

(金沢大学審査学位論文)

骨折治療に対する髓内釘に関する実験的研究

第2編 長管骨々髓内静脈系の再生に関する実験的研究

金沢大学大学院医学研究科整形外科学講座(主任 高瀬武平教授)

片岡玲典

(昭和35年7月25日受付)

本論文の要旨は第14回中部日本整形外科災害外科学会に講演した。

骨髓では系統的な静脈洞系が存在し、これが骨髓の機能に重要な役割を演ずるであろうことは前編において詳細記載した。この静脈洞系が骨髓の破壊によつて攪乱された場合、その修復機転に関する系統的研究に乏しい。

骨髓組織の機械的損傷後の再生機序については Ollier (1897) を始めとして Bajardi (1888), Maas (1897), 橋本 (1937) 等多くの人々によつて実験的に研究されているが、その多くは組織細胞学的見解に立脚したもので、中に血管の再生について論じているものもあるが、これとても部分的の微細血管に関するものであり、系統的脈管学的の再生状態についての観察はない。又骨折治療に用いる髓内釘の骨髓への影響に関する実験的研究は Küntscher (1940) を始めとし、Crissmann a Reich (1944), 津下 (1952), 若松 (1952), 大江 (1954), Trueta a Cavadias (1955) 等によつて報告されているが、骨髓内脈管系の損傷、再生に関する業績は少なく僅かに大江、Trueta 等の動脈系のみを対象とした研究をみるに過ぎず、静脈洞系の形態学的及び機能的修復を中心とした骨髓の態度を観察した報告には未だ接していない。

私は廿日鼠脛骨を対象とし、骨髓損傷後の骨髓内静脈系の再建につき検索し、新知見を得たので茲に報告する。

実験材料並に実験方法

実験には成熟廿日鼠脛骨を使用した。実験は2種に分け、A: 骨髓組織を機械的に損傷せるもの、B: 骨髓腔に特殊鋼線を挿入せるものとした。

実験方法は無菌的に脛骨粗面を露出し、その稍々尾側に骨皮質に小孔を穿ち、A群はこの小孔より鋼線を骨髓腔の尾側端に向つて繰返し挿入して充分骨髓実

質を破壊し、更に穿孔部より生理的食塩水を注入して破壊組織片を可及的の多く流出せしめた。B群は上記小孔より特殊不透鋼線 (SMO 鋼, No. 24~26) を骨髓腔に挿入し脛骨尾側端迄達せしめ留置した(図1)。

A群は術後2日より16日迄隔日に屠殺し、B群は実験動物を更に2群に分け、I群は鋼線挿入期間の長短による変化を調査するために、術直後より15日迄隔日に屠殺、II群は鋼線抜去後の変化をみる目的で術後2週乃至3カ月後に再手術を行ない鋼線抜去、以後15週迄定期的に屠殺す。屠殺後は前論文に記載した如く血管内墨汁注入連続切片標本を作製し検索した。

所見

実験A 骨髓組織の機械的損傷

術後2日目の所見

骨穿孔部は稍々陥凹し血腫で満たされている。骨髓腔内の破壊部は勿論、栄養孔内に至る迄凝血がみられる。しかしこれに接する残存骨髓、即ち図2の如く脛腓骨々髓癒合部の固有洞は凝血巣に接する部で断裂破壊されて鬱血拡大像を呈し、一部断裂固有洞に連なる血管新生と細網細胞の増生を起しているのをみる。このような所見は首、尾側「メタ」部の残存骨髓及び損傷骨幹部骨内膜側にもみられる。

術後4日目の所見

骨穿孔部の血腫は組織化され、結合織性肉芽組織で満たされている。骨幹部凝血巣は高度の細網細胞の増生と進入新生血管の拡大(図3)が認められ、凝血の吸収に関与すると共に固有洞の再建と骨髓組織の再生を促進せんとしている。

術後6日目の所見

凝血巣は細網細胞の増生により概ね置換されている。網状をなす細網細胞群の網眼に毛細血管の新生像

Experimental Studies on the Intramedullary Nailing for Therapy of Fracture. Part II. Experimental Studies on Regeneration of the Venous System in the Injured Marrow. Akinori Kataoka, Department of Orthopedic Surgery (Director: Prof. B. Takase), School of Medicine, University of Kanazawa.

を認め得る。これらの細網細胞群に損傷骨内膜から増生した造骨細胞が侵入し、次第に骨様組織になる。細網細胞網眼の影響により骨様組織性肉芽組織も網状をなし、網眼は当然毛細血管を含んでいる(図4)。これらは骨様組織周辺の固有洞と吻合し、漸次固有洞本来の形態をとるようになる。

術後8日目の所見

細網組織内の毛細血管は固有洞の形態を整えて吻合拡大し、洞周辺には骨髓細胞の出現をみる。一方固有洞は不規則に吻合するばかりでなく、骨長軸に平行して連なる傾向を生じ、不規則に蛇行しながら走る2〜3の洞を作る。これを連絡洞と名付けた。即ち図5の如く数条が束となり、前編で示した主幹洞の如く平滑一様なる太さの径でなく、肉芽組織中をこれを避けて蛇行する。

術後10日目の所見

本期には2〜3の連絡洞の中、特に1個が太くなくて主幹洞の形態をとり、肉芽組織により一側骨皮質側に押しやられ(図6)、首側「メタ」部に至つて主幹洞と連絡している。勿論未だ他の静脈洞の形態が整わないため、主幹洞とはいえ再建途中の段階像である。

術後12日目の所見

骨様組織は漸次吸収されて骨内膜と連絡を断ち、島嶼状に散在して骨髓組織と固有洞に圍繞されている。この時期になると局在的に略々固有洞、集合洞、主幹洞の基本形態に近づくが、吻合、分岐、配列等は規則的系統的でなく、内腔は異常に拡張し或いは狭小となる不整像を呈す(図7)。即ち散在する骨様組織を避け、大きさの不規則な固有洞が網状をなして拡がり、この洞を集合する集合洞の流入、分岐も不規則であり、主幹洞も肉芽組織の影響を受けて多くは骨皮質側に偏在し屈曲、迂回して走っている。このものは時日と共に一様な太さになり走行も滑めらかになつてくる。

術後16日目の所見

再生された主幹洞は破壊を免れた「メタ」部の主幹洞と連らなつて太さも走行も平滑になる。唯骨髓腔の中央を走るとは限らず偏在していることが多い。図8の如く再生集合洞は主幹洞に対し一定の間隔をとらず、又流入する方向も肋骨様の正常像をとっていないが、固有洞を糾合して太くなり充分集合洞の役割を果している。固有洞は図9の如く全体的に網状をなして略々再生されているが、個々には六角形網眼をなすもの少なく大小様々である。しかし骨髓全域に普遍的に分布しており、本来の機能を充分に発揮しているものと信ぜられる。即ち概ねこの時期に至れば、形態的には未だ不規則不整ではあるが、殆んど正常に近い主幹

洞、集合洞、固有洞の形態を具備するに至る。

実験B 鋼線挿入例の所見

I群 鋼線挿入期間の長短による変化

本実験は鋼線抜去前に屠殺し固定したもので、所見は主として鋼線と骨皮質間の損傷骨髓の修復状態を検索した。

2日間挿入例の所見

骨髓内鋼線挿入により骨髓実質と共に脈管系が破壊され出血を起すが、首側「メタ」部の主幹洞が出血巣に接してより異常に拡大して静脈孔に至り、血液は主として主幹洞により骨外静脈へ排出されている。

鋼線周囲の凝血巣は既に組織化されている。即ち鋼線が骨髓腔に比し細いため、鋼線周囲に骨髓の残存する場合は、周囲残存骨髓及び首、尾側「メタ」部の非損傷骨髓組織よりの細網細胞増生と拡大、鬱血像を呈する断裂固有洞の一部より血管の新生しているのをみる。他方鋼線と骨髓腔が適合し、骨皮質との間に骨髓の存しない場合は図10の如く鋼線尖端以下尾側「メタ」部の静脈洞は主として尾側「メタ」部の静脈孔によりのみ骨外の静脈と連絡しており、鋼線尖端による骨髓腔の2分割は再生静脈洞を首、尾側に分ける。鋼線と骨髓腔が良く適合しているとはいえ、骨幹部では必ず脛腓骨々髓癒合部及びハヴァース管骨髓開口部近傍には少量なれど残存骨髓をみるのが普通であり、これが爾後の再生に大なる役割を果すものである。

脂肪髓に鋼線が挿入された場合(全症例共成熟廿日鼠脛骨を使用しており、当然尾側 $\frac{1}{2}$ は脂肪髓である)は鋼線周囲から尖端近傍にかけて脂肪細胞は消失しており、それに続く非損傷脂肪髓内の静脈洞は拡大し分布密度も増加している。

3日〜5日間挿入例の所見

本期には栄養孔を通る脈管、脛腓骨々髓癒合部(図11)及び首、尾側「メタ」部の固有洞或いはハヴァース管内毛細血管(図12)等に連らなる新生血管が細網組織内にて漸次拡大し吻合するようになる。

7日間挿入例の所見

新生血管は太くなくて不規則に吻合し固有洞の形態をとり、洞壁周辺より骨髓細胞の増生を始めている。一方損傷骨内膜、特に挿入孔部の骨内膜から骨様組織性肉芽組織が形成され、実験Aの場合と同性質にてその網眼に毛細血管を含んでいる。この時期には未だ主幹となるべき洞は認められないが、広い間隙部に固有洞は連絡洞を形成している。

2週間挿入例の所見

本期には連絡洞は図13にみる如く鋼線に接して間隙を走行する1条の太い再生主幹洞となつている。骨髓

組織の占める量が少ないため、集合洞も固有洞も多くは不規則にして明確でない。しかし所により系統だつた再生像もみられ、漸次固有洞—集合洞—主幹洞系が再建されている。勿論これらの静脈洞系は肉芽組織の存在 或いは狭小間隙の影響により、再生は規則正しい配列、形態をみないが、良くその間隙に順応して局的に略々基本形態像を呈する(図14)。

II群 鋼線抜去後の変化

a 2週間挿入後抜去例

本実験は鋼線抜去後屠殺し、固定したものである。故に本実験は鋼線周囲の再生所見は省略し、抜去後の鋼線跡の修復状態のみを経目的に追求検索した。

抜去直後の所見

抜去後の出血は挿入孔付近では図15の如く大部分は首側「メタ」部の主幹洞によつて骨外静脈に排出され、一部挿入孔より出るに過ぎない。同様な所見は尾側「メタ」部主幹洞にもみられ、共に主幹洞は拡大、鬱血像を呈する。

抜去後3日目の所見

鋼線跡の凝血巣は既に再生された鋼線跡周辺骨髄組織より細網細胞増生しており、同時に血管新生もみられるが、その分布は粗にして線細なものである(図16)。

抜去後5日目の所見

鋼線跡は完全に組織化され、血管新生も活潑になり、漸次太くなつて不規則に吻合する固有洞の像を呈してくる。一方鋼線に接して生じていた骨様組織中には鋼線跡に出現した細網細胞とその部の線細な固有洞及び鋼線跡周辺の再生骨髄組織と固有洞の両者が侵入し、破骨細胞の働きと共に吸収を始めている(図17)。

抜去後7日目の所見

再生固有洞は骨長軸に平行して連らなり、2~3の連絡洞を作る。しかし鋼線と骨皮質の間隙に既に主幹洞再生されている例(図18)では、一時的に生じた連絡洞は集合洞の形態を作つて7日過ぎ頃より上記主幹洞に流入する。又鋼線と骨髄腔適合し、主幹洞の再生をみない例では、抜去後実験Aの如き経過にて連絡洞は主幹洞の形態をとり、他は集合洞様になるか、萎縮する。

抜去後2週~3週目の所見

鋼線跡は完全に骨髄細胞に再生されているが、固有洞網眼は不規則で荒く(図19)、又一側骨皮質側に接している再生主幹洞もそのままの状態にして骨髄腔中央への移動像は認められない。

抜去後5週~7週目の所見

主幹洞の太さは漸次滑めらかに一樣になるが、骨皮質に接して走っており、症例によつては図20の如く分

岐した主幹洞をみることもある。このように全般的に静脈洞系は基本形態を呈していないが、局所的に略々正常形態像様に再建されている。又この時期には再生骨髄組織に脂肪細胞の出現をみるが、この再生脂肪腔内の主幹洞は図21の如く比較的内腔広く血液を含み、萎縮せる主幹洞という観を与えず、静脈洞としての機能を保持している像を示す。

抜去後10週以後の所見

6週~7週頃迄迂回、偏側或いは分岐していた再生主幹洞は、10週を過ぎる頃より徐々に骨皮質を離れて骨髄腔中央へ移動してくる傾向を示し(図22)、固有洞、集合洞も系統的配列を示す。

b 3カ月間挿入後抜去例

本実験の抜去後鋼線跡の修復状態は、2週挿入後抜去例とは時間的の違いのみにして、略々同経過にて再生されるのでここでは省略し、特異な所見のみを要約する。

長期挿入例では既に鋼線と骨皮質の間隙部は赤色髄又は脂肪髄になつており(図23)、広間隙部にて静脈洞は基本形態を呈している。当然主幹洞は中心になく、骨皮質に接して鋼線跡周囲を螺旋状に首側「メタ」部へ走っている。鋼線尖端部は図24の如く骨性組織の発生により骨髄腔が完全に2分されるため、本来1条に再生されるべき主幹洞も首、尾側に分れ、夫々の静脈孔よりのみ静脈と連絡するようになる。この骨性組織は鋼線跡周囲にもみられ、挿入孔より可成り尾側に至る迄発生しているが、前記2週挿入後抜去例骨様組織と違い、骨幹部骨内膜と連絡を断ち、均等なる薄い厚さの骨性筒を呈している。この骨性組織は多孔性にして孔内にも毛細血管を含む。抜去後10週にはこの骨性筒も大部分吸収されて島嶼状となり、周辺を固有洞、骨髄組織が囲繞している。故にこの骨性筒が骨髄の組織化、静脈洞系の再生を長く妨げることは殆んどない。2週挿入後抜去例に比し本例は骨性組織の吸収が幾分遅延するが、それも3~4週に過ぎず、抜去後15週になると図25、26にみる如く固有洞、集合洞は基本形態を示す。即ち集合洞の流入、分岐、固有洞の網眼、骨内膜での係蹄等略々正常骨髄における如き観を与える。しかし主幹洞は骨髄中央を真直ぐに走ることは少なく、多くは図27の如く蛇行、迂回、螺旋状に走っている。しかしこの形態が本来の骨髄機能を阻害するとは思われない。

総括並に考按

1. 静脈洞系の再生

a 固有洞の再生

骨髓再生の実験にて Maas (1897) は犬、家兎長管骨々髓を破壊し、骨髓は短時に新生骨髓をもつて満たされ、これら新生組織は一部骨梁間に遺残せる骨髓組織の血管より、一部ハヴァース管骨髓開口部毛細血管壁に沿うて増殖する肉芽組織より形成されるとしている。Bajardi (1886) も家兎大腿骨にて、新生骨髓はハヴァース管内毛細血管周囲結締組織と骨端部遺残骨髓より再生されるものと論じている。村岡 (1929) は家兎大腿骨々髓の再生は損傷を免れた部の毛細血管内皮細胞が増殖して内腔広き不正形の管腔を作り、出血巣周囲の新生血管と吻合して骨髓実質が再生されることを観察している。熊取 (1924) も亦ハヴァース管内毛細血管並に遺残骨髓内静脈洞から新生せる幼若血管により一種の肉芽組織が形成され、この肉芽組織は時日と共に萎縮し、血管拡張して静脈洞を形成すると述べている。橋本 (1937) は家兎大腿骨及び下腿骨々髓破壊後、損傷巣はその周囲の静脈洞より新生せる静脈性血管の進入をみ、これが静脈洞の特徴を備えてくることを認める。

私の実験 (A, B) では凝血巣は術後直ちに損傷を免れた首、尾側「メタ」部、脛腓骨々髓癒合部の静脈洞及び栄養孔の脈管、ハヴァース管内毛細血管により吸収される。術後2日には細網細胞増生し、拡大鬱血せる固有洞に連なる新生血管を巢内にみる。新生血管は漸次拡大吻合し、術後6日頃より固有洞の形態を備えてくる。この時期になると洞周辺より骨髓細胞の出現をみる。即ち骨髓実質の再生には先ず細網細胞の増生と共に吻合せる固有洞の再建が必要であり、この再生洞が強く作用する周辺よりいち早く細網細胞の骨髓細胞置換が起るものと考えられる。

更に再生固有洞の働きとして重要なことは骨内膜より発生した骨様組織性肉芽組織の吸収促進にある。大量の骨様組織の長期間骨髓実質侵犯は骨髓機能にとつて大なる障害であり、これが固有洞と破骨細胞の働きにより短時間に吸収されることは骨髓再生にとつて重要なことである。骨様組織は勿論のこと、長期挿入によりそれが骨性化しても、抜去後直ちに骨性組織の含む毛細血管は周辺固有洞と吻合して短期間に島嶼状に分離し、周囲を固有洞と骨髓組織にて圍繞して吸収を促進する。このことは骨髓浄化に及ぼす固有洞の重要性を物語るものである。

b 主幹洞の再生

いち早く固有洞が再建されても、それを統合して骨外臓器と連絡させる主幹洞がなければ骨髓の占める地位は余り期待されるものではない。前編記述の如く主幹洞の機能より推して迅速なる再生の重要性は充分納

得されるものである。しかし私は現在迄主幹洞の系統的形態学的再生に関する論文に接していない。故に所見を要約し、その再生について述べる。

骨髓腔が肉芽組織或いは挿入鋼線により狭小になつても間隙を縫つて屈曲、迂回、偏在する1条の主幹洞が常に短時に再生し静脈孔に達している。

実験A (模型図1)、術後8日頃より再生固有洞が骨長軸に平行して連なる2~3の洞が肉芽組織を避けて首尾側に走る。この洞は所見で述べた如く主幹洞の形態を備えてをらず、私はこれを連絡洞と名付けた。術後10日頃にこの連絡洞の中、1本が特に太くなり、他は萎縮するか。集合洞様に連らなつてここに主幹洞としての形態を整える。始めは形態的に正常主幹洞とは程遠いものであるが、肉芽組織の吸収に従い骨髓腔中央に移動し、術後16日には図8の如く略々正常像様になる。

実験B (模型図2)、挿入鋼線が骨髓腔に比し細く、鋼線と骨皮質に間隙ある場合は挿入後7日頃より連絡洞が形成され、10~14日頃には図13の如く1条の主幹洞が鋼線に沿うて再生され、走行は間隙を縫うため迂回。屈曲して鋼線周囲を螺旋状に走つて首、尾側「メタ」部の主幹洞と連絡する、鋼線抜去後この再生主幹洞は鋼線跡の肉芽組織吸収後、実験Aの如く骨髓腔中央に移動するがそれ程迅速でない。即ち2週挿入後抜去例では抜去後6~7週より骨皮質を離れ、骨髓腔中央へ漸次移動し、3ヵ月挿入後抜去例ではそれより3~4週遅れて移動を開始する。これは肉芽組織の長期残存が大きく影響するもので、実験Aにおけるよりも全体的に再生形態像は遅延する。しかし局的には良く鋼線跡の再生固有洞を集合して静脈孔に達しており、主幹洞としての機能が甚だしく低下するものとは思われない。

又鋼線尖端及びその尖端に発生した骨性組織により骨髓腔が2分されると、個々に静脈洞再生し、再生主幹洞も完全に連絡を断つ。しかし夫々の首、尾側「メタ」部の静脈孔に達しており、恰も1条の主幹洞としての働きをしている。且つ骨皮質内毛細血管の連絡或いは骨性組織の多孔性による毛細血管連絡の所見より、一長管骨全体としての機能は聊かも害われるものでないと信ぜられる。

再生静脈洞は新生血管-固有洞-連絡洞-(集合洞)-主幹洞と再建されるが、骨髓再生状態により固有洞を始め集合洞は分布も流入方向も基本形態と差異を認める。しかし局的にはその部に適合して構成されており、血液の貯溜、排出等骨髓機能を円滑に推進するものと信ぜられる。

2. 脂肪髓と静脈洞の関係

脂肪髓が損傷された場合の静脈洞の態度は甚だ興味ある所見を示す。損傷骨髄内の静脈洞は術後2週頃迄鬱血拡大像を呈し、損傷部は勿論その周辺は骨髄細胞にて満たされ脂肪細胞をみない。実験動物は成熟廿日鼠脛骨を対象としており、当然尾側には脂肪髓であり、それが損傷後2週頃迄再生骨髄に脂肪細胞の存在をみないことは、廢用性固有洞が再生のため活動性を促されて鬱血拡大し、その強い影響により細網細胞→骨髄細胞出現し、ここに脂肪髓は赤色化するものと信ぜられる。

又術後2週を過ぎると再生骨髄に脂肪細胞の出現をみる。この再生脂肪髓でも図21の如くそこに分布する静脈洞は萎縮しておらず可成り太く、管内には多量の血液をみる。

故に脂肪髓内の萎縮せる廢用性静脈洞は骨髄再生のため充分その活動性を要求される時期には脂肪髓内と雖も、静脈洞拡大し骨髄実質本来の状態に再生されるものであり、静脈洞の活潑なる再生こそ骨髄機能にとり重要なものであり、骨髄再生にとって第一に再建される必要のあるものであることが分る。

3. 髓内釘の影響

最近骨折治療に髓内固定法が旺んに行われるようになったが、一方髓内釘のために生ずる障害として従来脂肪栓塞、感染、手術時の Shock、骨髄破壊による障害、化学的電氣的異物反応の障害、成長期骨への影響、仮骨形成の遷延及び仮関節の発生等が論ぜられていた。これらの諸問題は Böhler (1949) を始め多数の研究者により臨床的及び実験的にその原因が追求されてきた。著者等 (1959) も先きにそれらの原因について報告したので、骨髄損傷に伴う障害の中、静脈洞の破壊による影響のみを考察する。

a 鋼線の太さによる影響

挿入鋼線が骨髄腔に比し細い場合は、前述の如く挿入後2週過ぎ頃には鋼線周囲の間隙骨髄に再生せる固有洞を集合して螺旋状に首、尾側に走る主幹洞が再生されて静脈孔に至るをみる。他方鋼線尖端で骨髄腔が2分されても、夫々に静脈洞再生され、その上骨幹部の脛腓骨々髓癒合部の固有洞、ハヴァース管内毛細血管或いは栄養孔骨髄開口部の脈管に連らなる線細な新生血管が少量の再生骨髄と共に骨皮質に接して存在しているもので、この2つの要素より總体的に若干の骨髄機能低下を認め得るとしても、一長管骨全体としての均衡を崩す程のことはなく、太径鋼線が特に大なる障害を及ぼすとは考えられない。

所で臨床的に使用される髓内釘の静脈洞に対する影

響を考察すると、1. 固定力の影響を除外するならば Kierschner 鋼線の如き極細小のものは静脈洞再生を殆んど障害せず、このことは Rush 釘の場合でも略々同様と思われる。2. V型断面髓内釘は患肢骨髄腔最狭部径をもつて使用されるので、V溝を始め充分なる間隙が骨髄腔首尾側に至る迄連続しており、途中栄養孔及びハヴァース管内毛細血管は容易に進入出来、当然静脈洞がその間隙骨髄内に再建することは疑いない。

3. Küntscher 原法の如く骨髄腔を一部骨皮質迄 rieming して、骨髄腔以上の太径クロバー型断面髓内釘を挿入する術式では、rieming により骨幹部骨髄実質は完全に破壊されるが、骨端部骨髄は必ず一部残存され得るものであり、それに栄養孔、ハヴァース管骨髄開口部にも少量の骨髄と脈管が残ることが多く、これより迅速に再生を開始し釘溝内は再生骨髄組織に満たされる。時に骨髄内脈管の外傷性切断続発症として生ずる脈管性壊死を呈したとしても Johnson (1927), Trueta (1955) 等の報告の如く迅速に修復されることが知られており、本法は強固な固定力により骨折端及び釘のふれが防せられる利点より推測して骨髄実質の再生に好結果を与えるものと信ぜられる。

b 骨性筒の影響

著者等 (1959) は先きに実験的及び臨床的に挿入釘周囲に発生した骨性筒について検索報告した。廿日鼠脛骨では短期間挿入による骨様組織及び長期間挿入の骨性組織は挿入部骨内膜より鋼線周囲に筒状となつて発生するが、この組織は発生当初より含まれる毛細血管により徐々に吸収される。抜去後急速に毛細血管は固有洞の形態をとり、互に吻合するため骨性筒は切れ切れに分離され、短期間挿入例では10週頃、長期例ではそれより3~4週遅れて殆んど完全に吸収される。抜去後15週には両群共略々同様な再生像を示している。故に骨性筒残存するも骨様或いは骨性組織内の毛細血管及び周囲固有洞が縦横に吻合して吸収を促進することより静脈洞の分布を妨げたり、ひいてはその機能迄碍かすことはないと思ふ。

著者 (1959) は長期観察の出来た28例の髓内固定法を施行した大腿骨々折中、14例に挿入後4~5カ月頃より釘に接する線状硬化像の発生をレ線写真で観察した。抜去直後より吸収始まり、全症例共略々6カ月以内に消失している。Junge (1951) は6年間も残存した例を報告しているが、組織学的に線状硬化像は骨性筒と考えられ、当然多孔性にして毛細血管を含み、吸収につれて毛細血管は固有洞の形態を整えて互に吻合することより、譬え Junge の如く長期残存していても静脈洞にとって大なる障害になるとは考えられず、

臨床的にも骨性筒は余り問題とする程のことはない。

c 鋼線挿入期間の影響

鋼線挿入は短期間程、抜去後迅速に骨髄再生が行われる。しかし前述の如く長期間挿入後の抜去例が著しく静脈洞の再生を遅らせ障害を残すことがない事実より、臨床的には金属の化学的電氣的異物反応による影響を除外出来るならば、釘挿入期間の延長が挿入時或は抜去後の再生、即ち骨髄機能の活動性を阻害する大なる因子となるものでないと信ぜられる。

結 語

1. 私は成熟廿日鼠脛骨々髓の機械的損傷後及び鋼線挿入時或いは抜去後の静脈洞の再生を系統的に検索し、併せて臨床上の各種髓内釘の及ぼす影響を考察した。

2. 骨髄再生は遺残骨髄内及び脛腓骨々髓癒合部の静脈洞、栄養孔の脈管、ハブヴァース管内毛細血管より血管新生され、短時日に新生血管は固有洞の形態をとり、その洞周辺より細網細胞→骨髄細胞と再生が促進される。

3. 脂肪髓損傷後、その部の廃用性静脈洞は再生のため活動性を取り戻して拡大、鬱血像を呈する静脈洞に再生され、その影響により新生骨髄実質には脂肪細胞をみない。即ち脂肪細胞(廃用性静脈洞)損傷→凝血巣→(再生固有洞)→細網細胞→骨髄組織(赤色髓)と再生される。

4. 再生固有洞は骨髄実質の再生及び肉芽組織の吸収を図り、骨髄内造血作用の活動性を取り戻す。

5. 静脈洞は破壊後常に新生血管—固有洞—連絡洞—(集合洞)—主幹洞と再建され。再生主幹洞は再生骨髄の状態の如何を問わず、短時日に固有洞を糾合して静脈孔に達して静脈と連絡する。

6. 髓内釘の静脈洞再生に及ぼす障害を釘の太さ、骨性筒、挿入期間の問題より考察した。

これらの障害の如何に拘らず骨髄内静脈系が抜去後短期間に前論文に述べた如く動脈—栄養動脈—動脈枝—毛細血管—固有洞—集合洞—主幹洞—静脈と再建されることを知り、これより髓内釘は骨髄内静脈系の再生にとつて大なる影響を与えないと判定した。

終に臨み御懇篤な御指導と御校閲の労を賜つた恩師高瀬武平教授並に野村進助教授に深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) Bajardi : (4) から引用.
- 2) Böhler, L. : Die Technik der Knochenbruchbehandlung. 2, 1512, Verlag für medizinische Wissenschaften Wilhelm mandrich, Wien-Bonn. 1954).
- 3) Crissmann, H. u Reich, H. : Archiv. Klin. Chir., 205, 455, 1944.
- 4) 堀内正重・伊藤尹 : 満洲医誌., 10, 115 (1929).
- 5) 橋本美智雄 : 血液学討議会報告, 5, 150 (1953).
- 6) Johnson, R. W. : J. Bone Surg., 9, 153 (1927).
- 7) Junge, H. : Hefte Unfallhk., 40, 1 (1951).
- 8) Küntscher, G. : Zschr. Orthop., 87, 225 (1956). Arch. Klin. Chir., 200, 443 (1940). Klin. Wschr., 19, 335 (1940).
- 9) 熊取成次 : 日整会誌., 18, 1347 (1927).
- 10) Mass, H. : Arch. Klin. Chir., 20, 237 (1877).
- 11) 村岡正夫 : 東医会誌., 43, 374 (1927).
- 12) 野村 進・片岡玲典 : 中部整災誌., 2, 1118, 1175 (1959). 日整会誌., 総会号, 6 (1959).
- 13) Ollier, M. : Zbl. Chir., 24, 990 (1897).
- 14) 大江幸夫 : 外科の領域, 2, 709 (1954).
- 15) Trueta, T. & Cavadias, A. X. : J. Bone Surg., Brit. Ed., 37, 492 (1955).
- 16) 津下健哉 : 日整会誌., 25, 308 (1952).
- 17) 若松英吉 : 日整会誌., 26, 234 (1952).

Abstract

Intramedullary nailing has been recently popularized as therapy of fracture. However, the resulting destruction of the marrow of long bone gives rise to so much disorder in the sinusal system that finding may be required for recovery of the demolished system. Accordingly, in order to study regeneration of the venous system in the bone marrow, following experiments were attempted;

(a) the medulla of the tibia of mice were injured mechanically, and (b) special steel wire inserted into the medullary cavity. Histological methods are as indicated in the preceding paper. As to regeneration of the marrow, new blood vessels grow from venous sinuses in the remaining marrow and region of tibiofibular myelogenic union, ducts of the nutrient foramen, and capillary vessels in Haversian canals. Newly grown blood vessels take a shape of intrinsic sinuses in a short period, and regeneration of reticular and medullary cells be-

comes active around those vessels. Disused venous sinuses in injured fat marrow, regaining active regeneration, become enlarged, and return to regenerated ones, presenting picture of congestion. As a result there is found no adipose cell in the substance of new marrow. In short, the regeneration takes place in the following order; injury to adipose cells (disused venous sinuses)-focus of coagulation (regenerated intrinsic sinuses)-reticular cells-medullary cells (red marrow). Regenerated sinuses not only promote regeneration of the medullary substance and absorption of the granulation tissue, but also regain activity of intramedullary hemopoietic action. Venous sinuses are always reconstituted in the following order after destruction; new blood vessels-intrinsic sinuses-connecting sinuses-(collecting sinuses)-main sinus. Regenerated main sinus collects intrinsic ones in a short period irrespective of condition of regenerated marrow, and through the venous foramina connect with the vein. When effect of the intramedullary nailing upon regeneration of venous sinuses is considered in connection with the size and insertion duration of nail, this method is proved to offer no great disturbance.

附 図 説 明

c.: 骨皮質, c.b.: 凝血巣, c.n.s.: 連絡洞, f.: 腓骨, fc.: 脂肪細胞, g.: 肉芽組織, m.: 髓内釘 (SMO鋼), m.s.: 主幹洞, o.: 骨様組織, p.: 骨穿孔部, r.m.s.: 再生主幹洞, t.: 脛骨.

図 1: 成熟廿日鼠脛骨々髓内鋼線挿入図.

図 2: 腓骨々髓内断裂固有洞 (→) の脛骨 (t) 凝血巣 (c.b) 内への進入及びその周囲の細網細胞 (r) 増生. 機械的損傷後 2 日, ×80

図 3: 細網細胞 (r) 内新生血管 (→) の凝血巣 (c.b.) への進入. 機械的損傷後 4 日, ×80

図 4: 骨様組織 (o) 網眼内毛細血管 (→). 機械的損傷後 6 日. ×80

図 5: 肉芽組織 (g) を避けて連絡洞 (→) 形成. 機械的損傷後 8 日. ×80

図 6: 骨皮質 (c) に接して走行する再生主幹洞 (r.m.s.) 及び肉芽組織 (g) 内の再生固有洞 (→). 機械的損傷後 10 日. ×80

図 7: 偏在する再生主幹洞 (r.m.s.) 及び不規則不整像を呈する集合洞 (→). 固有洞 (→). 機械的損傷後 12 日目. ×80

図 8: 骨髓腔中央へ移動して来た再生主幹洞 (r.m.s.) 及び集合洞 (→), 固有洞 (→) の再生像. 機械的損傷後 16 日. ×80

図 9: 網状をなす再生固有洞 (→), 6 角形網眼はみられず. 機械的損傷後 16 日. ×80

図 10: 鋼線 (→) 尖端以下尾側部の拡大鬱血せる主幹洞 (m.s.). 鋼線挿入 2 日. ×80

図 11: 鋼線 (→) 細く間隙を有する場合, 脛腓骨々癒癒合部より固有洞 (→) 進入. 鋼線挿入 5 日. ×80

図 12: ハブアース管内毛細血管 (→) と連らなる再生固有洞, 鋼線跡 (→). 鋼線挿入 5 日. ×120

図 13: 鋼線 (→) に接して鋼線 (→) 骨皮質 (c) 間を走行する再生主幹洞 (r.m.s.). 鋼線挿入 2 週. ×80

図 14: 鋼線 (→) 周囲の間隙を螺旋状に走行する再生主幹洞 (→). 鋼線挿入 2 週. ×40

図 15: 鋼線 (→) 抜去後の凝血巣 (c.b.) と主幹洞 (m.s.) の連絡, 集合洞 (→). 墨汁液注入せず. 2 週挿入抜去直後. ×80

図 16: 鋼線周囲の骨様組織 (→) 網眼内毛細血管 (→) と鋼線跡凝血巣 (c.b.) に増生せる細網細胞 (r). 2 週挿入抜去後 3 日. ×80

図 17: 骨様組織 (o) を囲繞する再生固有洞 (→). 2 週挿入抜去後 5 日. ×240

図 18: 鋼線と骨皮質間に再生した主幹洞 (→). 2 週挿入抜去後 7 日. ×40

図 19: 鋼線跡に再生せる不規則な固有洞 (→) 及び挿入部 (→). 2 週挿入抜去後 2 週. ×55

図 20: 分岐せる再生主幹洞 (r.m.s.), 2 週挿入抜去後 3 週. ×80

図 21: 再生脂肪髓 (細胞 fc) 内に再生している主幹洞 (r.m.s.), 内腔に多量の血液 (→) を含む. 墨汁液注入せず. 2 週挿入抜去後 7 週. ×80

図 22: 骨皮質 (c) を離れ漸次骨髓腔中央へ移動する再生主幹洞 (r.m.s.), 集合洞 (→), 固有洞 (→). 2 週挿入抜去後 10 週. ×80

図 23: 鋼線跡凝血巣 (c.b.) 周囲の再生脂肪細胞 (f. c.) 3 カ月挿入抜去直後. ×40

図 24: 鋼線尖端に発生する骨性組織 (→), 尾側部主幹洞 (m.s.), 凝血巣 (c.b.), 3 カ月挿入抜去後 3 日. ×40

図25: 再生主幹洞 (r.m.s.) と骨内膜で係蹄を作る再生固有洞 (→). 3 カ月挿入抜去後15週. ×120

図26: 網状を呈す再生固有洞(→). 3 カ月挿入抜去後15週. ×80

図27: 螺旋状に走る 再生主幹洞 (r.m.s.), 3 ヶ月挿入抜去後15週. ×120

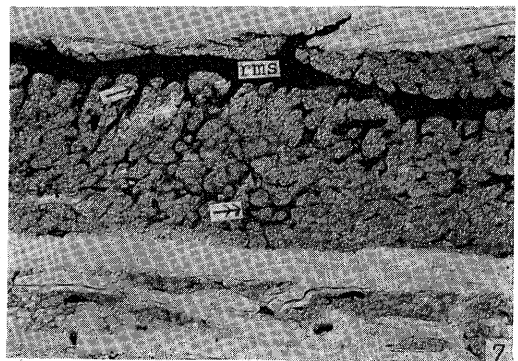
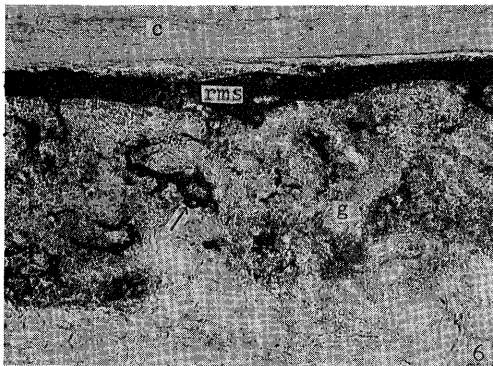
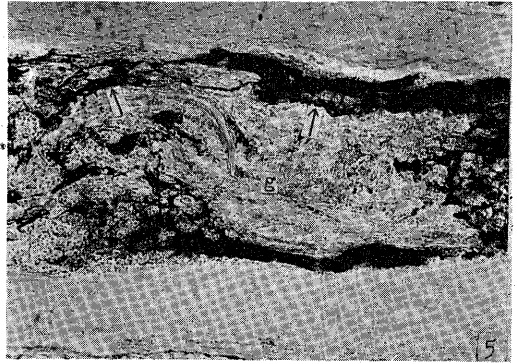
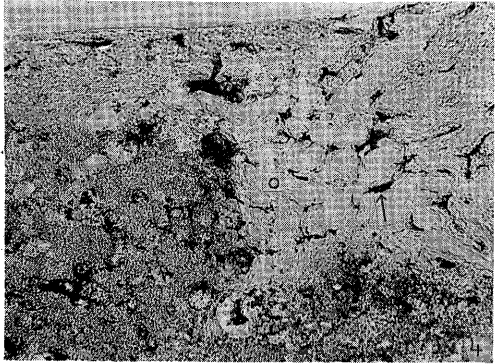
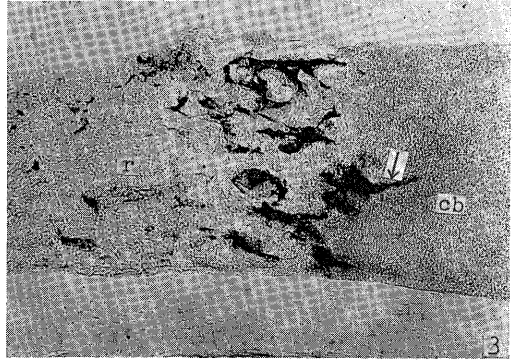
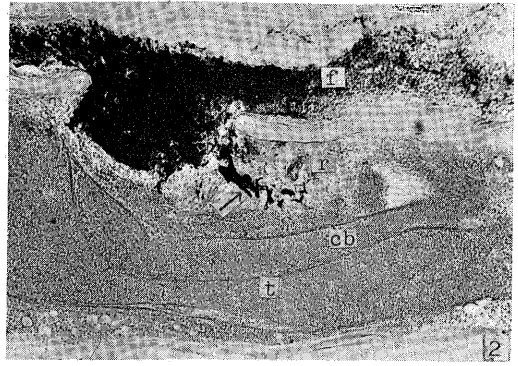
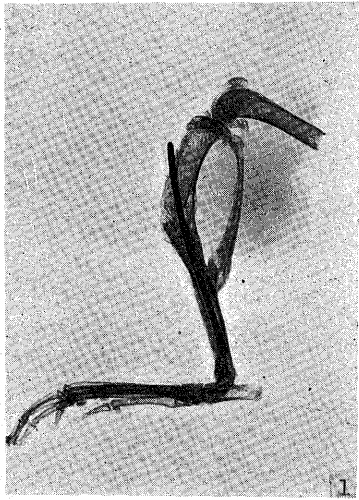
模型図 1: 機械的損傷例 (骨髄破壊後の主幹洞再生

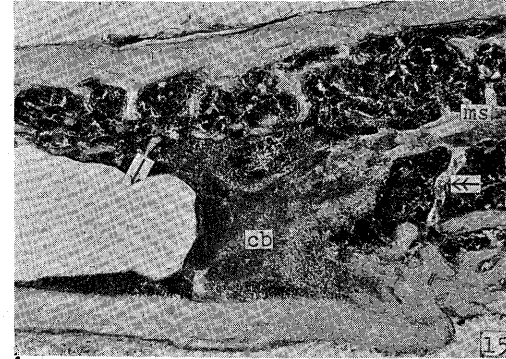
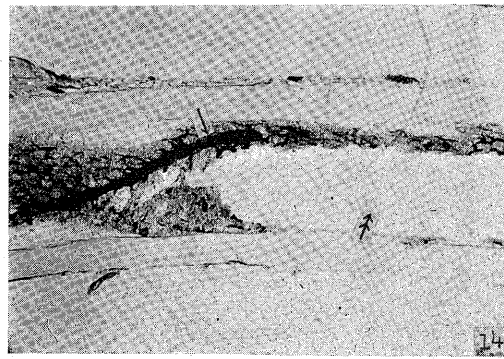
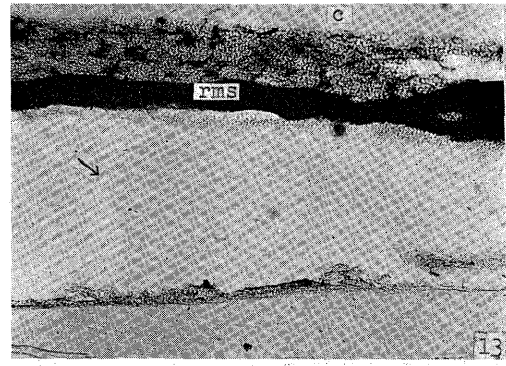
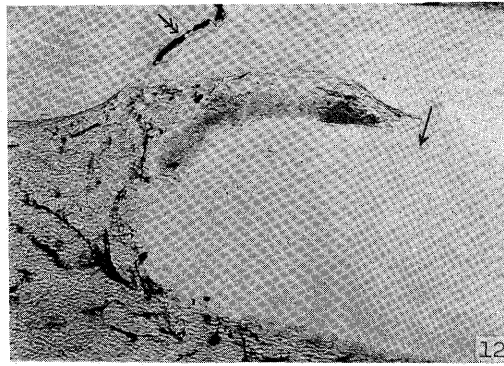
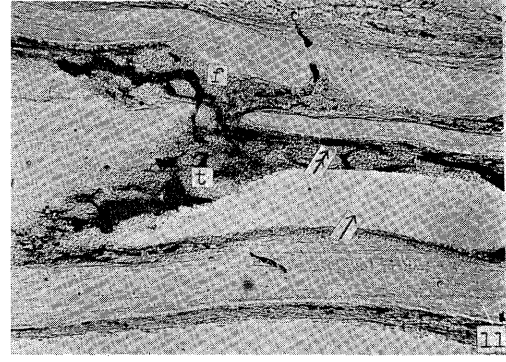
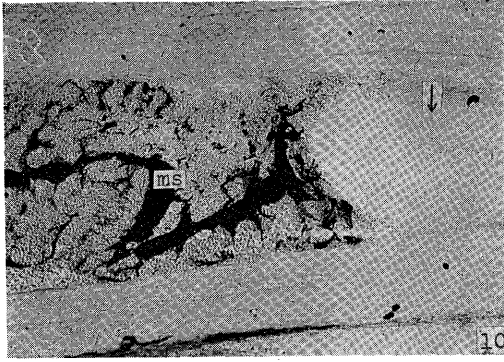
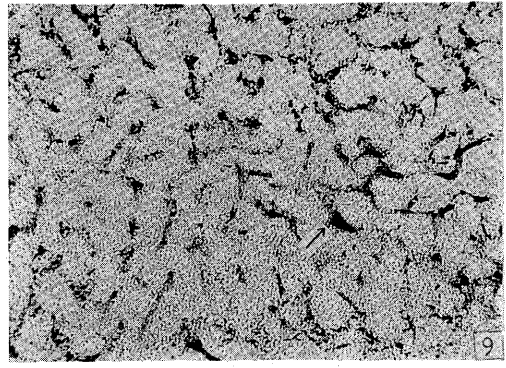
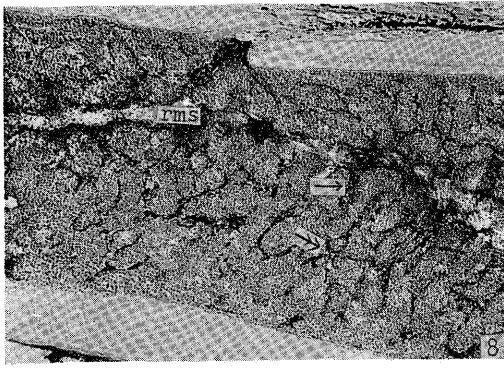
模図)

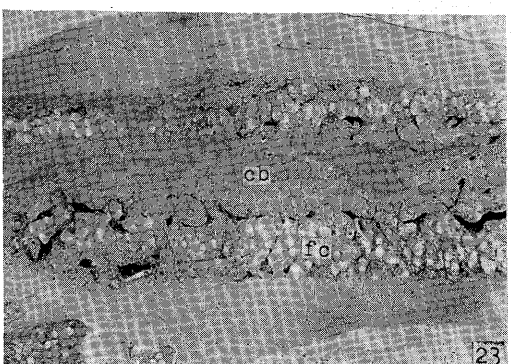
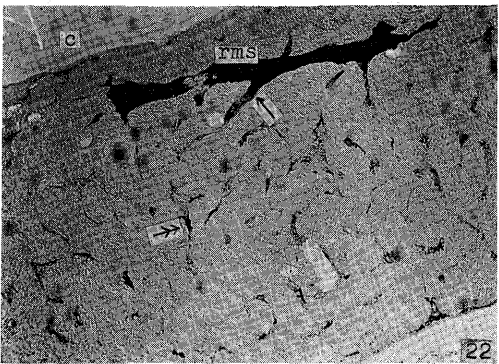
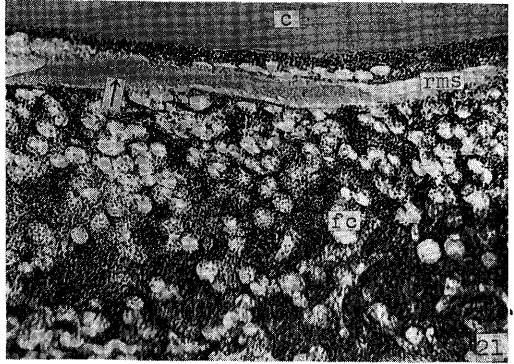
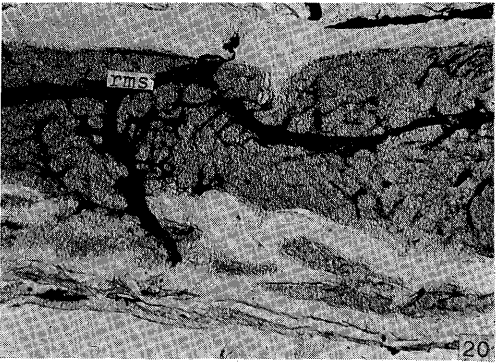
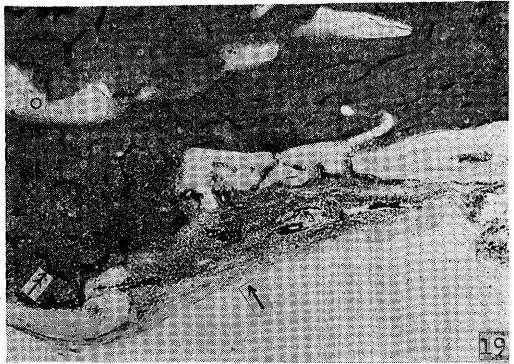
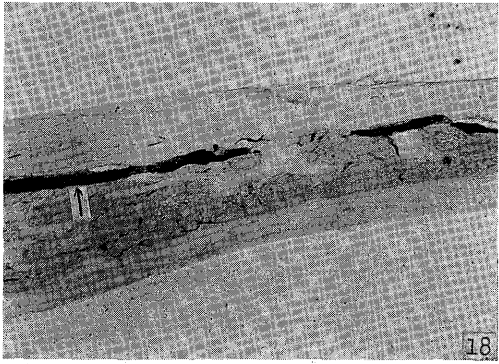
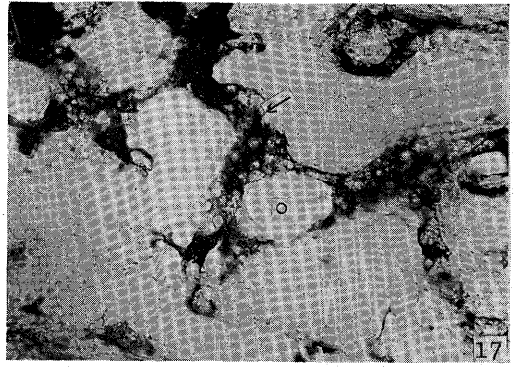
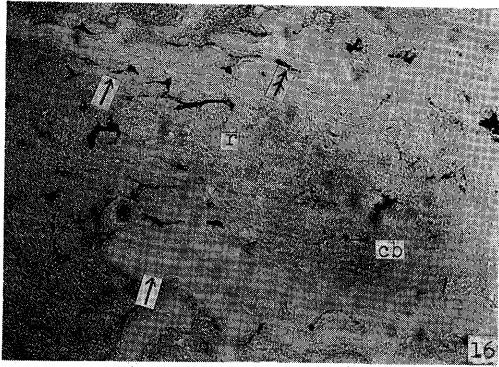
1: 損傷直後凝血巣 (c.b.) に連絡する拡大鬱血せる主幹洞 (m.s.). 2: 連絡洞 (c.s.) の形成, 術後 8 日.
3: 再生主幹洞 (r.m.s.), 術後10日~12日.

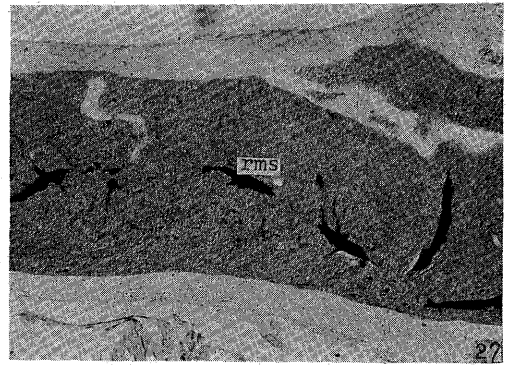
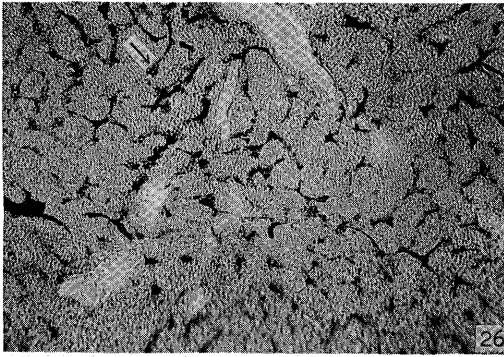
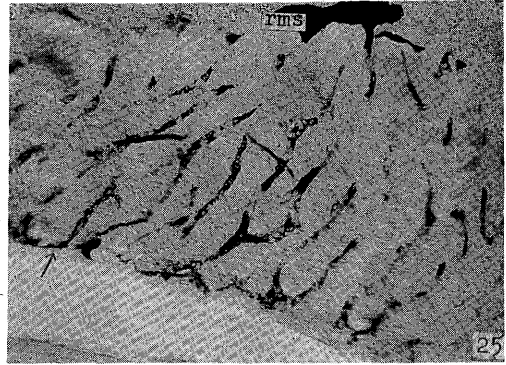
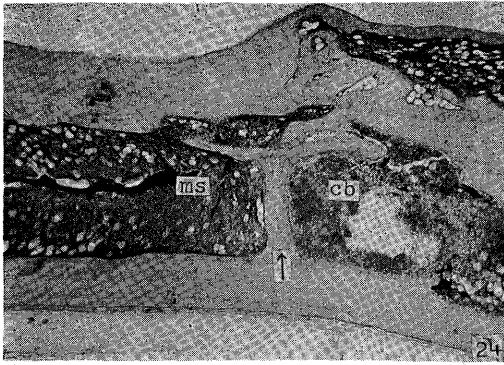
模型図 2: 鋼線挿入時の主幹洞の再生模図

1,2: 鋼線と骨皮質間に間隙ある例. 3: 鋼線と骨髄腔適合し, 鋼線尖端で骨髄腔 2 分された例.

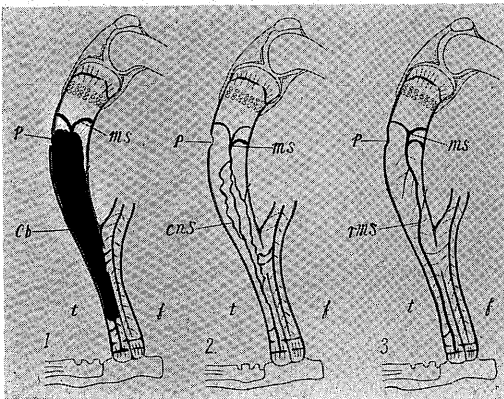








模型图 1



模型图 2

