

骨髓諸種栄養血管系の骨髓循環に及ぼす 影響に関する研究

第三編

家兎大腿骨主要栄養血管結紮による骨髓血行の時間的変化

岡山大学医学部平木内科教室 (主任：平木教授)

助手 武田俊輝

〔昭和30年月2日10受稿〕

内 容 目 次

第一章 序 論

第二章 研究材料及び研究方法

第三章 自家所見

第1項 成熟家兎の大腿骨主要栄養動脈
結紮後の骨髓血行の恢復状態

第2項 幼若家兎の大腿骨主要栄養血管
結紮後の骨髓血行の恢復状態

I 体重1kg前後の幼若家兎の大腿骨

主要栄養動脈結紮

II 体重500g前後の幼若家兎の大腿
骨主要栄養動脈結紮

第3項 成熟家兎の大腿骨主要栄養静脈
結紮後の骨髓血行の時間的変化

第四章 総括並びに考按

第五章 結 論

第一章 序 論

曩に私は第一編に於て家兎大腿骨に分布する栄養血管の走行及び骨髓進入様式、並びに主要栄養動脈を結紮した時の血行の時間的恢復状態を色素注入法により明らかにし、続いて第二編では3栄養血管系の骨髓血行支配状態を数字的に表わした。本編では更に主要栄養血管結紮後の骨髓血行の時間的恢復状態を、第二編と同じく放射性同位元素 P^{32} を用いて数字的に解明せんと企てた。

主要栄養動脈結紮実験の歴史は極めて古く、1855年 Hartmann⁵⁰⁾ が既に之を行つているにもかかわらず現在迄にこの方面の先人の業績は極めて少なく僅に数例を数えるに過ぎない。而もこれ等先人の実験の主目的は、主要栄養動脈の結紮により生じた組織壊死の恢復状態の観察、發育障害の観察、及び骨折治癒遅延の観察等に向けられている。即ち Hartmann⁵⁰⁾、Winkelbauer⁶⁷⁾ はこの動脈の閉塞により骨髓壊死の起る事を指摘し、橋本¹⁹⁾、堀内²⁴⁾、三室²⁹⁾ は共にこの壊死の恢復する

経過を詳細に追求している。又 Euler⁴⁸⁾、橋本¹⁸⁾ はこの動脈の閉塞と發育との關係を、Dax⁴¹⁾ は骨折治癒に及ぼす影響を検べている。Nußbaum⁶⁰⁾ はこの動脈の遮断により他の動脈系が骨髓中に進入する事を証明している。

一方實際問題として臨牀的に骨折の場合は勿論であるが、Lexer⁵⁶⁾ はこの動脈に大きな血栓が固着して血行が遮断される事があり得ると述べている。そこでこの動脈の結紮後の恢復状態の観察は臨牀的にも極めて興味ある問題である。然るに過去の業績は前述の如く壊死組織の恢復、發育への影響、及び骨折治癒に及ぼす影響等に関してはかなり詳細なる記載があるが、それらの直接原因たる骨髓血行状態の恢復に触れた文献は私の寡聞の為か殆んど見出し得ない。

私は第二編に於ては主要栄養血管を遮断した場合に血液が如何なる経路を経て骨髓に達するかを解明したので、続いて本編では其の後の側枝血行による血行の恢復状態を日を追つて観察し、聊か新知見を得たので以下成熟

家兔，幼若家兔及び動脈系，静脈系に分類して報告する事にする。

放射性同位元素 P³² は第二編第1表に示したものを使用した。

第二章 研究材料及び研究方法

実験動物は体重 2kg 前後の健康成熟家兔26匹，体重 1kg 前後の健康幼若家兔 4 匹，体重 500g 前後の健康幼若家兔 4 匹を用いた。

研究材料

第1表 成熟家兔主要栄養動脈結紮(I) counts/min. /g.

時 間	I		II		III		IV		V		VI		VII			
	結紮直後		結 紮 後 12 時 間		結 紮 後 1 日		結 紮 後 2 日		結 紮 後 3 日		結 紮 後 10 日		結紮後30日			
家兔番号	1	2	3	4	6	7	9	12	13	14	15	19	20	21	22	
性	♀	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♀	♂	♂	♂	♂	♂	
体 重	2.14	1.85	2.2	2.15	2.28	2.05	2.3	2.15	2.4	1.72	2.1	2.0	2.4	2.2	2.4	
部 右 (対照側)	上部	1055	3327	1544	1239	941	1261	1537	1849	672	746	2612	1979	457	1153	1000
	中部	598	1724	948	980	658	1060	1597	1460	344	553	2280	1226	370	1087	820
	下部	860	1473	584	980	577	925	1327	1280	616	306	1852	712	364	948	506
	合計	2513	6524	3076	3199	2176	3246	4461	4589	1632	1605	6744	3917	1191	3188	2326
位 左 (結紮側)	上部	213	625	242	240	328	337	842	670	485	439	2142	1684	396	1154	1076
	中部	143	570	156	181	154	198	775	474	273	308	1989	1015	335	1087	914
	下部	125	373	217	133	78	176	874	394	432	221	1544	559	310	903	563
	合計	481	1568	615	554	560	711	2491	1538	1190	968	5675	3258	1041	3144	2553

研究方法

1) 結紮方法

第一編第二章に於て詳述したので茲では省略する。

2) 材料採取

3) 灰化より測定

4) 結紮側と対照側との比率

以上何れも第二編第二章と全く同様である故，重複をさける為全部省略する。但し第二編では結紮直後に P³² を投与したが，本編では結紮後一定時日の後に P³² を投与する点のみ異なる。

P³² を投与し，左右の大腿骨々髓の放射能を測定すると第1表に示す如くなる。之を右側を対照とした比率で表わすと，左側血行は右側に対し第2表に示す如くなり，更に之を图示すると第1図の如くなる。即ち主要栄養動脈を結紮すると第二編で証明した如く，「メタ」，「エビ」動脈系及び骨膜動脈系を通じて 20% 強の血液が供給される。結紮後1日迄は血行の恢復は殆んどないが，2日より側枝血行による恢復が顕著となり，3日で既に結紮前の血液量の 2/3 が供給される。更に10日で 4/5 以

第2表 成熟家兔主要栄養動脈結紮(II)

右側を対照とした比率

時間	部位				平均
	上部	中部	下部		
I 結 紮 直 後	19.4%	28.5	19.9		21.6
II 結紮後12時間	17.6	17.5	25.4		18.7
III 結 紮 後 1 日	30.8	21.1	16.3		23.9
IV 結 紮 後 2 日	45.5	40.5	48.3		44.7
V 結 紮 後 3 日	65.5	67.6	71.2		66.6
VI 結 紮 後 10 日	83.6	85.0	81.0		83.7
VII 結 紮 後 30 日	98.1	100.6	97.3		98.9

第三章 自家所見

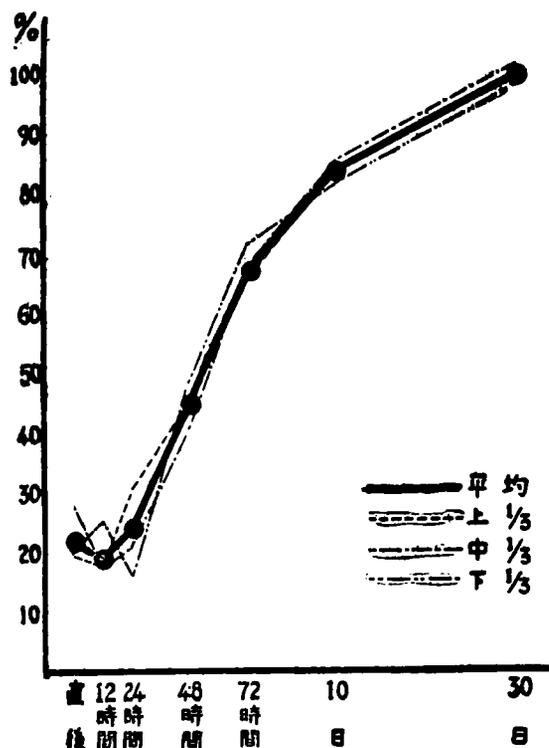
予備実験は第二編に於けると同様でよいので之も省略する。

第1項 成熟家兔の大腿骨主要栄養動脈

結紮後の骨髓血行の恢復状態

体重 2kg 前後の健康成熟家兔の左側主要栄養動脈を結紮し，直後，12時間，1日，2日，3日，10日，及び30日を経た家兔各2匹宛に

第1図 成熟家兎大腿骨主要栄養動脈結紮後の血行の恢復曲線



上となり、1月で左右の血行に殆んど差異を認めなくなる。即ち1月で血液供給上は主要栄養動脈を結紮した影響は完全に消失する。尚骨髓の上、中、下の3部では恢復状態に殆んど認むべき差異はない。

以上は最も普通の経過をたどつた場合であるが勿論動物によりかなり個体差がある。今かゝる実例を上げると、第3表に示す如く促進例としては2日で血液供給が70%迄恢復し、10日で既に結紮前と殆んど等しくなつてゐるものがあり、逆に遅延例としては10日で30%、1月で40%程度しか恢復しないものや、甚だしきに至つては3月で50%しか恢復しなかつたものもある。かくの如く血行の恢復状態にかなり顕著な個体差を示すのは、主要栄養動脈結紮後の側枝血行の形成が一様でない事を物語り、従つて結紮後高度の組織壊死を生ずる例(橋本¹⁹⁾、堀内²⁴⁾、三室²⁹⁾)はかゝる側枝血行による恢復の遅延した場合であると思ふ。

第3表 成熟家兎主要栄養動脈結紮(Ⅲ) counts/min. /g. 及び左右血行の比率

例		促進 例				遅延 例								
家兎番号		11		17		16		18		23		25		
時間		結紮後2日		結紮後10日		結紮後10日		結紮後10日		結紮後30日		結紮後90日		
性		♀		♀		♂		♂		♂		♂		
体重		1.85		1.95		2.0		2.25		2.2		3.2		
部	右(対照側)	上部	1900	左右の比率	2252	左右の比率	1088	左右の比率	1536	左右の比率	498	左右の比率	973	左右の比率
		中部	1122		2123		932		1478		291		609	
		下部	1370		1888		933		1257		363		479	
		合計	4392		6263		2953		4271		1152		2061	
位	左(結紮側)	上部	1208	63.6%	2117	94.0%	1146	105.3%	842	54.8%	373	74.9%	734	75.4%
		中部	665	59.3%	1881	88.6%	853	91.5%	862	58.3%	263	90.4%	309	50.7%
		下部	927	67.7%	1785	94.5%	908	97.3%	824	65.5%	328	90.4%	340	70.9%
		合計	2800	63.8%	5783	92.3%	2907	98.4%	2528	59.2%	964	83.7%	1383	67.1%

第2項 幼若家兎の大腿骨主要栄養血管結紮後の骨髓血行の恢復状態

I 体重1kg前後の幼若家兎の大腿骨主要栄養動脈結紮

生後60日の同一腹の幼若家兎を用い成熟家兎の場合と同様に主要栄養動脈を結紮し、直後及び3日、10日、15日を経た家兎に夫々 P³²

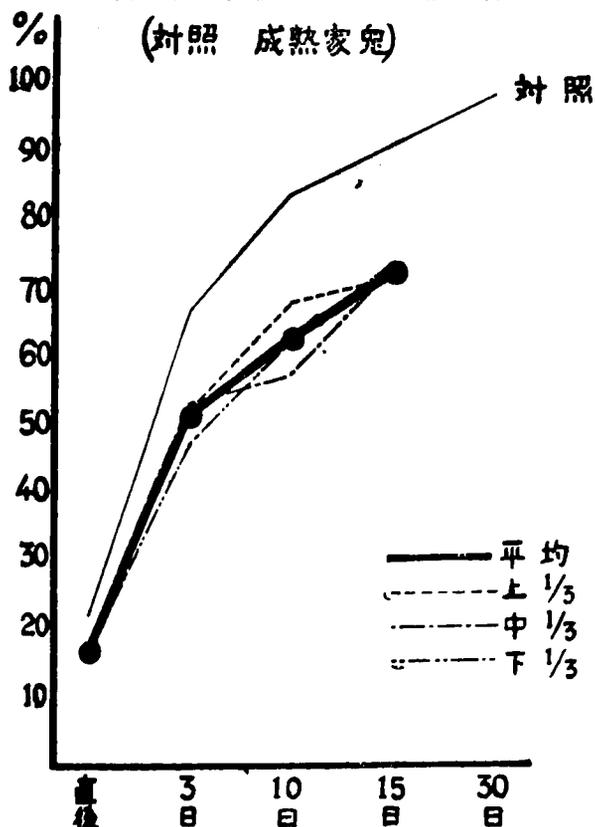
を投与して、左右骨髓中に存在する放射能、及び右骨髓を対照とした左骨髓放射能の百分率をとると第4表に示す如くなる。又之を成熟家兎の恢復曲線と比較して図示すると第2図の如くなる。

即ち幼若家兎の主要栄養動脈を結紮すると、直後は16.4%しか血液の供給なく成熟家兎の

第4表 体重1kg前後幼若家兎主要栄養動脈結紮 counts/min./g. 及び左右の血行の比率

時 間		I		II		III		IV		
		結紮直後		結紮後3日		結紮後10日		結紮後15日		
家 兎 番 号		30		31		32		33		
性		♀		♂		♀		♂		
体 重		1.1		1.5		1.2		1.2		
部	右(対照側)	上 部	6404	左右の比率	2578	左右の比率	3018	左右の比率	2194	左右の比率
	中 部	6256	2572		2677		1920			
	下 部	3931	2005		2582		1410			
	合 計	16591	7155		8277		5524			
位	左(結紮側)	上 部	1044	%	1349	52.3	2056	68.1	1573	71.2
	中 部	1046	16.8	1361	52.9	1517	56.7	1409	73.4	
	下 部	630	16.0	943	47.0	1611	62.4	1045	74.1	
	合 計	2720	16.4	3653	51.5	5184	62.6	4027	72.9	

第2図 体重1kg前後幼若家兎大腿骨主要栄養動脈結紮後の血行の恢復曲線



21.6%に比しかなりの低値を示し、其の後の恢復状態も図の如く成熟家兎に比し遅延している。従つて幼若家兎は成熟家兎に比し主要栄養動脈と、骨膜動脈及び「メタ」,「エピ」動脈との連絡状態が機能的に不十分であると考えられる。

II 体重500g前後の幼若家兎の大腿骨主要栄養動脈結紮

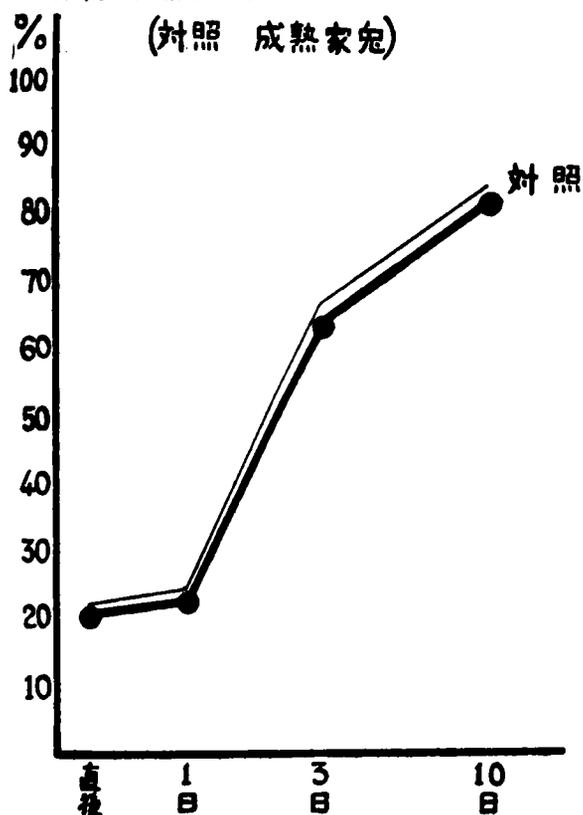
生後40日の同一腹の幼若家兎を用いた。本例では血管が余り細少で動静脈分離不可能な為動、静脈結紮とした。前述Iと同様にして、結紮直後及び1日、3日、10日を経た家兎に夫々P³²を投与して左右骨髓中の放射能、及び右骨髓を対照とした左骨髓中の放射能の百分率をとると第5表に示す如くなる。之を成熟家兎の場合と比較して図示すると第3図の如くなる。

動脈結紮に静脈結紮を加えた本例の如き場合は次項に述べる如く骨髓鬱血を来す為動脈結紮のみの時より高い値を示すが、それでも

第5表 体重0.5kg前後幼若家兎主要栄養動、静脈結紮 counts/min./g. 及び左右の血行の比率

時 間		I	II	III	IV
		結紮直後	結紮後1日	結紮後3日	結紮後10日
家 兎 番 号		34	35	36	37
性		♀	♀	♂	♂
体 重		450(g)	400	400	500
部 位	右(対照側)全部	1857	2033	1281	1796
	左(結紮側)全部	384	405	819	1465
	左右の比率	20.7%	22.9	63.9	81.6

第3図 体重0.5kg 前後幼若家兎大腿骨主要
栄養動, 静脈結紮後の血行の恢復曲線



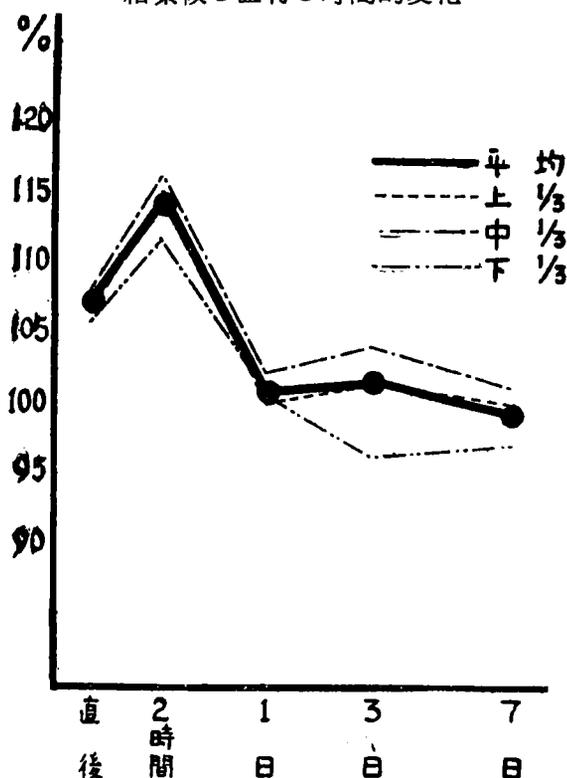
成熟家兎の場合迄は達しなかつた。

即ちこゝでも前述Iの結果が裏付けられて
いる。

第3項 成熟家兎の大腿骨主要栄養静脈
結紮後の骨髓血行の時間的变化
体重2kg 前後の健康成熟家兎を用い, 其の

主要栄養静脈結紮後の骨髓血行の時間的变化
を觀察した。結紮直後, 及び2時間, 1日,
3日, 7日を経た家兎に夫々 P^{32} を投与して
左右骨髓中の放射能, 及び右骨髓を対照とし
た左骨髓中の放射能の百分率をとると第6表
に示す如くなり, 之を図示すると第4図の如
くなる。

第4図 成熟家兎大腿骨主要栄養静脈
結紮後の血行の時間的变化



第6表 成熟家兎主要栄養静脈結紮 counts/min. /g. 及び左右の血行の比

時 間	I		II		III		IV		V			
	結 紮 直 後		結紮後2時間		結 紮 後 1日		結 紮 後 3日		結 紮 後 7日			
家兎番号	38		39		40		41		42			
性	♂		♀		♀		♀		♂			
体 重	1.9		1.8		1.7		1.8		1.6			
部 位	右(対照側)	上部	2982	左右の比率	2242	左右の比率	2127	左右の比率	2176	左右の比率	2258	左右の比率
		中部	2815		1998		2000		1880		1948	
		下部	2382		1927		1213		2037		1774	
		合計	8179		6167		5340		6093		5980	
左(結紮側)	上部	3174	106.4	2581	115.1	2129	100.1	2212	101.7	2260	100.1	
	中部	3040	108.0	2319	116.1	2044	102.2	1959	104.1	1975	101.4	
	下部	2521	105.8	2155	111.8	1223	100.8	1934	96.2	1721	97.0	
	合計	8835	106.8	7055	114.4	5396	101.0	6105	101.8	5956	99.6	

即ち主要栄養静脈結紮直後は106.8%で骨髓鬱血は比較的軽く、結紮後2時間で15%弱の鬱血を生ずるが、既に1日後には鬱血は完全に消失し以後7日に至るも何等変化を認めない。尚上、中、下の3部では各時期共中部の鬱血が著明である。

私は曩に第2編に於て主要栄養静脈を結紮した時の骨髓鬱血が軽度な理由として、骨髓が骨質に包まれ其の容積の増大を来し難い点もあるが、それよりむしろ主要栄養静脈以外の栄養静脈系が極めてよく発達している為であると結論した。この結論は上記の如く、主要栄養静脈結紮後の骨髓鬱血が早期に恢復する事によつても裏付ける事が出来た。

第四章 総括並びに考按

以上の実験成績を総括すると

1) 成熟家兎の大腿骨主要栄養動脈を結紮し、 P^{32} を追跡子として血行の恢復状態を時間的に観察すると、結紮直後より1日迄は対照の1/6程度の血液供給であり、2日より急速に側枝血行による恢復を見、1月で完全に結紮の影響がなくなる。然し個体差はかなり甚だしく、恢復が軽度に促進するものと著しく遅延するものとがある。尚骨髓の部位によつては恢復状態に差異は認められない。

2) 幼若家兎の大腿骨に就いて同様の実験を行うと、幼若家兎では成熟家兎に比し骨膜及び「メタ」、「エピ」動脈による血液の供給が悪く、為に時間的恢復状態が著しく遅延する。

3) 成熟家兎の大腿骨主要栄養静脈を結紮して同様の実験を行うと、骨髓鬱血は比較的軽度で且早期に恢復する。

4) 主要栄養動脈結紮後の骨髓血液供給は第一編及び第二編に於て立証した如く、骨膜動脈及び「メタ」、「エピ」動脈に由来するが、其の後の血行の恢復もこれ等血管の代償性によるものである。

以上の成績と主要栄養血管結紮を行つた諸家の組織学的、並びに解剖学的所見とを照合して以下項を分つて検討を試みる。

I 成熟家兎の大腿骨主要栄養動脈結紮

この実験の最初の記載はHartmann⁵⁰⁾(1855)に始まる。氏は打撲、衝撃等の機械的力により骨髓壊死が起る事を知り、主要栄養動脈を結紮する事により実験的に壊死を生ぜしめ、以後日を追つて其の経過を観察し2週以上経つて膿瘍を形成すると云つている。

Koch⁵³⁾は上腸間膜動脈の結紮に際し、他の経路より色素が入るにもかかわらず短時間内に腸管の壊死を生ずるが、この原因は壊死の成立が広範な血管の吻合とは関係なく、むしろ吻合部の機能的能力に関係する為だと述べている。尚同氏は頸骨髄では主要栄養動脈を結紮しても壊死は生じないと云い、この原因に就いて次の如く述べている。動物の主要栄養動脈及び露出した骨膜面より生理的血圧以下で食塩水を注入すると、遠位関節端より注入液が流出した。そこでこの場所に主要栄養動脈を遮断した後、速に血流を調整する重要因子が存在すると考えられる。

Nußbaum⁶⁰⁾は主要栄養動脈の栓塞の経過観察の爲この動脈を結紮したが、Koch⁵³⁾と同様に骨髓に何等変化を認めなかつた。この原因につき彼は骨皮質を通じ無数の筋肉骨膜動脈(Barkow³³⁾)及び「メタ」動脈が進入している為であると述べている。

Ollier⁶¹⁾は骨髓をゾンデで破壊しても例外的に一部分のみに壊死が起るに過ぎないと述べ、Bejardi³⁴⁾、Maas⁵⁸⁾も同様にして生じた骨髓欠損が補われるには極めて短時間で十分に、再生は大部分骨髓腔に開口したハーヴェルス氏管の血管周囲より、一部は骨端より起るとしている。

Euler⁴⁸⁾は犬猫の下齒槽動脈を結紮しても支配域たる下顎骨、齒等に何等發育障碍は生じないと云い、之は外上顎動脈、舌動脈より多数の副行路が出来、既に3日後には十分血液供給を受けている為であると唱えた。

然し Winkelbauer⁶⁷⁾は主要栄養動脈の栓塞により骨髓壊死が起ると述べ、Brodie³⁷⁾は大腿動脈結紮後に生じた下腿骨々折は、然らざる場合に比し、治癒が1~2週間遅延すると

述べ、Dax⁴¹⁾も結紮後の骨折による骨髄壊死の治癒は延長するが、1月後には対照との差は著しく短縮すると述べ、これは副行路形成により循環障碍が急速に償われる為であると云っている。

又 Berard³⁷⁾は血流が十分達している骨は早期化骨が起るが、主要栄養動脈を切断すると化骨は全く停止するか又は遅延すると述べ、教室大枝も之を認めている。

本邦に於けるこの方面の研究は橋本¹⁹⁾、堀内²⁴⁾、三室²⁹⁾、中¹¹⁾の4氏の研究が上げられる。

橋本¹⁹⁾は家兎の主要栄養動、静脈の結紮を行い、直後より105日迄の骨髄組織の変化を詳細に記載している。之によると主要栄養血管を切断した骨髄は時日の経過に従い鬱血、壊死、修復現象と略々一定の規則的变化をたどる。即ち鬱血は1日より3週迄存在するが2~3日が最も著明であり、壊死は3~7日に約%の例に認められる。肉芽組織による修復は2週で終り、3週以後は1~2の些細な点を除いては対照と殆んど大差がなくなり、4週後には造血著明となり略々正常骨髄の像を呈する。而してこの組織修復と血管との関係に就いて修復機転は骨髄血管の分布状態と密接な関係を有し、先づ主要栄養血管進入側より行われ反対側は缺如する事すらあると述べている。

堀内、伊藤²⁴⁾は橋本¹⁹⁾と同じく家兎の主要栄養動、静脈結紮を行い、主として組織再生状態を術後2日より50日迄観察し、骨髄壊死は $\frac{1}{2}$ の例に生ずる事を指摘している。又氏等は血管遮断による血行障碍の影響を、再生力の最も旺盛な骨折後に生じた仮骨組織に就いて検討した。之によると栄養動脈結紮による鬱血は仮骨組織の發育を促進する。即ち栄養動脈結紮後の骨折に際し、骨髄組織の恢復に要する経過日数は局所の貧血の強弱により一様でない。而して側枝血行による血行障碍の恢復速度は、動物により又年令によつて一様でない。成熟家兎では血行遮断後に起した骨折の治癒機転は延長し、対照と大差なきに至るのは12日以後であると述べている。

三室²⁹⁾は成熟家兎の総腸骨動脈を結紮すれば7~10日で副行路を形成するものと然らざるものがあり、この有無に応じて骨髄の変化に強弱があると云っている。

中¹¹⁾は複雑骨折後の白血球の遊走速度、喰菌力は一過性昂進の後低下し、10日目より正常値に復すると述べている。

扱以上の文献を総括すると Hartmann⁶⁰⁾、Winkelbauer⁶⁷⁾、橋本¹⁹⁾、堀内²⁴⁾は主要栄養動脈の結紮により骨髄壊死を生ずると述べ、Koch⁵³⁾、Nußbaum⁶⁰⁾、Ollier⁶¹⁾、Euler⁴⁸⁾は之を否定している。次に結紮後の骨髄組織の修復に就いて橋本は2週を要すると云い、Brodie³⁷⁾は同時に惹起せしめた骨折の治癒が1~2週遅延すると述べ、Dax⁴¹⁾は1月で対照と殆んど大差がなくなると云い、堀内²⁴⁾は大差がなくなるのは12日以後であると云い、中は白血球機能の上より正常となるのに10日以上を要すると記載している。

私も第一編で主要栄養動脈を結紮後透明標本作製し、血行の恢復には10日以上を要する事を認めた。

扱、本編の自家所見によると結紮直後の血液供給は20%前後で、以後の恢復にはかなり個体差が強く標準例は約1月で完全に恢復するが、他に促進例及び遅延例がある事は既に述べた。そこで橋本¹⁹⁾、堀内²⁴⁾、三室²⁹⁾の云う如く骨髄の変化が局所の血液供給に平行するものとすれば、勿論橋本、堀内の実験による如く骨髄壊死を生ずる例も、又生じない例もあつていゝ筈である。

次に骨髄組織の恢復日数は上記諸家の成績によると2週前後となつている。私の成績に於ても結紮側血行は完全に恢復するには1月を要するが、2週前後では対照と大差がない。そこで私は P³²を用いて先人の組織学的所見を完全に血液供給機能の面より裏付けると共に、私自身の透明標本による所見をも裏付ける事が出来た。

II 幼若家兎の大腿骨主要栄養血管結紮

「メタ」、「エピ」動脈と主要栄養動脈との解剖学的連絡に関する諸家の見解を挙げると、

Anseroff³²⁾ は人の長管骨に於て胎児より成人迄の「メタ」動脈の変遷に就いて研究し次の如く述べている。「メタ」動脈は新生児では補足的性格を持つに過ぎないが、既に2~4才では独立的に此の部の栄養に本質的役割を演じ、骨体部動脈の末梢と吻合して粗大な血管網を形成するが、其の後發育の進むに従い該動脈は数に於ても亦大きさに於ても次第に減少する。之に対し主要栄養動脈は2才以後は仮令絶対的の大きさは大きくなろうとも、骨成長に対する比較的の大きさは小さくなり数も減少して栄養源としての意義は低下すると云い、Lexer⁵⁵⁾、Eletto⁴⁷⁾、Sudakewitsch⁶⁴⁾もこの意見である。Nußbaum⁶⁰⁾も亦人新生児に於て「メタ」部の大部分を支配するのは「メタ」動脈であると述べている。

次に「エピ」動脈と骨体部動脈との連絡に就いては、Lexer⁵⁶⁾、Sudakewitsch⁶⁴⁾は人新生児に於て「エピ」動脈は骨体部動脈と連絡していると述べ、Eletto⁴⁷⁾、Bertrand³⁶⁾、Harris⁴⁹⁾は新生児迄は両者間に連絡なしと云い、Testut⁶⁵⁾は成人では両者は自由に結合せるも發育期迄は隔絶されていると述べている。又 Drinker⁴⁵⁾も両者間の連絡は幼若動物では少いか或は全く無く、成熟すれば中間軟骨が吸収されて種々の程度に連絡されると述べている。

私は幼若家兎の主要栄養動脈を結紮してこれら栄養動脈の関係を機能的に検索し、上記諸氏の見解を補正する事が出来た。即ちAnseroff³²⁾、Lexer⁵⁶⁾は解剖学的には「メタ」動脈は4才以後は成熟するに従い数及び大きさを減少すると述べているが、亦一方では主要栄養動脈も2才以後は大きさ及び数を減少し栄養源としての意義が低下すると云っている。教室大枝も家兎に於て生後4,5日以後は骨体部動脈末梢、「メタ」動脈共次第に浅弱となり、且分岐の回数も減少すると述べている。かくの如く両動脈共成熟につれて其の数及び大きさを減少するので、幼若家兎の「メタ」動脈の栄養源としての意義が成熟家兎に比しどの程度であるか全くわからない。

私の実験成績によると「メタ」動脈の骨髓に対する役割は成熟家兎よりは幼若家兎の方がかなり小さく、従つて少なくとも家兎に於てはAnseroff³²⁾、Nußbaum⁶⁰⁾の云う如く「メタ」動脈が該部の血液供給の主体をなすとは考え難く、この点教室大枝⁵⁾の所見に一致する。

私は亦第一編に於て色素注入法により、幼若家兎は主要栄養動脈とその他の栄養動脈との連絡が成熟家兎に比し不十分である事を述べたが、この事実は本実験によつても完全に裏付けられた。

次に「エピ」動脈と骨体部動脈との関係であるが、私の実験によつても成熟する程主要栄養動脈以外の栄養動脈による血液供給は増加し、これによつても「エピ」動脈が骨髓血行に参加する事が間接的に証明される。

Ⅲ 成熟家兎の大腿骨主要栄養静脈結紮
主要栄養静脈を結紮して後の骨髓血行の変化を見た先人の業績は極めて少ない。即ちDumreicher⁴⁶⁾、Bum³⁸⁾、Deutschländer⁴³⁾、Hilgenreiner⁵¹⁾等は人為的に惹起せしめた軽度の局所鬱血は仮骨組織の増殖を促進すると云い、堀内²⁴⁾は主要栄養静脈結紮後3日で起した骨折では組織の鬱血は極めて少なく、之は直ちに側枝血行が形成され血行障害が速かに除去されるからであると述べ、Collender³⁹⁾も骨折時に起る静脈血栓より生じた鬱血について同様の事を述べている。

扱私の実験例に於ても主要栄養静脈遮断後に生じた血行障害は、極めて早期に恢復し既に1日で結紮前の状態に帰着している。そこで私は上述諸家の成績を有力に裏付けると共に、第二編に於て主要栄養静脈結紮後の骨髓鬱血が軽度な理由として、静脈系では主要栄養静脈以外の静脈系が極めて良く発達している点、及び骨髓が骨質に包まれその容積の増大を来し難い点を上げたが、本実験ではこれをも裏付ける事が出来た。

第五章 結 論

以上私は P³² を追跡子として家兎大腿骨の主要栄養血管結紮後の骨髓血行の時間的恢復

状態を追求し、次の如き結論を得た。

1) 成熟家兎の大腿骨主要栄養動脈を結紮すると、骨髄血行は1日迄は対照の20%前後であるが、次第に側枝血行による恢復を見、1月で完全に恢復する。骨髄の上、中、下の3部では恢復状態に差はない。又個体差により恢復の稍々促進するもの、及び著しく遅延するものがある。

2) 幼若家兎の大腿骨主要栄養動脈を結紮すると、骨髄血行の恢復は成熟家兎に比しかなり遅延する。即ち幼若家兎は成熟家兎に比し主要栄養動脈と其の他の栄養動脈との連絡状態が悪い。

3) 成熟家兎の大腿骨主要栄養静脈を結紮すると、骨髄鬱血は甚だ軽度で且早期に恢復する。従つてこの原因としては骨髄が骨質に包まれ其の容積の増大を来し難い点も考えられるが、一義的には静脈系では既述の如く主要栄養静脈以外の流出路がかなりよく発達している為と考えられる。

拙筆するに当り御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師平木教授並びに大藤助教授、放射性同位元素の実験方法について種々御教示を賜つた放射線科山本助教授に対し深甚なる謝意を表します。

尚本稿の要旨は第16、17回日本血液学総会及び第468回岡山医学会に於て発表した。

全編の主要文献

- 1) 今井嗣太郎：日本内分泌学会雑誌. 11巻, 1237頁, 1935.
- 2) 岩男 督：東京医学会雑誌. 40巻, 775頁, 1926.
- 3) 井上重利他：熊本医学会雑誌. 15巻, 509頁, 1939.
- 4) 大藤 真：日新医学. 40巻, 1号, 14頁, 1953.
- 5) 大枝 亘：岡山医学会雑誌, 66巻, 4号, 545頁, 1954.
- 6) 落合 明：東京医学専門学校雑誌, 1巻, 1号, 87頁, 1938.
- 7) 片山茂樹：岡山医学会雑誌, 66巻, 4号, 727頁, 1954.
- 8) 菊地武彦他：最新医学. 6巻, 822頁, 1951.
- 9) 熊丸 治：医学研究. 22巻, 6号, 737頁, 1952.
- 10) 富塚八十一：千葉医学会雑誌. 12, 13巻, 581頁, 1934.
- 11) 中 隆：金沢医科大学十全会雑誌, 47巻, 2262頁, 1942.
- 12) 中島静夫：千葉医学会雑誌. 6巻, 1045頁, 1928.
- 13) 橋本美智雄：東京医事新誌. 2889号, 1823頁, 1934.
- 14) 橋本美智雄：福岡医学会雑誌, 29巻, 8号, 1927頁, 1936.
- 15) 橋本美智雄：東京医事新誌, 2968号, 449頁, 1936.
- 16) 橋本美智雄：福岡医科大学雑誌, 29巻, 2450頁, 1936.
- 17) 橋本美智雄：東京医事新誌. 3052号, 2581頁, 1937.
- 18) 橋本美智雄：実地医家と臨牀. 17巻, 1120頁, 1940.
- 19) 橋本美智雄：東京医事新誌. 3184号, 1008頁, 1940.
- 20) 橋本美智雄：久留米医学雑誌. 11巻, 6頁, 1948.
- 21) 橋本義雄：グレンツゲビート. 15巻, 312頁, 1941.
- 22) 広田耕作：京都医学雑誌. 24巻, 755頁, 1927.
- 23) 日吉淑雄：医学研究. 22巻, 12号, 1611頁, 1952.
- 24) 堀内正重他：満洲医学誌. 10巻, 115頁, 1929.
- 25) 堀内正重：日本微生物学会雑誌. 20巻の2, 3365頁, 1926.
- 26) 平木 潔：血液学討議会報告. 第5輯, 78頁, 1953.
- 27) 平山遠：日本外科学会雑誌. 24回, 447頁, 1923.
- 28) 松田 久：日本血液学雑誌. 15巻, 4号, 1頁, 1952.
- 29) 三室喜久雄：東京医学会雑誌. 50巻, 12号, 1709頁, 1936.
- 30) 三由智四郎：岡山医学会雑誌. 66巻, 6号, 1037頁, 1954.
- 31) 山下久雄他：治療. 34巻, 7号, 658頁, 1952.
- 32) Anseroff：Zeitschr. f. Anat. u. Entw., Bd. 103, S. 791, 1934.
- 33) Barkow：Komperative Morphologie, 6 Teil, Breslau., 1868.
- 34) Bejardie：Moleschott's Unters., Bd. 13, S. 140, 1888.
- 35) Berard. Zit. n. Anseroff.

- 36) Bertrand . Zit. n. Anseroff.
 37) Brodie : Zit. n. Dax.
 38) Bum Arch. f. klin. Chirurg., Bd. 67, S. 652, 1902.
 39) Collender Zit. n. Horiuchi.
 40) Cruviellier Zit. n. Hashimoto.
 41) Dax Brun's Beitr. z. klin. Chirurg., Bd. 104, S. 313, 1917.
 42) Denys : Zit. n. Venzlaff.
 43) Deutschländer . Zentralbl. f. Chirurg., Bd. 67, S. 652, 1902.
 44) Doan Contrib. to Embriolog., Vol. 14, P. 29, 1922.
 45) Drinker · Amer. Journ. of Physiol., Vol. 62, P. 1, 1922.
 46) Dumreicher · Zit. n. Dax.
 47) Eletto · Zit. n. Anseroff.
 48) Euler · Münch. med. Wochenschr., No. 487, 1922.
 49) Harris Zit. n. Anseroff.
 50) Hartmann : Virchow's Archiv. Bd. 8, S. 114, 1855.
 51) Hilgenreiner : Brün's Beitr. z. klin. Chirurg., Bd. 54, S. 531, 1907.
 52) Johnson : The Journ. of Bone & Joint Surg., Vol. IX, P. 153, 1927.
 53) Koch Arch. f. klin. Chirurg., Bd. 23, S. 315, 1878.
 54) Kölliker . Gewebslehre, 6 Aufl., S. 309, 1889.
 55) Langer . Zentralbl. f. Chirurg., S. 484, 1878.
 56) Lexer Arch. f. klin. Chirurg., Bd. 71, S. 1, 1903.
 57) Lexer : Arch. f. klin. Chirurg., Bd. 73, S. 481, 1904.
 58) Maas : Arch. f. klin. Chirurg., Bd. 20, S. 708, 1877.
 59) Neumann · Handb. d. spez. pathol. Anat. u. Histol., Bd. 1, Abt. 2, S. 775, 1927.
 60) Nußbaum . Brun's Beitr. z. klin. Chirurg., Bd. 129, S. 245, 1923.
 61) Ollier Arch. f. klin. Chirurg., Bd. 50, S. 75, 1895.
 62) Rindfleisch · Arch. f. mikros. Anat., Bd. 17, S. 1, 21, 1880.
 63) Robin · Zit. n. Ofuji.
 64) Sudakewitsch · Zit. n. Anseroff.
 65) Testut · Zit. n. Anseroff.
 66) Venzlaff : Arch. f. mikros. Anat., Bd. 77, S. 377, 1911.
 67) Winkelbauer · Zentralbl. f. Chirurg., S. 596, 1921.

Dept. of Internal Medicine, Okayama University Medical School
 (Director : Prof. Dr. K. Hiraki)

Studies on the effect of the nutrient vessels of the bone-marrow
 upon the bone-marrow circulation

Part 3 : The change in point of the time of the bone-marrow
 circulation caused by ligating the principal
 nutrient vessel of a rabbit femur

By

Toshiteru Takeda

In investigating how long it takes the bone-marrow circulation to recover after the ligating of the principal nutrient vessel of a rabbit femur with Radioisotope P³² as a tracer, the following results were obtained.

1) When the principal nutrient artery of a fully grown rabbit is ligated, the bone-marrow circulation is about 20 % of control within the lapse of one day, but the recovery

by the collateral circulation is by degrees seen and the complete recovery is realized in one month. But some recovers rather more quickly, the other slowly, by each individual difference.

2) When the principal nutrient artery of a young rabbit femur is ligated, the recovery of the bone-marrow circulation is rather slow than that in the case of a fully grown rabbit. That is to say, the connection of the principal nutrient artery with the other nutrient artery in a young rabbit is worse than that in the case of a fully grown rabbit.

3) When the principal nutrient vessel of a fully grown rabbit femur is ligated, the bone-marrow stagnation recovers in the early stage. This is caused by the same reason as that expressed in the 3) item of the part 2.
