山堂, 1951.
 - 46) 柴田進: 光電比色を中心とする臨床化学の技術, 金芳堂, 東京, 1952.
 - 47) 柳沢文正: カルシウムの新定量法 第5版, 新潟医学会雑誌, 第66章 12, 837, 1952.
 - 48) 伊藤本男: 長期無尿症の大静脈内高張葡萄糖液注入療法に就て, 日泌尿会誌, 46, 561, 1955.
 - 49) 浜崎栄一: 未発表.
 - 50) 芥川穰: 各種臓器における動脈結紮と動静脈同時結紮の場合に関する影響の比較的研究, 日外誌, 38, 615, 1938.
 - 51) 山藤政史: 著者への私信.
-