

肝移植無肝期の静脈バイパスに関する血行動態的検討

岩手医科大学第1外科
小 川 将

HEMODYNAMIC STUDIES ON VENOUS BYPASSES IN AHEPATIC PHASE OF LIVER TRANSPLANTATION

Susumu OGAWA

Department of Surgery I Iwate Medical University School of Medicine

肝移植の無肝期に、血行動態上影響を及ぼす遮断血管を検索し、上大静脈系へのバイパスを作成すべき血管を以て検討した。その結果、門脈、肝下部下大静脈、肝動脈の順に血行動態に大きな影響を与えることがわかった。門脈遮断時には肝下部下大静脈、肝動脈遮断時と違い、血行動態各諸量と肝流入・流出血管血流量の経時的变化がより大であった。例えば心係数では $3.82+0.57L\cdot\text{min}^{-1}\cdot M^{-2}$ が遮断直後-50%の $1.90+0.25L\cdot\text{min}^{-1}\cdot M^{-2}$ となり5分後には5頭中1頭、15分後ではすべて心拍出量の著減のため算出不能となった。肝動脈血流量は門脈遮断5分後-71%の $44.5+23.4L\cdot\text{min}^{-1}\cdot M^{-2}$ となった。以上よりバイパス作成は不可欠で作成血管は門脈が最優先されるべきと考えられた。

索引用語：肝移植，無肝期の血行動態，静脈バイパス

はじめに

肝移植は1983年4月までに米国¹⁾Pittsburgh groupにて296例、英国 Cambridge group 138例、西ドイツ Hannover group では約100例が施行され、現在、世界の総数は²⁾2,000例に近づきつつあるが、いまだ危険が非常に大きい治療である。その原因としては、免疫、肝灌流、肝保存、手術方法などに未解決な問題点が数多く存在することが挙げられる。その中でも手術方法の確立がさげられるが、特に無肝期での対処は重要な課題として残っている。そのひとつの対応策として、無肝期に血行が遮断される門脈および肝下部下大静脈の血液を上大静脈系に還流する静脈バイパスの作成が考えられる。先達である Pittsburgh group の場合、以前は例外を除き静脈バイパスを用いず移植を行っていたが、1983年のヘパリンコーティングチューブおよび特殊スクルーポンプの開発により全身ヘパリン化による術後出血も避けられ、血行動態上有利と考えられるバイパス作成による手術が標準化された。このように静脈バイパスはすでに移植手術に供されているが、しかしながらその有用性に関する詳細な研究は、

いまだ少なく、その理論的根拠は乏しい。そこで本研究では、無肝期における静脈バイパスの必要性と、血行動態をより生理的に保つバイパス作成の血管を明かにする目的で実験的検討を行なった。

I. 対 象

体重10kg前後の雑種成犬20頭を用いた。これらのイヌを以下の各群に分け実験に供した。

- I) バイパス作成の是非に関する検討
 - 1) バイパス非作成群 5頭
 - 2) バイパス作成群 5頭
- II) バイパス血管の選択に関する検討
 - 1) 血行動態諸量測定群 5頭
 - 2) 肝流入、流出血管血流量測定群 5頭

II. 方 法

対象はすべて pentobarbital sodium 25~30mg/kg 静脈麻酔後気管内挿管を行い、HARVARD社製動物用人工呼吸器を使用し、room airの調節呼吸下(300ml/回、13回/分)で実験を施行した。

Swan-Ganz catheter 5Fr (Edwards社製)を外頸静脈より挿入し、圧モニター下に先端を肺動脈内に留置し平均肺動脈圧(pulmonary artery pressure; 以下 PAP)、平均肺動脈楔入圧(pulmonary artery wedge pressure; 以下 PAWP)、平均右房圧(right atrial

pressure 以下 RAP) などの血行動態各諸量を検討した。心拍出量 (cardiac output; 以下 CO) は日本光电社製 MTC-5100 熱希釈式心拍出量計を用い算出した。

肝流入, 流出血管血流量の測定は径2mm (測定範囲 0~500ml/min), 径4mm (測定範囲 0~2,000ml/min) と径8mm (測定範囲 0~10,000ml/min) の3種類の probe にて, TRANSONIC 社製 T101 超音波トランジットタイム血流計を用いて行った。またすべてに大腿動脈より動脈圧 (systemic blood pressure; 以下 SBP) をモニターし, lactate Ringer 10ml/kg.h の術中輸液を行った。

I) バイパス作成是非に関する検討

門脈, 肝下部下大静脈側々吻合を行った群 (以下バイパス作成群) と非作成群とで門脈, 肝下部下大静脈, 肝上部下大静脈, それぞれの2分間遮断下における血行動態各諸量を測定してバイパスの有用性を検討した。

両群とも Swan-Ganz catheter を挿入後開胸・開腹し, 門脈, 肝上部・肝下部下大静脈の遊離を行った。特にバイパス作成群ではそのあと吻合口径 5.5±2mm の門脈, 肝下部下大静脈側々に吻合を付加した (図1)。

つぎに両群とも2分間の血行遮断を行ったあと, 遮断を5分間解除する操作を門脈, 肝下部下大静脈, 肝

図1 バイパス作成の部位

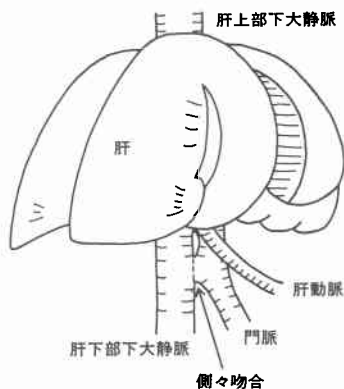


図2 2分間血行遮断順序と血行動態各諸量 (PAP, PAWP, RAP, CO, SBP) 測定ポイントのフローチャート



上部下大静脈の順に行い, 遮断前後2分間に PAP, PAWP, RAP, CO, SBP の各血行動態諸量を測定した (図2)。血行遮断は, 門脈, 肝下部下大静脈はいずれも吻合より肝側で, 肝上部下大静脈は肝より2cm 頭側で行った。両群の対照値は各血管の血行遮断前の値とした。なお心係数 (cardiac index 以下 CI) は CO を体表面積で除して算出した。

II) バイパス血管の選択に関する検討

肝移植の際に血行遮断が避けられない門脈, 肝下部下大静脈, 肝動脈の15分間の遮断時と解除時に, それぞれ経時的に血行動態各諸量と遮断血管以外の肝流入, 流出血管血流量を測定し, その結果よりバイパスの作成が必要と考えられる血管を検討した。

Swan-Ganz catheter による血行動態各諸量測定群と超音波トランジットタイム血流計による肝流入, 流出血管血流量測定群とに分けた。両群とも開胸, 開腹後, 門脈, 肝上部・肝下部下大静脈, 肝動脈の遊離を行った。そのあと血流量測定群では, 肝上部下大静脈には径8mm あるいは径4mm, 門脈には径4mm, 肝動脈には径2mm の各 probe をそれぞれ装着した。つぎに, それぞれ血行動態各諸量と肝流入・流出血管血流量の測定後, 肝下部下大静脈の遮断を行い, 直後, 5分後, 10分後, 15分後, さらに遮断を解除し, 解除直後, 5分後, 10分後, 15分後, に各血行動態諸量と血流量を測定した。続いて門脈の遮断を行い, 肝下部下大静脈遮断の場合と同様, 遮断15分後まで測定し, その直後遮断を解除し, 15分後まで各血行動態諸量と血流量を測定した (図3)。血流量測定群では肝動脈遮断をも付加し同様に検討した。また, 個体差を除く目的で個々の血流量の実測値をそれぞれの体表面積にて除した。両群とも血行遮断時および遮断解除時の対照値は, 遮断前値あるいは, 先行する遮断解除15分後の値

図3 15分間血行遮断順序と血行動態各諸量および肝流入・流出血管血流量測定ポイントのフローチャート

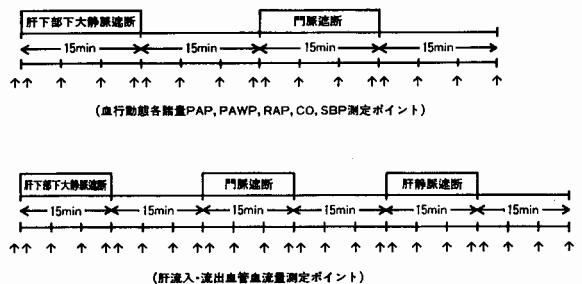


表1 各血管2分間遮断時各血行動態諸量

血行動態諸量	群	門 脈		肝下部下大静脈		肝上部下大静脈	
		対 照	遮 断	対 照	遮 断	対 照	遮 断
CI (L/min M ²)	バイパス非作成	4.95±0.96	2.39±0.67**	3.60±0.86	2.47±0.51*	4.07±0.38	
	バイパス作成	2.85±0.88	2.73±1.19	3.27±1.16	2.63±0.96	3.09±1.08	
PAP (mmHg)	バイパス非作成	15.8±4.7	12.8±4.6*	16.2±3.5	12.6±4.5	16.4±4.3	6.8±5.1*
	バイパス作成	15.8±3.3	14.8±4.0	17.8±6.4	15.2±4.1	18.2±4.9	10.0±2.8*
PAWP (mmHg)	バイパス非作成	9.4±4.5	7.6±3.8	8.6±4.0	7.4±4.3	8.0±5.0	5.0±4.2
	バイパス作成	8.6±3.3	6.8±2.2	8.4±3.7	7.2±3.4	9.6±4.4	5.8±1.5
RAP (mmHg)	バイパス非作成	5.4±2.7	4.0±2.2*	4.1±2.2	4.2±2.7	4.8±2.9	3.3±2.5
	バイパス作成	4.4±1.7	4.2±2.2	4.8±1.7	4.6±2.1	5.3±2.2	4.0±1.6
SBP (mmHg)	バイパス非作成	138±17.9	98±16.8**	146±16.9	119±19.5**	13±17.9	57±19.3**
	バイパス作成	100±15.8	101±20.1	100±19.7	94±13.4	102±20.5	52±13.0**

** P<0.01, * P<0.05, 両群とも n=5

とした。なお、各測定値の比較は平均値と標準偏差値と標準誤差値とを求め1 t検定を行い、危険率5%以下を有意差ありとした。

III. 結 果

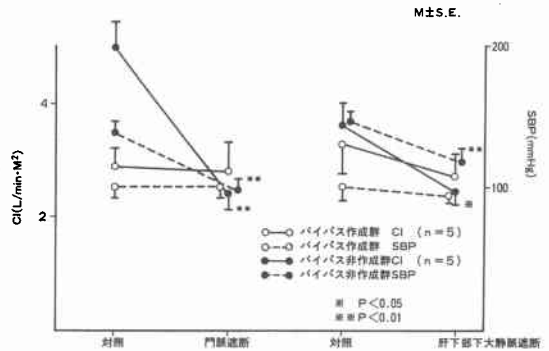
I) バイパス作成の是非に関する検討の成績

バイパス作成群と非作成群の2分間の各血管遮断下における血行動態各諸量を表1に示した。

特に図4は門脈、肝下部下大静脈血行遮断前後のCIとSBPの変化を両群間で比較したものである。門脈遮断では、バイパス非作成群のCIは対照群の4.95±0.95l・min⁻¹・M⁻²から遮断後2.39±0.67l・min⁻¹・M⁻²、またSBPは138±17.9mmHgから遮断後98±16.8mmHgといずれも有意の低下を示したのに対し、バイパス作成群では、CI、SBPともに遮断前後の値に著変はみられなかった。さらに、肝下部下大静脈血行遮断時は、門脈同様、CI、SBPともバイパス非作成群で対照と比較し、有意の低値を示したが、作成群の変化は軽微であった。ほかの血行動態各諸量の変化については、門脈遮断時ではバイパス非作成群のRAP、PAPの減少率はそれぞれ26%、19%であったが、バイパス作成群のそれは、それぞれ5%、6%とより少なかった。肝下部下大静脈遮断時の変化も同様の傾向があった。しかし、血行動態諸量は門脈遮断時と比較してバイパス非作成群の減少率がより低値であったが、バイパス作成群での減少率はいずれも大であった。

肝上部下大静脈遮断では、当然のことながら両群と

図4 バイパス作成・非作成群の門脈・肝下部下大静脈血行遮断前後のCIおよびSBP



もCOは著明に減少し、0.5l/min以下でCIは算定不能であった。ほかの血行動態諸量の変化率は両群とも同程度であったが、肝下部下大静脈あるいは門脈遮断時よりもはるかに大であった。

II) バイパス血管の選択に関する成績

1) Swan-Ganz catheterからみた肝流入・流出血管の15分間遮断、解除時の血行動態各諸量

肝下部下大静脈と門脈のそれぞれの15分間の血行遮断と解除における血行動態諸量の経時的な値を表2と表3に示した。

図5は肝下部下大静脈、門脈の血行遮断と遮断解除時のCIとSBPの経時変化をみたものである。門脈血行遮断により、SBPでは、遮断5分後には対照値

表2 肝下部下大静脈遮断および解除時の各血行動態諸量 (n = 5)

		min	PAP (mmHg)	PAWP (mmHg)	RAP (mmHg)	CI (L/minM ²)	SBP (mmHg)
対 照			20.6±2.8	13.0±3.7	6.6±2.4	3.92±1.3	119±17
肝下部下大静脈	遮断	直後	15.6±1.7***	11.8±1.1	6.0±2.5	2.42±0.9	109±19
		5	15.4±3.3*	11.0±1.4	6.8±1.8	A	113±34
		10	15.4±3.3*	11.2±1.3	6.6±2.0	A	107±22
		15	15.6±2.5**	10.8±1.3	7.2±1.9	A	104±16
	解除	直後	22.8±5.9	16.2±5.7	7.8±5.2	3.25±1.3	131±33
		5	21.6±5.3	15.4±6.2	6.6±6.1	3.21±1.2	142±36
		10	20.4±5.6	13.8±7.6	5.6±3.3	3.30±1.1	134±34
		15	22.0±7.3	13.6±7.8	6.6±4.6	3.31±0.8	128±33

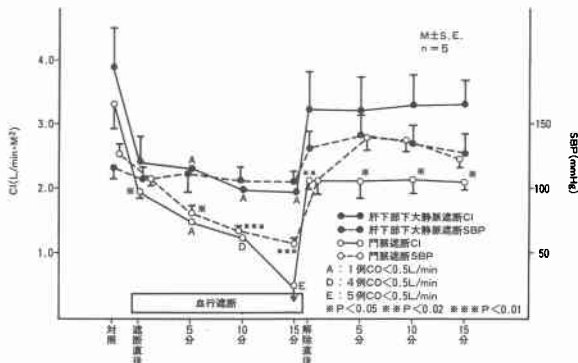
*P<0.05 A: 1例 CO<5L/minで算出不能
 **P<0.02
 ***P<0.01

表3 門脈遮断および解除時の各血行動態諸量 (n = 5)

		min	PAP (mmHg)	PAWP (mmHg)	RAP (mmHg)	CI (L/minM ²)	SBP (mmHg)
対 照			22.0±7.3	13.6±7.8	6.6±4.6	3.31±0.8	128±33
門脈	遮断	直後	17.2±5.5	10.4±4.8	6.4±3.0	1.97±0.2*	109±26
		5	13.2±4.1*	8.6±4.7	4.8±3.3	A	82±23*
		10	11.2±3.8**	7.4±3.8	5.2±2.9	D	64±16***
		15	11.2±4.9*	7.4±4.5	4.8±2.5	E	57±18***
	解除	直後	18.8±6.9	12.2±6.1	6.6±4.0	2.15±0.3**	110±46
		5	18.4±7.0	13.4±6.4	6.8±4.2	2.12±0.5*	140±48
		10	17.6±5.9	11.8±5.2	6.2±3.3	2.16±0.5*	136±40
		15	17.0±5.7	12.4±5.3	6.2±3.3	2.09±0.1*	126±34

*P<0.05 A: 1例 CO<5L/minで算出不能
 **P<0.02 D: 4例 CO<5L/minで算出不能
 ***P<0.01 E: 5例 CO<5L/minで算出不能

図5 肝下部下大静脈・門脈の遮断と遮断解除のCI, SBPの経時的変化



(128±33mmHg)の-36%(82±23mmHg, p<0.05)となり時間の経過とともに血圧は低下しつづけ15分後には-55%(57±18mmHg; p<0.01)となった。CIで

は遮断直後に有意な低下がみられ、5分後には1頭、10分後4頭、15分後には5頭全例、COが0.5L/min以下となり測定不能となりさらに遮断解除15分後においても対照値に復することがなかった(p<0.05)。一方、肝下部下大静脈の遮断によるSBPの変化はみられず、CIでは5頭中1頭に遮断5分以後に徐脈によるCOの低下をみたが、他の4頭には、影響が少なく、遮断解除後ただちに対照値に復した。

ほかの血行動態各諸量ではPAPでは、肝下部下大静脈、門脈ともに遮断により早期に影響がみられ、その解除により両者ともただちに対照値に復した。PAWP, RAPでは肝下部下大静脈、門脈とも有意な変化はみられなかった。

2) 超音波トランジットタイム血流計からみた15分間遮断、解除時の肝流入・流出血管血流量

各血管の遮断前の肝流入・流出血管の血流量の測定

結果(図6)は肝上部下大静脈で $1013 \pm 358 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ 、肝下部下大静脈 $492 \pm 142 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ 、門脈 $333 \pm 126 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ 、肝動脈 $153 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ であった。

肝下部下大静脈の遮断時とその解除時において経時的に肝上部下大静脈、門脈、肝動脈の各血管血流量を図7に示した。肝上部下大静脈血流量は遮断直後で対照値の-39%、 $618 \pm 115 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ となったが、15分後でも-44%、 $563 \pm 187 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ と経時的減少は緩徐であった。遮断解除直後、血流量は対照値に回復した。門脈と肝動脈の血流量も肝上部下大静脈血流量と同様の傾向を示し、遮断による緩徐な減少と遮断解除によるすみやかな対照値への回復を示した。そしていずれの値も対照値との有意差はみられなかった。

門脈の遮断時とその解除時において、肝上部下大動脈、肝下部下大静脈、肝動脈の各血管血流量の経時的

図6 超音波トランジットタイム血流計測定による肝流入・流出血管血流量

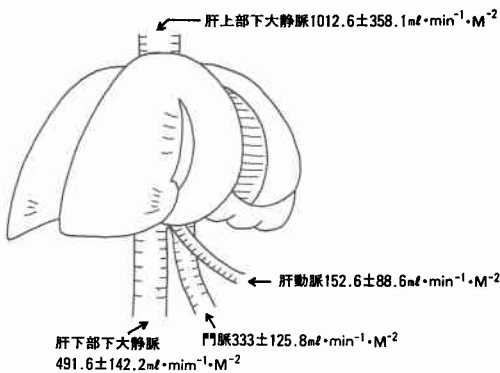
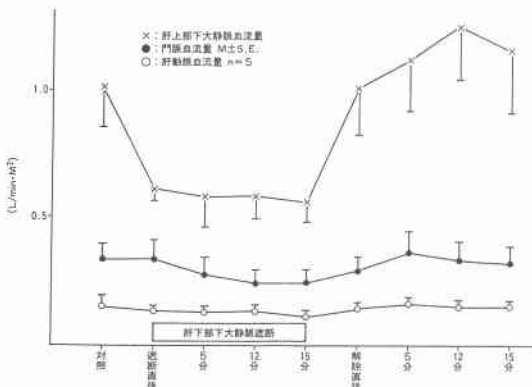


図7 肝下部下大静脈遮断と遮断解除における各血管血流量の経時的変化



変化を図8に示した。肝上部下大静脈血流量は遮断直後、対照値の-45%、 $643 \pm 397 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ で肝下部下大静脈遮断直後と同程度の減少であったが、5分後には-87%、 $156 \pm 118 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ と著しく減少した。また遮断解除後の血流量の回復も遷延し15分後でも-44%、 $649 \pm 363 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ であった。肝下部下大静脈血流量は肝上部下大静脈血流量と同様の変化を示し、遮断5分後には-88%、 $58.2 \pm 40.9 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ と減少し解除5分後まで回復することはなかった。肝動脈血流量は、遮断直後、対照値の+3%、 $159 \pm 45 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ であったが、5分後には、他血管血流量と同様減少し-71%、 $145 \pm 23 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ となり、その後15分まで緩徐に減少した。また解除直後には-60%、 $62 \pm 22 \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ であったが5分後に対照値に復した。

肝動脈の遮断時とその解除時の肝下部下大静脈、門脈各血管血流量の経時的変化を図9に示した。肝下部下大静脈血流量および門脈血流量とも経過中、無変化

図8 門脈遮断と遮断解除における各血管血流量の経時的変化

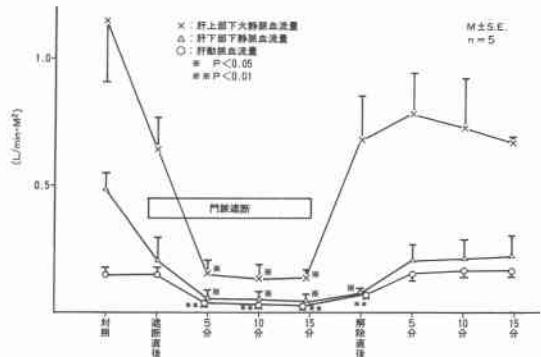


図9 肝動脈遮断と遮断解除における各血管血流量の経時的変化

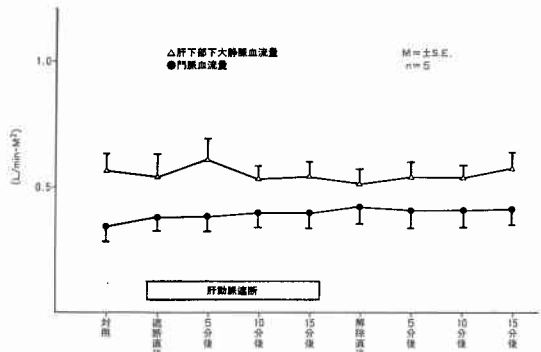
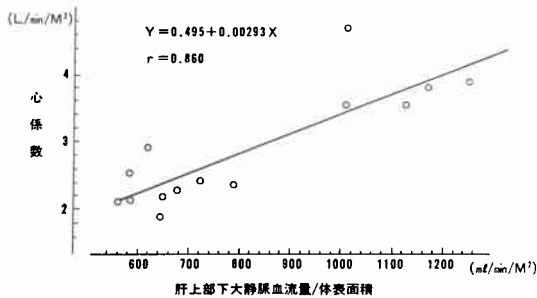


図10 心係数と肝上部下大静脈血流量/体表面積の回帰直線と相関係数



で肝動脈遮断による影響はみられず、肝動脈自体の血流量も解除直後に回復した。

なお超音波トランジットタイム血流計を用いて測定した肝上部下大静脈血流量と心係数とは究めて良好な相関が(図10)にみられた。

IV. 考 察

人間の肝移植は、一時期、側副血行路が豊富なため、血行遮断により血行動態上重篤な障害をきたす場合が少ないと理由から、臨床ではバイパスなしで行われるのが標準であった。当時、遮断により大きな影響をうける症例に限り、大腿動静脈バイパスの部分心肺による補助循環⁷⁾⁸⁾や、下大静脈・上大静脈系間と門脈・上大静脈系間との静脈バイパス³⁾が考慮、適応とされた。また、バイパス作成の敬遠については、全身へパリン化により後出血の危惧が増大することも一因であったようである。しかし、無肝期では、血行動態を可及的に安定した状態とするのが最良であり、かつ血行遮断により third space への大量の水分移動のため術後腎不全に遭遇する場合がみられたために、下大静脈系と上大静脈系、門脈系と上大静脈系との静脈バイパスが再考されるようになった³⁾。最近では⁵⁾⁶⁾へパリンコーティングチューブと特殊スクルーポンプの出現が静脈バイパスの作成による肝移植を可能にした。しかし、この間に、バイパスの必要性和その血管の選択についての詳細な検討はほとんどなかったのが現状である。

実験の対象にはイヌ⁹⁾を用いたが、人間⁴⁾に比較して側副血行路の発達が乏しい点が挙げられる。このことは無肝期における血行動態の変化がより明らかになる可能性が大で、今回の対象として合理的と考えられた。バイパス血管の遮断時間に関しては、濃川¹⁰⁾はイヌは15分間の胸部下大静脈閉鎖に十分耐えるとしており最長15分間とした。今回のバイパス血管の選択につ

いての結果からでは、先行の肝下部下大静脈の血行遮断、解除による血行動態諸量、血流量は、ほぼ対照値へ復元しており、同一犬での門脈遮断の検討にも支障がなかったと判断された。

バイパス是非の検討の結果では、バイパス作成群は門脈あるいは肝下部下大静脈の遮断により CI, PAP, PAWP, RAP, SBP などの血行動態各諸量に変化はないが、非作成群では各血行動態諸量に hypovolemia による明らかな変動が認められた。臨床例では George Pappas⁴⁾が無肝期でのバイパスなしの血行動態について述べているが、CIは43%、SBPは18%落たという。これらの事実はとりもなおさずバイパスの有用性、つまり門脈遮断時には門脈血は吻合口を通り肝下部下大静脈へ、肝下部下大静脈の場合にはその逆に流れる血行の存在をうらづける。ただし、肝下部下大静脈の場合は通常の圧勾配および、肝内血管抵抗の関与とから門脈遮断時と比べて、バイパス非作成群での CI, SBP の減少率が小さい割には、バイパス作成群での両パラメーターの減少率がより大となった。また当然のことながら、肝上部下大静脈の遮断では血行動態各諸量の著しい変化がみられた。以上のことから、イヌにおいてはバイパスなしの血行遮断は、循環系に少なからず影響を与え、無肝期では、門脈と肝下部下大静脈の双方から上大静脈系へのバイパスの必要性が窺われた。

最近開発された超音波トランジットタイム血流計を用いた肝上部下大静脈血流量は $1,012.6 \pm 358.1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{M}^{-2}$ であった。この値は肝下部下大静脈、門脈、肝動脈の各血管血流量のほぼ総和であり、血流量の割合では、その比率は肝下部下大静脈：門脈：肝動脈の 10：7：3であった。電磁血流計の報告でも¹⁵⁾、門脈と肝動脈の血流量はそれぞれ $344 \pm 41 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ と $85 \pm 15 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ ではほぼ同等であった。したがって単にこの結果だけからバイパス血管を考えると肝下部下大静脈、門脈、肝動脈の順に優先となるが、肝移植の際に必要な血行遮断によって、さらに異った要因が加わることが予想された。Swan-Ganz catheterを用いた経時的な検討では、門脈遮断は肝下部下大静脈遮断と比較して CO と SBP の双方の低下がより著しく、かつ解除15分後でも低下は遅延し、血行動態に与える影響は大と考えられた。

この結果は超音波トランジットタイム血流計を用いた遮断血管以外の肝流入・流出血管血流量測定においてもさらに詳細に解明された。一方肝下部下大静脈遮

断では、門脈および肝動脈血流量の減少軽微で、肝下部下大静脈血流量の低下は最大でも約 $450\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{M}^{-2}$ と対照の肝下部下大静脈血流量と同等の値であった。つまり肝下部下大静脈遮断の場合は、その血流量の減少分の hypovolemia にとどまった。しかし門脈遮断では、ほかの場合と異なり、血行動態諸量と血管血流量の経時的減少を惹起することが判った。門脈遮断早期の血行動態の変化は、従来いわれた単に Splanchnic sequestration による hypovolemia¹¹⁾ばかりではなく、門脈血に含まれる血管作動物質¹²⁾の欠如などが複雑に関与する可能性が示唆された。その意味では門脈血が体循環に還流されぬ大腿動静脈バイパス部分心肺による補助循環法⁷⁾⁸⁾は血行動態上非合理的な手段と考えられる。

したがって無肝期には、第一選択として門脈血を体循環に還流するバイパスを考慮すべきと思われた。また肝動脈に関しては、諸家の血流量測定^{13)~15)}や今回の結果からみてほとんど問題はないと考えられた。肝下部下大静脈の選択については、血流量が門脈の約1.5倍に相当し無視できずバイパスとするのが最良と考えられるが、場合によっては、適切なる循環動態の維持によって、対処可能なることが示唆された。

V. 結 語

肝移植の無肝期に、血行動態上影響を及ぼす遮断血管を検索し、上大静脈系のバイパス血管をイヌで検討し、次の結論を得た。

I) バイパス作成の是非に関する検討

バイパス非作成群では、遮断前の対照値と比べ、門脈遮断時は $\text{CI}\cdot\text{SBP}$ ($p<0.01$)、 $\text{PAP}\cdot\text{RAP}$ ($p<0.05$) に有意差があり、肝下部下大静脈は CI , SBP ($p<0.01$) に有意差がみられた。一方バイパス作成群では、両血管遮断時とも対照値と比較し有意差はみられなかった。肝上部下大静脈遮断時の場合はバイパス作成・非作成群とも対照より有意に低値であった。

以上より無肝期には門脈血および下大静脈血を上大静脈系バイパスする必要性のあることが示唆された。

II) バイパス血管の選択に関する検討

1) 肝下部下大静脈と門脈それぞれの遮断時および遮断解除後における各血行動態諸量の経時の変化をみると門脈遮断が肝下部下大静脈遮断よりも血行動態に及ぼす影響が大であった。

2) 肝下部下大静脈、門脈、肝動脈の各血管遮断時の他血管血流量の変化をみると、門脈が最大で遮断により肝上部、肝下部下大静脈、肝動脈の各血流量の経時

的著減をみた。肝下部下大静脈遮断および肝動脈遮断では他血管血流量の変化は軽度であった。

3) 門脈遮断解除後の他血管血流量の回復は遅延した。肝下部下大静脈および肝動脈の各血管遮断解除後の他血管血流量は、遮断時同様変化が軽度であった。

4) 以上より、肝移植に際してのバイパス作成は門脈、肝下部下大静脈、肝動脈の順で体循環への還流を考慮すべきと考えられる。

稿を終るにあたり、現東北大学第2外科森 昌造教授、岩手医科大学第1外科教室員の皆様および渡辺正敏博士に感謝致します。

なお、本稿の要旨は第26回日本消化器外科学会総会(昭和60年7月、札幌)にて発表した。

文 献

- 1) 奥田邦雄：欧米における肝臓移植研究の動向。日臨 8：216—226, 1984
- 2) 岡本 純, 門田守人, 後藤満一ほか：肝移植。臨科学 11：1453—1460, 1985
- 3) Starzl ET, Iwatsuki S, Van Thiel DH et al: Evolution of liver transplantation. Hepatology 5: 614—636, 1982
- 4) Pappas G, Palmer MW, Martineau LG et al: Hemodynamic alterations caused during orthotopic liver transplantation in humans. Surgery 6: 872—875, 1971
- 5) 岩月舜三郎：肝臓移植の現況と展望。臨外 4：475—483, 1984
- 6) Jenkins LR, Benotti NP, Bothe AA et al: Liver transplantation. Surg Clin North Am 1: 103—122, 1985
- 7) Calne YR, Smith PD, McMaster P et al: Use of partial cardiopulmonary bypass during the anhepatic phase of orthotopic liver grafting. Lancet 22: 612—614, 1979
- 8) Calne YR, Williams R, Lindop M et al: Improved survival after orthotopic liver grafting. Br Med J 283: 115—118, 1981
- 9) Starzl ET, Kaupp AH, Brock RD et al: Reconstructive problems in canine liver homotransplantation with special reference to the postoperative role of hepatic venous flow. Surg Gynecol Obstet 11: 733—743, 1960
- 10) 濃川正信：イヌにおける胸部下大静脈閉鎖。循環動態と安全限界に関する研究。脈管学 17：255—260, 1977
- 11) 星野澄人, 野浪敏明：急性門脈遮断時および解除後の全身血行動態と酸素需給動態に関する実験的研究。日外会誌 86：739—751, 1985
- 12) 関 敦子, 松尾 裕：Vasoactive intestinal polypeptide (VIP) と腹部内臓血流調節。診断と

治療 64 : 72—77, 1976

- 13) Drapnas T, Kluge DN, Schenk WG: Measurement of hepatic blood flow by bromosulphalein and by the electromagnetic flowmeter. *Surgery* 43 : 1017—1021, 1960
- 14) Nzumalo JL, Teranaka M, Schenk WG: He-

patic blood flow measurement. 111. *Ann Surg* 187 : 299—307, 1978

- 15) Green HD, Hall LS, Sexton J et al: Autonomic vasomotor responses in the canine hepatic arterial and venous beds. *Am J Physiol* 196 : 196—202, 1959
-