

実験的化膿性骨髓炎発生に関する研究

第 1 編

骨 の 血 管 構 造 に つ い て

岡山大学医学部第1外科教室（指導：陣内教授）

副 手 友 近 茂

〔昭和29年12月22日受稿〕

第1章 緒言並に文献

骨髓血管系に関する解剖学的研究はその文献に照らしても明らかな如く、古来より学者の興味をひき動物実験、屍体成は生体において病理解剖学的に観察せられその大要は解明されたかの観があるとは云え、今日尚不明の点もまた尠しとしない。骨髓は出産後赤血球及び白血球の生成等造血組織として特異なる機能を有する臓器である。しかもこれらの機能に密接な関係を有するのは骨髓血管構造であることは勿論である。骨髓血管に関し Robin¹⁾ (1864) は特に円径の大なる静脈性毛細管の骨髓内に存在することを提唱し、次いで Neumann²⁾ (1869) は之を静脈洞 Venensinus と名づけ、Bizzozero³⁾ (1869), Hoyer⁴⁾ (1869) も動物実験より静脈洞の組織学的検索を行つた。爾来静脈洞は骨髓の造血機能と密接な関係のある部位として胎生学的、解剖学的、生理学的、或は又病理学的方面より幾多の貴重なる業績をみるに至り諸家の注目するところとなつた。Langer⁵⁾ (1876) は人体剖検材料より管状骨における血管装置に関する研究を行い、主要動脈の外に骨膜動脈枝の分布のあることを認め、Doan⁶⁾ (1913), Cunningham⁷⁾ (1925) 等も剖検材料に就て静脈洞の組織学的研究発表を行つた。Rindfleisch⁸⁾ (1880) は血管内色素注入法により海猿骨髓内動静脈枝の分布状態を模型図で示し、Denys⁹⁾ (1887) は鳥類管状骨骨髓血管の研究により骨髓全長に亙り縦走する所謂中心静脈 Zentralvenen は同伴動脈に比しその内腔は頗る廣大

で、その壁は静脈壁と同様の構造を有すると述べ、又1904年 Lexer¹⁰⁾ は屍体のレ線撮影像より動脈性血管の分布状態について詳細なる研究発表を行い、その分布状態の部位的差異及び年齢的变化の模様を検索した。その後 Venzlaff¹¹⁾ (1911) は鳩の大腿骨及び脛骨の体部における骨髓血管幹部の分枝状態並に動静脈の相互関係を立体図で示し、骨髓内動脈は静脈主幹に接しており、又必ずしも中心を走るとは限らないので之を主幹静脈と唱えるべきだと云い、尚該静脈は Denys⁹⁾ の所説と異なり内・中・外の三層と識別し得る静脈壁を構成すると記載した。また岩男¹²⁾ (1926) は家兎並に剖検例について長管状骨骨髓特にその静脈系血管の研究により静脈系統を毛細血管、固有静脈洞、静脈洞様部、総静脈洞、異形総静脈洞等諸種の名称を与え、一方静脈系主管の壁構造は橋本(美)¹³⁾ (1936) によると静脈洞と全く同様で甚だ広濶な管腔を有し、骨髓内径の $\frac{1}{16} \sim \frac{1}{4}$ を占め、動脈性毛細管が静脈洞に直接移行するものであり、静脈系を解剖学的並に機能的関係より静脈洞、集合洞及び貯血静脈幹の三部に分けた。橋本(義)¹⁴⁾ (1941) は生体において骨髓内静脈撮影法の考案により動脈系血管の研究のみならず静脈系血管の研究も可能ならしめた。次いで最近では平木、大藤¹⁵⁾ 等 (1953) はスバルテホルツ氏透明標本の立体観察により骨髓血管系の動静脈の分布形成を明らかにした。しかしながら之等の報告の多くは組織学的な研究であり、しかも骨は他の組織と異なり硬組織により被れているため直ちに内部構造を観察する

ことが不可能である。従つて日々骨の手術に携さわり、各種骨疾患の治療特に観血的療法を行つている外科医においても、骨血管構造について、より深い智識を有するならば骨疾患治療の上にも亦その発生病理を理解する上にも益するところ大なるものがあると考えらる。

私は屍体、猿及び家兎を用いて骨血管特に長管状骨の血管構造に関する研究を行い、その大略を知り得たのでこゝに報告し諸賢の御参考に供したいと思う。尚私は長管状骨の代表たる大腿骨の血管構造について述べる。

第2章 実験方法

実験動物は主として家兎を用い、一部屍体胎児、猿を用いた。

実験方法としては腹腔内動脈へ墨汁、合成樹脂或は水銀の注入を行い血管構造を組織学的、立体的或はレ線学的に検討した。

墨汁を注入し生体血管染色を行つた実験材料は屠殺後大腿骨を採取し直ちに10%ホルマリンで固定、5%塩酸で電気脱灰し、次に型の如く各種%アルコールで充分脱水、Spalteholz透明標本（ペンツォール次いで冬緑油浸漬）を作り、安全カミソリの刃で出来るだけ薄い連続切片を作つて無染色のまま油浸装置で冬緑油に浸し鏡検した。一部はスツエロイチン包埋として25~50 μ の厚さを有する連続切片を作り、染色を施し組織学的検索も行つた。

水銀注入は教室の津下・道岡¹⁶⁾の方法により水銀テルペンチン油の腹部動脈内注入後大腿骨のレ線撮影を行つた。又合成樹脂を注入した大腿骨は苛性カリ溶液で浸漬消化後鏡検した。

第3章 実験成績

Lexer¹⁰⁾は骨髓血管系を4種に分け、(1)骨髓栄養血管系、(2)骨膜血管系、(3)メタフィーゼ血管系、(4)エピフィーゼ血管系としているので私もこの分類にならい各血管系について述べる。

A. 骨幹部血管系

1. 動脈について

骨髓の栄養動脈は骨の栄養孔を通じて骨髓腔内に入ると直ちに弧を描き乍ら上、下行主幹動脈枝に分岐する。その所見は第1、2図の家兎及び人胎児の血管内水銀微細粒子注入所見及び第3図の猿大腿骨血管内合成樹脂注入所見に見る如くであつて、上行枝は間もなく数本の分枝に別れて上行し、メタフィーゼに近づくにしたがつてその数を増加すると共に管腔の太さは漸次小となり、メタフィーゼ部においては旺盛な最後の分岐を行つている。次に下行枝も骨髓中心部に出ると間もなく1~数本の分枝に分れて骨幹部を比較的長く下行し、骨幹中央部附近に至ると各分枝は再び分岐を重ね、メタフィーゼに達すると多数の微細血管に移行している。

尚以上の動脈枝は総て迂曲が緩徐であつて主として骨の長軸に平行して走行する状態は他の組織には見られない骨血管の特徴と思われる。

さて上述の平行動脈枝は全長に互つて斜方向に多数の細小動脈枝を樹枝状に出し、これは最早骨長軸には平行せず種々の方向に走行しつゝ再び分岐を重ねて毛細血管に移行する。その所見は第3図に見る如くであつて平行動脈枝の周囲に樹枝状或は雲状を呈しているのは此等多数の毛細血管及び後述する静脈洞の一部にはかならない。尚第4図はこの部を拡大して得た所見であるが各毛細血管の内容物は極めて狭く、多くは細長なる直線状又は稍々弧状を描いて走行している。

次に動脈性毛細血管が静脈系に移行する部の所見については古来幾多の論議がなされたところであるが、私は血管内に合成樹脂を注入するという極めて容易な方法によつてこの部の構造を明瞭に観察することが出来た。即ちその所見は第4図に見る如くであつて毛細血管の先端は楕円形又は紡垂形その他不規則の形をした膨大部に移行しているが、これは合成樹脂が毛細血管内を通り静脈洞内に一部侵入した所見を示すものである。尚私の実験

例においては合成樹脂が充分静脈洞内に侵入しなかつたため毛細血管と一部静脈洞との関係を明らかにならしめたのみで、多数吻合した静脈洞網との関係については明らかにすることが出来なかつた。

次に毛細血管が互いに吻合を営むか否かの問題についても幾多の問題の存するところであるが、私の観察では之等の明確な経路は全然認めることが出来なかつた。

2. 静脈について

静脈は動脈と共に栄養孔を通じて骨髓腔に達すると急にその内腔を増大し、壁は頗る菲薄となり、内径は骨髓腔全体の $1/10 \sim 1/5$ 大の大静脈幹となる。そしてこの静脈幹は動脈系に見たと略々同様骨髓腔内侵入後間もなく孤を描きながら上、下行の静脈幹に分岐して去々遠位及び近位の再骨端側に走行するものである。

次に上、下行静脈幹よりはその全長に互つて多数の分岐をその周囲より出すが、骨幹部においては主幹に対して略々垂直の方向に放射状の分枝を出し、更に近位又は遠位端に向うに従つてその方向は次第に斜方向をとっている。之等静脈幹より直接に分岐した分枝は静脈洞の血液を集合する集合枝であつて橋本、平本、大藤¹⁵⁾等はこれを集合洞と呼んでいる。第5図は家兎骨髓血管内墨汁注入標本の横断面であるが、略々中心部に大なる静脈幹があり、これより放射線状に出た集合洞を認めることが出来る。

上記の集合洞も更に分岐を重ね、末梢へ行くに連れ多数の静脈洞を形成し、これは骨髓全般に互つて微細な網状を呈し、互いに吻合して一大網状体を形成している。

第6図は骨髓静脈の縦断面の所見であるが中央に大なる静脈幹を認め、これより分岐した多数の集合洞は無数の静脈洞に分れて網状体を形成している。図の右下部に直線状を呈して見られるのは骨髓動脈の一分枝であるが、之等より見ても明らかな如く骨の静脈系の発達には実に強大であつて、これに比すれば動脈系の発達は極めて貧弱であると云わなければ

ならない。これはまた骨血管構造に特有な所見とされている。次に骨髓動脈枝と静脈主幹とは互いに関係なく全く独立して走行するのを認めた。

3. 骨端軟骨部における血管所見

幼若動物の骨端核部における血管は分岐して毛細血管となり、他部に認めたと同様静脈洞に移行して複雑な網状体を形成している。一方骨幹側よりは口径の極めて細い毛細血管が海綿様を呈するメタフィーゼの骨髄突起間を直走的に平行しつゝ骨端軟骨部に接近し、これに接する部において口径を著しく増大して棍棒状を呈する静脈洞に移行している。静脈洞は再び直走的に或は軽度の蛇行を示しつゝ骨幹側に帰りこの部の静脈洞網状体に吻合している。其の所見は第7図に見る如くであつて毛細血管はその先端部において直接静脈洞に吻合しているものである。幼若家兎の骨端核部と骨幹部との間における血行の交通は両者の移行部である骨端軟骨を通しては行われなで、骨皮質部を通じて行われるのを認めた。

B. 骨膜血管系

骨膜の血管は他部組織におけると同様網様構造を示しているが、之等の血管は骨皮質内の「フォルクマン」氏管或は「ハーベルス」氏管を通じて骨髓腔側に侵入している。第8図は墨汁注入法により得た骨皮質全層の透明標本であつて「ハーベルス」氏管、「フォルクマン」氏管を通ずる血管の所見を示す。

骨膜血管の骨髓内侵入に関する私の検索結果においては骨皮質を通じ骨髓腔に出た毛細血管は骨髓側毛細血管と吻合することなく、総て静脈洞に移行して間接的に骨髓側毛細血管と連絡するものと思われ、又骨皮質中に小なる髓腔が存すればこの部においても毛細血管は常に静脈に移行するものである。

C. メタフィーゼ血管系

メタフィーゼにおいては数本の小動脈枝が同部の栄養孔を貫いて侵入し、多数に分岐して樹枝状となり遂に毛細血管となつてこの部の栄養を司さどつてゐる。第9図は成人男子

の骨端部血管を水銀注入法により示したものである。そしてこの部においても毛細血管は総て静脈洞に移行し、直接他の毛細血管と吻合する所見は認められない。

次にメタフィーゼの静脈洞網も骨幹部に見たと同様極めてよく発達して網状体を形成し、之等はまた樹枝状を呈する集合幹により漸次集合されてメタフィーゼ静脈枝となり、遂に皮質孔を通じて骨外に出ている。第10図はエピフィーゼに見られた静脈枝と静脈洞網状体の所見を示すが、メタフィーゼにおいてもその所見は同様である。

D. エピフィーゼ血管系

エピフィーゼを栄養する小動脈枝は関節嚢又は靱帯の附着部より侵入し、種々の方向に分岐して網工を形成している（第9図参照）。この部においても静脈洞網はよく発達し、動脈に比し内腔の大なることは骨体部におけると同様であり、遂には樹枝状を呈するエピフィーゼ静脈枝となつて関節嚢又は靱帯を通じて骨外に出る。その所見は第10図に示す如くである。

第4章 総括並びに考按

骨髓血管系の特異性が Robin¹⁾ により唱えられて以来 Langer⁶⁾, Lexer¹⁰⁾, Ansseroff¹⁸⁾ 及びその他の研究者により骨髓動静脈系に関する各種の研究がなされた。即ち解剖学的、生理学的或は病理解剖学的に多方面に互つているとは云え、その主張するところは各々区々で、或は互に相反し、しかも部分的記載が多い様に思う。しかしさきに橋本¹³⁾ (1936) は家兎長管骨の連続切片による組織学的検索を以て、又大藤¹⁵⁾ (1953) はマウスのスバルテホルツ式透明標本により骨髓血管の系統的記述をしたが、私は主として家兎又屍体及び猿を用い血行内へ墨汁、合成樹脂或は水銀の注入を行い組織学的及び立体的に血管構造の検索を行つた。その結果を総括し、考按を試みるならば次の如くである。

(1) 骨幹部髓内動脈は栄養孔より侵入後上・下主幹動脈枝に分岐し、これは夫々略々平行

な平行枝を出し、更に多数の細小動脈枝を樹枝状に分岐するが、その所見は Neumann²⁾, Lexer¹⁰⁾, Bargmann¹⁷⁾ 等の所見と一致している。

次に動脈性毛細血管が静脈系に移行する部の所見については古来議論の多い所であつて、動脈性毛細血管は一旦実質内に終り血液は後再び集合するものであるか、或は動脈性毛細管が直接静脈洞内に連絡するものか、又両者が共存するものかについては最近まで判然としたものを認めなかつた。1876年 Langer⁵⁾ は家兎、猫、剖検材料により、又1887年 Denys⁵¹⁾ は鳩に就いて動脈性毛細管と静脈洞との直接連絡を認め、更に1930年 Bargmann¹⁷⁾ は家兎に就いて終末毛細管の存在を認め、該毛細管が直接静脈洞と連絡していることは確実であると述べた。Neumann²⁾ はこれの確実性を推定しているが組織学的には明らかにしていない。その後橋本¹³⁾ はこの部の詳細な研究を行い遂にアザン氏染色法によつて組織学的にこの点を証明し、総ての動脈性毛細管は直接に静脈洞に移行連結することを認めてその模型図を発表している。

私は血管内に合成樹脂を注入することにより毛細血管の先端は楕円形、紡垂形、その他種々の形をした膨大部に直接移行することを確め、橋本¹³⁾ 氏の模型図と略々同様であるとの結果を得ることが出来た。

更に毛細血管相互間の吻合に関して Langer⁶⁾, Bargmann¹⁷⁾, 橋本¹³⁾ 等は之を否定し、Venzlaff¹¹⁾, 岩男¹²⁾ 等は之を認めるとしているが、私も遂に確認することが出来なかつた。即ち毛細血管は総て静脈洞に直接移行するものと確信する。又橋本¹³⁾ は動脈主幹が静脈主幹に連絡するのを特徴づけているが、私は大藤¹⁵⁾ と同様之等の所見を認めることは出来なかつた。

(2) 骨幹部髓内静脈も動脈と同様上・下の静脈幹を分岐するが、その内腔は実に広大であつて骨髓全体の $1/10 \sim 1/5$ を占め、他臓器に見られない骨髓脈管系の一大特徴をなしている。しかしてこの静脈幹については従来色々

の名称があり中心静脈、縦走静脈 (Doan), 主幹静脈 (Venzlaff), 総静脈洞 (岩男), 集合洞 (富塚), 貯血静脈幹 (橋本) 等と呼ばれ、大藤¹⁵⁾は主幹静脈洞としている。即ち之等の名称が示す如くこの静脈幹は骨髓の略々中央部を走り、無数に存在する静脈洞の血液を集合する総静脈洞であり、又橋本¹³⁾の言う如く血液の一大貯蔵池をなすものであろう。

次に之等上・下大静脈幹部では主幹に対し略々垂直方向に又近位、遠位端に向うに従つて斜方向をとつて放射状の集合洞に分岐し、これは更に骨髓全般に互つて微細な網状を呈し、互いに吻合して一大網状体を形成する末梢静脈洞に移行する。即ち骨髓の静脈系は末梢静脈洞、集合洞及び静脈幹の三部に分類されるが、その発達に動脈系のそれに比し極めて強大であるということが出来る。

(3) メタフィーゼの血管系、特に骨端軟骨と血管との関係に関しては幾多議論のあるところであるが、主幹動脈枝より分岐した小動脈枝は骨髓突起間を略々平行に走り、骨端軟骨に接すると共に内腔が著しく増大した棍棒状の静脈洞に移行し、再び直走的或は軽度の迂曲を呈しつつ骨幹側に回り静脈洞網状体と吻合するもので、骨端軟骨を穿通してエピフィーゼ部に移行するものは認めることが出来なかつた。

(4) 骨膜血管も網様構造を示し「フォルクマン」氏管或は「ハーベルス」氏管を通じ骨髓腔に侵入するが、この際 Doan⁶⁾ は骨膜血管の骨髓内侵入を認め、又岩男¹²⁾、橋本¹³⁾ も之を認めると述べているが、私はその所見を

認めることが出来ず、此等骨髓血管は総て静脈洞に移行して間接的に骨髓側毛細血管と連絡するものと考えらる。

(5) エピフィーゼにおいては関節囊又は靱帯の附着部より侵入した小動脈枝は分岐して網工を形成し、又静脈洞網もよく発達し樹枝状を呈して関節囊又は靱帯を通じ骨外に出る。尚動脈性の細小血管は常に静脈洞と直接に連絡するものと思われる。

第5章 結 論

(1) 骨幹部髓内動脈は上・下主幹動脈枝より夫々略々平行な平行枝を出し、これ等は更に多数の細小動脈枝を樹枝状に出し、毛細血管の先端は楕円形又は紡垂形を呈する膨大な静脈洞に移行する。

(2) 骨幹部髓内静脈も動脈と同様上・下静脈幹に分岐するが、その内腔は更に広大で骨髓腔全体の $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{5}$ を占める程である。この静脈幹よりは多数の集合洞を放射状に分岐し、又この集合洞は更に微細に分岐して一大網工を形成し末梢静脈洞となる。しかして静脈系の発達が動脈系のそれに比し極めて強大であることは骨髓脈管系の特徴である。

(3) 骨端軟骨を穿通する血管は認めることが出来ない。

(4) 骨膜血管も網様構造を示すが、骨髓側毛細血管とは静脈洞を介して間接的に連絡する。

(5) メタフィーゼ、エピフィーゼ系血管の分岐状態は骨幹部血管系のそれと本質的差異は認められない。

文 献

- 1) Robin : zit. n. Askanazy.
- 2) Neumann : zit. n. Askanazy.
- 3) Bizzozero : Arch. f. mikroskop. Anat. 35, 424, 1890.
- 4) Hoyer : zit. n. Bargmann.
- 5) Langer : Zbl. Chir. 5, 484, 1878.
- 6) Doan : Contribut. to Embryol. 14, 29, 1922.
- 7) Cunningham : Contribut. to Embryol. 16, 56, 1925.

- 8) Rindfleisch : Arch. f. mikroskop. Anat. 17, 1. 1880.
- 9) Denys : zit. n. Venzlaff.
- 10) Loxer : Arch. klin. Chir. 48, 181, 1894. 71, 1, 1903. 73, 481, 1904. 119, 520, 1922.
- 11) Venzlaff : Arch. f. mikrosk. Anat. 77, 377, 1911.
- 12) 岩男 : 東京医学会雑誌, 40, 775, 1926.
- 13) 橋本(実) : 福岡医学会雑誌, 29, 2450, 1936.

- 14) 橋本(義) グレンツゲビート, 15, 26, 1941. Anat. 11, 88, 1930.
15) 平井, 大藤 日新医学, 40, 14, 1953. 18) Anseroff Zschr. f. Anat. u. Entw. 103, 793,
16) 津下, 道岡 : 総合医学, 10, 201, 1953. 1934.
17) Bargmann Zschr. f. Zellforsch. n. mikr.
-

Department of Surgery, Okayama University Medical School.
(Director : Prof. Dr. D. Jinnai)

Experimental Studies on Osteomyelitis Purulenta

Part I. A study on the normal blood vessel system in the femur

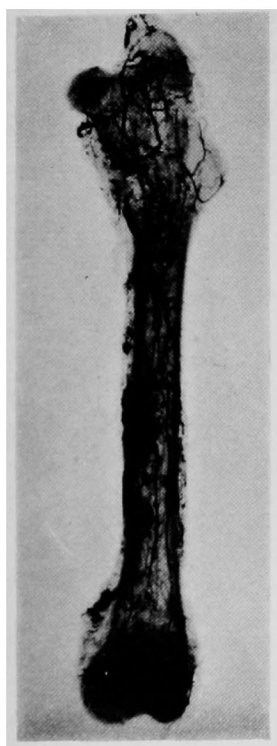
by

Shigeru Tomochika

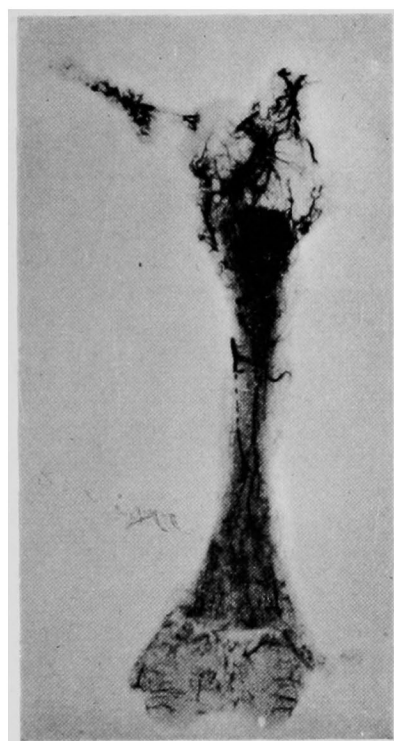
This experiment was planned to study to see at what part of the metaphysis osteomyelitis purulenta started, how it developed, and what course it took.

The femur of young rabbit was used in this experiment and the normal blood vessel system in the femur was clarified.

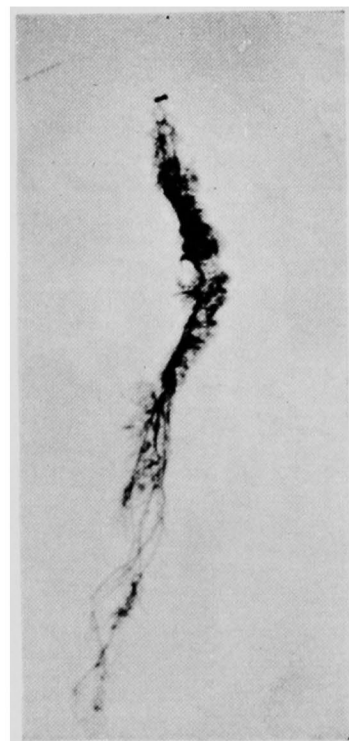
友 近 論 文 附 図



第 1 図
家兎血管内水銀微細粒子
注入所見



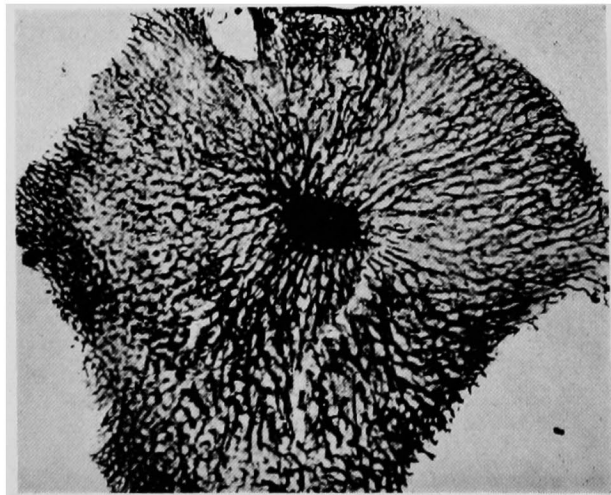
第 2 図
7 ヶ月胎児血管内水銀微細粒子
注入所見



第 3 図
猿血管内合成樹脂注入所見

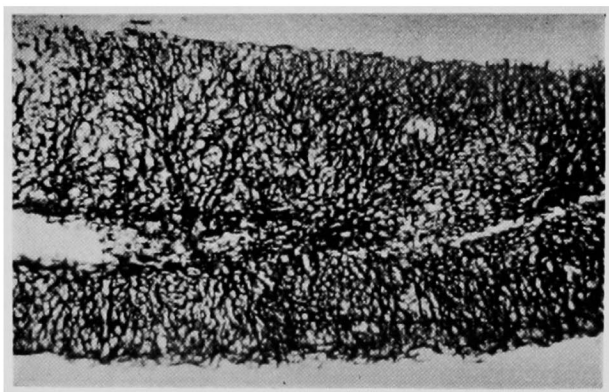


第 4 図 毛細血管の静脈洞移行部所見

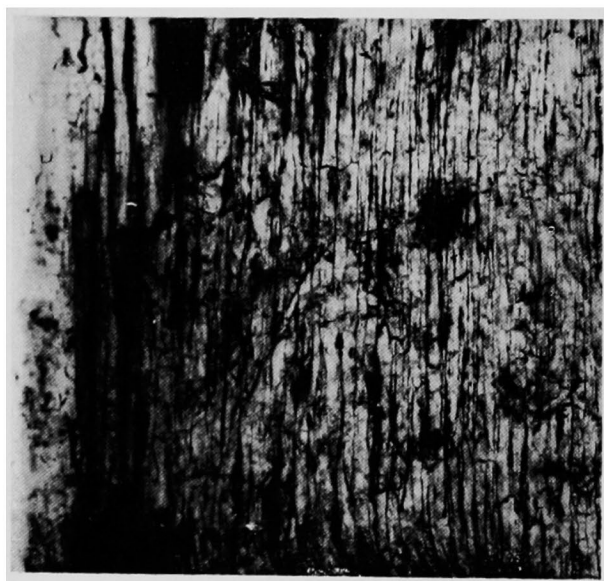


第 5 図 家兎骨髓静脈系横断面（墨汁注入）

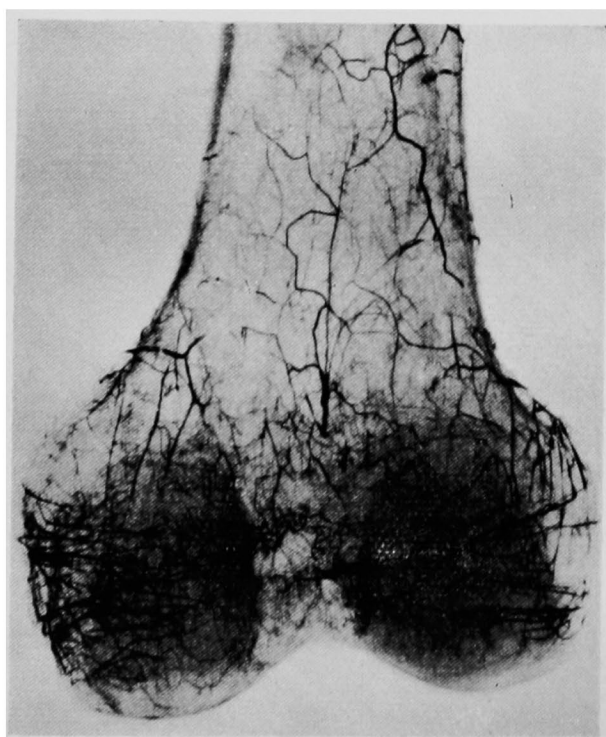
友 近 論 文 附 図



第6図 家兎骨髓靜脈縱断面(墨汁注入)



第8図 家兎皮質内血管所見(墨汁注入)



第9図 成人大腿骨下端部血管所見(水銀微細粒子注入)



第7図 幼若家兎骨端軟骨部血管所見(墨汁注入)



第10図 家兎エビフィーセ靜脈系(墨汁注入所見)