

## 肝切除術後における血行動態の変動とその対策

兵庫医科大学第1外科

連 利博 岡本 英三 桑田 圭司  
京 明雄 田中 信孝 山中 若樹  
田中 茂 藤原 史郎  
同 麻酔科  
奥 谷 龍 河 野 克 彬

### HEMODYNAMIC CHANGES AFTER HEPATECTOMY

Toshihiro MURAJI, Eizo OKAMOTO, Keizi KUWATA, Akio KYO, Nobutaka TANAKA,  
Naoki YAMANAKA, Shigeru TANAKA, and Shiro FUJIWARA

First Department of Surgery, Hyogo College of Medicine, Nishinomiya City

Ryu OKUTANI and Katsuakira KOHNO

Department of Anesthesiology, Hyogo College of Medicine, Nishinomiya City

肝切除症例16例に対し、Swan-Ganz Catheter による術前後の血行動態を検討した。

晶質液 (10ml/kg/h) のみによる術中輸液が行われた7例においては、術直後に心係数： $-1.2 \pm 0.8$  L/min/m, 肺動脈楔入圧： $-2.0 \pm 3.6$  mmHg, の低下がみられ、全末梢血管抵抗は715, 498 dynes  $\cdot$  sec  $\cdot$  cm と上昇し、著明な hypovolemia のパターンを示した。

そこでこの hypovolemia を予防する目的で、術中より膠質液を投与し術前後の血行動態を更に検討した。膠質液 (新鮮凍結血漿 4ml/kg/h + 晶質液 6ml/kg/h) が投与された9例においては、術直後より循環諸量は術前値を保ち、良好な血行動態が維持された。

術中膠質液投与は、肺や腎に対する悪影響もとくに認められず、有意義であると考えられた。

索引用語：肝切除術, Swan-Ganz Catheter, 術中輸液

### I. 緒 言

近年、肝切除術はその手技の確立と術後管理の発達により、肝広汎切除や硬変合併症例等に遭遇する機会も増加した<sup>1)</sup>。肝切除術後の詳細な病態の把握はこれら症例の手術成績向上にとって重要な要素である。肝は生体の代謝中枢としての役割を果しているのみでなく、心拍出量の約25%を受け、門脈循環と体循環の接点に位置しているため、肝切除後には血行動態に変動がみられることも予想される。今回、肝切除症例に対し、Swan-Ganz Catheter による術前後の血行動態を検討し、二、三の知見を得たのでここに報告する。

### II. 研究対象および方法

対象：昭和53年1月より、昭和56年4月までに当教室

において行った肝切除例は69例である。このうち、心筋梗塞の既往などによりもともと心機能に問題があると思われた症例や、術中大量出血 (10,000ml 以上) を伴った症例を除外し、2区域切除以上の肝切除症例16例を今回の研究対象とした。

疾患の内訳は、肝癌13例、胆管癌2例、肝膿瘍1例であった。このうち、術中に膠質液が全く使用されなかった症例は7例で (Non-Colloid 群)、このうち、2区域切除は4例、3区域切除は3例に行われた。術中に膠質液が使用された症例は9例であり、(Colloid 群) このうち、2区域切除は7例に、3区域切除は2例に行なわれた。硬変合併例は、Non-Colloid 群中に3例、Colloid 群中に5例認められた (表1)。

表1 症例

	Patients	Age	Sex	ICG	Diagnosis	Operation	EBL	op.time
Non-Colloid Group	1. K.H.	50	M	11	Hepatoma	ERL	1510	3'50'
	2. M.H.	37	M	8	Hepatoma	RL	6500	6'05'
	3. M.K.	56	M	9	Hepatoma	ERL	3010	3'35'
	4. A.M.*	37	M	20	Hepatoma	RL	2100	4'30'
	5. F.Y.*	62	M	14	Hepatoma	RL	2100	5'00'
	6. A.K.*	40	M	17	Hepatoma	RL	7800	5'40'
	7. K.K.	52	M	9	Cholangio-carcinoma	ERL	2500	6'15'
Colloid Group	1. S.O.	72	M	8	Hepatoma	LL	850	3'45'
	2. S.K.*	59	M	43	Hepatoma	RL	5350	5'10'
	3. H.Y.*	53	M	18	Hepatoma	ERL	700	4'00'
	4. K.S.*	60	M	17	Hepatoma	RL	5000	5'00'
	5. G.M.*	53	M	16	Hepatoma	RL	1040	4'50'
	6. R.U.*	62	M	18	Hepatoma	RL	1000	4'05'
	7. N.H.	62	M	12	Cholangio-carcinoma	ELL	2200	4'30'
	8. M.S.	50	F	11	Hepatoma	LL	2200	5'00'
	9. M.A.	60	F	12	Liver abscess	RL	2600	5'40'

M=Male, F=Female, ICG=Indocyanine green R<sub>15</sub> (%)  
 EBL=Estimated Blood Loss, RL=Right Lobectomy,  
 LL=Left Lobectomy, ERL=Extended Right Lobectomy, ELL=Extended Left Lobectomy

\*Liver cirrhosis

また、Control 群として同時期に行われた肝切除以外の開腹術症例6例の血行動態を比較した。Control 群には肝硬変症例は認められなかった。膠質液は術中には投与されず術後において、症例により使用された。投与量は肝切除後投与量よりも少量であった。

方法：術前日に Swan-Ganz Catheter を挿入し、先端を肺動脈に留置した。循環諸量、すなわち、肺動脈圧 (PAP)、肺動脈楔入圧 (PWP)、右房圧 (RAP)、さらに thermodilution 法による心拍出量 (CO) を測定し、同時に動脈血血液ガスを測定した。手術終了後、ただちに循環諸量を測定した後、術後6時間目、18時間目 (術後第1日目) 及び42時間目 (術後第2日目) にそれぞれ測定した。なお、術後は両群とも原則として晶質液 (10%ブドウ糖液+KCl) 1.2ml/kg/h、膠質液 (新鮮凍結血漿 FFP) 1.0ml/kg/h の輸液が行われた。

麻酔は気管内挿管、NLA による全身麻酔とし、術中輸液は、Non-Colloid 群で乳酸加リンゲル液を中心とした晶質液約10ml/kg/h で輸液し、Colloid 群においては、乳酸加リンゲル液約6ml/kg/h 及び FFP を約4ml/kg/h 輸液した。なお、出血に対してはその同等量を全血で補った。得られた循環諸量、及び動脈血血液ガス data より、心係数 (CI)、全末梢血管抵抗 (TPR)、肺血管抵抗 (PVR)、左室1回拍出仕事量指数 (LVSWI)、右室1回拍出仕事量指数 (RVSWI)、available O<sub>2</sub> 肺胞気動脈血

酸素分圧較差 (A-aDO<sub>2</sub>) を算出した。

これら循環諸量より肝切除術後の血行動態を検討し、更に肝切除における Non-Colloid 群と Control 群を比較し、術中血漿投与の術後血行動態に対する影響を検討した。又両群における差は危険率5%以下を有意とした。

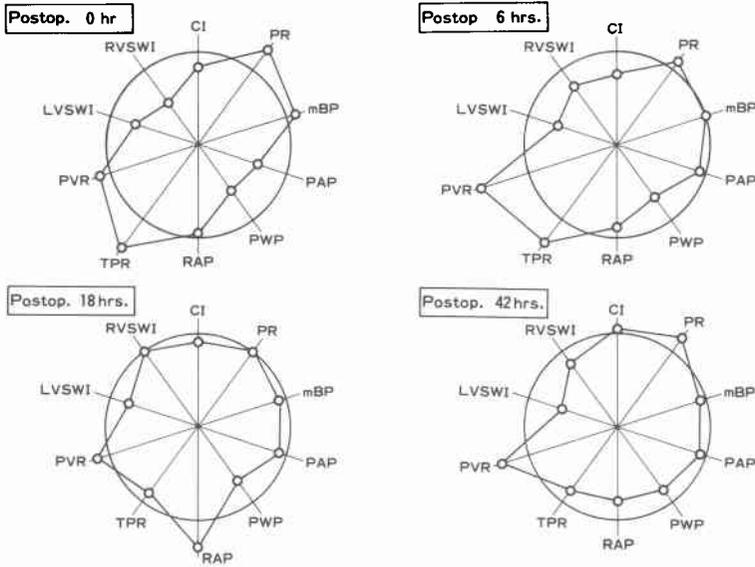
### III. 成績

#### (1) 術前の血行動態

Control 群においては、CI : 3.6±0.9L/min/m<sup>2</sup> (mean ±SD) PWP : 7.1±3.3mmHg, RAP : 7.0±2.8mmHg, TPR : 1,485±694dynes·sec·cm<sup>-5</sup> であった。肝切除 Non-Colloid 群においては、CI : 4.3±0.5L/min/m<sup>2</sup>, PWP : 6.9±2.7mmHg, RAP : 3.5±1.4mmHg, TPR : 1,627±296dynes·sec·cm<sup>-5</sup> であった。Colloid 群においては CI : 3.7±0.7L/min/m<sup>2</sup>, PWP : 6.8±2.6mmHg, RAP : 4.6±1.5mmHg, TPR : 2,260±809dynes·sec·cm<sup>-5</sup>, であり、これら両群間に差は認められなかった。

また、硬変合併の有無で術前の循環動態の差を検討してみると、硬変非合併群では CI : 4.0±dynes·sec·cm<sup>-5</sup>, 0.8L/min/m<sup>2</sup>, PWP : 6.2±2.8mmHg, RAP : 3.4±1.7mmHg, TPR : 2,166±762であり、硬変合併群では CI : 4.0±0.7L/min/m<sup>2</sup>, PWP : 7.3±2.3mmHg, RAP : 3.7±1.6mmHg, TPR : 1,828±543dynes·sec·cm<sup>-5</sup> であった。硬変合併群において、TRP の低下傾向を示したが、両群間には差は認められなかった。

図 1 Non-Colloid 群における血行動態図



(2) Non-Colloid 群における肝切除後の血行動態

元木<sup>2)</sup>らの血行動態図を参考にし、術前の循環諸量が正円となるように描いた血行動態図上に、肝切除後の各時期における循環諸量をプロットすると、術直後及び6時間後において CI と PWP が低下し、PR, TPR が上昇する hypovolemia のパターンを示し、18時間後においてはほぼ正円に復した(図1)。

CI の低下は $-1.2 \pm 0.8 \text{ L/min/m}^2$ と著明であり、術後6時間目においても同程度の低下が持続した後、徐々に術前値に復した。一方 Control 群の術直後における CI の低下は軽度であり、その後ただちに術前値に復し、その後更に上昇した(図2)。

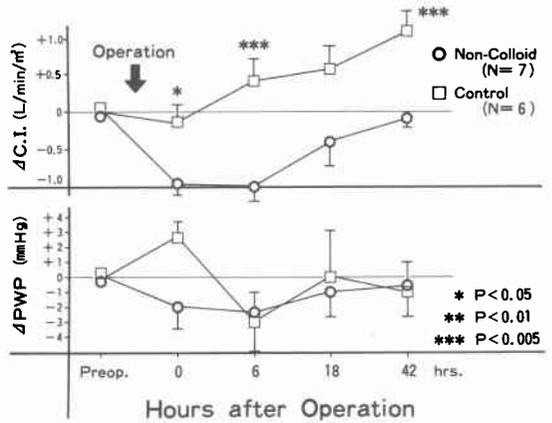
(3) Colloid 群における肝切除後の血行動態

同様の血行動態図を Colloid 群について描くと術後は概略、正円上にプロットされることがわかった(図3)。各循環諸量の術前値を0とした時の術後の各時点における変化量を Non-Colloid 群と比較した。

① CI (図4)

Non-Colloid 群においては、先に示した如く術直後、6時間後において著明な低下が続いた後、徐々に上昇し42時間後には術前値に復した。一方、Colloid 群は術直後においても $+0.3 \pm 0.6 \text{ L/min/m}^2$ と術前値を維持し、その後徐々に増加する傾向が認められた。術直後 ( $p < 0.005$ ), 6時間後 ( $p < 0.005$ ), 及び18時間後 ( $p < 0.05$ ) の変化量は両群間で有意差が認められた。

図2 肝切除症例と肝切除術以外の手術症例 (Control群) における術後の血行動態の比較



② PWP (図5)

Non-Colloid 群は術直後に $-2.0 \pm 3.6 \text{ mmHg}$ と低下し、更に6時間後には $-2.5 \pm 4.4 \text{ mmHg}$ と最低値をとり、42時間後に術前値に、復した。一方、Colloid 群においては、18時間後に若干の低下傾向を示すものの、ほぼ術前値を維持することが認められた。しかしながら有意差はいずれの時点においても認められなかった。

③ TRP (図6)

Non-Colloid 群は術直後、 $715 \pm 498 \text{ dynes} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-5}$ の増加が認められたが、徐々に低下し18時間後に術前値

図3 Colloid 群における血行動態図

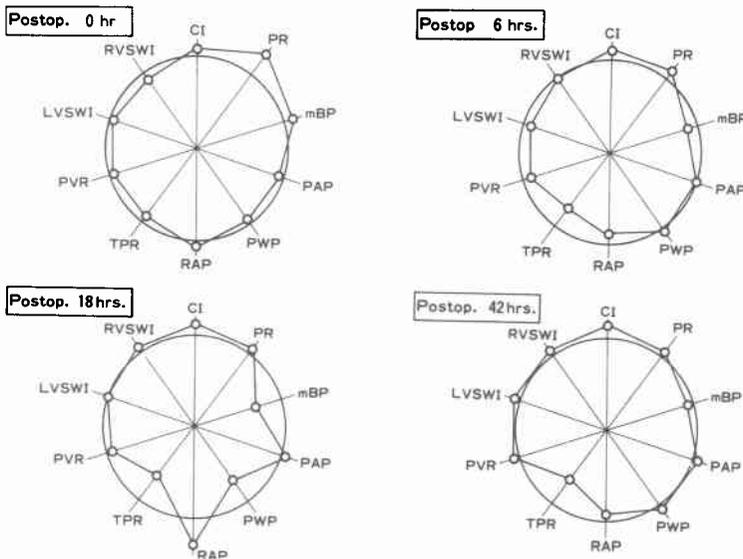


図4 肝切後の Non-Colloid 群と Colloid 群とにおける心係数の推移の比較

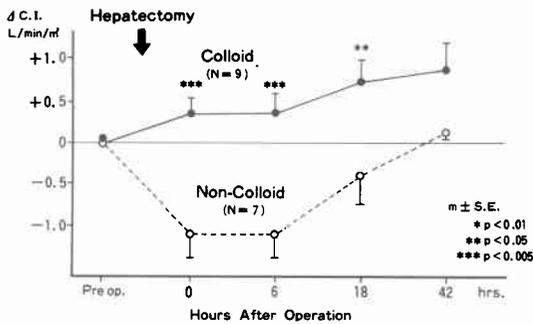


図5 肝切後の Non-Colloid 群と Colloid 群とにおける肺動脈楔入圧の推移の比較

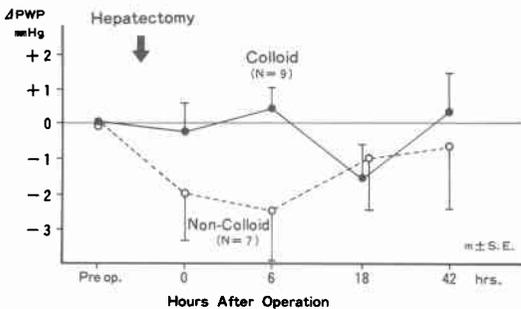
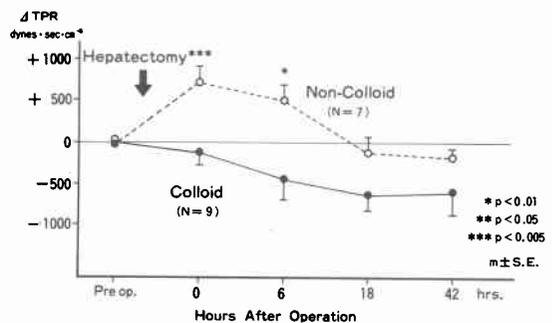


図6 肝切後の Non-Colloid 群と Colloid 群とにおける全末梢血管抵抗の推移の比較



に復した。一方、Colloid 群は術直後はほぼ術前値と変わらず、18時間後に $-632 \pm 538 \text{ dynes} \cdot \text{sec} \cdot \text{m}^{-5}$ と最低値をとった。術前後 ( $p < 0.005$ ) と6時間後 ( $p < 0.05$ ) のTRPの変化には両群間で有意差が認められた。

④ LVSWI (図7)

Non-Colloid 群においては術直後に $-27 \pm 12 \text{ gm/m}^2$ と著明に低下し、その後、徐々に上昇した。Colloid 群においては術後の低下は軽度であり、術直後においてのみ両群間に差が認められた ( $p < 0.025$ )

⑤ available O<sub>2</sub> (図8)

両群間で有意差は認められなかったものの Colloid 群においては術後の available O<sub>2</sub> は術前値より約100

図7 肝切除後の Non-Colloid 群と Colloid 群とにおける左室1回拍出仕事量指数の推移の比較

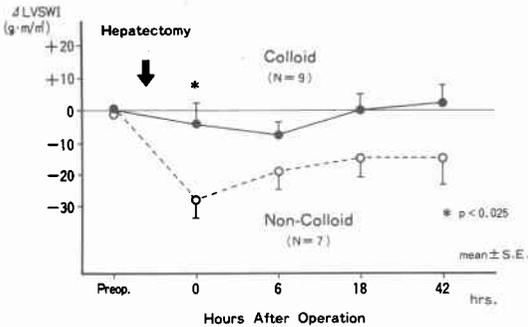


図8 肝切除後の Non-Colloid 群と Colloid 群とにおける available O<sub>2</sub> の推移の比較

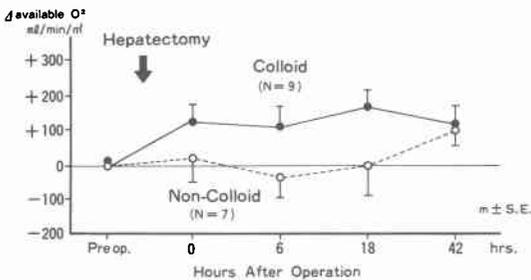
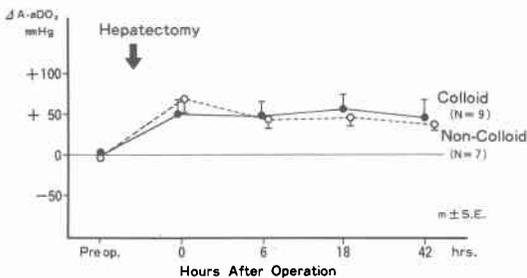


図9 肝切除後の Non-Colloid 群と Colloid 群とにおける肺胞気動脈血酸素分圧較差の推移の比較



ml/min/m<sup>2</sup> の増加が認められた。

⑥ A-aDO<sub>2</sub> (図9)

両群とも術後約 50mmHg の増加が認められたが両群間に有意差は認められなかった。

又、術中の尿量は、Non-Colloid 群において、4.5±2.8ml/kg/h, Colloid 群では 2.6±0.9ml/kg/h と Non-Colloid 群において尿量が多い傾向にあったが、有意差は認められなかった。術後の尿量も両群で差は認められなかった。

IV. 考 察

肝切除術は、それに伴う出血量と手術時間による侵襲だけではなく、門脈循環と体循環の接点に位置する肝臓の一部を切除するという侵襲のために、肝切除後の血行動態が大きく変化することも予想される。また、肝切除の対象疾患は肝癌であることが多く、本邦においては肝硬変症を合併する場合が少なくない。一般に、肝硬変患者は hyperdynamic な血行動態を示す<sup>9)</sup>ことが多く、肝切除後の血行動態を修飾する可能性もある。しかしながら今回の研究対象となった症例16例のうち硬変合併例は8例であるが、術前の血行動態としては、硬変合併の有無での差は認められなかった。これは肝切除術の対象となるような症例には、血行動態に影響がみられる程の著明な硬変例が、もともと含まれていないためであると考えられる。

今回の Non-Colloid 群に認められたように、肝切除術後の血行動態の特徴は術直後からの著明な hypovolemia であり、術後の血漿投与にもかかわらず、この hypovolemia は術後約18時間にわたって持続するということがあった。術後の心拍量低下は開腹術では大なり小なり認められるところであるが<sup>9)</sup>、コントロール群にも認められたごとく肝切除術以外の症例では、その程度は軽度であり、迅やかに術前値に復している。このような肝切除後の持続する著明な心拍量低下の原因は明らかではないが、肝臓が体循環と門脈循環の接点にあり、これを切除するという特殊性を考慮すると、Stone<sup>9)</sup>らが述べている如く、肝切除によって惹起されるところの splanchnic sequestration による有効循環血液量の低下によるものとも矛盾はないと思われる。

肝血流量は心拍量の低下と平行して減少するといわれており<sup>6)7)8)</sup>、肝切除後におけるこのような肝血流減少は残存肝にとって非常に不利な状況にあるといえる<sup>9)10)11)</sup>。

これまで FFP は循環血漿量の増加と蛋白及び凝固因子の補給を目的として、術後に投与されてきたが、循環血漿量の減少は術中より発生しており、従来の術後からの投与方法では上記に示したごとく、術直後の心拍量の低下は免がれないので、今回、著者らは FFP を術中より投与し、その血行動態を非投与群のそれと比較検討したわけである。

FFP の投与量は約 4ml/kg/h としたが、この量は、例えば患者の体重が60kg、手術時間が4時間とすると、FFP 約10本、即ちアルブミンに換算して約 30g (約 0.5

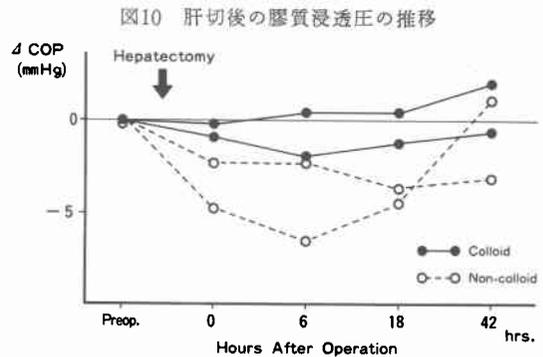
g/kg) が使用されたことになる。Skillman<sup>12)</sup> によれば、大動脈手術症例に対し、アルブミンを 1g/kg の術中投与を行い、有効であったとしているが、我々は手術侵襲の差や体格の差を考慮し、その1/2に値する0.5g/kgの投与量で血漿投与を行ったわけである。Hauser<sup>13)</sup> らは重症外科患者に対し、25gのアルブミンを投与し、血行動態と同時に血漿量を測定した結果、血漿量の増加に伴って、CIが増加したと報告している。

著者らの行った術中血漿投与により術後の著明な心拍出量低下を防ぐことができ、循環諸量の変化から総合判断すると、循環血液量が十分に保たれた結果、安定した血行動態がえられたものと考えられる。

術直後の心拍出量の変化を硬変合併の有無で比較すると、Non-Colloid群7例中硬変合併例3例の変化は、 $-1.64 \pm 0.74 \text{ L/min/m}^2$ と著明であり、非合併例4例においては $-0.68 \pm 0.52 \text{ L/min/m}^2$ であった。したがって硬変合併例に心拍出量低下の傾向が著明であり、 $(0.05 < p < 0.1)$ この現象は肝切除後の心拍出量低下が splanchnic sequestration によると考えれば、硬変合併例ほど門脈循環の outflow block が強いことが予想され、門脈血管床での sequestration の程度が更に強くなるためであると考えられる<sup>14)</sup>。一方、Colloid群においては、硬変合併の有無での差は認められなかったことより、術中血漿投与による膠質浸透圧(COP)上昇の結果、splanchnic sequestration に伴う third space への移行を減少させたのではないかと考えられる。

従来、出血性ショック時の resuscitation に晶質液を使用するのか、膠質液を加えるべきなのかは、論争のあるところである。(Crystalloid VS. Colloid controversy)<sup>15)16)17)18)19)</sup> ショック時においては毛細管の膜透過性が亢進する結果、投与されたアルブミンが間質へ leak することが懸念されるが、手術時の病態生理はショック時のそれとは異なるはずであり、アルブミンの血管外への leak は最少限度にとどまることが期待される。

血清アルブミン値の術前後の変化を両群において比較したところ、Non-Colloid群では術後に $0.37 \pm 0.27 \text{ g/dl}$ の低下が認められたが、Colloid群においては、 $-0.02 \pm 0.24 \text{ g/dl}$ と殆んど低下は認められず、両群間に有意な差が認められた。 $(p < 0.025)$ 、又16例中4例に Instrumentation Laboratory 社の Weil Ocometer System 186<sup>20)</sup> を使用し COP を測定したところ Non-Colloid群においては低下が著明であったが、Colloid群における低下は軽度であった(図10)。したがって、術中の膠質



液投与はそれなりの効果が期待できるようである。

著者らが A-aDO<sub>2</sub> について検討したところ両群において有意差が認められず、呼吸管理上も実際に差は認められず、今回の術中血漿投与が特に肺に悪影響を及ぼしたような所見は得られなかった。

術中、術後の尿量においても両群に差は認められなかったが、今後、クレアチニン、クリアランス、浸透圧クリアランス、又自由水クリアランス等、術中血漿投与の腎機能に及ぼす影響についても詳細な検討が必要である。

## V. 結 論

1. 肝切除術後の血行動態を Swan-Ganz Catheter を用いて検討した。更に、術中より血漿を投与し術後の血行動態を非投与群と比較検討した。
2. 術中血漿非投与群においては、術後の心拍出量の低下は著明で、かつ遷延する傾向にあった。
3. 術中より 4ml/kg/h の新鮮凍結血漿を投与し術後の心拍出量低下を防ぐことができた。
4. 術中血漿投与が肺や腎に対し特に悪い影響を及ぼした所見は認められず、術中血漿投与は有意義であったと思われる。

## 文 献

- 1) 岡本英三, 京 明雄: 肝切除の適応と限界. 臨床と研究, 54: 3625—3629, 1977.
- 2) 元木良一, 坪井正藏, 他: スワン・ガンツカテーターを用いた患者管理. 日胸 35: 655—661, 1976.
- 3) 井上 仁: スワンガンツカテーターによる門脈圧亢進症の血行動態の研究. 日外会誌 80: 387—397, 1979.
- 4) Clowes, G.H. Jr., DelGuercio, L.R. and Barwinsky, J.: The cardiac output in response to surgical trauma. Arch Surg 81: 212—222, 1960.

- 5) Stone, H.H., Long, W.D. and Smith, R.B.: Physiologic consideration in major hepatic resection. *Am J Surg* **117**: 78—84, 1969.
- 6) Kraup, N.: The effect of hemorrhage on hepatosplanchnic hemodynamics, liver function and hepatic metabolism. *Acta Physiol. Scand* **89**: 269—277, 1973.
- 7) 田原一郎: 重度外傷患者の肝血流量. *外科治療* **29**: 693—698, 1973.
- 8) 和田信昭, 玉熊正悦: ショックと肝. *医学のあゆみ* **101**: 173—179, 1977.
- 9) Killip, T. III and Payne, M.A.: High serum transaminase activity in heart disease. *Circulation* **21**: 646—660, 1960.
- 10) Mundth, E.D., Keller, A.R. and Gerald, W.: Progressive hepatic and renal failure associated with low cardiac output following open heart surgery. *J. Thoracic & Cardiovas. Surg* **53**: 275—284, 1967.
- 11) Nunes, G., Blaisdele, F.W. and Margaretten, W.: Mechanism of hepatic dysfunction following shock and trauma. *Arch. Surg.*, **100**: 546—556, 1970.
- 12) Skillman, J.J., Restall, D.S. and Salzman, E.W.: Randomized trial of albumin vs. electrolyte solutions during abdominal aortic operations. *Surgery* **78**: 291—303, 1975.
- 13) Hauser, C.J., Shoemaker, W.C. and Turpin, I.: Oxygen transport responses to colloids and crystalloids in critically ill surgical patients. *Surg Gynec Obstet* **150**: 811—816, 1980.
- 14) 岡本英三, 山中若樹, 他: 肝切除後合併症と対策. *消化器外科セミナー* **3**: 304—305, 1980.
- 15) Virgilio, R.W., Rice, L.L. and Smith, D.E.: Crystalloid vs. colloid resuscitation; Is one better? *Surgery* **85**: 129—139, 1979.
- 16) Moss, G.S., Lowe, R.J. and Jilek, J.: Colloid or crystalloid in the resuscitation of hemorrhagic shock: A control clinical trial. *Surgery* **89**: 434—438, 1981.
- 17) Dahn, M.S., Lucas, C.E. and Ledgerwood, A.M.: Negative inotropic effect of albumin resuscitation for shock. *Surgery* **86**: 235—241, 1979.
- 18) Northrup, W.F. III and Humphrey, E.W.: The effect of hemorrhagic shock on pulmonary vascular permeability to plasma proteins. *Surgery* **83**: 264—273, 1978.
- 19) Weaver, D.W., Ledgerwood, A.M. and Lucas, C.E.: Pulmonary effects of albumin resuscitation for severe hypovolemic shock. *Arch Surg* **113**: 387—392, 1978.
- 20) Weil, M.H., Morissette, M. and Michaels, S.: Routine plasma colloid osmotic pressure measurements. *Crit. Care Med* **2**: 229—234, 1974.