

## 毛細血管および毛細リンパ管分布構造の実験方法

西 丸 和 義

## I 緒 言

この研究は1930年 Cambridge 大学 Physiology School において、J. Barcroft の許で脾臓について実験中に始まった。<sup>1)</sup>

それは脾静脈血中のヘモグロビン量が脾動脈血中のヘモグロビン量よりも大である<sup>2)</sup> ことについて、これは脾臓内においてヘモグロビンが生成されるか、または脾臓内において血液濾過が行われるかいずれかであろうと考えられた。そこでまず脾臓の血管構造の検索をしたらと言うことになった。

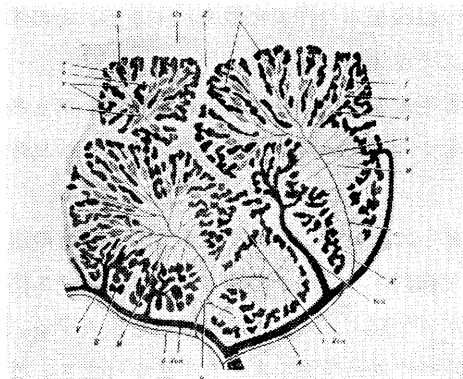
従来、微細血管分布構造の検索に用いられた方法は、1) 死後の色素注入法およびこれの2) 血管復構法であった。しかし、血管は強い能動的収縮性を有するもので、死後の変化、内圧の変化、注入液の化学的刺激作用によって容易にその口径を変ずるため、異常に毛細血管を拡張、または収縮せしめ、時には色素液の流入しない部位をも生ずるものである。

そこで生体血管灌流法によって、血管を可及的生理的状态におき、それに可及的生理的な色素液を生理的の灌流圧の許で流すことにした。また従来の血管復構法は操作が複雑で誤差が入るので、組織標本は可及的に厚い切片の透明標本として、その全貌を双眼顕微鏡下に立

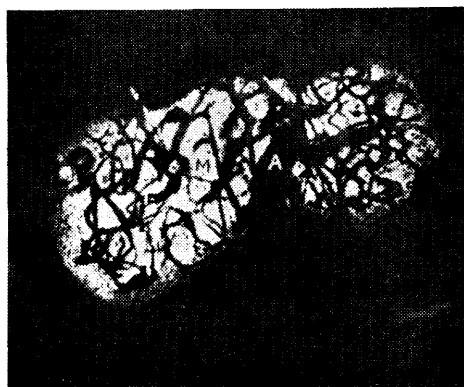
第1図 脾臓マルピキ小体内の毛細血管網

A Maximow and Bloom による

B 西丸一ステゲルダによる



M…マルピキ小体 a…中心動脈



M…マルピキ小体 毛細血管網 A…中心動脈

体的に観察する方法を案出した。これによって従来の方法では見られなかった<sup>3)</sup>脾臓のマルピキー小体内に毛細血管網を明瞭に観察することができた。(第1図)

この実験方法をもとにして、Cambridge からの帰国後、脈研同人と共に無脊椎動物、脊椎動物、人体について、毛細血管、毛細リンパ管の分布構造を追及して発表したので、ここでは殊にその実験方法の詳細を述べたい。

## II 実験方法

### I 毛細血管分布構造検索法

#### (i) 無脊椎動物の場合

一般に無脊椎動物の場合には個々の動物についての体液の組成、滲透圧、pH あるいはその循環系各部位の血圧の状態等について、これらを十分調査した上で、次に述べる脊椎動物の場合のような手順で行なえば、まず理想に近い方法と思われる。したがってできるだけその方針に従うことにする。しかしながら、一般に無脊椎動物の血液組成は脊椎動物に比して著しい差異はあるが、血液凝固や血液の色等に基づく障害も割合に小さく、前処置としての生理的灌流による血液洗滌効果の意義は比較的には小さいものが多いので、大きい血管系を有する動物は別として、特に灌流操作の難しい小動物においては、小さい注射針あるいは必要に応じてさらに小さい適当なガラス毛細管を作成して注射針とし、それによって色素(おもに墨)リンゲル液を血管系内に、血管系内圧よりやや高い圧によって、徐々に注入することによって目的を達する。しかし場合によっては血管系を肉眼のおよび顕微鏡的にも区別して認められないことがあるので、そうした場合やや血管系内圧を上廻るような圧をもって少量ずつの注入を、注入針の先端を移動させながら反復行なうことによって、血管系内への注入の成功を肉眼的あるいは鏡検的に認めたならば、さらにそれが徐々に一様に全系に色素液の行き渡るまで注入を持続し、それを確認して次の組織標本の作成に取りかかるが、その手技は次項に述べるものと原則として等しいのでここでは述べない。

しかしながら、無脊椎動物においては、必ずしも毛細血管が存在するとは限らない例も多いが、何らかの形で脈管様構造を証明できるものも少なくないので、ここでいくつかの具体例を記載しておく。

a) クラゲの場合 クラゲにおいては血管系は見られないが、いわゆる水管や水管外の組織腔様の構造を見ることができる。殊にその後者を検討するには予め作った小さいガラス注射針に5%墨海水液を入れた注射筒を連結し、諸水管の間に刺入してこの墨液を注入する。あるいは水管内にこの墨液を注入し、墨液の水管外への透過経路を求める方法を行なう。標本は収縮を防止するため、2枚のガラスの間に挟み、ただちにブアン液で固定し、アルコール

で脱水後クレオソート、キシロールで透明にする。観察は全体圧平標本で行なう。(第2図)

b) 牛の胃に寄生する雙口吸虫および牛の肝臓に寄生する肝蛭の場合 このような動物においては、おのおのその原始的脈管系を形成しているが、ガラス管で作製した極小の注射針を用い、顕微鏡下で各脈管系に5%墨—リンゲル液を注入して、脈管系の全貌ならびにその相互関係を明らかにする。なお標本は2枚のスライドガラスの間に挟み、圧平してホルマリン固定、アルコールで脱水する。さらにクロロホルム、キシロールに浸すことにより、かなり部厚い虫体も完全に透明にすることができ、爾後の立体顕微鏡による観察ならびに顕微鏡写真撮影に利する所が多い。また標本はパラフィン包埋を行ない、型の如く作製した切片はヘマトキシリン・エオジン染色法を施して組織学的関係も検討できる。(第3図)

第2図 クラゲ



水管に墨液を注入して、少し内圧を加えると  
上下傘の間の組織腔に墨の流入するを見る

第3図 吸虫



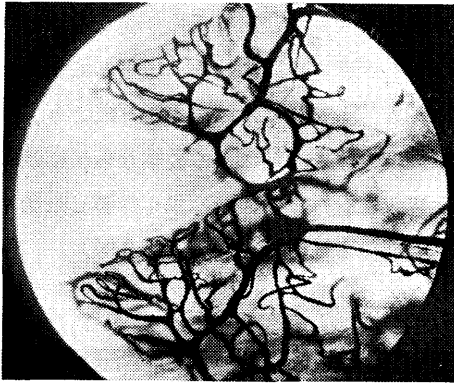
吸虫の脈管に墨の流入を示す

c) ゴカイの場合 ゴカイは活発な全身運動をするので、まずこれを麻酔する。それには約1ℓの海水にゴカイを必要数入れてこれに70%アルコールを徐々に2~3滴ずつ落してゴカイが動かなくなるまで続ける。その間約10分位である。スライド上に置いたゴカイを顕微鏡下で背行血管内に細いガラス注射針を挿入し、海水で溶かした5%墨液を注入する。標本は2枚のスライドの間で圧平して10%ホルマリンで固定し、アルコールで脱水、クレオソート、キシロールで透明にする。(第4図)

d) ナマコの場合 ナマコの腹壁より縦に切開して腸管および血管を損傷しないように体腔より露出させる。 $\frac{1}{2}$ 注射針をもって5%墨—リンゲル液を腸管に沿った背行血管ならびに体壁に縦走する水管内に注入する。特に体壁に走る血管(血竇系)には $\frac{1}{4}$ 注射針を用い、水管系の直下をやや深目に刺入してこの墨—リンゲル液をきわめて低圧で注入する。注入後

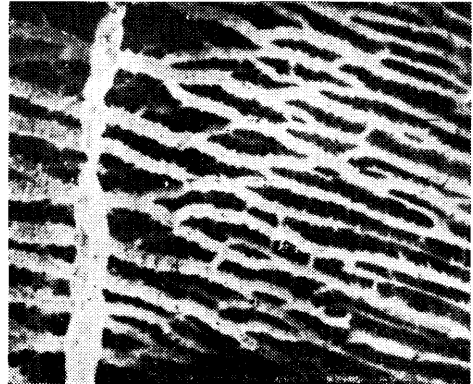
ホルマリン固定、アルコール脱水後クレオソート、キシロールで透明とし鏡検あるいは撮影する。(第5図)

第4図 ゴカイの毛細血管



ゴカイの側脚部における籠型の毛細血管分布(ここで呼吸作用が行れる)

第5図 ナマコの毛細血管

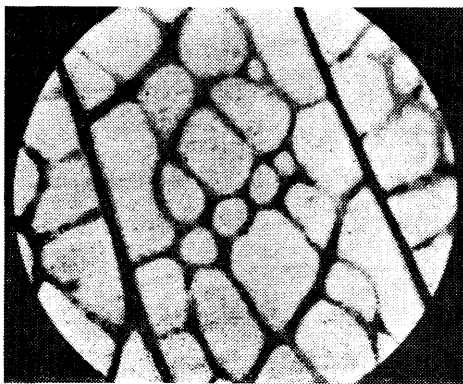


ナマコの脊行血管から腸管への毛細血管

e) ウマオイムシの場合 5%墨—リンゲル液を血管から翅脈内へと流入せしむ。これをアルコールで固定ならびに脱水し、クレオソート、キシロールで透明にし、脈管構造を鏡検する。(第6図)

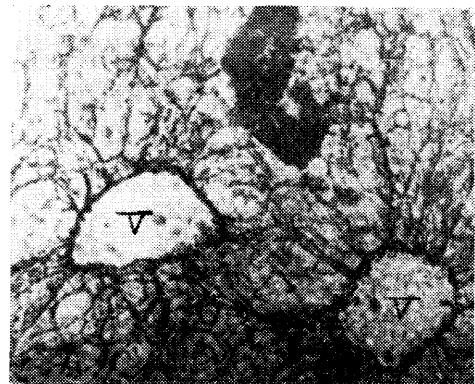
f) カキやガザミ等の血管はいわゆる開放性血管であるので、その一例としての、カキの場合 カキの殻に付着する肉柱を離断し、肉柱に近い囲心腔を破り心臓を露出する。ガラスカニューレを心臓に挿入し、心臓搏動を利用しながら適当な海水を灌流圧3~4cm海水柱で灌

第6図 ウマオイムシの毛細血管



ウマオイムシの翼に見られる毛細血管網

第7図 カキの血管開放部



静脈(V)に結合線維の集合が見られる。これにそって体液が組織間を流れる

流、続いて海水に希釈した5%の墨液に代えて灌流する。カキ血液の粘稠度は棲息域の海水のそれに等しいといい、また脆弱な微細血管への圧の加重を考慮して、ゼラチンはむしろ加えないでよいと思われる。標本は10%ホルマリン液固定後、所要部を可及的厚く切片とし、アルコールで脱水、クレオソート、キシロールで透明にする。

また連続切片を作成して Van Gieson 染色を行ない、その組織細胞と体液流との特殊な関係の追求を容易とすることもできる。(第7図)

(ii) 脊椎動物の場合

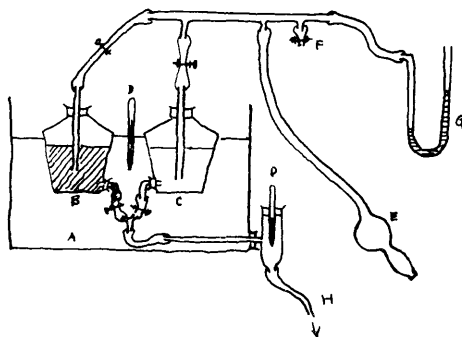
脊椎動物には変温動物と恒温動物の場合とがあり、これらに属する動物の間ではその血管分布構造検索法にもいろいろと異った点があろう。たとえば保温上の操作や用いる液の組成等が異っている。またおのおの動物について多少の生理的特徴や構造上の差異に基づいての細かな操作上の変化も起ってくるであろう。

しかしながら、いずれも原則的にはほぼ同等であるので、1, 2の例においての説明で十分と思われる。

最初に手がけた毛細血管分布構造の研究は、ネコの脾臓に関するものであった。この問題を通じて著者らの学んだ主要な点は、生理的灌流法と厚い切片の標本作製の重要性であった

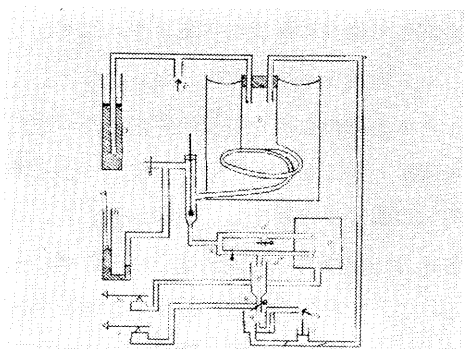
第8図 血管分布構造実験用灌流装置

A 局所灌流装置



この装置は局所用として便宜である。  
 A…恒温槽 B…色素液 C…リンゲル液  
 D…温度計 E…二連球 F…圧力調節弁  
 G…マンメーター H…動脈へ  
 二連球によって恒常漕流圧のもとに簡単に  
 目的を達し得る。

B 広版囲灌流装置



b…灌流液 c…温度計 d…2方コック d'…  
 動脈カヌーレ d''…静脈カヌーレ g…灌流量  
 測定瓶 a…流出液に酸素を与え、q (ポンプ)  
 でbに返す j…灌流圧調節器 p…送空気によ  
 って灌流圧を恒常にする k…灌流圧描記装置  
 n…オンコメーター m…オンコメーターの測  
 定装置 i…灌流量描記装置 d'とd''の  
 コックの開閉によって動脈→静脈または  
 静脈→動脈に灌流方向を加えること  
 ができる。

ので、こうした点に特に注意しながら、後にさらに1, 2改良を加えて、ほぼ一定の方式を用いるようになり、多くの毛細血管分布構造を明らかにするきっかけとなった。ここにネコで検討された実験の大略を記述して、その脊椎動物での血管分布構造検索法の説明に代えたいが、個々の動物の場合に対する細かい点は、おのおのの工夫の要する所である。その要点を列記すれば次の如くである。

a) 用いる色素ゼラチン液の物理化学的性状を血液のそれに近づけて、またその灌流により血管口径に可及的变化を与えないようにすること。

この色素ゼラチン液を作るには、まず灌流液ゼラチン濃度として血液粘稠度におよそ一致するように7%ゼラチン—リンゲル液を用い、そしてその液のpHは約7.3前後とし、良質の墨をすって、このリンゲル液中に5%程度の濃さになるようにする。

これを濾過して用いるが、このさい灌流により血管が収縮しないことが重要である。この上カフェインを0.05%の割に加えると、血管灌流が一層容易である。

b) 灌流圧および灌流液の温度を生理的に保つこと。

この灌流圧は重要な因子で、その所要器管の動脈圧にほぼ一致するようにするため、まずその部の正常血圧を測定してその圧を用いることにする。たとえば小腸血管に注入する場合には上腸間膜動脈より約90mmHgの圧により灌流する。灌流液の温度は恒温槽内を通すことにより、所要器管に入る直前で38°Cとなるようにし、またその灌流する所要器管も必要に応じて適当に保温できるようにしておく。

c) 血流を可及的停止しないようにして、連続的に色素ゼラチン液を灌流すること。

所要器管の血流を可及的停止しないで色素ゼラチン液を灌流するためには、まず実験動物を麻酔し頸部を開き頸動脈を出して、その動物の体重の約5%が全血量であると考え、その約1/3の血液量を採取して脱線維血とし、これにリンゲル液を加えて約200ccとして、それを前述の恒温動物の灌流装置内の貯蔵瓶の一つに入れ、他の貯蔵瓶には色素ゼラチン液を入れる。これで血管灌流の準備ができたので、今これを小腸について行なう場合を例として説明する。すなわち型の如く開腹し、上腸間膜動脈を可及的に早く見出し、約1cmにわたりこれを周囲組織より剥離し糸を2本通しておく。そして下腸間膜動脈を結紮し、さらに十二指腸と大腸下端において比較的太い糸でこれを結紮し、最後に上腸間膜静脈を見出し、これを約1cm周囲組織より剥離して木綿糸を2本通しておく。それからまず上腸間膜静脈の心臓端を糸で結紮し、ついで腸端をクレンメで押えた後血管を切り、ゴム管を付けた静脈カニューレを挿入して、他の糸で結紮固定し可及的速やかにクレンメを取り去り静脈端より流出する血液をコルベンに受け、ついで先の38°Cに保温したリンゲル液加脱線維血液をカニューレの先

端より流出させながら、可及的速やかに上腸間膜動脈を心臓端の木綿糸で結紮し、その血管を斜めに約 $\frac{1}{2}$ 切断し、そこから腸側に向けてカニューレを挿入固定する。そして完全に小腸の灌流ができれば、1分間の静脈端よりの灌流量を測定しておく。そしてなお十分に小腸が灌流されたことを認めて、切換コックにより灌流液を色素ゼラチン液に切換える。このとき1分間の灌流量が先の場合に比して小さいかあるいは大きい場合には、灌流圧を上下することによってその灌流量を調節し、可及的先の灌流量と同じにして十分に色素ゼラチン液を灌流した後、その動静脈の両端を同時に結紮して、小腸を損傷しないよう注意しながらこれを他の部分より切り離して、冷却したリングル液または冷却した10%ホルマリン液中加入して冷蔵庫中に保存する。

b) 標本は可及的厚い切片として、これを立体的に観察すること。

以上のように冷蔵庫に保存された器官たとえば小腸のようなものでは、鉗をもってそれを切り開きその一片を取って、アセトン液に入れて約30~40分の後これをクレオソート、キシロール液に投じ、これが透明となるのを待って型の如くバルサムにより標本をカバーガラスで封じる。さらに腸管の横断または縦断の切片も作製する場合には、これを可及的厚い切片として前述のようにアセトン液、ついでクレオソート、キシロール液に投じて透明としバルサム封入し、主に立体顕微鏡下で観察し、また立体顕微鏡写真を取り、立体鏡で観察する。

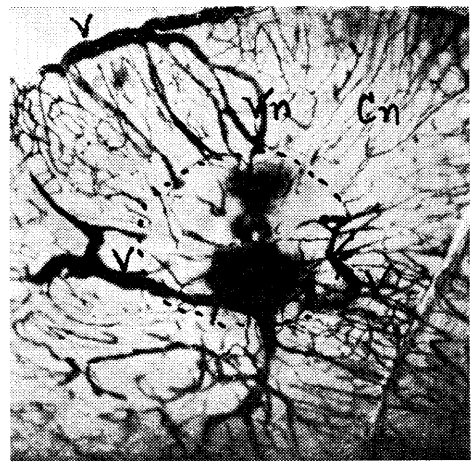
なおその後もいろいろと工夫されてその方法が一層簡便にされてきた。それによるとまず注入に使用する色素は、高級の唐墨が良いが市販の高級紅花墨（主として古梅園製）でも差支えない。これはリングル液で約10%の濃度にし、フランネルのような厚手の布片で2、

第9図 イヌの毛細血管



関節腔における隆起型毛細血管分布

第10図 イヌの透過性大の毛細血管



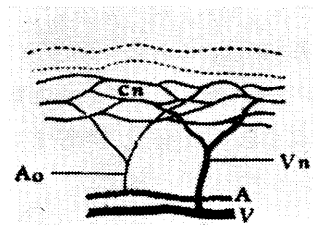
胸腺の濾泡における墨粒子の透過

3度濾過した後、40°C で比粘度がほぼ5になるように7~10%の割にゼラチン（または0.7~0.9%の割に寒天）を加え、さらに毛細血管を拡張させるために0.05%の割にカフェインを混入したものをを用いる。第8図はこの墨—リングル液での灌流装置であり、まず膠質滲透圧を保持させるため2%の割にアラビヤゴムを加えたリングル液で型の如く灌流し、そして流出液の変化、量等の観察に便利としておき、灌流圧、液温は常に生理的に保っておく。以下は前記と同様にしてこの灌流で血液を駆出させてから墨—リングル液を十分流した後灌流を停止させるとともに動脈を同時に結紮し、冷蔵庫中で冷却した10%ホルマリン液中に投入、48時間以上固定後そのままあるいは厚い切片（150~200 $\mu$ ）にして透明標本を作り、双眼実体顕微鏡下で断層観察を行ない、復構その他による類推の誤謬を少くする。（第9,10図）

このようにして追究した脊椎動物における毛細血管分布構造を総括し、それらを種々の分

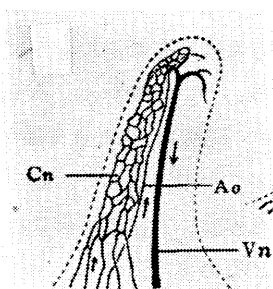
第11図 毛細血管分布型

A 網型分布



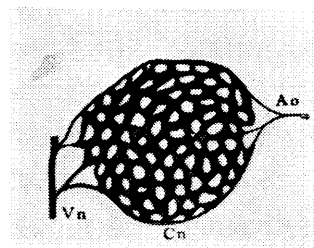
組織自体の栄養供給に關与するもの（食道、膀胱、皮膚など）

B 隆起型分布



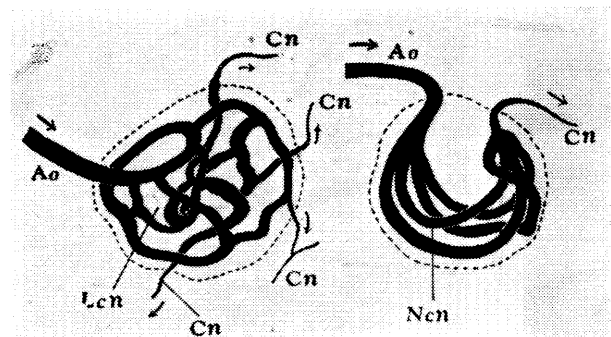
吸収、組織腔への体液を流入せしめる部のもの（粘膜、皮膚など）

C 叢型分布



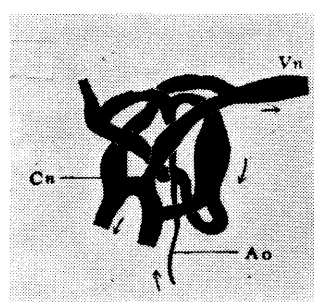
受動的血液貯留および物質（肺、肝など）交換の盛んな部のもの

D 籠型分布



血管からの濾過、内分泌物生成の部のもの（膵、ラ氏島、頸動脈洞、腎および脾のマ氏小体など）

E 洞型分布



血液を多く貯留する部のもの（骨髓、陰茎など）



布型に分類して見るとき、いくつかの代表的な型に区分することができる。そしておのこの器官内組織における特徴の一つとなり、おのこの固有の組織機能と密接な関係を有していると思われるので、各自の毛細血管分布構造検索の結果が、いかなる特徴を有するものであるかを十分検討して観察する必要がある。(第11図)

(iii) ヒトの場合

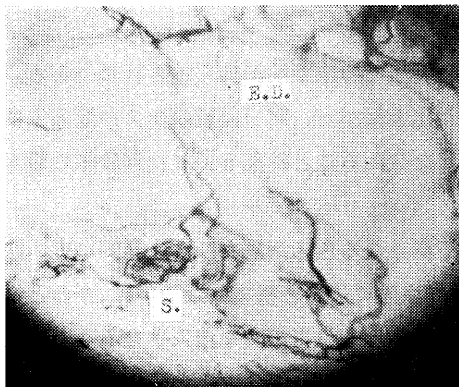
a) 成人

患者は60歳の男子で右下腿部に開放性骨折を受け広島鉄道病院に入院し、切断手術を施行することになったもの。前脛骨動脈は破損し後脛骨動脈は健在であったので、まず皮膚、筋肉、骨を切断し、最後に後脛骨動脈を切断した。切断後ただちに上述の墨ゲラチン、リングル液灌流方法を行った。(第12図)

b) 胎児

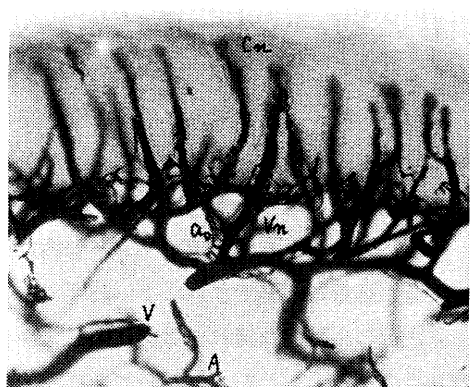
妊娠の人工中絶術を行なう場合、ラミナリヤまたはメトロイリーゼにより可及的に胎児を損傷しないように行ない、その死後の胎児について実験を行なう。胎児を37°Cの恒温に保ち胸廓前面を切開し、胸大動脈および下大静脈を露出し、胸大動脈より動脈カヌーレを下方に向けて挿入してそれより心臓側を結紮し、また下大静脈より下方に向けて静脈カヌーレを挿入して血液の流出を図り、それより心臓側を結紮して下半身をリングル液にて灌流し、ついで墨—リングル液を約10mmHgの圧で灌流する。また上半身では胸大動脈より逆に上方に動脈カヌーレを挿入し、それより下方を結紮、上大静脈より上方にカヌーレを挿入してそれより心臓側を結紮して、血流の流出を図り、同様に墨—リングル液を灌流後ホルマリン固定、所要の器官について厚い切片をとり上述の如く組織標本を作成する。(第13図)

第12図 ヒトの毛細血管



60才男子の下肢皮膚の汗腺(S)と排泄管(E D)における毛細血管

第13図 ヒト胎児の毛細血管



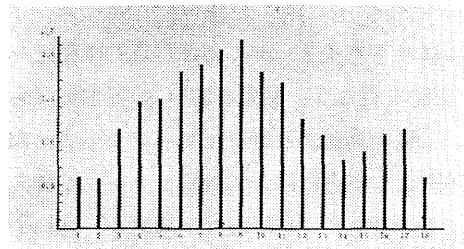
胎児8ヶ月における口唇粘膜の毛細血管(Cn)毛細動脈(ao) Vn(毛細静脈)小動脈(A)小静脈(V)

(iv) 毛細血管分布の量的検索

強い収縮性を考慮して、血管口径を可及的变化をさせないように、先述の色素リンゲル液（良質の唐墨がよい）によって灌流を行ない、凍結切片、セロイデン切片等により、約 200～500 $\mu$  の厚い標本を作製するか、または臓器によってはそのまま全体標本として透明標本とする。

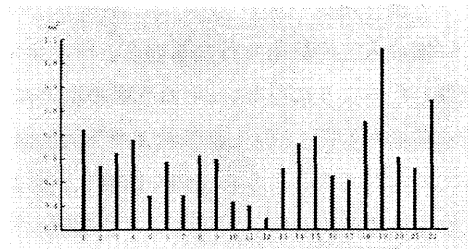
微細血管の表面積の計測にはほぼ平面的に毛細血管が分布するものについて、1 mm<sup>2</sup> 区劃内にあるものを顕微鏡下においてオクラルミックロメーターにより直接計測するとともに、投影器により拡大計測の値と比較検討する。（第14図、第15図）

第14図 人胎児8カ月の消化管粘膜最上層部の単位面積内に分布する毛細血管表面積(mm<sup>2</sup>)



- 1…食道 2…胃噴門部 3…胃小彎部
- 4…胃大彎部 5…胃幽門部 6…12指腸上部
- 7…12指腸下部 8…空腸上部 9…空腸中部
- 10…回腸上部 11…回腸下部 12…盲腸部
- 13…上行結腸 14…横行結腸 15…左結腸曲部
- 16…下行結腸 17…S字状結腸 18…直腸

第15図 人胎児8カ月の皮膚最上層部の単位面積内に分布する毛細血管表面積(mm<sup>2</sup>)



- 1…後頭部 2…耳介 3…頬部 4…口唇部
- 5…鼻部 6…後頸部 7…前頸部 8…胸部
- 9…肩部 10…背部 11…腹部 12…腰部 13…臀部
- 14…上腕内側 15…上腕外側 16…前腕内側
- 17…前腕外側 18…手背部 19…手掌部
- 20…大腿内側 21…下腿外側 22…足底部

II 毛細リンパ管分布構造検索法

リンパ管系の持つ循環生理学的意義は少なくなく、近来その重要性が広く示されつつある。したがって、上述してきた毛細血管分布構造と対比しながら、同一領域のリンパ管系末梢部の分布構造を明かとする事は、甚だ重要な知見を与えることになる。また自分等の最も関心を抱いた問題の一つでもある。

その実験方法として、毛細リンパ管内に一樣に指標となる色素溶液をほぼ生理的に近い状態で流し込むことができればよいわけであるが、毛細血管の場合と根本的な違いは、今のところ体液流の生理的な流れの方向に順じて、標識となる生理的色素溶液を流入させることの困難な点にある。したがって一般には生理の流れに逆って、リンパ管の太い部分あるいはリンパ囊から逆行性に徐々に生理的な内圧を余り越えない程度で、時間をかけて生理的色素液の流入を行ない、リンパ管系末梢部全域の分布構造を明かとする方法と、今一つはリンパ

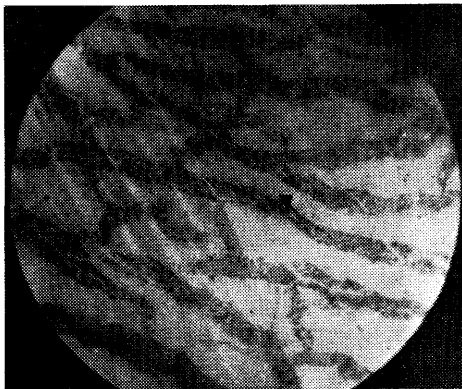
管内の弁による逆流への抵抗のやや少い、一層末梢部の小リンパ管あるいは毛細リンパ管に直接、微小な針あるいは毛細ガラス管を通じて生理的色素溶液を徐々に注入し、それを毛細リンパ管内に様に十分波及させていく方法とがある。後者の場合、一般に小さいリンパ管は透明で見えにくく、また針の注入が困難であるので、リンパ流を盛んにし、リンパ管を太い部分で結紮してその末梢部のリンパの停滞を起し、そのリンパ管を著しく太くし、あるいは少量の生理的色素液の組織内注入により末梢リンパ管を着色する等の工夫がなされるが、また毛細リンパ管内に直接注入する場合には、ある程度勤を頼りに成功することも多い。しかし一方では比較的容易に、かつほとんど正常な血行とともに毛細リンパ管を観察できるようにできるものもあるので、ここでは2, 3の動物で行なわれた毛細リンパ管分布構造の具体的検索法を例示しておく。

(i) 無脊椎動物 (タコの場合)

脊椎動物においては古くからリンパ管の存在が明らかとされていたが、無脊椎動物ではその存在が余りはっきりとしていなかったため、その検索を行なうため実験動物として先ず軟体動物のタコを取り上げて追求した結果、そこにリンパ管構造を見出すことができた。

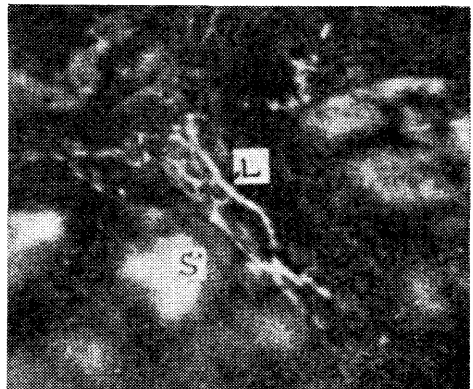
マダコを用いてその外套背面において正中線に沿って縦に切開し、続いて肝臓を被う筋性の被膜を同様縦に切開すれば大動脈が現われる。肝動脈分岐から心臓よりの点でガラスカニューレを頭部の方向に挿入し、海水柱 30mm の圧で海水を灌流、やや乳白色の血液が大動脈の他端より完全に流出し去った後、5%墨—5%ゼラチン海水液に切り代えて同様に灌流を続ける。墨粒子が全身に灌流されたとき、大動脈の両端を同時に結紮して墨液の流失を防止す

第16図 タコの毛細リンパ管



タコ外套膜における毛細リンパ管 (太く黒色のもの) と毛細血管 (白く細いもの)

第17図 ガマの毛細リンパ管



ガマの肺内面隔壁 (S) に分布する毛細リンパ管 (L)

る。続いて外套膜腹面で中央外套膜索引筋を切断し、漏斗近部の外套膜辺縁より正中線に沿って心臓部まで縦に切開して、2分された外套膜を左右に開く。ここで予め細いガラス管で作った極小の針と5ccの注射筒と細いゴム管で連結し、注射筒には5%墨海水液を入れておく。この注射針をもって、外套膜内面の皮下に刺して墨液を注入する。この操作を所々に繰返すことにより、外套膜内面に脈管形態を有する墨の線が個々に、あるいは連続して現われてくる。このようにして得られた標本は型の如く10%ホルマリン固定し、所要部を取って、アルコール脱水、クレオソート、キシロールで処理し、カナダバルサム封入で鏡検すれば、毛細血管分布とは別のリンパ管様構造を認めることができる。(第16図)

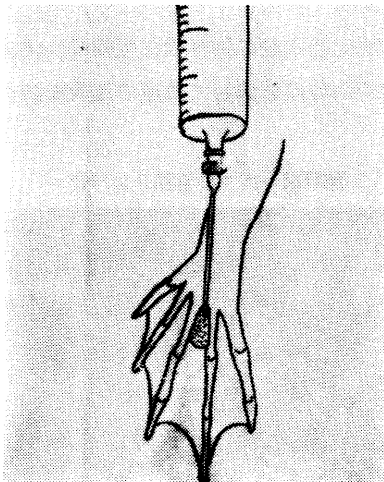
(ii) 脊椎動物

a) カエルの場合

1) 正常血行下における毛細リンパ分布構造の観察に正常血行下で毛細リンパ管が比較的長時間安定して観察できれば、毛細リンパ管の生理学的実験を行なう上に甚だ好都合である。そうした目的に次のような方法が行なわれる。

1/4mm注射針または同程度の口径の細いガラスカニューレで墨—リンゲル液をカエルの蹠膜のリンパ囊に注射する。

第18図 入墨法による生体毛細リンパ管



A カエルみずかきのリンパ囊への再三の墨液注入



B カエルみずかきの毛細リンパ管網  
これにより毛細リンパ管の機能を生体において実験することができる。

このさい注射器の代りにカニューレの先にゴム管を連結して、これをマンオメーターに連絡しておけば、約5mm水柱の圧で蹠膜リンパ囊は拡がると同時に、膜の先端の毛細リンパ管

に墨液が入り、毛細リンパ管が見えるようになる。ここで加えた圧を取り去ると、墨—リンゲル液は2～3分後には先端の毛細リンパ管を去り、その後には何も見えない。これを2～5回繰返すと、墨液の去った後に漸次毛細リンパ管に相当して墨粒子の沈着ができてくる。これを強拡大で拡大して観察すると内皮細胞間質に相当して、墨粒子が沈着しているのがわかる。墨粒子の沈着が完全であれば、正常血行でその観察は12時間後でも可能である。そしてこの方法で強拡大でも弱拡大でも、毛細リンパ管を容易に観察できるようになる。(第18図)

## 2) 腸における毛細リンパ管分布構造

腸管の血管系を型の如く墨—リンゲル液で灌流後、腸管を被覆するリンパ囊中に朱—リンゲル液に連結したカニューレを挿入し、幽門部と直腸部の下に結紮糸を通しそのカニューレを結紮固定する。そうすれば適当な内圧の下に朱—リンゲル液は、腸間膜動静脈を被覆しているリンパ囊を通り、一部は腸間膜の毛細リンパ管に沈着するが、他は腸管の粘膜下毛細リンパ管網に流入し、さらに絨毛の毛細リンパ管網に達することができる。

### b) ガマの場合

ガマもカエルとほぼ同様であるが、その内臓の一例として肺臓の場合を示すと、まず脊椎を破壊し背位に固定後そのリンパ囊より朱あるいは墨液を逆流させて、リンパ囊に続く肺内リンパ管系に流入させてその末梢部を検索する。

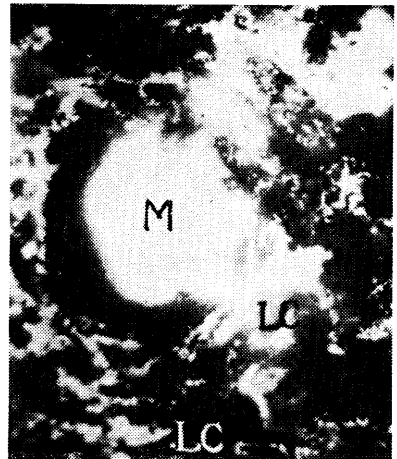
このとき朱を用いる場合には、血管内を十分に洗滌の上墨—ゼラチン—リンゲル液を注入

第19図 鼻粘膜の毛細リンパ管



イヌのくも膜下腔に墨液を注入した時に鼻粘膜毛細リンパ管に流入して、その間質に墨粒子の沈着によって毛細リンパ管網を見得るようになる。

第20図 脾臓髓質のリンパ管洞



犬の脾臓のマルビキー小体 (M) を囲むリンパ管洞 (LC 黒色)

するか、あるいは血管系には手を加えずそのままの状態で行ない、また墨液を逆流させる場合には常に後者のみを選んで行なう。(第17図)

その他の臓器の場合もほぼ同様である。

c) イヌの場合 イヌの場合も種々な部位について行なうことができるが、ここでは代表的な1, 2の例を示しておく。

#### 1) 鼻粘膜における毛細リンパ管

体重1kg当り1gのウレタンを腹腔内に注入して、麻酔する。後頭下穿刺により2~5ccの脳脊髄液を排除し、これと等量の墨—リングル液をくも膜下腔に交換注入する操作を10~20分毎に3—5回繰返した後、動物を犠牲にして、その鼻粘膜を基底より剥離する。これをカバーガラスの上に伸展して鏡検するか、10%ホルマリン液中に固定永久標本として鏡検して分布構造を明かにする。さらに固定された標本を5~10 $\mu$ の組織片として、ヘマトキシリン、エオジンなどの染色により、強拡大のもとで毛細リンパ管壁の構造を明かにする。

(第19図)

#### 2) 脾臓の毛細リンパ管

この場合もまず型の如くに脾臓を露出する。そして予め脾臓血管を灌流しその大部分の血液を駆出した後、朱—ゼラチン—リングル液を脾門の靭帯附着部より、あるいは癒痕のため脾臓表面の肥厚した部分より、被膜内に $\frac{1}{4}$ 注射針で可及的圧を加えないように注入し、まず脾面リンパ管を出現させ、その後なお続いて注入することによって深部にまで及ぼすようにする。そして型の如く100~200 $\mu$ の連続切片標本を作って、立体顕微鏡で透過光線あるいは落下光線によって種々の部位の毛細リンパ管を検索することができる。(第20図)

その他種々の臓器において、この方法を用いて毛細リンパ管の分布構造を追求することができる。<sup>4-8)</sup>

## ■ 結 語

従来毛細血管の分布構造検索法として、動物の死後、非生理的な色素液が非生理的な圧のもとに注入されてきた。これらの方法は血管が強い能動的収縮性を有するため、全毛細血管に色素が流入しないのみならず、強い圧を用いるため口径の変化をきたす。

この著者が考案した毛細血管分布構造検索法は口径の変化はなく、厚い切片により、また臓器そのままを標本とするために、毛細血管網の全貌を立体顕微鏡の一視野に観察することができる。

毛細リンパ管の分布構造検索法の場合には、墨粒子が身体部位によっては毛細リンパ管壁より透過することによって、かかる場合には朱を用いるのがよい。墨粒子より小さい粒子の

色素を用いる時には、容易に毛細リンパ管壁を透過するために、その目的を達せないのみならず、誤った結論を下すことがみとめられる。

## 文 献

- 1) Nisimaru, Y. and F. R. Steggerda (1932): Observations of the Structure and Function of Certain Blood Vessels in the Spleen. *J. of Physiology*, 74, 327.
- 2) Barcroft J. (1934): Feature in the Architecture of Physiological Function. Cambridge Univ. Press, 141. (Krumbhaar, E. B. (1926): *Physiol. Rev.* 6, 160.)
- 3) Maximow, A. A. and W. Bloom (1948): *A Text Book of Histology*, 277.
- 4) 西丸和義 (1963): 脾臓の血管、リンパ管および体液流。広島女学院大学論集 13, 71.
- 5) 西丸和義 (1965): 肺臓の血管、リンパ管およびその体液流。広島女学院大学論集 15, 131.
- 6) 西丸和義 (1966): 肝臓の血管、リンパ管およびその体液流。広島医学 19, 251.
- 7) 西丸和義 (1966): 腎臓の血管、リンパ管および体液流。広島女学院大学論集 16, 125.
- 8) 西丸和義 (1965): 脳微細脈管について。広島医学 18, 251.

## [ABSTRACT]

### Methodology for Studying Distribution of Blood and Lymph Capillaries

Yasuyosi NISIMARU

As a method for studying the distribution of blood capillaries non-physiological dye solutions had been injected into the postmortem animals under non-physiological pressures. Since the blood vessels have strong active contractility, under these methods the flow of the dye solution into the blood capillaries was impeded and changes in caliber were caused.

The research method for distribution of blood capillaries devised by the author does not cause any change of caliber, and permit observing the whole blood capillary nets under one visual field of a stereo microscope because a thick specimen or an organ itself is used as it is.

Regarding the study of lymph capillary distribution, as even India ink particles permeate the lymph capillary walls in some part of the body, vermilion is preferred in such cases. When dyes with smaller particles than India ink are used, the easy permeability of these dyes to the blood and lymph capillary wall sometimes prevents attaining the objective and even leads to incorrect conclusions.