

# 寒冷曝露時における肝臓機能の研究： 循環動態の側面から

日比野 朔 郎

## Studies on the Function of the Liver in Low Temperature Environment : from the View-point of the Hemodynamic Changes

SAKURO HIBINO

It is well known that the organism is capable of maintaining his homeostasis when he is exposed to various kinds of stress.

This paper reports an investigation of the functions of the liver in low temperature environment from the view-point of the hemodynamic changes in order to clarify the homeostatic control of bodies.

The findings were summarized as follows;

The exposure to cold induced a congestion in the liver and an oligemia in the area of the head and extremitas. The circulating blood was concentrated to the liver in about 3 minutes after the body had been exposed to cold. The congestion in the liver also occurred by intermittently soaking the extremitas to cold water, by intravenous injection of adrenalin, or by other kinds of stress.

It is suggested that the liver has the functions of storing the blood and of releasing it into the circulatory system in emergency state.

(Received July 31, 1979)

### I 緒 言

人間は自然環境と社会環境とに適応しながら生存している。その現象が人間の生活である。適応過程の生活を文化的適応、行動的適応と生理的適応の三側面からみることができる。生命現象を維持する上において、生理的適応は重要な意義をもっているが、この環境により積極的に適応してゆくことは、人間生存また健康保持、増進に大きな意味をもっている。

生体が環境の異常状態に遭遇した場合、それを処理

して、事なきようにする予備的機能という大き役割をもっていて働く。運動することを通じて教育する体育において、またスポーツにおいても、予備的機能である生理的機能の増強は、運動の目標である技術の上達と持久性の増大と相通ずるものである。これが人間の健康増進と人間の生存を持続する上で重要な鍵となる。

生体内での最大の臓器は肝臓で、脳とともにもっとも重要なもので、複雑な機能を営んでいる。生化学的に重大な意味をもつ臓器で、生命維持の上からも、異常状態に対応する予備機能の影響は大きい、その含血

量も大きく、血液循環の上においても、循環の異常状態に対応して、これを調節する予備機能を有していると思われる。

従来、云われている血液貯蔵器官として、貯血機能を有しているものか、血液循環の異常成立と肝臓機能の障害との関連、さらに血液循環の異常状態における循環のもつ役割はいかなるものであるか、肝臓機能を明確にすることは、生体に影響をあたえる、それぞれの Stress の影響状況<sup>1)</sup>をみる循環生理学の観点からも、一般に血管床容積と循環血液量との不均衡にもとづく末梢循環の障害で血圧の下降することを Shock と考えられているが<sup>2)</sup>この Shock の発見や過程などの適応生理学の観点からも、意味深い問題であると云うべきであろう。

これらの問題に関心をもって、異常状態として寒冷刺激を生体にあたえた場合に肝臓の諸々の機能に影響する過程を、血液の循環動態から考察する研究を続行している。今後さらに追求の歩みを続ける心算ではあるが、今回までにえられた成績をもとに考察してゆきたいと思う。

## II 実験方法

### 1. 実験手順

実験動物に寒冷曝露刺激をあたえて、頭部、四肢および肝臓における流入、流出血管の血流を測定した。

実験動物は雌雄の犬 (4.5~7 kg)、血管の太さの関係から頭部と四肢の場合は雌雄の家兎 (2.1~2.2 kg) を用いた。実験に先立って1週間程飼育し、実験直前の約1日間空腹状態にした。実験動物を手術台に四肢を固定して、無麻酔を原則としたが、Thermoelement 装着するための血管剥離時は全身あるいは局所麻酔をして、麻酔の醒めるのをまって実験をした。

全身麻酔剤は主に Nembutal (Sodium pentobarbital  $C_{11}H_{17}N_2NaCO_3$  248.26) で時には Ravonal (thioepntal sodium) または Ethyl Carbamate (Urethane 25%, 5~10ml/kg) を、局所麻酔剤としては、Xylocaine Cartridge (Xylocaine Injection 2% with Epinephrine 1:80000 含有)。血液凝固を防ぐために体内には Herparin Nat (1000単位 1ml/kg) 体外では Sodium citrate ( $C_6H_5O_7Na_3 \cdot 2H_2O$  20% 20 ml) を用いた。

実験動物にあたえた寒冷曝露刺激は、3°C ないしは 5°C の氷水に両後肢を大腿部中間まで浸漬することで、氷水を補充して 3°C か 5°C を保つように考慮して、大きい polystyrol 容器内へ斜に手術台に固定したまま浸漬する方法と、1分または6分間を単位に浸漬と

解放(休養)とを5回繰返す方法との2方法をとった。さらに Adrenalin 静注という刺激をはじめ Stress としてその他刺激の方法を考えてあたえた。

なお実験室温は平均して 23°C (20~25°C) (W18°C 湿度64%) を保つようにつとめた。

### 2. 血流測定

血流測定の部位は、頭部では総頸動脈 (Arteriae Carotis Communis) と頸静脈 (Venae jugularis isterna) で、流入血管の動脈1本と、流出血管の静脈1本とである。四肢では、下肢の大腿動脈 (Arteriae femoralies) を流入血管として、静脈を流出血管として大腿静脈 (Venae femoralies) 上肢の上腕動脈 (Arteriae brachialis)、さらに必要に応じて下肢の大腿動脈を大腿深動脈 (Arteriae profunda femoris) と外側大腿回旋動脈 (Arteriae circumfiexa femoris lateralis) とにわけて測定考察をした。

肝臓血流は、総肝動脈 (Arteriae hepatica communis) を流入血管として、また門脈 (Venae portae) を流入血管として実験した。また固有肝動脈左枝 (Ramus sinister arteriae hepatica propriae) を参考に同時測定した時もある。

### 3. 実験装置

この実験は、Thermostromuhr (熱電血流計—血管の周囲に加温電気 Coil を繞らして、それを流れる血液の温度変化を測る血流計) の原理を応用して、試作した熱電式血流測定装置を使用した。この装置の原理は、血管に Diathermie Thermoement (高周波電流が組織を通過する際に発する温熱を利用する) を装着して高周波電流が血管を加熱、Element の底部の Constantan 線 (電気抵抗の温度係数が極めて小さい耐蝕耐酸性も強い) 両端の熱電位差を電圧増幅と電流増幅とを通じて、Photo-recorder に接続させて記録するものである。Photo-recorder は Galvanometer (振動子) を使用して、水銀灯照射によって、Junction point の電位差を光に変え連続描写するものである。

血圧測定の装置は、血行機転の消長推移とともに、同時に連続記録が極めて重要であることから総頸動脈に血管 Canula を挿入して、これを水銀 U 字管血圧計に導き、一方の水銀柱に一定の電気抵抗を有する抵抗線 (4.4Ω, 10 cm) を入れて、血圧の上下による電位差を Whetstone bridge を通し、I・C 増幅して血流曲線とともに、Photo-recorder に接続させて連続的に描写した。(実験装置の詳細についてはすでに発表したので省略する)<sup>3)</sup>

## III 実験成績と考察

## 1. 文献的考察

肝臓の機能については、医学書にてみる事ができるが、循環動態から機能を究明する側面に立脚して整理する必要がある。主に生理学大系<sup>4)</sup> 新医科生理学<sup>5)</sup> と血液学<sup>6)7)8)</sup>から要約し推考した。

構造 腹腔の最上位にあり、最大の臓器で脳とともに複雑な機能を営んでいる。その重量は男子1.4 kg, 女子1.2 kg といわれている。肝臓の血管系は、肝動脈・肝静脈の外に門脈という特殊な血液循環系があって、殆どどの腹腔内臓器からの血液を受けている。したがって腸管から吸収される殆どどの栄養素は必ず一度肝臓を通ることとなる。安静時肝臓を流れる血液量は、成人で1,000~1,800 ml/min, その3/4~4/5 が門脈血から、1/4~1/5を肝動脈血からうける。門脈血の多いことは、消化器からの栄養素を処理する上で肝臓が重要な働きをもつことになる。肝動脈血は少なくとも肝細胞が機能を営むに必要な酵素を供給する重要な役割を果している。

機能 肝臓の機能は代償性に富み、4/5を剔出しても生命維持することができる。しかし全摘出すると短時間内に死亡する。循環血流は、平等に流れているのではなく、常に予備力をもって働いている。さらに非常に再生能力が強い。

非常に複雑な機能を営む肝臓の主なもののはつぎのようである。

肝臓と中間代謝—肝臓は物質代謝の中心で、体内 Energie の産生、貯蔵、放出に関する代謝過程は、糖質の解糖および酸化過程に集約される。

肝臓における糖代謝—食物として摂取された糖質は単糖類にまで分解、吸収された糖質は、門脈を通過して肝臓に運ばれる。糖代謝では glucose が重要、それは肝臓で、glycogen や脂肪に変えられる。その一部は血液中に入り血糖として循環、筋肉 glycogen に合成され Energie 源となる、糖代謝としては肝臓が第一関門となって、血中 glucose 濃度を維持の働きをする。glucose の取り込みと glycogen の合成—門脈血中の glucose 濃度が5 mM を超えると行なわれる。glucose から glycogen が合成される。肝臓の glycogen 量は70~110 g で必要に応じて血中 glucose として放出される

解糖の反応—糖質が体内で燃焼して、CO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>O に分解し Energie を発生する。それには、酵素の作用によって、酸化、脱水素、脱水、分子内転換など化学反応をうける。glucose 分解過程が O<sub>2</sub> 供給を行な

Table 1. The function of the liver.

1. 代謝機能
  - a. 糖質代謝  
Glucose の取り込み, Glycogen 合成, 貯蔵, Glucose の解糖, 酸化, Glucose の新生と血中への放出. Galactose, Fructose の代謝.
  - b. 脂質代謝  
脂肪酸合成, 中性脂肪の合成, Lipo 蛋白の合成と血中への放出. Cholesterol, Phospho 脂質の合成, それらの Lipo 蛋白への合成と血中への放出, 脂肪酸の取り込みと分解, Ketone 体の生成, LCAT の合成と放出
  - c. Amino 酸, 蛋白代謝.  
Amino 酸の代謝, Ammonia の処理.  
蛋白合成と分解, 血漿蛋白の合成と放出
  - d. Vitamin の代謝  
Vitamin の活性化, 貯蔵
  - e. Hormon の代謝.  
Hormon の不活化, 分解.
2. 排泄機能  
胆汁分泌. 胆汁酸生成分泌, Cholesterol, Phospho 脂質, Bilirubin などの分泌, 解毒された薬物などの胆汁中への分泌.
3. 解毒機能
  - a. 薬物の酸化, 水酸化
  - b. Glucuronaid 抱合
  - c. Glutathione 抱合
  - d. Alcohol の代謝
  - e. Ammonia の処理
  - f. Kupffer 細胞の食作用
4. 血液凝固・抗貧血因子の生成
5. 循環調節作用・血液量の調節
6. 身体防衛作用・細網内皮系の働き

われないと酸化が伴わない分解反応が起こり、乳酸が生成される。

糖の酸化反応—体内で O<sub>2</sub> の供給が十分に行なわれると、酸化過程を通過して、最終には CO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>O に分解され、Energie を産出する。

glucose の供給—糖の摂取量が少い時、または glucose の消費が著しい時は、肝臓 glycogen を分解して血中へ glucose を供給する。

糖の新生—肝臓 glycogen 量に限度がある飢餓状態によって、血中 glucose が不足すると、糖質以外の栄養素から糖が生成される (glucogenesis)。

肝臓における脂質代謝—脂質には単純脂質と Lipoid があり、腸管内で脂肪酸と glycerine に分解、吸収され乳管を通過して肝臓に至り代謝される、肝臓は脂肪酸、Cholesterol, 血液脂質など合成、また脂肪酸を分解、Ketone body を生成、さらに脂肪代謝の調節を計っている。

脂肪の分解—体内の各組織にある Lipase の作用によって脂肪酸と glycerine に分解される。

glycerine の分解—燐酸化され解糖系に入る。

脂肪酸の分解—脂肪酸 acyl CoA となり  $\beta$  酸化 (Knoop) されて C が 2 個少い脂肪酸となる。この反応からの Ketone body を体内に貯溜すると体内が酸性に傾いてゆく。

脂肪合成—中性脂肪を合成貯蔵, また生体に重要な磷脂質, cholestrol, など合成も肝臓でなされる。

肝臓における蛋白代謝—摂取された蛋白は Amino 酸に分解され, 門脈を通過して肝臓に至る, 肝臓はこれを利用して血漿蛋白質 Prothrombin の合成とともに Amino 酸の一部は循環血液の中に入って各組織をつくる蛋白質として再合成される。

蛋白質の合成—DNA, RNA, m-RNA などの作用によって生合成されるが, 人体を構成するすべての Amino 酸が必要で, 体内で合成できぬ必須 Amino 酸の摂取が必要となる。食物中の必須 Amino 酸が蛋白質の栄養価を決める重要因子となっている。

蛋白質の分解—肝臓, 腎臓や脾臓などに多くある蛋白質分解酵素作用によって Amino 酸に分解される。

肝臓機能と血中酵素—肝細胞が障害され, 肝細胞膜の透過性が増すと, LDH や GPT, GOT や SDH などの酵素が血中に逸脱することになる。

Vitamin, Hormone 代謝—肝臓では各種 Vitamin の活性化, 貯蔵, 女性 Hormone, や抗利尿 Hormone の破壊がなされている。

胆汁の生成と分泌—胆汁は胆汁酸胆, 汁色素や Cholestrol などの脂質で, 赤血球の Hemoglobin から胆汁色素が生成され胆のうを経て十二指腸に排泄される。

解毒作用—外来性の有毒物質を肝細胞にて酸化分解酢酸塩とする化合物として無害化する働きがある。

Glucuronic acid conjngation, 硫酸抱合させる解毒作用が重要である。

血液凝固作用—血液凝固因子の Prothrombin, fibrinogen を生成, また Heparin 産生する。

血液量調節—血液を貯溜し, 必要に応じ循環血液中に放出, 調節する, 抗貧血因子, Fe の貯蔵もする。

身体防衛作用—細網内皮系の働きによって赤血球の破壊, Bilirubin の生成や血漿蛋白の生成など身体防衛的に働いている。

運動に関連して肝臓は Energie の供給源として働いている。運動時筋肉の glycogen の減少は運動の強度に比例<sup>9)</sup>それを供給する血糖を肝臓 glycogen が生成している。肝臓の glycogen は運動や食物摂取によって影響されているのである<sup>10)</sup>。運動の刺激によって

肝臓の gluconeogenesis と glycolysis が促進され血中へ glucose が放出される<sup>11)</sup>。

この働きは運動の交感神経の緊張や運動時の低血糖低酸素状態などによる内分泌相関が大きな働きをしている。

血中脂質と肝臓との関係は脂質代謝の肝臓から TG, FFA の供給が考えられ, 運動が持続すれば, 貯蔵脂肪からの FG, FFA が作用することになる。

普通の運動によって酸化的脱 Amino 基作用による分解最終的産物の尿中 N の増加がある。

## 2. 実験成績

この実験装置からは, 血流が速い時は Thermoelement に密着した血管壁の上と下の温度差が小となって, galvanometer をへた記録は偏差が小となり, 遅い血流は温度は高く偏差は大となって表われる。

血流量が増加すれば, Zero line に近づき, 減少すれば遠ざかる。このことは Base line が Zeso line の上にあるか下にあるかによって象限を異にする。

描写された血行変化の形式は, 流入, 流出血行との関連で 9 の型が考えられる。すなわち流入血行か増加, 平常, と減少, と流出血行の増加, 平常と減少の組合せで, その臓器は, 充血か乏血 (貧血) かまたは平常の三形式となる。充血と乏血とは急速, 順次, 普通にさらにゆっくりとの四段階が考えられる。

1) 5°C 氷水中に 9 分間連続浸漬時の後肢血流 (図 1)

浸漬開始から流入血管である, 大腿動脈血流は 4 分間で漸次減少, 5 分以後は減少傾向が止まり, 減少のまま定常状態となった。一方流出血管の大腿静脈は開始後 2 分まで増加, さらに 2 分間は減少, 4 分以後は一定の増加状態のまま, 後肢血行は浸漬直後の増加, 減少で乏血につづいて充血という動揺はあるものの, 4 分以後は充血状態となる。

2) 5°C 氷水中に 25 分間連続浸漬時の後肢血流 (図 2)

先の流入, 流出血管の関連で乏血状態となることが認められたが, 同じ流入血管である動脈でも, 後肢には肢中にある大腿深動脈と比較的表層部を通過している外側大腿回旋動脈とでは, 深部の深動脈は, 大きな動揺もなく徐々に増加, 表層にある回旋動脈は一時大きく変動し 2 分後からは安定して, やや増加の傾向を示したが, 増加の度合は深動脈より少ない。回復期に逆の様相を表すが, 時間の経過とともに平常の血行に戻った。

このことは, 刺激を強くうける表層血流の悪化を, 深部の動脈血流か補う代償性の一つ表れであると考えられる。この現象は頭部における内頸動脈 (Arteriae Caro-

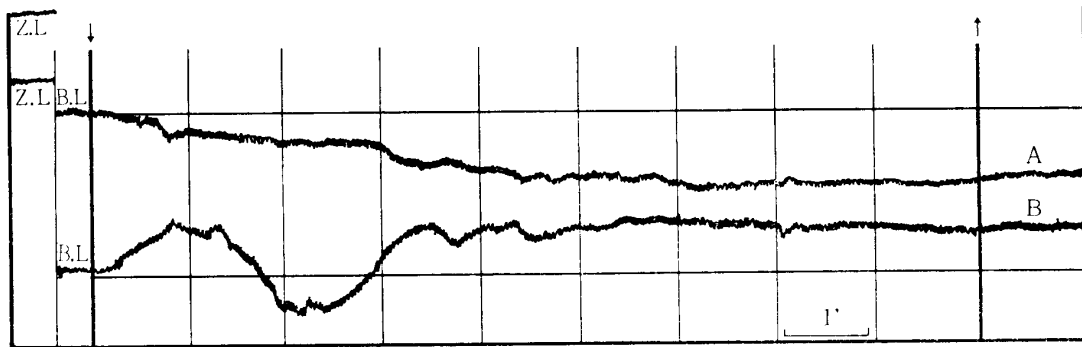


Fig. 1. The blood flow of the legs at soak 9 minutes in the water (5°C). Rabbit ♀ 2.1 kg.  
A: Arteriae frmoralties. B: Venae femoralies.  
Z. L. Zero line. B. L. Base line.

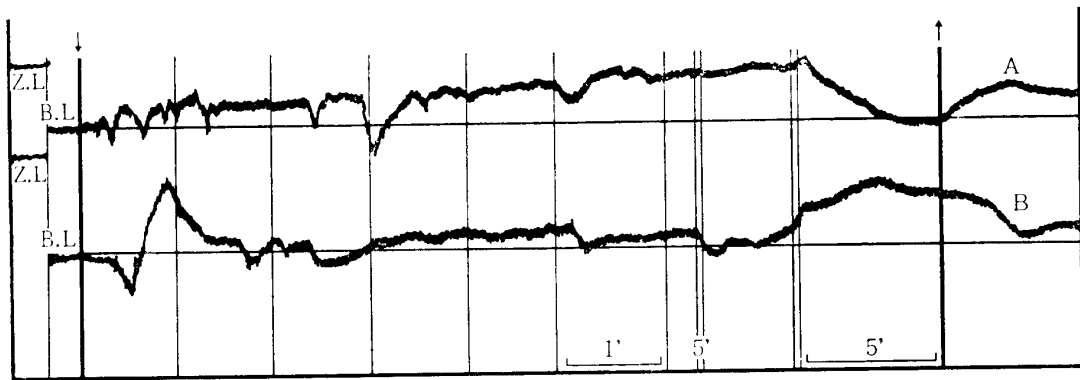


Fig. 2. The blood flow of the legs at soak 25 minutes in the water (5°C). Dog ♀ 4.5 kg.  
A: Arteriae profunda femoris. B: Arteriae circumfiexa femoris lateralis.

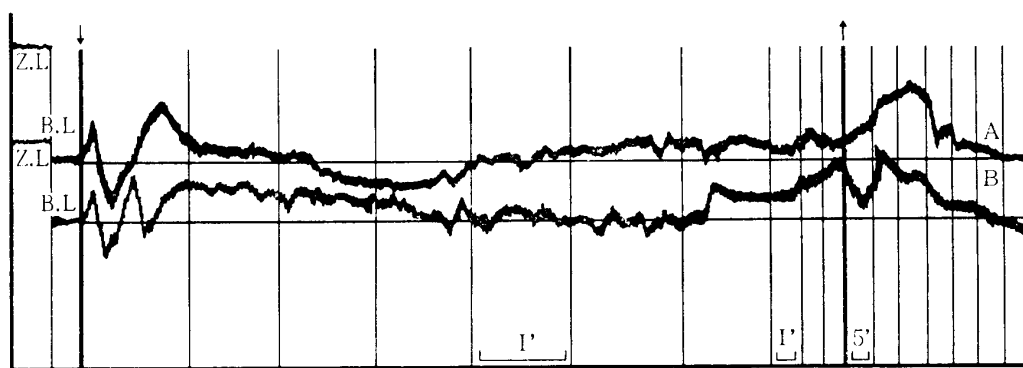


Fig. 3. The blood flow of the arms and the legs at the soak 10 minutes the right leg in the water (5°C). Dog ♀ 7 kg.  
A: Arteriae femoralis (left). B: Arteriae brachialis (right).

tis interna) と外頸動脈 (Arteriae carotis externa) とにおいても同様に認められた<sup>12)</sup>

3) 右後肢に 5°C 氷水刺激時の前肢および後肢血流 (図 3)

右後肢片足に 5°C 氷水刺激を 10 分間連続浸した時、後肢の左大腿動脈と右上肢の上腕動脈血行である。流入血管としての動脈であるが、刺激をうける部位近く

の右大腿動脈血流は、浸漬開始に急激な減少があってその反対に一時増加、2分～3分は減少、その後、増加と先の連続浸漬の刺激をうけている後肢の血行とは異って 4 分以後から増加している。上腕動脈も急激な減少が浸漬開始に表れているが、増加 4～6 分に平常血行で、その後増加してゆく。刺激の部位との関連での変化が認められた<sup>13)</sup>

4) 5°C 氷水中30分間連続浸漬時の頭部血流 (図4)

流入血管である総頸動脈は、流出血管の頸静脈とともに刺激開始から10分間は増加、後15分間には減少からともに増加、回復時前から頸静脈が増加して頸部血流は平常状態を保持しようとしているが、刺激時間が長くなるにつれて流入が減少、流出が増加して乏血状態となる。後肢よりも乏血状態の現れるのが遅かつ

た。

5) 3°C 氷水浸漬時の肝臓血流 (図5)

両後肢を3°C 氷水に浸漬、その方法は1分間浸漬した後1分間休養(回復)という繰返しを5回繰返し刺激し血圧と総肝動脈、門脈とを測定した。

流入の総肝動脈は大きな変動はないが、犬の血圧は頸動脈で120~140 mmHg. 130~150 とmmHg かなり上昇がみられる。血圧には浸漬時に上昇、回復期に下

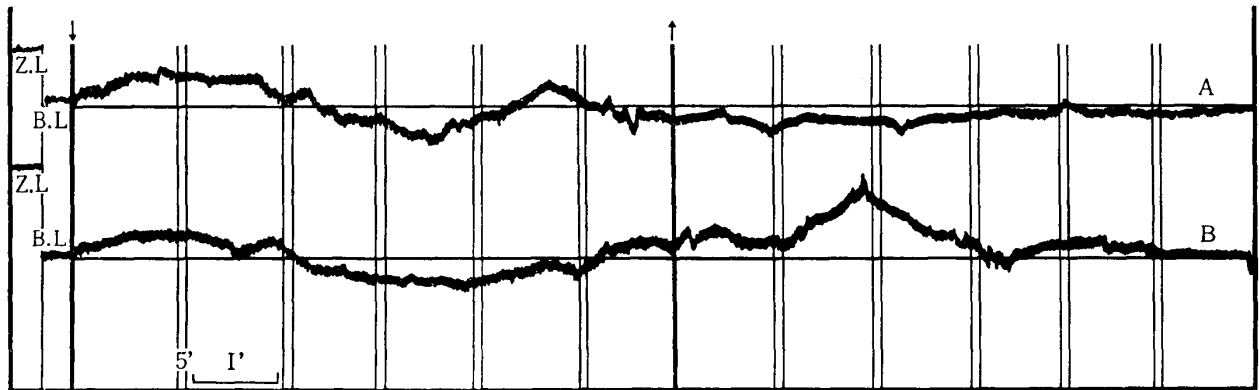


Fig. 4. The blood flow of the head at soak 30 minutes in the water (5°C). Rabbit ♀ 2.2 kg. A: Arteriae carotis communis. B: Venae jugularis interna.

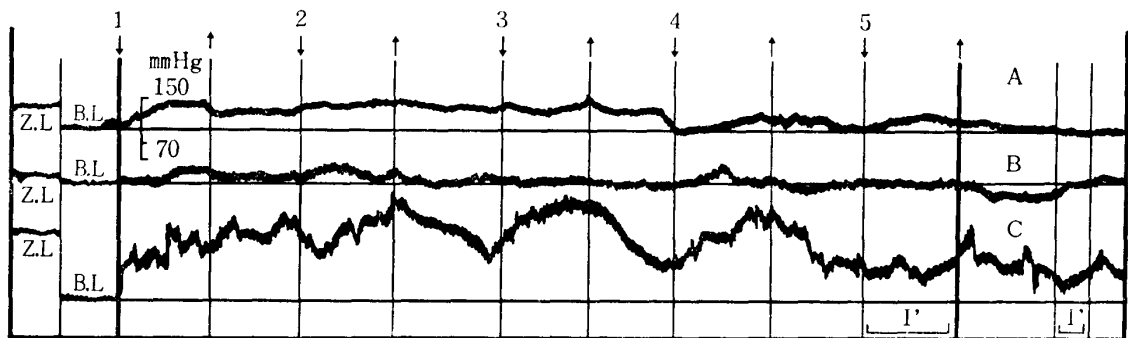


Fig. 5. The blood flow of the liver at intermittently soak 10 minutes (1 minutes soak and 1 minutes recovery, fifty) in the water (5°C). Dog ♀ 6.5 kg. A: Blood pressure. B: Arteriae hepatica communis. C: Venae portae.

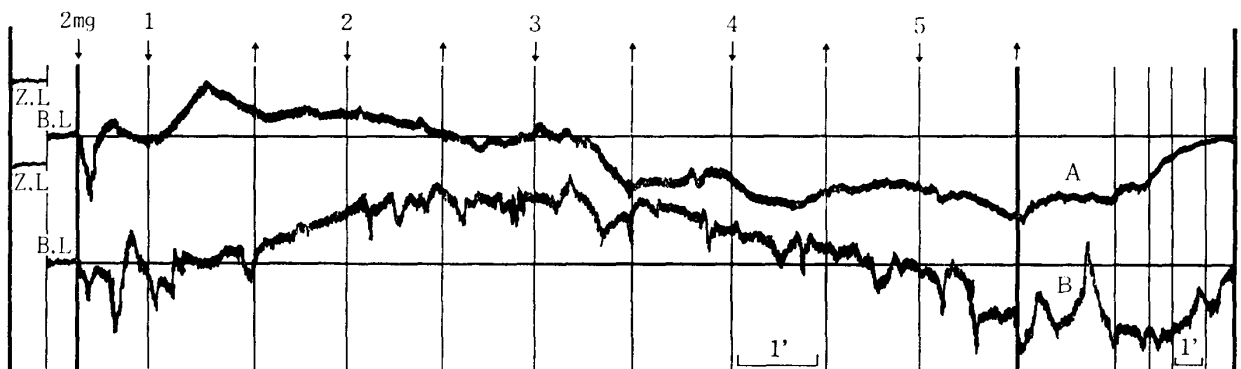


Fig. 6. The blood flow of the liver at the inderal (0.3 mg/kg) intravenous injection and intermittently soak 10 minutes (1 minutes soak and 1 minutes recovery, fifty) in the water (3°C). Dog ♀ 6.5 kg. A: Arteriae hepatica communis. B: Venae portae.

降の様相がみられ一定の型を示している。このことは門脈になると一層大きな型となって3回目には最大の動揺を呈し4・5回目には安定した一定の型となった。

6) 3°C 氷水浸漬時の肝臓血流 (Inderal静注)(図6)

先の刺激と同様であるが、交感神経  $\beta$  受容体を遮断する Inderal を 0.3 ml/kg 静注した場合の血行である。

自律神経はいうまでもなく、交感神経と副交感神経(迷走神経)とがあり、交感神経受容体については、1948年 R. P. Ahlquist は、 $\alpha$  受容体と  $\beta$  受容体にわけて考えた。 $\alpha$  受容体の刺激は血管収縮が中心で血圧上昇、代表剤は Nor-adrenalin、 $\alpha$  受容体の遮断は表角アルカロイドを投与すると Adrenalin の血圧上昇はみられずかえって下降する。その代表剤は、Phenoxy benzamin であるが、Regitine も同じ作用をする。また  $\beta$  受容体刺激は血管拡張が中心で心拍数の増加、心収縮力増強、その代表剤は Isoproterenol (Soonar)

さらに  $\beta$  受容体の遮断は Propranolol (Inderal) であるといっている。

先の(図5)と比較すると総肝動脈に浸漬と回復の型は見うけられるが顕著でない。3回目浸漬時から血流減少、一方門脈は増加、2~3回目からかなりの肝臓に乏血となって現れ、5回目からは両者ともに減少、乏血状態が持続されている。明らかに先の(図5)と異った様相である。

7) 3°C 氷水浸漬時の肝臓血流 (Regitine 静注)(図7)

先の(図5)と同様の刺激に対して、 $\alpha$  受容体遮断の Regitine を 0.33 ml/kg 静注し Adrenalin の血圧上昇がみられないわけであるが、先の(図6)に比較して、総肝動脈は増加を持続して一定の増加状態であるが、門脈は2回目とこれまた動脈と同様に一定の増加状態で、浸漬時と回復時の先に見られた型は認められた。

8) Adrenalis 静注時の肝臓血流 (図8)

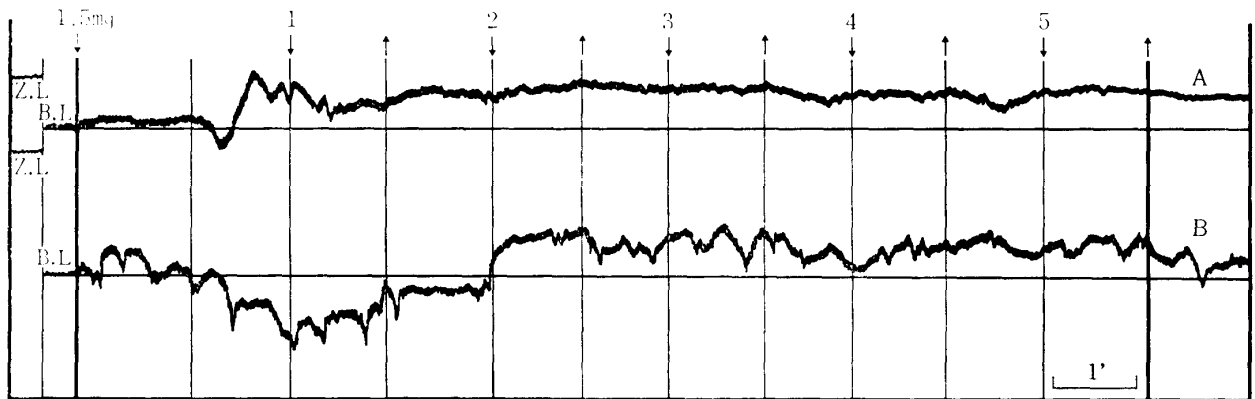


Fig. 7. The blood flow of the liver at the regitine (0.33mg/kg) intravenous injection and soak 10 minutes (1 minutes soak and 1 minutes recovery, fifty) in the water (3°C). Dog ♀ 6.5 kg.

A: Arteriae hepatica communis. B: Venae portae.

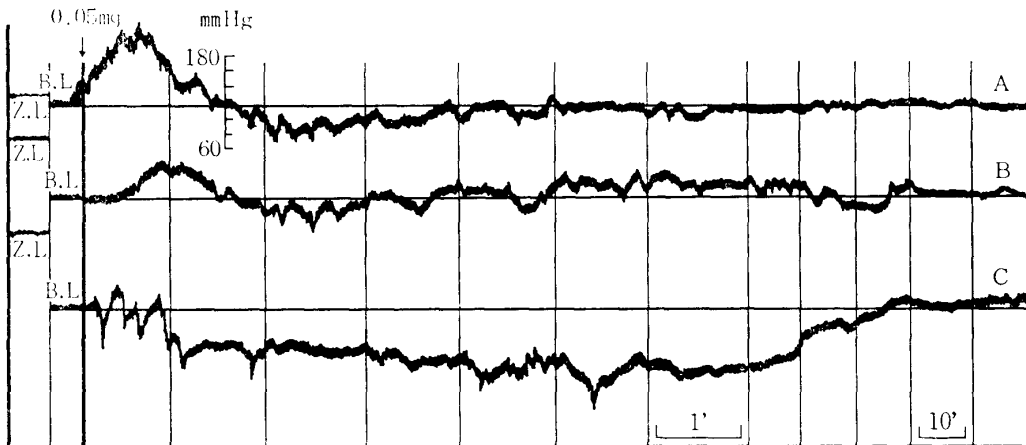


Fig. 8. The blood flow of the liver at the adrenalin (0.05mg/kg) intravenous injection. Dog ♀ 6.5 kg.

A: Blood Pressure. B: Arteriae hepatica communis. C: Venae portae.

先の(図5, 6, 7)の刺激とは異って, Adrenalin のみの刺激で, 先に認めた血流変化とを比較すると0.05 ml/kg を静注という刺激に, 勿論, 血圧上昇は刺激直後から2分間, 顕著に認められ一時低下するものの4分後には平常に回復している.  $\alpha$ 受容体の刺激で血管収縮が中心で, 総肝動脈は動揺はするもの $\alpha$ 受容体遮断のように増加は見られない. 一方門脈は減少が直後からみられ4~5分に最大の減少となった.

9) 剣状突起直下部叩打時の肝臓血流(図9)

剣状突起直下部衝撃による Neurogenic shock 時の肝臓血行は200回/min で剣状突起直下部を叩打中は血圧が動揺するが, 中止後は血圧は急激に下降し, 以後徐々に回復に向う. 固有肝動脈および門脈血流は刺激直後からともに悪化減少するがなかでも固有肝動脈血流は大きく減少し, 他方肝静脈血流は増加して肝臓は乏血状態となる<sup>14)</sup>.

10) 剣状突起直下部叩打時の肝臓血流(図10)

先の(図9)に0.5 ml/kg の硫酸アトロピン (Sulfate atropine) を静注して, 迷走神経を遮断, その上200回/min で剣状突起直下部に衝撃を加える時には血圧は下降するも肝臓血流は大きな変化はない. 固有肝動脈, 門脈血流の減少, 肝動脈血流の増加もなく肝臓の乏血なく Shock の発現は遅延する<sup>15)</sup>.

11) ナショナル健康器陰電位磁気荷電時の肝臓血流(図11, 12)

図の(a)は刺激を与える前(b)は刺激後のものであるナショナル健康器は陰電位磁気を体内に与え, 体力の回復に役立てようとする健康医療器である. 荷電を290V より次々と360V, 420V に増すと, 総肝動脈血流増加, 門脈は動揺しながら増加する.

つぎに荷電に引続いて電位を下降させると明らかに両血流ともに逆に増加から減少の傾向が認められた, 自律神経, 脳下垂体前葉, 副腎皮質や肝臓など関係して生体の適応能力が低下しているもので, 肝臓血流

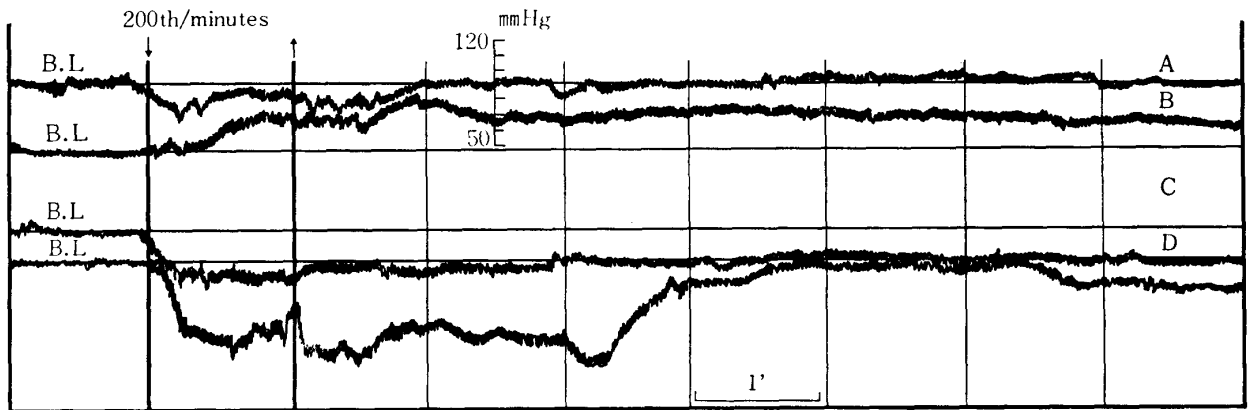


Fig. 9. The blood flow of the liver at the continued blows (200th/minutes) for 1 minutes given on the epigastrum. Dog ♀ 7 kg. A: Blood pressure. B: Venae hepatica. C: Venae portae. D: Arteriae hepatica proprial (ramus sinister).

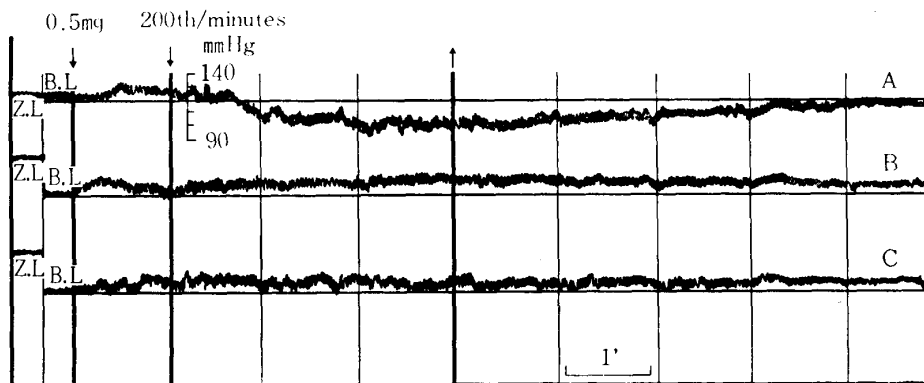


Fig. 10. The blood of the liver at the sulfate atropine (0.5mg/kg) intravenous injection and continued blows (200th/minutes) for 3 minutes given on the epigastrum. Dog ♀ 6.5kg. A: Blood pressure. B: Arteriae hepatica communis. C: Venae portae.



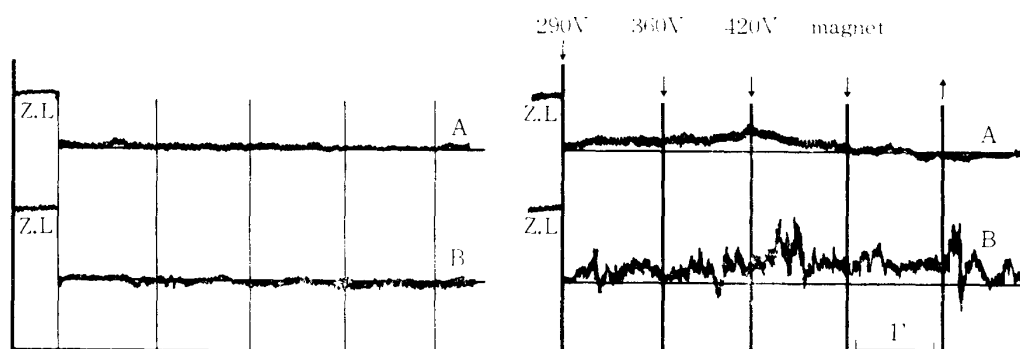


Fig. 11. The blood flow of the liver make a negative electricity magnet of the back. Dog ♀ 6.5 kg.  
A: Arteriae hepatica communis. B: Vene portae.

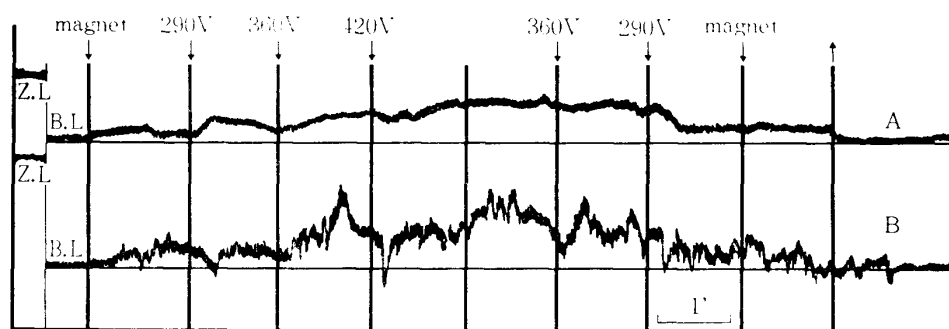


Fig. 12. The blood flow of the liver make a negative electricity magnet of the back. Dog ♀ 6.5 kg.  
A: Arteriae hepatica communis. B: Venae portae.

とくに総肝動脈や門脈血流が陰電位磁気の荷電によって良好増加することは、stress 解消に効果があると考えられる。

### 3. 考察および結語

研究継続中であるので結語をさしひかえるが、Adrenalin は肝臓に対して乏血的に作用する。用量の少い時は、うつ血的となることもある。肝血行は門脈系と固有肝動脈系とがあって、前者は腸血行により直接影響をうけやすいが、後者は自動的变化を示し拡張・収縮は多くは肝臓の充血および乏血と一致して発現する。

$\alpha$ ,  $\beta$  受容体の遮断、刺激からもこのことは伺うことができる。肝臓が営む血液貯蔵としての役割は全身血行に關与する多くの場合は受動的で、腸管血行の変化に準じて現れるようである。頭部と四肢が寒冷曝露刺激に対して乏血となり、体内深部の肝臓や腸管領域へ集中血液を抑溜する。腸管領域の血行と肝臓血行との関連を見る必要があり目下その方向に研究を進めている。さらに肝臓の機能は重要なものであり、現実の運動に則して、各肝臓の機能を検討する必要がある。

この方面への運動の生化学的研究のより深い追究が望まれるところである。この研究は血流動態の側面からの研究の一部であって、血流が肝臓機能の働きを遂行していることはいうまでもなく、両側面の同時追究も必要となろう。

肝臓は生命維持に深い関係をもつ諸機能を営んでいる。消化管で吸収された栄養物を門脈が運び、血流量も多い。かくのごとく肝臓自体の栄養や機能に關係をもつ総肝動脈および門脈が良好増加することは諸活動の旺盛を示すと同時に stress に対して適応する予備力ともなり適応体制といえよう。これは Shock 時両血管の血流悪化減少からいいうる。stressor として物理的作用因子（暑熱、寒冷など）、化学的作用因子（酸素欠乏、薬物摂取など）生物学的作用因子（細菌・病原体感染など）や精神的作用因子（不安、恐怖など）さらに身体的作用因子（sport, 労働など）その他都会生活による stress など、日常生活の環境内には、種々有害刺激が多く、生体はこれらの刺激に抵抗して身体内部では適応しようとする反応が起っている。これらは Hormon の一連の連鎖反応によって肝臓中に

glycogen が生成され適応現象が現れる。

肝の機能と循環動態に関連して考察すると、門脈は上腸間膜静脈 (Venae mesenterica superior) と脾静脈 (Venae lienalis) の合流で、腸で分解生成した栄養素と老廃物の運搬血行路として循環に入る前に肝臓で種々代謝をうける有機代謝産物が解毒される点で注目される。犬の全血量は 5.6~8.3 l/kg といわれている。また肝血流量は 15~38 ml/min/kg である。肝血流量が 50% に減少しても異常なく生存するので機能的予備能力をもっていて、低下した肝血行動態下でも、その機能活動を保っていることを Eck は報告している<sup>16)</sup>。ヒトの肝血流量は 1.5 l/min で 9.5 ml/min/肝 100g となっている。3/4 が門脈血で残りが肝動脈血であって、生理条件の変化に応じて肝臓への血流量、酸素供給を代償しあっていることも報告されている<sup>17)</sup>。このような動脈血の再生は肝臓の特異機能として重視すべきであると思う。

肝臓の機能は肝を灌流する血液の組織と灌流量によって大きく左右される。また血液量、赤血球濃度や心拍出量などの調節上極めて重要な役割を果している。このことを運動や食飼との関係において血液組成という質的究明に研究も進めてきた<sup>18)</sup>。これらの研究と量的な血流量との研究を関連させてこそ研究の目的が達せられるものと考えている。

この研究でも Adrenalin 静注すると門脈、肝動脈に血管収縮が惹起するが血圧上昇すると肝動脈血流増加がおこり、血圧回復すると血流量は著減した。これを血管の「押しひろげ」によって受動的に起るとして Adrenalin の肝動脈抵抗の能動的減少を結論することは誤りと Fisher と Rakacs は論じている<sup>19)</sup>。

Nor-Adrenalin の作用は質的に Adrenalin に類似、収縮的に働いているが血圧上昇に抱わらず肝血流は減少している。循環血液調節において類洞内の血流はなく血流類洞内に取込んで貯血することと類洞の血流があり、調節の収縮および静脈系に溜るといふ蓄血とが貯蔵にあるが肝臓は蓄血と考え脾臓では貯血と考えてよいであろう。

この蓄血している間に肝臓の諸機能がなされる。すなわち機能遂行できるので、類洞内で成分の吸収が高まり血液は濃縮され機能が働き事に応じ循環系へ放出給血するのである。

体位変化によって血圧低下するが重力による腹腔内領域の血液のたまりは肝臓に起り、血圧回復は反射性血管収縮によって腸管の血管収縮によるものでまた運動時脾臓が収縮して腹腔内臓血液は減少、血液量も低下して大量の血液を必要部位へ供給する。これは静脈

系の収縮によるものであらうと現在考えている。

諸々の肝臓機能が肝臓血流の如何によって変化するのかほとんどわかっていない。この命題に一步でも近づこうとしているわけである。しかし肝臓における異物除去機能が肝臓血流と関係していると思われるが、機能変化によって血流量調節を受けている点は明らかでない。

また、肝臓代謝に影響を与える食飼などが肝臓血流に悪く影響すると思われるが、その機序は全く不明で肝臓の酸素消費量と血流量との相関も一定ではなく、これからの研究に期待されているわけである。

終りに臨み御指導を賜りました京都府立医科大学名誉教授吉村寿人博士、京都府立医科大学教授永田久紀博士、さらに実験に御協力載きました立命館大学名誉教授木村静雄博士と京都工芸繊維大学教授山田敏男博士に対しまして深甚なる謝意を表します。

(1979年7月31日 受理)

## 文 献

- 1) Hans Selye : The stresses of life. Mcgrau-Hill, 1956.
- 2) Blalock A : Traumatized Shock "Christophers textbook". 1946.
- 3) 日比野朔郎 : 循環機能からみた Adrenalin Shock についての研究, 京都府立大学学術報告 理学生活科学第29号, p 41~48, 1978
- 4) 松田事次郎編 : 循環の生理学, 生理学大系 IV 医学書院. 1969.
- 5) 吉村寿人, 岡本彰祐編 : 新医科生理学上, 中, 下, 南江堂, 1972.
- 6) 中尾喜久, 高久史磨訳 : ウィリアムズ血液学, 上, 中, 下, I, II, 広川書店, 1977.
- 7) 安部英, 高久史磨編 : 血液. 中山書店, 1978.
- 8) 日野志郎 : 臨床検査講座15. 血液学. 医歯薬出版 1978.
- 9) Saltine B. and Karlsson J : In "Muscle Metabolism During Exercise" B. Pernow and B. Saltin eds. Plenum Press New York 395-400 1971.
- 10) Hultman E and Hison-Nilson L : In "Muscle metabolism During Exercise" B. Pernow and B. Saltin eds. Plenum Press New York 143-152 1971.
- 11) Rowell LB, Brengelmann GL, Blackman JR, Twiss RP, and Kusmi F : Splanchnic blood flow and metabolism in heart stressed man,

- J. Appl Physiol 24. 475 1968.
- 12) 日比野朔郎. 防衛体力の環境医学的研究第2報 寒冷刺激時の体内血流動態 日本体育学会25回大会誌 1974.
  - 13) 日比野朔郎 防衛体力の環境医学的研究第6報 各種 stressor による体内血流動態 日本体力医学会30回大会誌 1975.
  - 14) 木村静雄: Sports における Shock に関する研究 立命館大学人文科学研究紀要25号, 1977.
  - 15) 日比野朔郎: Research on Shock in Sports-hemodynamic changes on the occasion of Shock. 第7回国際学校保健医学会, 1975.
  - 16) Eck N. V :On the question of ligature of the portal vein *Voyenno Medical*, 130. 1. 1877.
  - 17) Tygotrup N. Winker K. Mellengaard K and Anderassen M : Determination of the hepatic arterial bloodflow and oxgen supply is man by domping the hepatic artery during surgery *J. clin Invest* 41. 447 1962.
  - 18) 日比野朔郎他: 運動訓練時の赤血球脆弱性と脂質組織の関連性について, 日本体力医学会34回大会誌, 1979.
  - 19) Fischer A. and Takacs L : Quoted by Fische A In : *The liver ed by Rouiller, Ch Academic Press. London* 329-378. 1962.