

# 体液流における心臓、血管系、リンパ管系の 相互関係について

西 丸 和 義

## INTERRELATIONSHIP OF THE HEART, BLOOD VESSEL SYSTEM AND LYMPHATIC SYSTEM IN BODY FLUID CIRCULATION

Yasuyosi NISIMARU

### Abstract

It is considered important to clarify the mechanism controlling flow of body fluid in the heart, blood vessel system and lymphatic system when viewed from the concept of body fluid circulation instead of blood circulation.

Experiments were conducted on dogs to study relation between blood constituents, blood pressure and lymph flow. Further, experiments with frogs were conducted with respect to nerve reflexes from the blood vessel system and heart to the posterior lymph heart. Variation in lymph flow was observed according to these factors.

### I 緒 言

血液循環に代わるに体液循環の概念の上から心臓、血管系、リンパ管系相互の体液流調節機転を明らかにすることが重要であると考えられる。

リンパ流量の増減、リンパ液の組成については、その部の組織の機能、血液成分の組成、血圧などに影響されるものと思われる。また血液とリンパ液との流れの調節の上で心臓、血管、リンパ管相互の神経反射機構が大きな役割をするであろうことも考えられる。

そこで、イヌで行なった血液成分、血圧の変動によるリンパ流量への実験、また食用カエルを用いて、心臓、血管からのリンパ心臓への神経反射の実験を述べて、これらについての考察を行なってみたい。

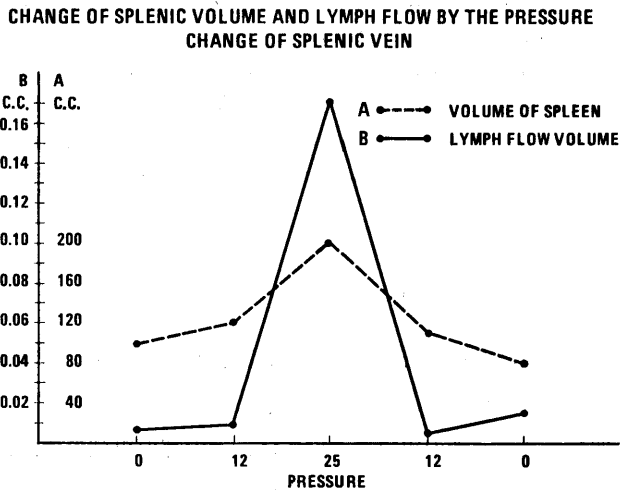
## Ⅱ 実 験

### 1) 血圧とリンパ流との関係

動物はイヌを用い、オイロパンソーダ静脈内注入麻酔 (40 mg/kg) を行ない、脾臓を周囲より遊離させた後、脾リンパ節輸出管にビニール製細管を挿入し、他の輸出管を結紮し脾臓リンパ液を採集、一方脾動脈を通じて脾臓をリンゲル液で灌流し、脾静脈から流出せしめた。この標本を体外に取り出し、温リンゲル液 (約38°C) を満たした恒温槽中に移す。この際、動脈圧を 100 cm H<sub>2</sub>O とし、静脈圧を 12 cm H<sub>2</sub>O とした。

これを脾静脈圧を 0 cm H<sub>2</sub>O に下降せしめると灌流量およびリンパ流には殆ど変化なく、脾臓の容積のみが22—33%の減少を示した。次に脾静脈圧を 25 cm H<sub>2</sub>O に上昇せしめると、灌流量には増減が殆ど認められないが、脾静脈よりの流出は約1分間停止し、脾臓は膨脹し、その容積は約2倍となった。3—5分間後ではリンパ流量が5—20倍に増加した。再び圧を順次下降した例では、リンパ流量および脾臓容積は大略夫々静脈圧変動前の状態に回復した<sup>1)</sup>。

図 1



これによると脾臓が血液の Reservoir であることを示すと同時に血圧の増減がリンパ流に著しく影響することが明らかである。

### 2) 血液中の水分量との関係

#### A) 腎臓リンパ流について

動物はイヌを用い、オイロパンソーダ麻酔のもとに、腹部正中切開および左右肋骨弓にそ

う側の切開を併せ行ない、腎を求めた。実験は手枝の比較的容易な左腎について行なった。左側腎を前中央向に軽く引き、腎外側において腹膜を開き、後腹膜の結締組織を注意深く剝離して行くと、腎門脈に向かう尿管、腎動脈、腎静脈の他に、腎門より主として動脈、静脈に沿って下行してくる弁を有する管約10本を認める。これらすべてのリンパ管を完全に結紮し、同時に腎被膜中を走るリンパ管も、腎の上下両極附近で完全に結紮すれば、少時の後にリンパ管に術前の約2倍に膨脹する。次いで、腎門を出るリンパ管にビニール細管を、リンパ管に作った剪刀による切開孔より挿入し細糸で固定し、リンパ液の採集を行なう。

なお、腎リンパ節へこれらのリンパ管が集合する時は、この節の輸出管を用いるのが好都合である。

流量は、手術による影響をさけるため約30分待ち、ビニール細管の末端にメスピペットを連結し、水平に保ってその分時量を求めた。また蛋白質は Abbé の屈折計によって測定した。

そこで、リンゲル液 200 ml を2分間に股静脈内に徐々に注入すると、注入前のリンパ流量は 0.096ml/min、蛋白質量は3.5%であったが注入後6分にして流量の著明な増加をきたし、15分にしてリンパ流量は 0.105ml/min となり、蛋白質量は0.02%に低下し、その後はこれ以上の変化は認めなかった。

すなわち、リンゲル液注入後15分でリンパ流量は最大に達し、注入前の流量の約50倍の増加を示し約20分間の持続をみた。一方リンパ液の蛋白質濃度は6分後にして略々最小となり、以後20分間殆ど変化がなかった。血中に注入されたリンゲル液の水分は速かに腎リンパ液への透過することが知られた<sup>2)</sup>。

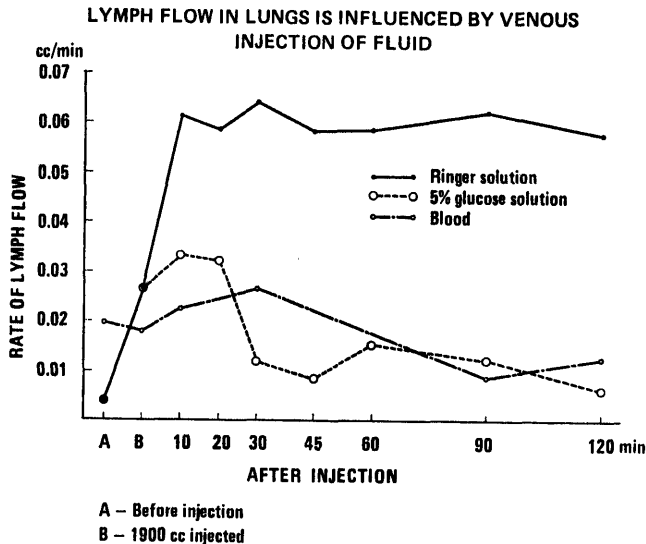
#### B) 肺臓リンパ流について

動物はイヌを用いて、オイロバンソーダ麻酔のもとで、背位に固定、窒息死を防ぐため気管内チューブを挿入する。肺部リンパ液の採集部位は、V. Jugularis interna dex. を下方に追求し、V. Bronchioradialis の分岐部前下側に上縦隔洞リンパ節から発するリンパ管の集合管を見出し、その静脈側において結紮、しばし放置すればリンパ液のうったいにより結紮前の約2倍に膨満する。この際、前肢、胸壁よりくるリンパ管は結紮して比較的純粋な肺臓リンパ液の採集につとめる。この部のリンパ管にビニール細管を挿入結紮して、これにメスピペットを連結して水平に保持して、リンパ流量を測定する。同時に蛋白質濃度を Abbé の屈折計によって測定する。この際呼吸数に留意し可及的一定に保つようにつとめる。このリンパ液には心臓、縦隔膜、横隔膜のリンパ液が僅かに混在するというが、一応肺臓リンパ液として実験した。

こうしたイヌの肺のリンパ流について、先ず0.9%の NaCl 溶液 100 ml/kg を 50 ml/min

に静脈へ注入する。リンパ流量は注入開始直後直ちに増量を始め、注入終了後約30分間最高値を示し、注入前の約5～20倍に達する。これが約2時間リンパ流の増加を示した。なお5%のブドウ糖液、または血液を各々 100 ml/kg を 50 ml/min で静脈内注入したものと比較したものを第3図に示した<sup>3)</sup>。

図 2



これによると膠質浸透圧が血液に近い液では、リンパ流の増加がリンゲル液に比して著しく小であることが知られる。

### 3) 心臓、血管系からリンパ管系への神経反射

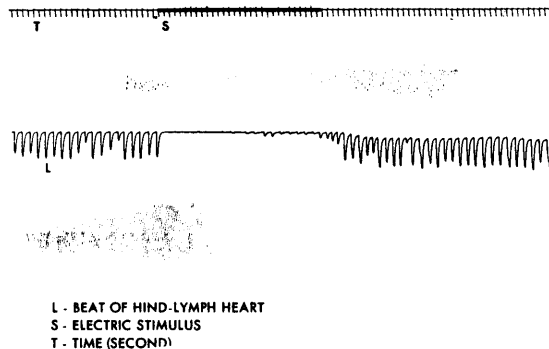
動物は食用カエル (*Rana catesbeiana* Shaw) を用い、ウレタン麻酔 (0.4 ml/10 g) のもとで、腹位に固定し、背部下肢のつけ根の後リンパ心臓の拍動が肉眼で観察される部位の表皮を糸で結紮し、次に背位にして糸を垂直にピックアップに接続し、直流増幅器で増幅し、ペン書きオシログラフでリンパ心臓の運動を描記させる。さらに胸腹部を切開し、各部の電気刺激、結紮を行なって、リンパ心臓拍動曲線への影響を観察した<sup>4)</sup>。

この実験によると、心臓の静脈洞、大動脈弧、迷走神経心臓枝と肺臓枝の中樞端の電気刺激によりリンパ心臓の拍動は抑制された。しかし、内臓神経の中樞端刺激によっては変化をみなかった。

これらのことは心臓、血管系からリンパ心臓への神経反射路の存在の一端を示しているものと考えられる。

図 3

EFFECT OF ELECTRIC STIMULUS OF VENOUS SINUS  
ON THE HIND-LYMPH HEART (BULLFROG)



Ⅲ 考 察

これ迄のリンパ液およびリンパ管の研究の多くは、血管系との関係におけるものでなく、単独にリンパ循環という考えにあるものである<sup>5)</sup>。これは体液循環の立場から循環ではなくリンパ流として考えるのがよいであろう。

血液組成、ことに水の動きについては Starling<sup>5)</sup>の血液の膠質浸透圧の低下による毛細血管壁の水の透過によるものがある。

しかし、血液成分の調節という考えはない<sup>6)</sup>。

また、血圧の上昇による毛細血管壁よりの透過量の増加は考えられたが、これも血圧調節という観点からの考えではない。また、リンパ管系へのリンパ管運動神経については、古くから胸管、乳糜槽へ神経刺激効果が報じられ、また組織的にも胸管外膜周囲神経叢、さらに筋層内神経叢の存在が報じられ、乳糜管についても神経分布が知られている<sup>7)</sup>。V. Saphena Parva に沿う末梢リンパ管は腰部交感神経の刺激によって収縮し、これらの刺激効果は大腿動脈、静脈周囲神経叢を剝離すると消失し、この中を経過すると考えられる<sup>8)</sup>。また、イヌの腸間膜神経の末梢端の刺激で乳糜管の収縮を認め<sup>9)</sup>、さらに胸管でも迷走神経刺激で灌流量が減じ、大内臓神経の刺激によって乳糜槽の収縮が認められた<sup>10)</sup>。

しかしこれらはリンパ管への神経支配を明らかにしたもので、血管系との神経反射には関係ないようである。

リンパ管への神経反射については、森田・岡田等<sup>11)</sup>によってガマの迷走神経幹中枢端刺激によってリンパ心臓が停止することが記載された。また中山<sup>12)</sup>によって、ガマの心室・心房の灌流圧の増加、並びに動脈幹閉鎖によりリンパ心臓拍動が抑制されたと報告された。

また、この研究室でもガンマ心房の静脈洞の刺激によって著明な後リンパ心臓拍動の抑制が見られ、迷走神経の肺臓枝、心臓枝の中樞端刺激によって同様のリンパ心臓抑制が見られたが他の内臓および内臓神経の中樞端刺激は、全て無影響であった。

またイヌにおいては、ソ連邦の研究者<sup>7)</sup>によると、一定圧による胸管の灌流実験において、総頸動脈の閉塞が胸管流量の10~50%の減少を示し、頸動脈洞神経の刺激によって胸管流量が増加し、また下大静脈・肺静脈の閉塞、狭窄が胸管の拡張を示すという圧受容体の存在を示唆している。また乳糜槽の灌流圧を高めると血圧の下降があることも報じている。イヌの下腿リンパ管から液を注入し胸管リンパ液を採集すると、正常イヌでは胸管リンパ流に無関係であるが、腰部交感神経切除を行なったイヌでは注入しただけが胸管から出るという。

これらのことは心臓、血管系、リンパ管系に相互の神経反射路を暗示するものであるが、これからの研究課題であろう。

リンパ管系は、血管系に比して能動的収縮性は小であるが受動的な収縮性は著しく大であることから、体液循環路における体液の量調節の役割をなすことも考えられる。

#### Ⅳ 結 論

心臓、血管系、リンパ管系相互による体液流調節機構を明らかにすることが、体液循環の概念の上で重要な課題である。

#### V 文 献

- 1) 落合 豊：脾臓血管からリンパ管への2、3の物質の透過について、広島医学12、別刊号12、341—344、1959.
- 2) 森田 聰：腎リンパ液について。広島医学9、別刊号5—9、1956.
- 3) 梶山一彦：肺水腫に関する研究、各種輸液と肺部リンパ流について、広島医学11、別刊号11、1751—1754、1958.
- 4) 堀端みどり・松浦恵子・加藤真理：心臓、血管系とリンパ管系との神経反射について。広島医学26、No. 1に掲載予定、1973.
- 5) Woolley, G.・入沢 宏：リンパ循環。代謝9、No. 8、特集リンパ、中山書店、東京、1972.
- 6) 八田博英：リンパ管及びリンパ液の流れ。広島医学13、(I) 463~467、(II) 567~573、(III) 683~692、1960.
- 7) Rusznyák, L., M. Földi und G. Szabó: Physiologie und Pathologie des Lymphkreislanfes. Ungarischen Akademie der Wissenschaften Budapest, 1957.
- 8) 八田博英・岡田乾一：下腿リンパ管の収縮性。広島医学7、別刊号2、400—402、1954.
- 9) 岡田乾一：乳糜管の収縮性に就いて。広島医学7、403、1954.
- 10) 八田博英：胸管の収縮性について。日本生理誌13、294—297、1951.
- 11) 岡田博匡：迷走神経のリンパ心臓運動の調節機について。日本生理学雑誌、15、324—333、1953.
- 12) 中山公弘：心臓・リンパ心臓反射。米子医学雑誌12、54—63、1961.