

長管状骨軟骨近接血管の構造及び作用に就いて

京都大学医学部整形外科学教室 (近藤鋭矢教授 指導)

研究生 手 島 宰 三

ON THE STRUCTURE AND FUNCTION OF THE JUXTA-CHONDRAL BLOOD VESSELS OF LONG BONE.

by

SAIZO TESHIMA

From the Orthopedic Division, Kyoto University Medical School

(Director : Prof. Dr. EISHI KONDO)

SUMMARY

1) Study of structure and function of the juxta-chondral blood vessels, revealed that three different system of them were found ; vessels of the formation of primary bone marrow, of the nutrition of cartilaginous tissue, and of the ossification.

2) The juxta-chondral blood vessels seemed to play an important role in various kinds of diseases in bone and joint.

3) Developmental changes of the structure in the marrow blood vessels showed peculiarities of localisation in the various bone diseases, especially in the inflammatory diseases.

4) The author considered that predisposing factors of bone and joint tuberculosis would be influenced by anatomical structures, as well as by immunologic elements.

目 次

第1章. 緒 言

第2章. 軟骨組織の血管分布及び新陳代謝に関する歴史的, 文献的考察

第3章. 研究材料及び研究方法

第4章. 骨端部軟骨近接血管 (軟骨下骨髄血管と軟骨管血管) の構造

第5章. メタフィーゼ軟骨下骨髄血管の構造

第6章. 穿通軟骨管に就いて

第7章. 軟骨近接血管壁の貪食作用

第8章. 軟骨管進入の意義及び軟骨下骨髄血管の意義

第9章. 臨床上に於ける軟骨近接血管の意義

第10章. 結 論

第1章 緒 言

骨組織の栄養, 新陳代謝と造血機能と言う特殊な役割を有する骨髄組織の構造殊に血管分布及びその構造に関する解剖学的研究は早くから研究者の注意を惹き、着々と解明されて来た。

骨髄血管の特殊性を初めて記載したのは Robin (1864) にして、以来 Neumann (1869) Langer (1876) Rindfleisch・Denys (1887) Lexer (1904) Venzlaff (

1911) Doan (1922) Nussbaum・平山 (1923) 岩男 (1926) Bargmann (1930) 富塚 (1934) Anseroff (1934) 橋本 (1936~) 平木・大藤 (1952~3) 等諸学者の系統的・比較解剖学的研究が詳細に報告され、微細な所を除いては現今略々解明された状態である。かくの如くこの分野に於ける過去の研究業績は多いが、我邦に於ける1936年来今日も継続して行われている橋本美智雄教授一門の系統的比較解剖学的研究は今日追従を許さない所の尙大にして、精密な研究業績である。しかし

一般臨床外科に於けるこの領域に関する理解は必ずしも充分とは言えず、臨床家の研究も無いことはないが甚だ拙著にして橋本教授一門の研究の足下にも及びつかない感がある。唯吾々臨床家としてはかかる基礎的な研究業績を臨床研究に応用し、微細な構造を更に明確ならしめ、比較的研究の遅れている骨、関節疾患の発生病理解剖に資する事が目下の急務である程基礎研究は進展していると思われる。

化膿性骨髓炎乃至結核性骨・関節炎の発生病理学的研究は既に古くから着手されて居り、又骨端部の破壊性又は変形性疾患の成立機転上血管系が重視されて居る。しかし今日尙軟骨下血管系 (subchondral blood vessel) 乃至所謂軟骨近接血管 (juxta-chondral blood vessel) の解剖とその生理的意義、引いては病理学的意義に関しては未だ研究の余地が大であり、殊に整形外科領域に於ける骨端部乃至関節の各種疾患の成立機転を追求するに際して先づ解剖し、予備知識として心得ていなければならぬ分野であるので、この様な点を中心に犬の長骨骨端部を脈管学的に検討し、聊か成果を得たのでここに一部報告する次第である。長管状骨々髓血管幹系統の発生及び構造に関しては累述するも略々先人の諸報告に重複するので末尾の諸文献にゆずる。

第2章 軟骨組織の血管分布及び新陳代謝 に関する歴史的・文献的考察

軟骨組織は結合組織と異り血管、淋巴管及び神経を認め得ず、特殊な方法で之を認めたりとの報告もあるが一般には信ぜられていなかった。軟骨組織の周囲には軟骨膜 (Perichondrium) があり、之の中には血管、淋巴管及び神経線維を藏し、軟骨の栄養・発育及び新生に重要な関係を有していると考えられている。しかし軟骨組織が血管を有していることは既に古く1927年に Weher によつて観察されている。其後軟骨組織の血管の有無に関連し、軟骨細胞の栄養路に関し多数の研究と討論が行われた。稀に血管が骨髓側から侵入陥入して、これが関節軟骨の中で短い瀾絡 (Schlinge) を形成している事実は Bubnoff (1868), Arnold (1878), Gerlach (1876), Wolter (1891), Kolster (1887), Spronck (1887), Czermak (1888), Stricht (1886), Vogel (1883), Hammar (1894), Studnitzka 等によつて記載された。この境界の有る特異な形をした軟骨血管管 (Knorpelgefäßskanal) は現今の所謂軟骨管 (

Knorpelkanal) であるが骨髄形成に先行する所から、又結合組織等に於ける血管とは凡そその構造を異にしていたので、これが軟骨組織の栄養血管であるとは一般に信じられなかつた。更にその分布が組織学的切片標本では甚だ僅少であるので、Heitzmann Solger, Zuckerkandl, Aron 等によれば軟骨組織中には血管の代りに栄養液の通路である液管又は液渠 (Saftkanal od, Spalte) があると考えた。即ち一般には軟骨膜を経て軟骨基質中の膠原線維の束の中に、更に膠原線維間の粘液性結合組織中に浸入する組織栄養液流の機構が重視されていた。この通路路を Mörner 氏線維柱 (Trabekel) 又は Hansen 氏酸嗜好性索 (acidophile Stränge) と称せられた。Arnold の蛙の大腿骨頭、家兎の剣状突起及び犬や家兎の耳殻軟骨に於ける栄養液の通路に関する研究によれば、インチゴ・硫酸ソーダによつて描き出される通路路は線状、核状、網状に分岐し、それは基質の構築形式に左右される。軟骨膜から組織液は侵入し、前記線維間隙を通り、軟骨細胞囊に対して放射状に軟骨細胞囊迄、時に細胞囊を貫通していると言う。Arnold は結合組織に於ける組織液流と基本的には酷似していることを証明した。Aron は軟骨膜のみならず骨髓血管から導入される組織栄養液は細胞間質中の線維間隙渠中に侵入し、軟骨細胞囊にある車軸状裂隙を通じて細胞に達すると報告した。更に関節軟骨組織の栄養液の移動には特に関節運動機能が関係することを Hansen (1890) が証明した。

更に軟骨組織中の小血管の内面の Chondromukoid を特別な Methylenblau 染色によつて可視性に染色し、Chondromukoid は比較的早く消失し、軟骨組織の栄養をどうにかやつと果していると言う。

Hansen の認めた小血管と言うのは現今の軟骨管中の血管の事で、これが幾分か栄養に関与していると推論したものであろう。いずれにしても軟骨組織全体に比し血管分布が乏しく、脈管外の通路路が重視され、軟骨管の存在が軽視される傾向があつた様である。

Czermak (1888) は、軟骨組織の独得な栄養機能は Glykogen の集積であると記載した。又 Neumann (1877) は Chorda dorsalis の軟骨細胞に Glykogen が証明されたと同様に正常関節軟骨にも Glykogen の存在を発見した。又軟骨細胞殊に関節軟骨細胞中の脂肪は栄養を貯蔵しているものと一般に考えられていた。脂肪組織が軟骨組織と置換していることがあることは既に古くから知られている。Virchow は病的軟骨腫

瘍に於てこの事に就いて報告している。Flemming (1879) Beale (1862) は各軟骨細胞の正常内容として脂肪滴があることを記載し、Solger (1885) は成人に於いて関節軟骨の表層部で脂肪が形成されることを、Stricht (1886) Genzmer (1875) Hammar (1894) によつて哺乳動物の総てに於いて同様記載された。Weichselbaum によつて関節の老人性変化と変形性関節炎に際して脂肪性変性が著明でなく、軟骨細胞の活動に大して重要な役割を演じて居ないと言う所見を記載した。結局之等の研究を総括して見るに関節軟骨細胞中の脂肪形成は有害でも有益でもなく、特に機情的な意義があると言うものではない様である。Lubosch (1910) は関節軟骨細胞の脂肪滴及び脂肪組織置換の由来に就いて、関節軟骨細胞の排泄に関係があると結論している。又彼によれば軟骨組織を栄養する特に境界を有する細管はないと記成した。

Gerlach に依れば軟骨組織栄養は拡散によつて細胞に達すると言ひ、Hildebrand に依れば関節軟骨が間歇的荷重を受ける際圧力によつて軟骨組織が圧縮せられ、免荷によつて原形に復するに當り、一種の吸引作用を生じて栄養を摂取する。故に軟骨組織が弾性を失ふことは軟骨組織の栄養不良を結果すると言ひ。

橋本教授は軟骨管の存在と侵入の意義について次の所見より骨端軟骨の栄養供給に関与するものであると考えている。即ち 1) 化骨核の見られない骨端に於いても軟骨管の進入がみられる。2) 各長骨々端に於ける軟骨管の進入時期が略々同時である。3) 軟骨管の侵入時期と化骨核の発生時期との間には時間的な隔りがある。4) 化骨核発生後も軟骨管侵入の數に著明な減少が認められない、等の事実から、軟骨管は軟骨栄養にも関係し、又化骨核形成にも関係があると解釈している。

Ollier (1978) Lexer (1907) に始まる関節腔及び漿液膜腔に於ける移植軟骨の運命に関する研究によれば、移植軟骨組織片は軟骨膜の存在乃至滑液膜細胞の被覆を受けて居ることによつて生命を保ち得て、関節滑液及び漿液は克く軟骨を栄養することが出来ることは一般に認められている。

かくして関節軟骨組織の栄養源に関して、1) 骨側即ち骨髓血管及び軟骨管中の血管系よりするか、2) 軟骨膜の毛細血管網よりするか、3) 関節滑液によるかである。而して現今臨床的経験よりして滑液から栄養を摂取して居ると考える人が多いが、吾々はそのいづれに輕重があると言うのではなく、三者の協同作用によつ

て栄養を受けていると解釈し、軟骨組織中に存在する軟骨管の栄養上の意義は重視されなければならぬことを切実に感ずるに到つた。

第3章 研究材料及び方法

幼弱及び成熟犬を用いた。イソミタル注射液を腹腔内に注入し、完全麻酔下で開腹し、大動脈を結紮、切断後下半身を生理的食塩水で灌流し、完全に血性を失うを待ち、次いで加温5~8%ゲラチン墨汁液を注入し、下空静脈断端から墨汁の流出するを確かめた上で動脈断端を結紮した。2~3時間冷却の後、大腿骨を剔出し、10%フォルマリン液にて固定し、次いで Richman 氏電気脱灰法にて脱灰した後、5%硫酸曹達水溶液で中和・水洗後、透明標本及び組織標本(ヘマトキシリン・エオジン重染色、赤崎氏格子線維銀染色)を作製した。

Spalteholz 氏透明標本は骨を局方過酸化水素水で約1週間漂白した後、2日間水洗し、上昇アルコールにて脱水後、ベンツオールで浸漬し、減圧装置内で組織内の空気及びベンツオールと透明剤(合成冬緑油:イソサフロール=5:2混合液)を置換し、顕微鏡又はルーペで立体的に視察した。

第4章 骨端部軟骨近接血管(軟骨下骨髓血管と軟骨血管)の構造

骨端部軟骨近接血管(juxta-chondral blood vessels)は次の三種類に區別される。

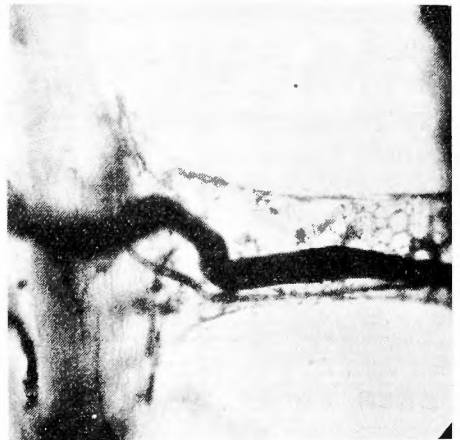
- 1) 骨髓形成性軟骨管(求心性)
- 2) 軟骨層下血管系(subchondral blood vessels)
- 3) 非骨髓形成性軟骨管(遠心性)

1) 骨端部軟骨組織に進入して原始骨髓を形成し、骨髓の栄養を司る軟骨管は附図IIの如く主として関節囊、大腿骨頭では靭帯から動脈同伴の血管枝を受け、周囲数カ所から進入している。靭帯及び関節囊は軟骨膜に移行するが、脈管は軟骨膜中を走り、漏斗状になつた軟骨孔の真中へ略々垂直に入り、軟骨管は中心部に向つて直進している。幼弱なる骨端部に於いては附図IIの如く細い鬚状の軟骨管が関節囊から軟骨層中に進入し、時には主要求心性軟骨管の途中からも分枝しているが、いずれも發育増大する骨髓に圧迫され、貧弱にして萎縮、消滅しつつあることを思わせる。

この求心性軟骨管中の血管構造は附図IIIの如く、関節囊と軟骨膜の移行部で屈曲、変形して居る傾向があ



附図 I 81× 透明標本



附図 III 120× 透明標本

軟骨血管管枝入部位動脈及び静脈網 40×10



附図 II 80× 透明標本

関節囊滑液膜から骨端核骨髓に入る軟骨血管々

る。これは関節運動に際しての屈伸に対する余裕を持たせてある所見であろう。細い動脈管と太い静脈管が略々並行して走る他に軟骨管壁に接する如くあたかも竹籠状に静脈網が形成されこれは軟骨膜中の静脈に移行している。

この軟骨管は骨髓の中心部迄直進し、骨髓に入る際にも骨髓血管と癒合、吻合することなく、一定の間隙を有している。(附図IV) だから本質的にこの軟骨管



附図 IV 80× 透明標本

の中の血管が骨髓形成に参与するものとは考えられず、軟骨管先端部の血管の特殊性と軟骨組織の骨髓形成受入態勢が揃った場合に骨髓が形成されるものと考えられる。附図Vは栄養血管の存しない靭帯附着部の血管分布である。

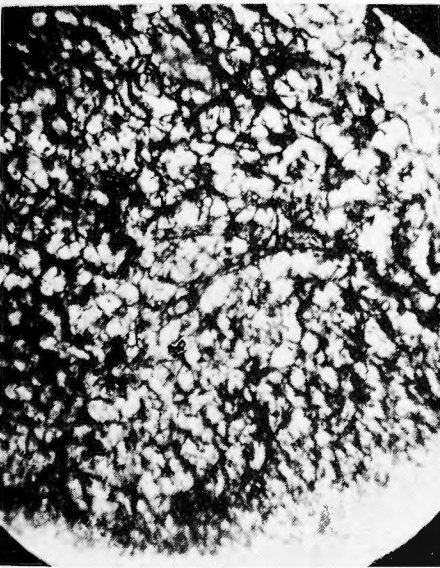
2) 骨端核骨髓の血管は一見微細な突起を有する灌木様珊瑚樹状又はキャベツの花房状を呈している。幼弱な場合には顆粒が大きく、成熟すると共に微細・平滑となる。幼弱な程太い骨髓静脈網は横断面像ではあたかもゴムスポンジ様に吻合し(附図VI)、縦断面像では灌木の樹枝状をなし集合静脈洞を(附図VII)形成して



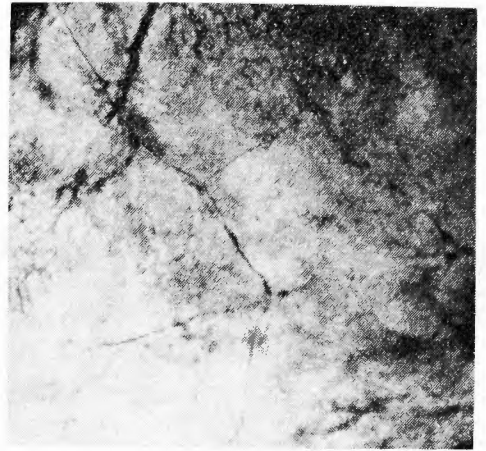
附図 V 80× 透明標本
関節靭帯附着部血管侵入 80×



附図 VII 80× 透明標本
縦断像 10×8



附図 VI 80× 透明標本
骨端部骨髓横断像 80×



附図 VIII 120× 透明標本

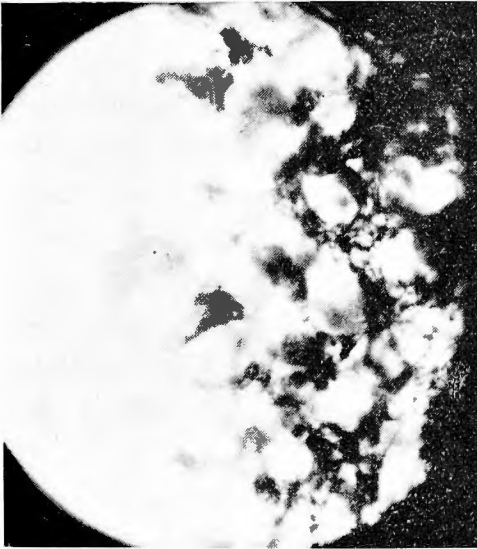
いる。

幼弱な場合には内腔広潤で、密な静脈洞に比して動脈管は甚だ貧弱で目立たないが成熟して来るに従い静脈網は一般に細くなり集合静脈洞との区別がつけ易くなり、附図VIIIの如く互に大きな網目の如く吻合した動脈管を明瞭に認める様になる。

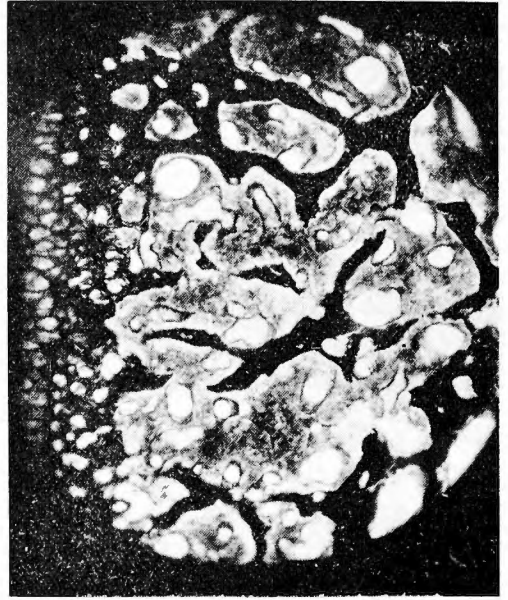
幼弱な骨髄乃至原始骨髄の層部の血管系、則ち、軟骨層下血管系は附図IV・IXの如く瘤状又は袋状乃至は

肺胞状をなしていることは特異なことで、これが動脈性血管か静脈性血管かと言うこと及び兩者のいずれが多いかと言うことに関して論争があつたが、橋本教授の人胎児及び家兎胎児に於ける詳細な研究によれば該血管網は常に静脈性血管よりなり、動脈性血管網は関与しないことを明らかにしている。私も鍍銀染色によつて血管壁の格子線維を検討して橋本教授の説を確認した。(附図X)

しかし成熟するにしたがい化骨されつつある軟骨陷凹洞内に比較的細くなつた静脈管が目荒いスポンジ様に吻合した球を作り、その略々中央部に直進する細



附圖 IX 透明標本 120×



附圖 X 80× B. 横



附圖 X 80× A. 縦



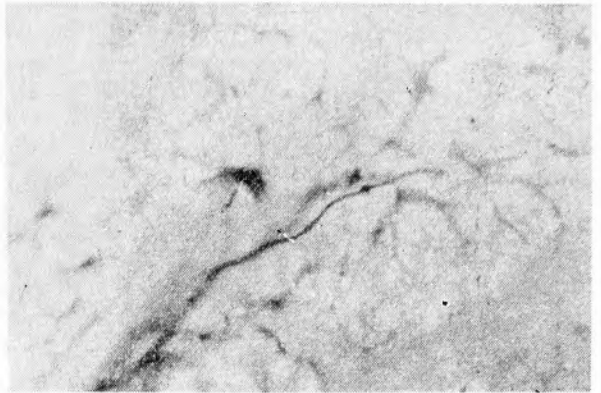
附圖 XI A. 40×

動脈管がこの静脈球の一部で移行し(附図 XI), その形式は骨幹部に於ける動静脈移行と同じ構造である。以上要するにすべての動脈性毛細管は必ず直接に静脈管に移行するが、逆に静脈洞の全てが必ず動脈性毛細管に直接連結すると言えない。幼弱な骨髄に於いて特にこの事が著明で、静脈洞が単独で特異な構造を有することは、骨髄血管系の普通組織の血管系と異なつた特殊な存在意義即ち骨髄の造血、貯血機能に關与するものであることを意味するものである。骨端核骨髄の表面と言つても幼弱な場合には関節軟骨側とメタフィーゼ側とあり、その形態は附図 XII の如く少々趣を異にする。即ち原始骨髄の場合には似たものであるが、成熟と共に发育は少々前者より抑制され、表面は扁平化して来る。所謂骨端線を形成する軟骨層は附図 XIII の如くで、この軟骨層に接してメタフィーゼの血管系があり、これは骨端部の血管系と更に趣を異にしているから次の章に於いて述べる。

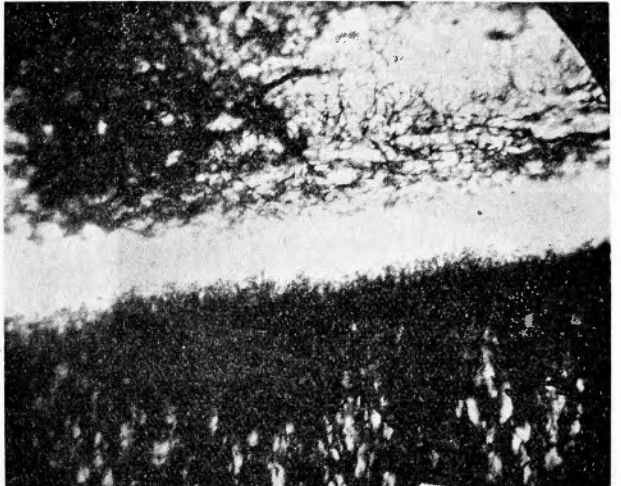
3) 骨端核骨髄の略々中心部から関節軟骨面に向う軟骨管と胎生期及び新生児早期には認められる非骨髄形成性遠心性軟骨管は骨端核骨髄表面に対して略々垂直に、遠心性に軟骨層中へ派出し、骨髄血管系と軟骨管との關係は 1) の場合と略々同様で唯逆である。主なる分岐型式は白樺の枯木様で立体的觀察法では明確に見得るが、切片組織標本では凡そこの形態を想像することも出来ない。(附図 XIV・XV)

其他に分枝しない幼弱なもの又は萎縮性のものもある。決して隣の軟骨管の枝と吻合して居らず、軟骨膜と骨髄間の軟骨層の略々中間帯に多く分枝している。軟骨膜からも骨髄の方向へ細軟骨管が同様に派出しているが吻合は認められなかつた。関節軟骨膜に於いてはこの軟骨管は少く、貧弱である。メタフィーゼ側にも短い軟骨管が所々派出しているが、前者と少々趣を異にし、斜走するものが多くしかもその尖端は柱状軟骨層中に自然消失している。詳細は穿通管の章で述べる。

軟骨管の内容及び構造は附図 XVI—XVII の如く動脈性血管は軟骨管の中心部を直線状に走り、軟骨管の分岐部以外では分枝しない。軟骨管盲端部に達すると附図 XVII・A の如く漏斗状に拡



附図 XI B. 120×



附図 XII 80× 透明標本 骨端部骨髄血管網中間軟骨帯 10×8 骨幹部骨髄血管網

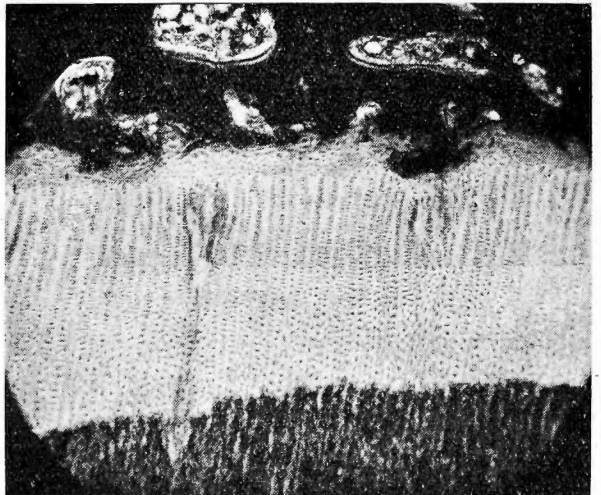


図 XIII 切片標本 80×



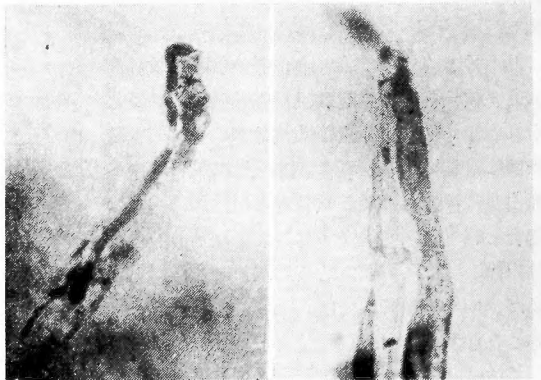
図 XIV 80× 透明標本



附図 XVI 120X 透明標本



図 XV 80× 透明標本



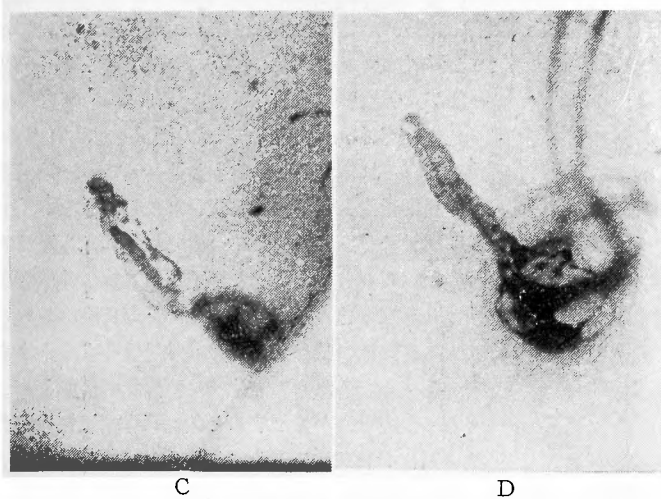
A B
附図 XVII 透明標本 400×

た様に分岐している (附図 XVII・E)。骨髓毛細血管系統に於ける毛細動脈移行状態と少々趣を異にするが、強いて言えば骨髓核中から動脈性毛細管の漏斗状移行部を先端にして軟骨層中へ細長く突出した様のものである。血管周囲の軟骨管腔には骨髓と同様に細網細胞があり線維は網状をなしている。格子状線維は血管壁に僅に認めるのみである又軟骨管に接する軟骨基質中へ膠原線維が放射状に派出している。

第5章 メタフィーゼ軟骨層下骨髓血管の構造

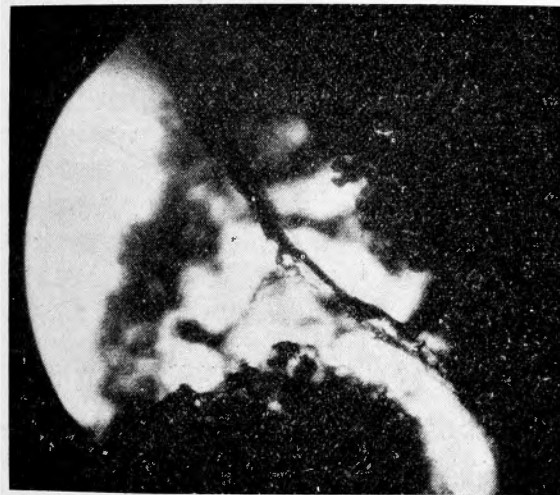
幼弱骨端線軟骨層下メタフィーゼ血管系の構造は骨端部に於けるそれと趣を異にするが、骨幹部及びメタ

大した静脈洞に移行し、係帯を形成している。その静脈洞は附図 XVII・B の如く H 字状に吻合した静脈洞となり、更に根部になると附図 XVI の如く、管腔は広狭不均等で走行一定せず、吻合枝が密なるために竹籠状の静脈網を形成している。骨髓中に入ると不規則に骨髓血管と吻合することなく、各結節状骨髓核え根を出し



附図 XVII 400×

大きな幼弱な骨細胞を半円形に内側に向けた幼弱海綿骨基質となり、次第に骨細胞が増殖し、小骨基質梁も整理され、太くなつて骨幹部骨髓骨梁に移行している。軟骨細胞層とメタフィーゼ骨髄との境界は甚だ明瞭で、メタフィーゼ骨髄血管蹄係の頂点を結んだ線と一致する。メタフィーゼ骨髄の海綿骨基質の周囲は造骨細胞のみであるが、この境界の周辺部には破骨細胞を多く認める。メタフィーゼ骨髄からは軟骨管乃至其の痕跡をも認め得なかつた。骨端線軟骨層中の軟骨管の存在は胎生時及び新生時の極く初期に認められることは一般に穿通管として認



附図 XVII E 80×

フィーゼの血管系に関しては先人の詳細な研究があり(図XIII)、之に累述する余地はない。しかし化骨機転の旺盛な所であり軟骨組織と化骨された海綿骨基質と毛細血管蹄係との相互関係に就いては成書に於てさえ不明確であるので鍍銀法によつて検討した。

骨端線軟骨細胞は柱状硝子様軟骨配列をなし、附図XIII・XVIIIの如く、メタフィーゼに近づく程軟骨細胞は膨大、寰子状となり、細胞核も大きくなる。細胞間質は幅広く、索(Trabekel Stränge)の特徴を示している。メタフィーゼ毛細血管蹄係の尖端は軟骨細胞柱と同列にあり、あたかも血管が軟骨細胞を破壊、突破して居る如く、軟骨細胞間質線維柱は軟骨内化骨柱に接続し、それが一定の距離の間は互に隣のものと同列に癒合し、

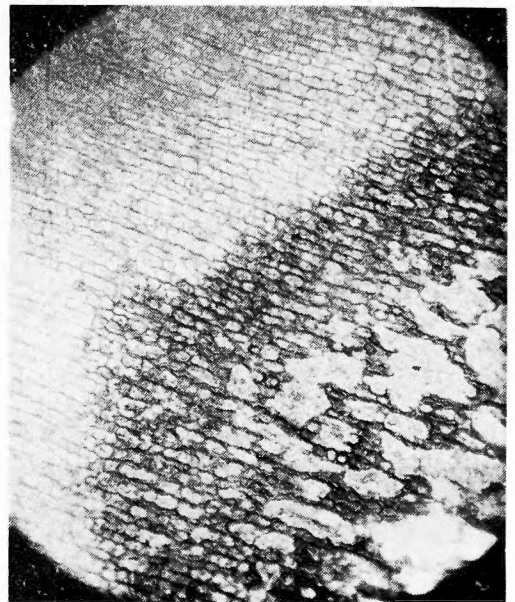


図 XVIII 80× 長管状骨メタフィーゼ骨端線軟骨層

められて居り、幼弱時にはその痕跡として柱状軟骨細胞の乱れと癭痕性線維索を骨端骨髓側に認めるが、メタフィーゼ側は骨髓形成が急速なため、その痕跡も急速に消退するものと考えられる。メタフィーゼ軟骨層下骨髓毛細血管の蹄係が幼弱な時期程粗大で、洞乃至瘤状である。成熟すると共に微細且つ緻密になることは骨端後骨髓の場合と共通した現象である。

第6章 穿通軟骨管に就て

哺乳類の長骨々端に於ける穿通管(Durchbohrender-

kanal) に関しては Bidder (1906) Bertrand (1923) Lassila (1928) M. B. Schmidt (1929) Hintzsche (1933) 橋本美智雄教授 (1948) 河崎 (1953) 等の詳細な比較解剖学的研究がある。要するに胎生期に骨端軟骨部に骨端骨髄形成性軟骨管が進入し、原始骨髄が形成され始める頃、中心部から遠心性に、特に骨端表面及び骨幹部方向に多数の軟骨管が分枝し、後者は分枝することなく直線状に骨端線軟骨層を貫通し、骨幹部軟骨層中に進入し、骨端部骨髄より早期に発育、形成されたメタフィーゼ海綿骨髄に開口していると言う。其後骨幹部骨髄腔が両骨端方向に拡大し、少々遅れて骨端部骨髄が増大し、しかも骨端線柱状硝子様軟骨細胞が急速に増殖するに及んで、穿通管は圧迫、狭窄させられ著明に萎縮して、痕跡的なものになることが推察出来た。附図 XIII・XIX の如く幼弱骨端骨髄から非骨髄形成性遠心性軟骨管がメタフィーゼ側にも明らかに派出しているが、これは骨端部骨髄周囲の散在性硝子様軟骨層を貫通し、柱状軟骨層の中へも進入している。その構造はいかにも周囲骨、軟骨組織の増殖に圧迫され、萎縮した様態を呈し、その尖端は比較的太い線維柱となつて柱状軟骨細胞の配列を乱している所見はこの穿通管の存在と運命を良く物語るものである。穿通管の内容と構造は他の軟骨管と異なる所はない様である。

穿通管の存在意義に関しては、橋本、河崎の文献によれば Bidder は『骨端部の化骨の出発点となる Osteoblasten を骨幹部から骨端部へ導入する働きがあ

る』と述べた。しかし Eckert-Möbius 及び Hintzsche はこの学説に反対し、橋本教授は「骨端軟骨管の分枝の一部が、骨端成長部軟骨組織の発育の為に漸次取り残されて、両骨端に拡大して来た骨髄腔に開口して穿通管が形成されるものである」と述べている。骨端部と骨幹部は発生上栄養血管系統を別にしたもので、1) 骨端部は骨幹部より骨髄形成の出発が遅れ、2) 骨端部化骨機転はどちらかと言うと種子骨乃至短平骨形成の形式をとる未分化のものであるため、両骨髄が増大、接近する迄は他の軟骨層と同様に軟骨管を含み、軟骨配列が柱状であるために非分枝、直線状の形態をとつて居るが、両骨髄が接近すると共に又骨端線柱状硝子様軟骨細胞が増殖すると共に、侵入していた軟骨管(穿通管)の存在と作用を自他動的に喪失するに到るものと考えられる。この点からも、穿通管を含む非骨髄形成性遠心性軟骨管の生理的な特殊機能、想像を逞しくすればこの軟骨管の軟骨組織栄養供給源であることを推察せしめるものである。一般に骨端軟骨層に更に骨端線軟骨層には血管が分布して居ない様に考えられて居るが、穿通管の存在は胎生乃至生後短期間の間存在するものであり、普通見る幼弱及び成熟骨端線軟骨層には穿通管は無い。しかしその痕跡は明瞭に認められる。而して軟骨管なるものは骨組織の血管系としては甚だ原始期の未分化な血管構造であると推察する。

第7章 軟骨近接血管壁の貪食作用

血行中に注入せられた微細顆粒状異物の運命に就いては Hoffmann Recklinghausen 以来多くの研究者により追求せられ、就中清野教授の研究によれば血行中に注入せられた墨汁は短時間の後に主として肝臓、脾臓及び骨髄に沈着し、而して骨髄内では組織球形細胞・多核白血球及び血管内皮細胞等により貪食せられるものであると記している。故にかゝる臓器は本来は外来微生物に対しても抵抗性の強いものであろうが反面又その侵害の程度が度を越せば障碍を受け易い臓器でもある。

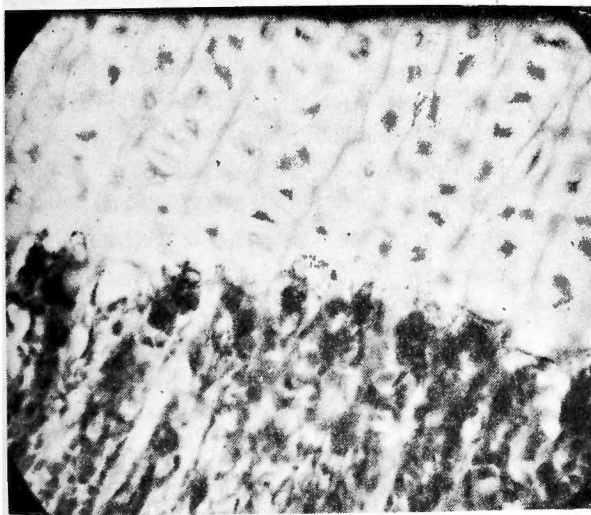
私は骨髄血管内皮細胞の墨汁顆粒の貪食性を知らんと欲して、稀薄墨汁液で骨組織を灌流し、組織学的に検索した。エビ及びメタフィーゼ共に動脈系には栄養動脈幹から化骨骨髄突起内の毛細動脈管に至る迄墨汁の沈着少く、内皮細胞貪食顆粒を認めない。毛細動脈管が静脈洞に移行する路係部及び軟骨下血管系に属する独立静脈洞の内皮細



附図 XIX 320×



附図 XXI A. エピフィーゼ 80×



B. メタフィーゼ 320×

胞に於いて貪食顆粒を認めた。静脈系でも集合静脈幹壁にては著明・典型的でない。更に軟骨管内皮細胞には沈着していても顆粒は大体に認められない。(附図 XXI A. エピフィーゼ, B. メタフィーゼ)

橋本教授の研究によつてもカルミン乃至墨汁法を施した骨髄に於いて動脈性毛細管が静脈洞に移行する部位の内皮細胞が色素顆粒を摂取することを立証している。流体学的に微細異物が停滞、浮游し易い部位・血管内皮細胞と接触、定着し易い部位・貪食され易い部位に於いて病巣を形成し易いことは納得出来る。而して臨牀的に化膿性乃至結核性関節炎、骨髄炎の原発部

位がエビ及びメタフィーゼの軟骨層下骨髄層であることが多い事実によく一致する。そして血管系及び血管周囲の結合繊維維腔は炎症の内外波及の通路となり、遠心性軟骨管は関節腔への波及路となることは注意すべきことである。

第8章 軟骨管進入の意義及び軟骨下骨髄血管の意義

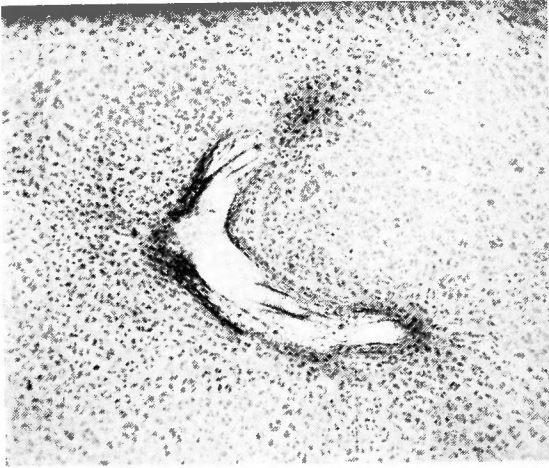
成長期に於ける関節軟骨層は数種の軟骨細胞層に区分出来ることは一般に知られている。骨髄血管に接する部位は石灰化層(Verkalkungsschicht, subchondral bone)で、前記の線維柱乃至癭嚙好性索が存在すると雖も、この柱乃至索こそ石灰沈着と骨細胞新生とによつて小海綿骨骨梁となる基材であるから、軟骨栄養液補給通路としての意義を失う訳である。即ち骨髄側からの栄養補給は自然に不良となる筈である。不良となるということは軟骨内化骨機転を促進すると言う循環機転によつて、既存軟骨細胞がほとんど全部消費し尽される迄続く性質のものであろう。

更に軟骨管周囲の軟骨細胞には附図XXの如く石灰化・化骨機転の徴候が構造上及び染色性の上で先づ認められない。骨髄に近接した部位で極く軽度に認められる事実から、軟骨管殊に遠心性非骨髄形成性軟骨管の存在意義が納得出来る様に思う。軟骨組織への軟骨管進入の意義に関しては既に Hintzsche・橋本教授の詳細な研究報告がある。即ち現在のところ、

- 1) 骨形成の準備(軟骨組織の破壊、吸収化骨作用)。
- 2) 軟骨組織の栄養供給を良くするためのもの
- 3) 骨形成並びに栄養供給の両作用。

と言う3説が唱えられ、第3説が最も合理的な説明であることは歴史的考察及び発生学的観察からして納得され、Hintzsche及び橋本教授の学説を支持するものである。河崎の所見を引用すれば、第3説支持の理由として、

- 1) 化骨核の見られない骨端に於いても軟骨管の進入が見られる。
- 2) 各長骨々端に於ける軟骨管の進入時期が略々同時である。
- 3) 軟骨管の進入時期と化骨核の発生時期との間に時間的な隔りがある。



附図 XX 80×

4) 化骨核発生後も軟骨管進入の数の著明な減少が見られない。等の事実をあげて、軟骨管が骨端軟骨組織の栄養供給にも関与するものであることを立証している。

しかし一概に断定出来なくて、骨端軟骨組織の中へ最初に進入する軟骨管はどちらかと言うと骨形成の意義が大であり、骨端骨髄から放射状に派出する軟骨管は軟骨組織栄養供給の意義が大である。構造は同じでありながら前者に於いて骨形成の或る発育時期と存在部位によつて、その軟骨管の比較的尖端部に骨髄形成性を獲得するものか、又は軟骨組織自体の変化即ち軟骨管内化骨機転の準備された部位に於いて骨髄形成性が獲得されるものと考えられる。こういう考え方をすれば遠心性非骨髄形成性軟骨管も関節軟骨層が年令的に、又は何等かの理由によつて特発的に栄養が障碍され、軟骨内化骨素池（軟骨細胞の泡状膨大・細胞間質の菲薄化・膨大軟骨腔周囲の無構造化・石灰塩類の沈着・溷濁等）が生ずれば、異所的に骨髄形成性を獲得して、骨端部骨髄の変形（変形性関節症）を生ずるものと解釈出来る。成長する骨組織形成のために必須な要素として

1) 骨栄養血管の関与

2) 軟骨組織自体の軟骨内化骨機転素地が必要で、この両者の質・量の上で刻々と変化する相互関係によつて骨組織の成長及び質的变化は様々なものとなり得る。

而して軟骨組織に対する石灰化性の点では軟骨層下血管系→求心性骨髄形成性軟骨管→遠心性非骨髄形成

性軟骨管の順であり、後者程原始性・幼弱型のものであろう。

軟骨管の生理的、病理的な意義は重視され、新しく考察されなければならないと思う。

第9章 临床上に於ける軟骨近接血管の意義

前章如くに於いて述べた如く、骨組織に於ける血管系の解剖学的、発生学的、病理学的の状態の如何は骨疾患の臨床的及び病態生理学的の特殊性に密接に關聯している。Anseroffが骨髄の動脈系特に其の個体発生学的の方面的の研究から、骨髄血管には年令と共に略々規則的な構造上の変化が起きることを発表している。単にその構造及び浮遊して来る微生異物のみに限らず、血流、血液成分、血管壁のアレルギー性変化によつて、骨組織の発育、栄養状態は種々様々、刻々と二次的な影響を受ける。

骨組織は生命を保つ限り正常状態でも始終活潑な変化(Umwandlung)をなし、あらゆる作用力に対して、例えば機械的な外傷力に対してさえも絶えず反応し、骨の添加作用と吸収作用の相反した二つの機転が正常の場合には平衡状態に、異常の場合には不平衡状態にあり、緩徐ながら不斷に改変(Umbau)を続けていることは一般に良く知られている。かかる機転のエネルギー源は血液成分であり、それを支配するものは神経と血管系である。骨組織の内分泌の影響に関しても最近重視されつつあるが、いずれにしても血液循環系を経て直接乃至間接に作用するものである。

局所血液循環系病変に限らず、血管系の系統的、汎発性の病変の場合にも、骨組織の発育・改変に影響を及ぼして来る。

外傷と化膿性乃至結核性骨髄炎の発生との関係についてはLexer以来詳細に研究されて来た。そして疲労・打撲乃至一時的血行障碍等が骨髄炎発生に誘因的に働く事実が確かめられている。その理由として 1) 骨髄血管殊に軟骨下骨髄突起層に鬱血が起こる。2) 血中の起炎菌は損傷部即ち抵抗減弱部に沈着し易い。3) 沈着した起炎菌に対し外傷は殺菌作用を減弱せしめる。4) 外傷により旧病巣が活動し始める事等が推察せられた。骨端軟骨層下骨髄血管系は、強靱な骨皮質に保護されて居る他の部位に比して軽微な外傷力でさえ、その焦点となり作用力を受け易い。其の結果血液循環系の変調例えば鬱血を起し易い。しかも血管構造は前述

の如く特殊構造であり、近接組織は骨幹部と異なつて抵抗力の弱い、栄養の悪い軟骨組織である等の条件はエビ及びメタフィーゼが骨、関節の炎症性疾患の原発病巣たり得るに充分な解剖学的素因を有していることを証明するものである。

疾病の発生因子は解剖学的因子のみではない。例えば菌の侵入とか個体のアレルギー状態等の複雑な組合せによつて成立するのであろうが臨床上観察される原発病巣の部位及び年齢の特殊性と血管分布、構造とは相当密接な関連があるものと考えられる。

第10章 結 論

1) 軟骨近接血管系の構造及び意義に関して考察を加えた。そして三種の特徴(原始骨髄形成・軟骨組織栄養・化骨作用)を示す血管系型があることも立証した。

2) 関節及び骨端部の各種疾患の発生機転上軟骨近接血管の存在と役割は重要である。

3) 骨髄血管系の年令的に規則的な構造の変化は各種骨疾患殊に炎症性骨疾患の発生年令と発生部位の特殊性を生ずる1要因である。

4) 骨、関節結核の成立機転及び年令、部位の特殊性に関しては骨組織の構造と免疫学的(アレルギー性)要素が主として関与するものであろうことを推察せしめる。

御懇篤なる御指導、御校閲を賜つた恩師近藤教授に深甚なる感謝の意を捧げます。

本研究の要旨は昭和29年6月20日第75回近畿外科学会に於いて発表した。

主 要 文 献

- 1) 橋本美智雄：家兎骨髄の血管幹系統に就て，福岡医科大学雑誌，29，8，(109)1927，1936。
- 2) 橋本美智雄：家兎骨髄の毛細血管系統に就て，福岡医科大学雑誌，29，10，(184)2450，1936。
- 3) 橋本美智雄：軟骨血管々腔，日.病.学.誌，37，1～6号，182，昭.24。
- 4) 橋本美智雄：骨髄栄養血管切断の実験的研究，東京医事新誌，3184，1008，1940。
- 5) 橋本美智雄：骨髄の発生並に再生に関する研究，東京医事新誌，3050，2493，1937。
- 6) 橋本美智雄：家兎下腿骨々髓と其血管系の発生学的研究，東京医事新誌，3017，281，1937。
- 7) 橋本美智雄：骨髄の組織学的構造，血液学討議会報告，5，114，昭.28。
- 8) 橋本美智雄・中島敏郎：軟骨管の内容について，日病.会.誌，41，1，昭.28。
- 9) 岡嶋敬治：骨の発生

- 解剖学，II 骨学一靱帯学，24，1939，旺風堂。
- 10) 神中正一：骨系統の整形外科学総論，神中整形外科学，83，3版，昭.22。
- 11) 神中正一：関節系統の整形外科学総論，C. 関節軟骨の栄養，神中整形外科学，3版，184，昭.22。
- 12) 平木潔：血管構造を中心とする骨髄，血液学討議会報告，5，78，昭.28。
- 13) 最所保夫：人足根骨の発生に関する研究，久留米医学会雑誌，14，11～12，479，昭.26。
- 14) 中島敏郎：日本人胸骨の発生に関する研究，第1編。軟骨管に就いて，久留米医学会雑誌，14，3～4，521，昭.26。
- 15) 高橋謙三：蝶形骨の発生に関する研究，久留米医学会雑誌，15，9～10，567，昭.27。
- 16) 稗田晋吉：喉頭軟骨の逐年的变化に関する組織学的並びにレ線学的研究，第1編。組織学的研究，久留米医学雑誌，14，7～8，289，昭.26。
- 17) 河崎良平：家兎四肢長骨に於ける骨髄血管幹系統並びに軟骨管の発生に関する研究，九州血液研究同好会誌，4，2，22，昭.29。
- 18) 津下健哉・友近茂：骨の血管構造について，整形外科，5，1号，23，昭.29。
- 19) 中島敏郎：胸骨の軟骨血管管，日.病.会.誌，38，地方会号，37，昭.24。
- 20) 稗田晋吉：甲状軟骨の化骨の組織学的研究，日.病.会.誌，38，地方会号，36，昭.24。
- 21) Trueta J., Harrison M. H. M. : The Normal Vascular Anatomy of the Femoral Head in Adult Man, J. Bone and Joint Surg., 35-B, 3, 442, 1953.
- 22) Laing P. G. : The Blood Supply of the Femoral Shaft, An Anatomical Study, J. Bone and Joint Surg., 35-B, 3, 462, 1953.
- 23) Nussbaum A. : Die arteriellen Gefäße der Epiphysen des Oberschenkels und ihre Beziehungen zu normalen und pathologischen Vorgängen, Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, 130, 495, 1924.
- 24) Lubosch : Bau und Entstehung der Wirbeltiergelenke, 20, 1910.
- 25) 西新助：骨関節結核の発生，外科の領域，3，1，1，昭.30。
- 26) 榊原千：骨関節結核病理の研究，日.外.会.誌，42，11，1841，昭.17。
- 27) 奥山利重：血管内膜結核結節の発生に就て，日本体質学雑誌，16，4，154，昭.26。
- 28) 瀧内秋治：関節腔及び漿液膜腔に於ける移植軟骨の運命に就て。関節滑液の軟骨栄養上の意義，日.外.会.誌，26，579，大.14。
- 29) 平山遠：諸種化膿菌の血性傳染に因る短管状骨短骨並に扁平骨髄炎の実験研究，日.外.会.誌，24，5，6，1，大.12。
- 30) Horowitz, I. & Gorelick D.F. : Tubercle Bacilli in Bone Marrow, Amer. Rev. Tuberc, 63, 3, 346, 1951.
- 31) 手島・林・小野村：関節鼠の発生機転に就いて，日本外科宝函，23，5，522，1954。
- 32) Spalteholz, W. : Über das Durchsichtigmachen von Menschlichen und tierischen Präparaten, Leipzig, 1911.