

腎 臓 移 植 の 研 究

VI Perfluorochemical emulsion を用いた室温下腎灌流保存の実験的研究

長崎大学医学部泌尿器科学教室 (主任：近藤 厚教授)

堀 建 夫

STUDY ON RENAL TRANSPLANTATION

VI EXPERIMENTAL STUDY ON KIDNEY PRESERVATION BY PERFUSION
WITH PERFLUORO-CHEMICAL EMULSION AT ROOM TEMPERATURE

Tateo HORI

*From the Department of Urology, Nagasaki University School of Medicine**(Chairman: Prof. A. Kondo, M. D.)*

The functional and histological examination of the kidney were investigated after preservation by perfusion with perfluorochemical (FC-43) emulsion at room temperature.

The isolated dog kidney was washed out with physiological saline and perfused with following perfusate for 3-12 hours. The solution A contains 2.5 w/v % FC-43 in Ringer lactate solution, B contains 2.5 w/v % FC-43 in Collins' C₃ solution and C is Collins' C₃ solution without FC. Nonpulsatile perfusion was carried out under the condition of 95 mmHg pressure and flowrate of 4-20 ml/min. Oxygen was continuously bubbled during perfusion.

After completion of perfusion the kidney was connected to the external shunt prepared in femoral vessels of the same dog, and the extracorporeal circulation was opened. Urinary output was observed after perfusion of 3-4 hours in 2 out of 3 of A group, 6 out of 7 of B group and only 1 out of 4 of C group. The kidney function after extracorporeal recirculation in the B group was as follows. Creatinine clearance 2.0 ml/min, PAH clearance 11.0 ml/min after 2-4 hours and creatinine clearance 0.7 ml/min, PAH clearance 3.7 ml/min after 5-7 hours perfusion.

Histological examination of the perfused kidney in A and C group revealed remarkable dilatation of glomerular capillaries and tubules and interstitial edema. On the contrary only little histological change was found in kidneys of group B.

Autotransplantation of the kidneys in B group was performed after preservation for 2-6 hours by perfusion at room temperature. Three out of 6 kidneys after perfusion for 2 hours and 1 out of 5 kidneys after perfusion for 3 hours respectively maintained those functions.

は じ め に

腎移植の donor として、欧米では 80~90% に死体腎が用いられているが、わが国では 11.7% にすぎない。このためにわが国における腎移植の普及が著しく遅れている。したがって年々死体腎移植の必要性が高まるなかにあつて、腎保存は、その重要性を増してき

ている。今までは一般に死体腎を保存するために、組織の代謝を可及的に抑制する方法として、低温浸漬保存および低温灌流保存が行なわれている。われわれは酸素運搬体である perfluorochemical を用いて阻血中、組織に必要な最小限度の酸素を供給しながら保存することを試み、室温下で腎灌流保存を行なったので、その結果を報告する。

予 備 実 験

まずはじめに腎灌流を行なうための perfluoro-tributylamine (FC-43) emulsion の至適濃度について検討した。

1. 方 法

体重 8-22 kg の雑種成犬を用い、ネブタール (25 mg/kg) 麻酔下、経腹腔的に 1 側の腎 (平均 30.5 g) を剔出し、腎動脈にカニューレーション後、生食水に、ヘパリン 2500 u/l、塩酸プロカイン 500 mg/l を加えた液、約 300 ml を用いて、室温下 (15~25°C) に、120 cm H₂O の圧で washout を行なった。

Fig. 1 のごとき灌流装置を用いて室温下に、120 cm H₂O の圧にて落差式灌流を行ない、灌流量を測定した。灌流液は、FC-43 乳剤を、Ringer lactate で希釈し、12.5 W/V %, 5 W/V %, 2.5 W/V % の 3 種類を作製した。各灌流液には、ヘパリン 2500 u/l、塩酸プロカイン 500 mg/l を添加した。灌流 2~4 時間後に腎組織について検討した。

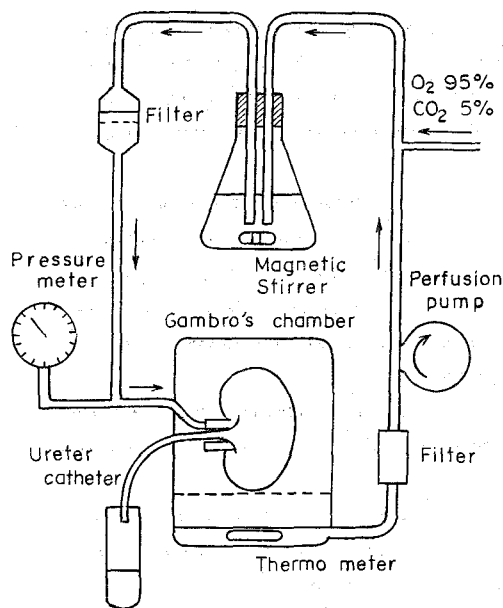


Fig. 1. Perfusion circuit.

2. 結 果

2.5 W/V % FC 灌流群では、灌流が持続的に可能であったが、5.0 W/V %, 12.5 W/V % FC 灌流では、1 時間目より次第に灌流量が減少し、2 時間後には、灌流が不可能となった。腎組織学的検査では、12.5 W/V % FC 灌流群では、糸球体の毛細血管

は拡張し、尿細管も著明に拡張していた (Fig. 2-a)。それに比し、2.5 W/V % FC 灌流群では、上記変化が軽微であった (Fig. 2-b)。

3. 小 括

120 cm H₂O の落差による室温下の灌流では、灌流液の FC-43 濃度は、2.5 W/V % が適当である。

実 験 1

つぎに腎の灌流保存に際して FC-43 の灌流液としての有効性を検討すべく、室温下で犬腎の灌流保存実験を行ない、FC の希釈液について比較検討した。

1. 方 法

予備実験と同じ方法で、雑種成犬より腎を剔出し、washout を行ない、Fig. 1 の灌流装置に接続し、室温下 (15~25°C) に、120 cm H₂O の圧 (約 95 mmHg) にて落差式灌流を行なった。灌流液は、Table 1 に示す 3 群を設定した。FC 濃度は、2.5 W/V % とし、希釈液として A 群は、Ringer lactate 液を、B 群は、Collins' C₃ 液を用いた。C 群は対照として FC を含まない Collins' C₃ 液を用いた。

灌流液の充填量は、500 ml とし、3 時間ごとに灌流液を交換した。灌流中、回路側管より O₂ 95%, CO₂ 5% の混合ガスを、100 ml/min の速度で流して灌流液を酸素化した。灌流中に腎動脈の酸素分圧を測定し、酸素含量と灌流量より酸素消費量を計算した。

2~12 時間灌流後再度 washout を行ない、腎静脈からの FC 乳剤の白濁色が消失した後に、同一犬の股動静脈に作製した外シャントに接続し、体外循環を行なった (Fig. 3)。尿の流出が安定した後に、腎機能として、クレアチニンクリアランス (C_{Cr})、PAH クリアランス (C_{PAH}) の測定を行なった。

その後腎の組織標本作製し、顕微鏡的検査を行なった。また腎剔直後、washout 後および灌流後に腎重量を測定した。

2. 結 果

(1) 灌流液流量

各群ともに灌流初期は、腎が腫張しないように、灌流量を 0.5~0.6 ml/min/g·kidney 程度に制限し、その後は全開としたが、時間の経過とともに次第に灌流量が減少し、1 時間目以後は、灌流量は、0.2~0.3 ml/min/g·kidney となり、これが灌流終了時まで持続した。

(2) 灌流中の尿流出

各群ともに灌流中に尿管より無色透明の液が排出した。その量は、尿量が全く無いものから 23.5 ml/h のものであった。尿蛋白は、灌流 2 時間目までは、

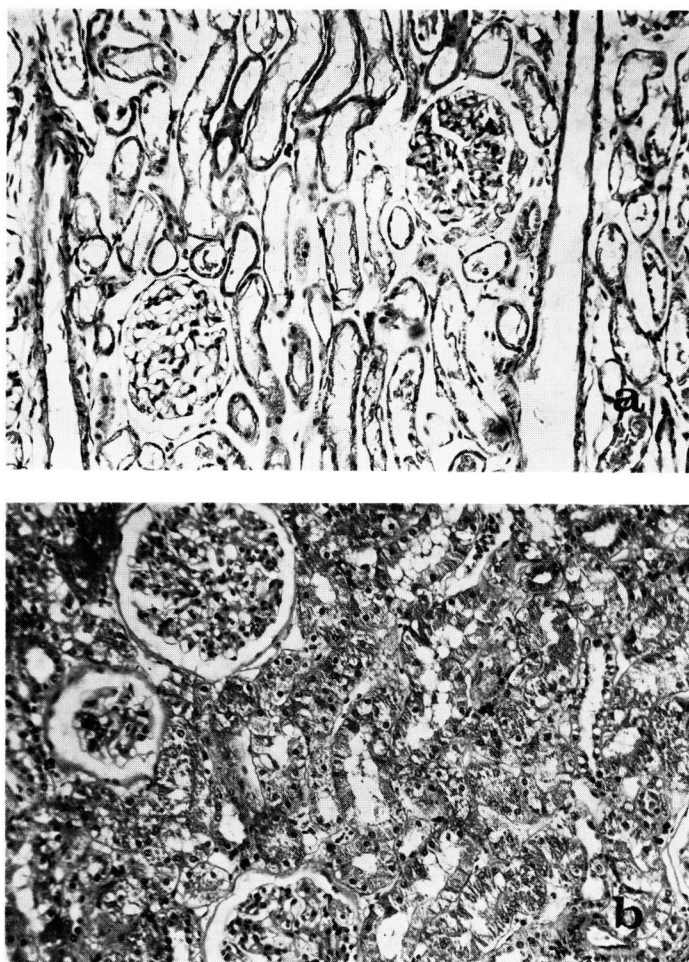


Fig. 2. Histological findings of kidneys.

- a. After perfusion for 2 hrs. with 12.5 w/v % FC-43 in Ringer lactate.
 b. After perfusion for 2 hrs. with 2.5 w/v % FC-43 in Ringer lactate.

Table 1. Composition of the perfusates.

Group	Perfusate	No. of cases
A	2.5 w/v % FC-43 in Ringer lactate solution	13
B	2.5 w/v % FC-43 in Collins' C3 solution	21
C	Collins' C3 solution	4

(+)であったが、その後全例消失した。尿の電解質濃度および浸透圧は、灌流液とほぼ同じであった。ときに尿にFC乳剤の白濁色を混じる例もあったが、そ

れらは灌流後血流再開してみると血尿が排出され、組織所見では糸球体の破綻が強かった。

(3) 腎重量の変化

各群ともに、washout 後に平均 26%, 灌流保存により平均 6% の重量増加があり、血流再開により腎重量は減少する傾向にあった。

(4) 灌流中の灌流液のガス分圧

FC 灌流 B 群では、1～3 時間目の動静脈酸素分圧は、416～372 mmHg、静脈側分圧は、205～212 mmHg で、動静脈酸素分圧較差は、211～160 mmHg であり、これより酸素消費量を計算すると、4.06～2.07 μ l/mia/g, kidney であった (Table 2)。

(5) 血流再開後の尿流出

灌流時間が延長するに従って、血流再開後の尿量は

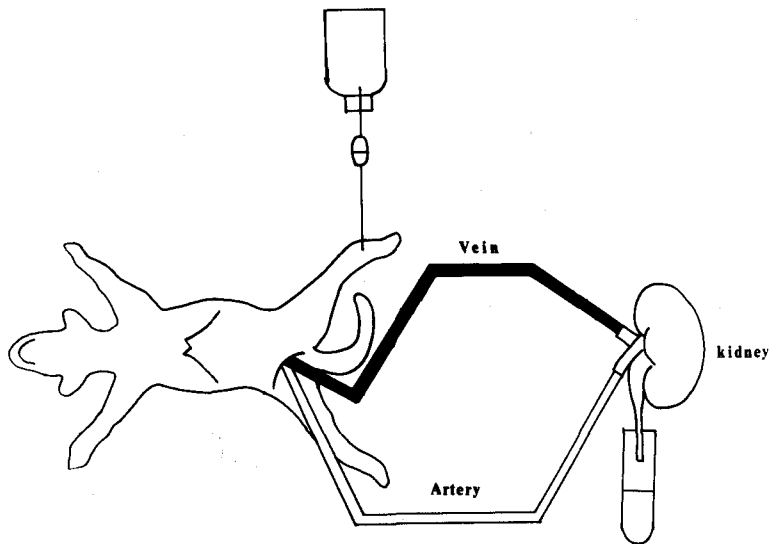


Fig. 3. Extracorporeal circulation.

Table 2. Oxygen consumption of perfused kidney with 2.5 w/v % FC-43 Collins' C₃ solution at 25°C.

		Perfusion 1 hr	time 3 hrs
PaO ₂	(mmHg)	416	372
PvO ₂	(mmHg)	205	212
(a-v) DO ₂	(mmHg)	211	160
Ca-v O ₂	(ml/dl)	0.92	0.69
RPF	(ml/min/g)	0.5	0.3
O ₂ consamp.	(l/min/g)	4.60	2.07

減少する傾向にあるが、なかには12時灌流後も尿流出を認めるものもあった (Fig. 4). 3~4時間後に、血流再開を行なった症例の尿流出率および尿量を比較してみると、A群では、3例中2例に平均 7.5 ± 2.5 ml/h の尿流出があり、B群では、7例中6例に平均 16.9 ± 12.5 ml/h の尿流出を見たが、C群では、4例中1例に1.4 ml/h の尿流出を見たに過ぎなかった (Table 3).

(6) B群における灌流時間と腎機能の関係

2~4時間灌流では、8例中7例に平均 23.1 ± 11.4 ml/h の尿流出を認め、Ccr 2.0 ± 1.6 ml/min, C_{PAH} 11.0 ± 5.0 ml/min と腎機能も良く保存されているが、5~7時間灌流では、11例中7例に平均 4.7 ml/h の尿流出となり、腎機能も、Ccr 0.7 ± 1.0 ml/min, C_{PAH} 3.7 ± 2.5 ml/min と減少していた。8~12時間灌流では、尿量も減少し、腎機能もさらに低下してい

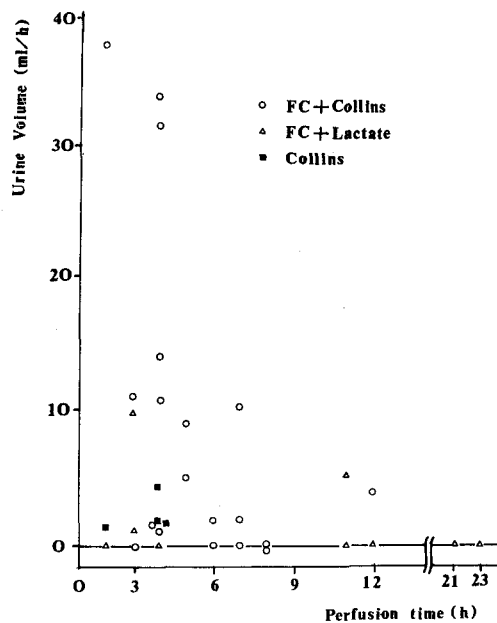


Fig. 4. Relationship between urinary output after recirculation of blood and perfusion time.

た (Table 4).

(7) 組織学的所見

全例を通じて可成りの障害が見られるが、A, C群で、糸球体毛細血管の拡張が可成り著明に認められたのに対し、B群では、上記変化が軽度の症例が多かった (Fig. 5, Table 5).

Table 3. Urinary output after perfusion for 3~4 hrs.

Group	No. of urinary excretion	Urin vol. (ml/hr)
A	2 / 3	7.5 ± 2.5
B	6 / 7	16.7 ± 12.5
C	1 / 4	1.4

3. 小 括

2.5 W/V % FC-43 を添加した灌流液による灌流の方が、それを含まない灌流液による灌流よりも、腎機能、腎組織とも良好であった。FC 乳剤の稀釈液とし

では、Ringer lactate よりも Collins 液の方が、腎機能、腎組織とも良く保存され適当である。灌流3~4時間では腎機能は良く保存されているが、その後は、時間の経過とともに低下する傾向がみられた。

実験 2

つぎに FC-43 加 Collins' C₃ 灌流液を用いて、大腎の室温下灌流保存を行なった後自家腎移植実験を行なって、移植腎生着の可能性を検討した。

1. 方法

雑種成犬を用い、一側腎を剔除し、腎重量を測定後、Collins 液に、ヘパリン 5000 u/l、塩酸プロカイン 500 mg/l を添加した液、約 300 ml を用いて、室温下に washout した後、Fig. 1 の灌流装置を用いて、室温下 (15~25°C) で落差式灌流を行なった。灌流液の組成 および 灌流圧の違いによって Table 6 に示す

Table 4. Renal function and perfusion time in the B group.

Perfusion time	No. of urinary excretion	Urine vol. (ml/h)	Ccr (ml/min)	CPAH (ml/min)
2-4 hr	7 / 8	23.1 ± 11.4	2.0 ± 1.6	11.0 ± 5.0
5-7	6 / 11	4.7 ± 5.8	0.7 ± 1.1	3.7 ± 2.5
8-12	1 / 2	3.5	0.2	2.7

Table 5. Histological changes of the perfused kidney.

	Group	A			B			C		
glomerulus	diameter of glomerulus	< 150 μ < 0 2 9			< 150 μ < 2 9 10			< 150 μ < 2 0 2		
	capillary dilatation	—	+	++	—	+	++	—	+	++
		1	4	6	8	10	3	0	1	3
	no. of erythrocyte	→	↓	↓↓	→	↓	↓↓	→	↓	↓↓
		2	5	4	5	2	0	0	3	1
tubule	dilatation of cortical tubule	—	+	++	—	+	++	—	+	++
		4	3	4	16	3	2	1	3	0
	dilatation of medullar tubule	—	+	++	—	+	++	—	+	++
		4	5	2	15	6	0	2	2	0
interstitium		—	+	++	—	+	++	—	+	++
	edema	9	1	1	11	2	0	4	0	0

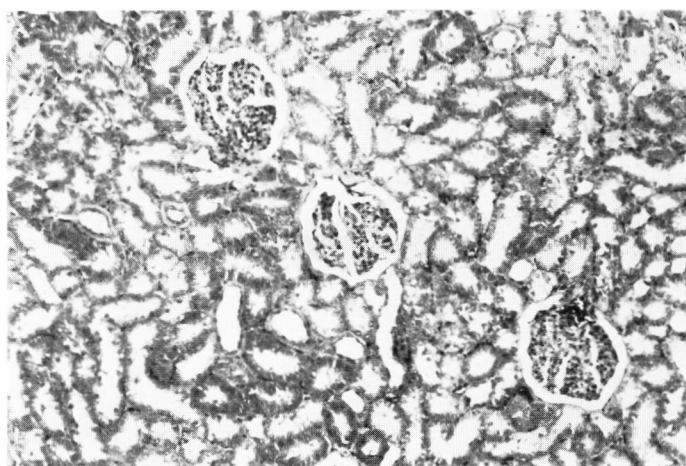


Fig. 5. Histological finding of kidney after perfusion for 3 hrs. with 2.5 w/v % FC-43 in Collins' C₃.

Table 6. Composition of the perfusate and perfusion pressure.

group	No of cases	perfusion pressure (mmHg)	Perfusate
A	4	95	3 w/v % FC-43 modified Collins' C ₃ solution 1000 ml
B	8	60	Heparin 5000 u Procain Hcl 500 mg
C	13	60	3 w/v % FC-43 modified Collins' C ₃ solution 1000 ml Heparin 5000 u Procain Hcl 500 mg Amino acid 50 g Vitamin 10 ml Decadron 4 mg Insulin 40 u AB-PC 500 mg

3群に別けた。A群(4例)は、3W/V % FC 加 modified Collins 液で 95 mmHg, B群(8例)は、3W/V % FC 加 modified Collins 液で、60 mmHg, C群(13例)は、3W/V % FC 加 modified Collins 液に、アミノ酸、総合ビタミン加、デカドロン、インスリン、ABPC を添加した液で、60 mmHg で、それぞれ灌流を行なった。

1～6時間灌流後、washout を行ない、保存腎を同一犬股動静脈に血管吻合により移植し、尿管皮フ瘻を造設した。同時に対側腎を剔除した。その後定期的に血清 creatinine 値を測定し、7～10日目に、Ccr, C_{PAH} を測定した後、犠牲解剖して腎組織について検討した。

2. 結 果

(1) 移植腎の生着

A群は、1～1.5時間灌流後移植したが、尿流出はわずかで、全例4日目まで死亡した。B群は、1～3時間灌流後移植し、8例中5例に、少量の透明な尿の流出を見たが、2日後の血清 creatinine 値は、5.9±7.3 mg/d.l で、全例4日目までに死亡した。C群では、2時間灌流で6例中3例に、3時間灌流で5例中1例に生着を認めた。しかし6時間灌流2例は、尿流出を認めず生着しなかった。

(2) 移植後の腎機能

血清 creatinine 値は、移植後3～5日目に最高値となり、それから下降する傾向にあった。生着例の血

Table 7. Function of transplanted kidney after 10 days.

Perfusion time	Urine vol. (ml/h)	Urine osm. (mOsm/l)	C _{cr} (ml/min)	C _{PAH} (ml/min)
2 hr	33.6 ± 11.4	541 ± 108	5.4 ± 4.8	30.2 ± 15.4
3	47.0	488	4.4	16.4

清 creatinine 値の最高値と 7～10 日後の犠牲解剖時の値は、2 時間灌流でそれぞれ、 8.1 ± 2.5 , 6.3 ± 3.0

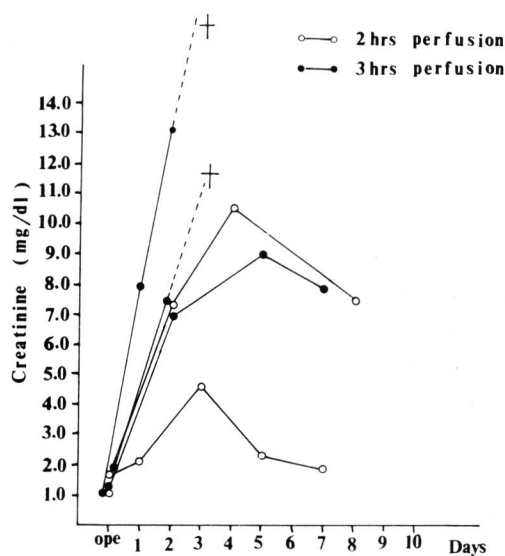


Fig. 6. Serum creatinine level after autotransplantation of preserved kidney.

mg/dl であり、3 時間灌流で、8.9, 7.8 mg/dl であった。最高値は高いが、犠牲解剖時の値は、明らかに下降していた (Fig. 6)。

犠牲解剖時の腎機能は、C_{cr}, C_{PAH} が、2 時間灌流で、 5.4 ± 4.9 ml/min, 30.2 ± 12.4 ml/min で、3 時間灌流では、4.4, 16.4 ml/min であり、良好とは言えない

Table 8. Histological changes of autotransplanted kidneys.

group		A			B			C		
		-	+	++	-	+	++	-	+	++
glomerulus	dilatation of glomerulus				3			9	4	
	capillary dilatation							6	5	2
tubule	dilatation	2			3	2		2	3	7
	degeneration	2			5			2	5	6
interstitium	fibrosis							7	2	4
	edema	1						1		

No. of case

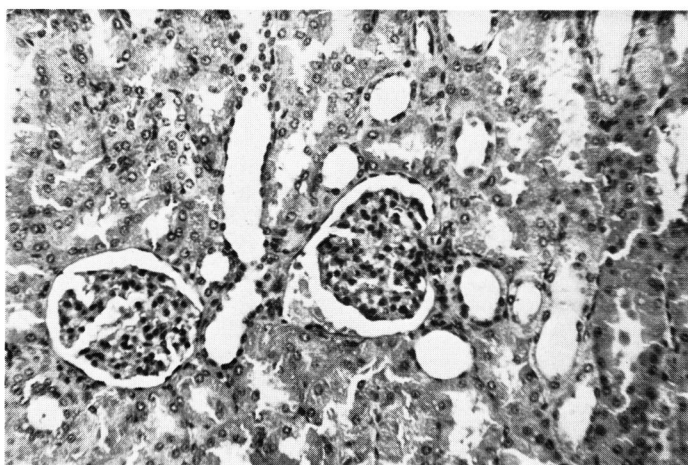


Fig. 7. Histological finding of transplanted kidney.

が、生命維持は可能な値であると思われた (Table 7)。

(3) 組織学的所見

Table 8 のように、A, B 群は、ボウマン嚢の拡大、糸球体の腫大、尿細管上皮の変性が強かったが、C 群では、それらの変化が軽度であった (Table 8, Fig. 7)。

3. 小 括

2.5 W/V % FC-43 を含む modified Collins 液に、アミノ酸、デカドロン、ビタミン、インスリンを加えた液を用いて、腎を室温下に一定時間灌流後、自家腎移植を行なった。2 時間灌流 6 例中 3 例、3 時間灌流 5 例中 1 例が生着したが、6 時間灌流は、生着しなかった。生着腎は移植後、7~10 日目の犠牲解剖時における腎機能は良好に保たれ、腎組織変化も軽微であった。以上より腎は、室温下 3 時間灌流保存後移植により生着可能である。

考 察

教室においては高崎¹⁾が犬腎の低温浸漬保存、進藤²⁾が低温灌流保存、さらに高野³⁾は凍結保存の研究を行なってきた。その後各方面で同様な多くの研究が続けられ、今日では低温浸漬保存と低温灌流保存が実用に供され、一般には後者による 96 時間保存が限度とされている。

今までの保存法は、いずれも保存中の組織の代謝を可及的抑制する手段が講じられた。したがって低温ということが必須の条件であった。ところで死体腎移植の場合には、摘出した腎臓を輸送するという問題が伴うので、もしも何らかの方法で室温下で保存することができれば、非常に有利である。Telender ら⁴⁾によれば、37°C で、血液および生食水にビタミンを加えた液を用いて、拍動性ポンプにて、ヒツジおよびヒヒ腎を保存した結果は、7 時間が限界であったとしている。室温下では当然組織の代謝が進行するので酸素が消費されるために多量の酸素および栄養素を必要とする。ところで赤血球を含む灌流液では、sludge および溶血のため長期間の灌流は不可能である。また剔出腎では、灌流量が 1/3 ~ 1/5 程度に減少し、無細胞性の灌流液では、十分な量の酸素が供給されないことが推察される。この解決法の 1 つとして、酸素運搬体である perfluorochemical emulsion (FC) を用いることが考えられる。

FC は比重が 1.7 の重い不活性な油状の液体で、疎水性であるため、乳化剤で乳化してある。酸素溶解能は、ほぼ 40 vol % 前後、CO₂ は 100~150 vol % 前後である。そのなかで FC-43, perfluorotributylamine

(C₄F₉)₃N は、乳化剤として、pluronic F 68 を使用し、FC の直径は、0.07 μ にピークを持ち、ほとんどが 0.2 μ 以下である⁵⁾。また腎にほとんど沈着しないことが確認されている⁶⁾。

Berkowitz (1971) ら⁷⁾は、perfluorochemical emulsion である FX 80 の 7% 溶解を用いて、常温下に 4 時間まで腎を灌流保存し、腎灌流量および腎機能として creatinine を負荷して、Ccr, Na 再吸収、尿量を測定した結果、対照群に比べて良好であったと報告している。

本邦においても、中谷 (1975) ら⁸⁾は、FC-43 を用いて、家兎腎を、10 W/V % FC にて室温下に 9 時間まで落差式灌流をし、ミトコンドリア P 機能 (P/O 比, Mg⁺⁺-ATPase 活性)、解糖系および糖新生系律速酵素活性の成績から、灌流中の腎が十分に酸素化されており、viability が良く保存されている可能性があると報告している。

FC 乳剤を使用することによって、同じ酸素分圧でも、水より大きい酸素含量を得ることができる。ミドリ十字研究所の岩井らによると、2.5 W/V % で 1.4 倍、5 W/V % で 1.53 倍、10 W/V % で 1.86 倍と述べている⁹⁾。

大柳 (1978) ら¹⁰⁾は、低流量ローラーポンプを用いた低温腎灌流実験では、生着実験結果より、FC 濃度は、10 W/V % が適当であるとしている。著者の落差式灌流実験では、12.5 W/V % および 5.0 W/V % FC では、2 時間程度で灌流が不可能となり、2.5 W/V % FC 溶液として用いた。

著者の実験で、灌流中の酸素消費量を計算してみると、3.0 μ l/min/g·kidney となり、Levy ら¹¹⁾の測定した 20°C における酸素消費量約 12 μ l/min/g·kidney に比べると不足していると考えられる。しかし腎の消費する酸素は、大部分が遠位尿管での Na 再吸収に使用され、一部分が腎組織呼吸に使用されると報告されており¹²⁾、腎を保存するためには、実際には、12 μ l/min/g·kidney よりも少ない酸素でも可能であると思われる。

著者は、以上の予備実験の後、第 1 実験において 2.5 W/V % FC-43 を含む Collins C₃ 液を用いて腎の室温灌流保存を行なった場合に、対照に比して、腎機能の保存が良好であり、組織学的にも変化が少ないことを確認した。そして、灌流 3~4 時間までの保存は良好であり、それを過ぎると次第に悪化することが判明した。

灌流中の尿成分が、灌流液の電解質濃度および浸透圧とほぼ同様であったのに比べ、血流再開後の尿成分

は、電解質が Na 125 mEq/l, K 25 mEq/l と血清に比べ、低 Na, 高 K となっていた。これは、灌流中の腎の尿細管は働いてはいなかったが、その機能はよく保存されており血流再開と同時に機能を発揮し始めたと考えられる。灌流中尿量と血流再開後の尿量は特に相関は認められなかった。

高崎¹⁾によれば、犬で腎切除後すぐに外シャントにて血流再開した場合の1腎 (51.2±16 g) 当りの腎機能は、C_{STS} 6.8 ml/min, C_{PAH} 12.4 ml/min であったとしている。血流再開後の腎機能は、その腎が生体内にある時の腎機能より著しく低くなっている。われわれの灌流後の血流再開時の腎機能は、1腎 (平均 30.2 g) 当り、2～4 時間では、C_{cr} 2.0 ml/min, C_{PAH} 11.0 ml/min とかなり良く保存されているが、5～7 時間灌流では、C_{cr} 0.7 ml/min, C_{PAH} 3.7 ml/min と著明に減少している。

ついで第2実験において 3 W/V % FC-43 を含む Collins C₃ 液に、アミノ酸、ビタミン、デカドロン、インスリンなどを混じた灌流液を用いて、灌流圧 60 mmHg で室温下灌流保存を行なった後、腎臓の自家腎移植を試みた。その結果、3 時間までの灌流保存腎は移植後生着が可能であることが判明した。

以上今回の室温灌流保存実験では、FC-43 の濃度を 3 W/V % 以上に上げることができなかったために、灌流中多少酸素不足になったことは否定できない。これを解決するためには、やはり温度を少し下げて 10°C 位による必要があると思われる。そうすれば、組織の最小限の代謝を維持するための酸素は、FC-43 によって十分に供給することができる。さらに灌流液に糖類、アミノ酸、蛋白質などのエネルギー源を混入する必要がある。さらに灌流圧、灌流速度、拍動灌流などの灌流条件の改良が今後の課題となる。

ま と め

腎保存の目的で酸素運搬体である erfluorochemical emulsion の FC-43 を用いて室温下 (15～25°C) に犬腎の落差式灌流実験を行なった。FC 濃度は、予備実験結果より 2.5 W/V % 溶液として用いた。

FC+Ringer lactate 群、FC+Collins 群、Collins 単独群の3群を設け、それぞれ3～4 時間灌流後、血流再開して、尿流出率および尿量を比較してみると、FC+Collins 群が最も良く、つぎに FC+Ringer, lactate 群、Collins 単独群の順であった。

FC+Collins 群で血流再開直後の腎機能を測定したところ、C_{cr}、C_{PAH} は、それぞれ2～4 時間灌流で

は、2.0±1.6 ml/min, 11.0±5.0 ml/min, 5～7 時間灌流では、0.7±1.0 ml/min, 3.7±2.5 ml/min であった。

3 W/V % FC-43 を含む Collins C₃ 液に、アミノ酸、ビタミン、デカドロン、インスリンを混じた灌流液を用いて、灌流圧 60 mmHg で落差式灌流保存を行なった後、自家腎移植を行なったところ、2 時間灌流で、6 例中3 例、3 時間灌流で5 例中1 例に生着を認めた。

稿を終えるにあたり、ご懇篤なるご指導とご校閲を賜った恩師近藤厚教授に心から感謝の意を示し、またご協力をいただいた教室員各位、病理組織のご教示を賜った関根一郎博士 (主任：西森一正教授) に深く感謝の意を表する。

本論文の要旨は、第13回、第14回日本移植学会および第66回日本腎臓学会総会および第66回日本泌尿器科学会総会に発表した。なお本研究の一部は、昭和53年度文部省科学研究費補助金 (一般B) の援助を受けた。

文 献

- 1) 高崎 登：腎臓移植の研究, I. 腎の保存に関する実験的研究. 常圧酸素下低温浸漬保存について. 泌尿紀要, **14**: 507～522, 1968.
- 2) 進藤和彦：腎臓移植の研究, II. 腎の保存に関する実験的研究. 常圧および高圧酸素下低温灌流保存について. 泌尿紀要, **15**: 476～490, 1969.
- 3) 高野真彦：腎臓移植の研究. V. 腎臓の凍結保存にかんする実験的研究. 泌尿紀要, **21**: 799～811, 1975.
- 4) Telander, R. L.: Prolonged Normothermic Perfusion of the Isolated Primate and Sheep Kidney. Surg. Gynec. & Obstet., **118**: 347～353, 1964.
- 5) 光野孝雄：人工血液について. Medical Postgraduate, **13**: 1～16, 1975.
- 6) 藤田忠義・松本義信：Fluorocarbon 製剤 caroxin DF と Perfluorodecarin の人工血液応用化に関する比較検討. 外科治療, **37**: 469～473, 1977.
- 7) Berkowitz, H. H., Mendam, J., Miller, L. D. and Slovieter, H.: Use of fluorochemicals for renal perfusion. Trans. Amer. Soc. Artif. Int. Organs., **16**: 266～271, 1971.
- 8) 中谷正史・関田幹雄・弘中敏雄・奥村修一・大柳治正・光野孝雄：Fluorocarbon Emulsion を利用した腎室温保存. 人工臓器, **4**: 283～290, 1975.
- 9) 岩井正和：Personal communication

- 10) Ohyanagi, H.: Experimental Studies on kidney perfusion with perfluorochemical emulsion in view of graft survival. The Forth International Symposium on Perfluorochemical Blood Substitutes 1978, Kyoto.
- 11) Levy, M. L.: Oxygen consumption and blood flow in the hypothermic perfused kidney. Am. J. Physiology, **197**: 111~114, 1959.
- 12) Lassen, N. A., Munch, O. and Thaysen, J. H.: Oxygen consumption and sodium reabsorption in the kidney. Acta Physiol. Scand., **51**: 371, 1961.

(Accepted for publication, Sept. 21, 1979)