

骨 髄 の 病 態 生 理 に 関 す る 研 究

第 一 編

急性出血に於ける骨髓の態度に関する研究補遺

岡山大学医学部平木内科教室 (指導・平木 淳教授)

佐 藤 兵 衛

〔昭和 32 年 6 月 27 日受稿〕

内 容 目 次

第一章 緒 言

第二章 実験材料並に実験方法

第三章 実験成績

第一節 予備実験

第二節 本 実 験

第三節 骨髓組織標本所見

第四章 総括並に考按

第五章 結 論

第一章 緒 言

一定量の循環血液を有し、循環器系が整調である生体の急性出血に際し、直ちに体内貯溜血液が循環に参与して失われた循環血液量を補充する事は、幾多先人の研究により認められている所である。然しながらこの貯溜血液は何れの臓器に貯蔵せられているかという問題については種々議論があり、今日までに提唱せられている部位に Barcroft²⁷⁾その他による脾、Mautner u. Pick³³⁾その他による肝、更に Jarisch u. Ludwig²⁹⁾その他による門脈系静脈、Wollheim³⁷⁾による皮膚乳頭下毛細血管叢、Hochrein u. Keller²⁸⁾による肺等があるが、更に最近骨髓が特に血球貯溜器官として重要な位置をしめる事実が、教室橋¹²⁾の詳細な研究によつて明らかにされた。

抑々骨髓は機能的には最も重要な造血臓器として絶えず血球の生成を行い、又総ての伝染及び中毒に際しては防禦機能をも営み、かつ質量的にも非常に大きな臓器である事は周知の事実である。ことに骨髓の最重要な機能である血球生成と密接なる関係を有し、骨髓の基本構造となれるはその血管構造である。この骨髓血管の特異性の研究は古く Robin³⁶⁾,

Neumann³⁴⁾等により、その内径の巨大なる静脈系を証明せられたのに始まり、最近本邦岩男²⁾、富塚¹⁴⁾、橋本¹⁵⁾、教室平木¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾、大藤⁷⁾⁸⁾等の努力により次第にその全貌が明らかにされて来た。即ち大藤⁸⁾の研究によれば、長管状骨の骨髓静脈系は管腔頗る広濶で主幹静脈叢、集合竇、静脈竇の3部よりなり骨髓中広大な容積を占め、かつ静脈竇内には時に弁様隔壁らしきものが認められ複雑多岐の様相を呈する。反之、骨髓内動脈は静脈に比し内径極めて狭少 ($1/4 \sim 1/6$) で、遂には動脈性毛細管を経て静脈竇に開口するが、その数並に分岐は静脈程発達せず僅少である。従つて竇内血流は極めて緩慢であり、骨髓静脈系を一種の血液貯溜槽たらしめるものと考察している。続いて平木—塩月²²⁾は家兎の大腿骨骨髓を5%葡萄糖或は1%サイアジン溶液により灌流を行い、注入後10乃至15分に於て最高濃度となつて栄養静脈に出て来る事を見、更に教室副島¹⁰⁾は P³² 標識赤血球を用いて同様の方法でほぼ同じ結果を得ており、この様な方法によつて骨髓内血流の極めて緩慢なる事が指摘せられた。一方千島¹³⁾も炭末生体染色標本によつて、骨髓静脈竇内血流が極めて緩慢なる事、或は時には殆んど停止し

ている部分のある事を認めている。

以上により骨髓静脈系に、或程度の血液貯溜作用の存する事が容易に推定され、加うるに骨髓は質量的にも老犬なる臓器であり特に人間に於てはその値が他の動物のそれより遙かに高く、Ludwig u. Wetzel³⁰⁾は骨髓の総容積は約肝臓大又は脾臓の11倍大にも達するといひ、又 Mechanik³²⁾によれば体重比 3.4～5.9 %を占めるという点から考えれば、全身骨髓静脈系の総血球量はかなり大なるものといわねばならない。

事実骨髓に於ける貯蔵血球という言葉は文献に於ても屢々散見する様であるが、骨髓が血球貯溜機能を有する事実を実験的に研究し証明せる者は、私の渉猟する範囲では教室橋以外にはこれを見ない、即ち橋¹²⁾は家兎に体重当り 15 乃至 20cc の急性瀉血を行い、大腿骨栄養静脈中に瀉血後特に 1 乃至 2 時間に於て赤血球数、網赤血球数及び白血球数、偽好酸球数の著しい増加、即ち骨髓の血球動員を認め、而して該動員血球は骨髓静脈管内貯溜血球に他ならず、この点より骨髓は血球貯溜器管と称する事が出来、急性出血に際しては一般循環血の血球補充に重要な意義を有するものであると結論している。又極く最近ソ聯の Petrov³⁵⁾が“血球貯溜器官としての骨髓”という標題の下に、論文を Medychnyi Zhurnal に載せているが、遺憾ながらその原著に接する機会を持たない。

茲に於て私は橋と同様、家兎に急性瀉血を行い直接骨髓栄養静脈の赤血球数の変化を追試し、さらに同静脈のヘマトクリット値の変化及び赤血球平均直径、Price-Jones 曲線、赤血球平均容積、容積指数を求め、又骨髓組織標本を作成し静脈管内血球の変化を観察し、それより橋の実験成績をさらに裏付けせんとした。

第二章 実験材料並に実験方法

1) 実験動物：体重 2 kg 内外の成熟白色雄性家兎を約 2 週間一定の生活状態に馴致せしめた後用いた。

2) 瀉血方法：背位固定後家兎を固定に馴らしめ、後述の如き方法で骨髓栄養血管を露出し瀉血前の血液検査を行つた後、頸部の皮膚正中切開をなし右側頸動脈を約 3 cm に亘つて周囲より完全に遊離させ両端をクレンメにてはさみ血流と反対方向にカニユーレを挿入し、3.8%の枸橼酸曹達を入れた 50cc の注射器をつけ、次いでクレンメをはずし 1 分乃至 1 分 30 秒を費し体重当り 15 乃至 20cc の瀉血を行い、然る後両端を結紮した。この際強力な吸引による瀉血は極力避けた。

3) 骨髓栄養血管の露出：家兎背位固定後小宮門下の井上³⁾に倣い、大腿中央部より鼠蹊靱帯やや上方まで切開し、股動脈及び大腿骨栄養静脈を露出して 1 乃至 2 時間静置し、家兎一般状態の平穩になるのを待つて血液検査を開始した。

4) 血液諸検査：手術野を可及的清拭し、瀉血前及び瀉血直後より時間おきに約 8 時間まで、栄養静脈並に対照として股動脈より穿刺により採血し、赤血球数の算定、ヘマトクリット及び赤血球直径の測定を行つた。ヘマトクリットの測定¹⁾²³⁾は血液微量なるため、血液 2 滴で測定可能な Daland 氏微量管を用い、抗凝血剤を加えず凝血がおこらぬ内に極く高速度 (8,000～10,000 r. p. m.) で 3 分間遠心して測定した。以上の赤血球数及びヘマトクリット値より、赤血球平均容積、容積指数の算出を次の式により求めた。

$$\text{血球平均容積} = \frac{\text{血球容積}(\%)}{\text{赤血球数}(100\text{万})} \times 10^3$$

$$\text{容 積 指 数} = \frac{\text{血球容積}(\%)}{\text{赤血球数}(100\text{万}) \times 9}$$

赤血球直径は塗抹標本を作成し、Giemsa 染色を施行しマイクロメーターにて赤血球 200 個を測定し、百分率及び平均直径を算出した。

5) 骨髓組織標本の作成：正常家兎並に前述の瀉血方法で家兎に急性瀉血を行い、瀉血直後、瀉血後 30 分、1, 3, 5, 8, 12 時間の各群に分け、各々空気栓塞にて致死せしめ、各群とも 2 例の家兎についてその大腿骨骨髓の一定部位より骨髓組織切片を取り出し、フ

ホルマリン固定、次いでパラフィン包埋によつて切片標本を作成し、ヘマトキシリン・エオジン染色を行つた。

第三章 実験成績

第一節 予備実験

背位固定後固定に馴らしめた後、右側頸動脈を露出し単に結紮のみ行い瀉血を行わず、そのままで検査を行つた。結果は第1表(No. 1, 2), 第1図(No. 1, 2)に示す如くである。

赤血球数は栄養静脈、股動脈血間及びその各々の経過に於て有意の差を認めず、栄養静

脈、股動脈相平行して軽度減少の傾向を見る。而して両者の差は No. 1 では 0 万より 14 万(平均 7 万), No. 2 では 0 万より 30 万(平均 12.18 万)を数える。

ヘマトクリット値に於ても第1図の如く赤血球数と同様、栄養静脈、股動脈血間及びその各々の経過に於て有意の差を認めず、栄養静脈、股動脈血共に相平行して軽度減少の傾向を見る。而して両者間の差は No. 1 では 0% から 1.0% (平均 0.36%), No. 2 では 0% から 1.0% (平均 0.77%) である。

Price-Jones' Kurve は No. 1, 2 共に栄養

第1表 単に右頸動脈結紮のみ行い瀉血しない場合の栄養静脈血の変化

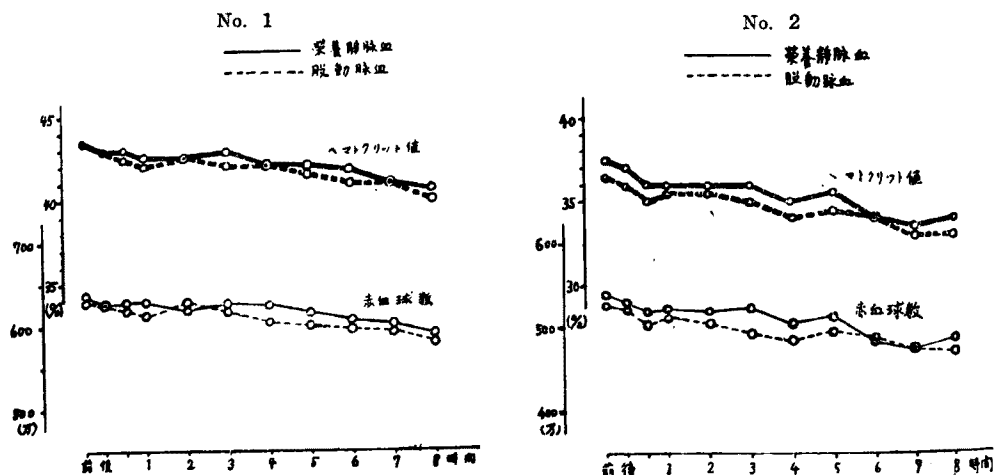
No. 1

家 兎 番 号	検 査 時 間	栄 養 静 脈 血										
		赤血球数 (万)	ヘマトク リット値 (%)	直 径 値 (μ)						平均直径 (μ)	平均容積 (μ ³)	容積指数
				6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5			
No. 1	操作前	634	43.5	4	11.5	50.5	20	14	0	7.14	68.61	0.76
	操作後	625	43.0								68.8	0.76
	30分	627	43.0	2	11	53.5	18.5	14	1	7.17	68.58	0.76
	1時間	626	42.5	4	14.5	55	18	8.5	0	7.06	67.89	0.75
	2 "	620	42.5	3	12.5	50.5	19	14	1	7.16	68.55	0.76
	3 "	625	43.0	4.5	10	51	20	14	0.5	7.15	68.8	0.76
	4 "	618	42.0	3.5	11	53	18.5	14	0	7.14	67.96	0.75
	5 "	613	42.0								68.52	0.76
	6 "	604	42.0	4	13.5	55	18	9	0.5	7.08	69.54	0.77
	7 "	597	41.0	4	10	53.5	18.5	14	0	7.14	68.68	0.76
	8 "	585	40.5	3	11.5	51.5	19	15	0	7.16	69.23	0.77
	平 均 値									7.13	68.65	0.76
2.1 kg	股 動 脈 血											
	操作前	633	43.5	5	12	58	16.5	7.5	1	7.06	68.72	0.76
	操作後	625	43.0	3	9.5	57	19	11.5	0.5	7.18	68.8	0.76
	30分	620	42.5	4	13	60.5	14	8.5	0	7.05	68.55	0.76
	1時間	613	42.0	4.5	12	56.5	16	11	0	7.08	68.52	0.76
	2 "	626	42.5	5	9.5	54.5	16	14	1	7.14	67.89	0.75
	3 "	618	42.0	4	12	59.5	14	10	0.5	7.07	67.96	0.75
	4 "	604	42.0	5.5	7.5	56	17	14	0	7.13	69.54	0.77
	5 "	600	41.5								69.17	0.77
	6 "	596	41.0	4	13	60	14	8.5	0.5	7.06	68.79	0.76
	7 "	594	41.0	2	9.5	53.5	19	15	1	7.18	69.02	0.76
	8 "	580	40.0	2	12	60.5	15	9.5	1	7.11	68.97	0.76
	平 均 値									7.11	68.72	0.76

No. 2

家 兎 番 号	検 査 時 間	栄 養 静 脈 血										
		赤血球数 (万)	ヘマトク リット値 (%)	直 径 値 (μ)						平均直径 (μ)	平均容積 (μ ³)	容積指数
				6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5			
No. 2	操作前	540	37.5	8	14.5	63.5	10	4		6.94	69.44	0.77
	操作後	530	37.0	8.5	14	64.5	7	6		6.94	69.81	0.78
	30分	520	36.0	8	13.5	64	9	5.5		6.95	68.98	0.77
	1時間	522	36.0	7.5	14	60	11	7.5		6.98	68.97	0.71
	2 "	520	36.0	7.5	15	60	10.5	7		6.97	68.98	0.77
	3 "	522	36.0								68.97	0.71
	4 "	502	35.0	10	11	60.5	11.5	7		6.97	69.72	0.77
	5 "	513	35.5								69.2	0.76
	6 "	485	34.0	8	13.5	61	10.5	7		6.94	70.1	0.78
	7 "	475	33.5	8	13.5	64	9	7		6.95	70.53	0.78
	8 "	488	34.0	10	15	59.5	9	6.5		6.93	69.67	0.80
	平 均 値									6.95	69.48	0.76
2.0 kg	股 動 脈 血											
	操作前	527	36.5	10	11	60.5	11.5	7		6.97	69.17	0.76
	操作後	522	36.0	7.5	14	60	11	7.5		6.98	68.97	0.71
	30分	502	35.0								69.72	0.77
	1時間	513	35.5	8.5	14	64.5	7	6		6.94	69.2	0.76
	2 "	504	35.5	8	13.5	64	9	5.5		6.95	70.44	0.78
	3 "	492	35.0	8	13.5	61	10.5	7		6.94	71.14	0.80
	4 "	485	34.0	7.5	15	60	10.5	7		6.97	70.1	0.78
	5 "	496	34.5	10	15	59.5	9	6.5		6.93	69.56	0.80
	6 "	488	34.0	8	13.5	64	9	5.5		6.95	69.67	0.80
	7 "	475	33.0								69.47	0.77
	8 "	470	33.0	8	14.5	63.5	10	4		6.94	70.21	0.76
	平 均 値									6.95	69.78	0.77

第1図 単に右頸動脈結紮のみ行い瀉血しない場合の栄養静脈ヘマトクリット値の変動



静脈にも股動脈血にも全経過を通じて一定の偏移傾向は認められない。

赤血球平均直径、赤血球平均容積、容積指数共に栄養静脈、股動脈血間及び各々の経過に於て有意の差を認めなかつた。即ち赤血球平均直径は No. 1 では 0.13μ 以内の動揺を示すのみで、栄養静脈の平均値は 7.13μ 、股動脈の平均値は 7.11μ であり、No. 2 では 0.05μ 以内の動揺を示すのみで、栄養静脈、股動脈共に平均値は 6.95μ であつた。赤血球平均容積は No. 1 では $1.58\mu^3$ 以内の動揺を示すのみで、栄養静脈の平均値は $68.65\mu^3$ 、股動脈の平均値は $68.72\mu^3$ 、No. 2 では $1.94\mu^3$

以内の動揺を示すのみで、栄養静脈の平均値は $69.48\mu^3$ 、股動脈の平均値は $69.78\mu^3$ であつた。容積指数は No. 1 では 0.02 以内の動揺を示すのみで、栄養静脈、股動脈共に平均値は 0.76 であり、No. 2 では 0.09 以内の動揺、栄養静脈の平均値は 0.76 、股動脈の平均値は 0.77 であつた。以上何れもその動揺範囲は極めて小さく、かつ両血管の平均値は殆んど近似した値を示した。

第二節 本実験成績

家兎体重当り 15 乃至 20cc の急性瀉血を行い栄養静脈並に対照股動脈の赤血球数の計算、ヘマトクリット及び赤血球直径の測定を行い、

第2表 瀉血後の栄養静脈血の変化

No. 3

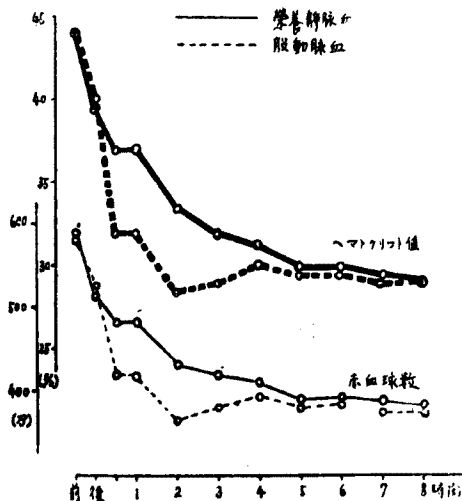
家 兎 番 号	瀉血量	検 査 時 間	栄 養 静 脈 血												
			赤血球数 (万)	ヘマトリット 値 (%)	直 径 値 (μ)						平均 直径 (μ)	平均 容積 (μ³)	容積 指数		
					6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5					
No. 3	当 胎	操作前	590	40.5	17.5	21	53.5	6	2		6.77	75.42	0.85		
		操作後	514	39.5	17	23	56	3.5	1.5		6.81	76.85	0.85		
		3 0 分	481	37.0	16.5	20	54.5	8	1		6.78	76.92	0.85		
		1時間	482	37.0	18	20.5	55.5	5	1		6.75	76.76	0.85		
		2 "	431	33.5								77.84	0.86		
		3 "	420	32.0	19	24.5	52.5	4	0		6.69	76.19	0.85		
		4 "	411	31.5								76.64	0.85		
		5 "	393	30.0	15	20.5	57	6.5	1		6.79	76.34	0.85		
		6 "	394	30.0	16	18.5	58.5	4	0		6.65	76.14	0.85		
		7 "	389	29.4	16.5	21	57.5	4	1		6.76	75.58	0.84		
		8 "	383	29.0	15	23.5	55.5	5	1		6.67	75.72	0.84		
											平 均 値	6.74	76.40	0.85	
		2.0 kg	15 cc	股 動 脈 血											
				操作前	582	40.5	15	23.5	55.5	5	1		6.67	76.44	0.85
				操作後	527	40.0	16.5	21	57.5	4	1		6.76	75.90	0.84
				3 0 分	420	32.0	16.5	20	54.5	8	1		6.78	76.17	0.85
				1時間	420	32.0	15	20.5	57	6.5	1		6.79	76.17	0.85
				2 "	366	28.5	17.5	20	54	6.5	1		6.69	77.87	0.87
				3 "	382	29.0								75.92	0.84
				4 "	395	30.2	17.5	21	53.5	6	2		6.77	76.46	0.85
				5 "	382	29.4	17	23	56	3.5	1.5		6.81	77.23	0.86
				6 "	386	29.5	16	18.5	58.5	4	0		6.65	76.42	0.85
				7 "	375	29.0								77.33	0.86
				8 "	377	29.2	19	24.5	52.5	4	0		6.69	77.45	0.86
													平 均 値	6.73	76.70

家 兎 番 号	瀉血量	検 査 時 間	栄 養 静 脈 血											
			赤血球数 (万)	ヘマト クリツト 値 (%)	直 径 値 (μ)						平均 直径 (μ)	平均 容積 (μ ³)	容積 指数	
					6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5				
No. 4	当 胎 2.1 kg 20 cc	操作前	491	40.0	3	11.5	49.5	21	15	0	7.2	81.46	0.91	
		操作後	480	39.0	3	10	53.5	18.5	15	0	7.2	81.25	0.9	
		3 0 分	426	34.5								80.0	0.91	
		1 時間	468	36.0	4	14.5	55	18	8.5	0	7.1	80.98	0.9	
		1½ "	432	35.0	2	12.5	50.5	20	14	1	7.2	81.01	0.9	
		2 "	412	34.0	4.5	10.5	50	21	13.5	0.5	7.2	81.33	0.91	
		2½ "	374											
		3 "	370	30.2	3	11	53	19	14	0	7.2	81.62	0.91	
		4 "	353	28.4	4	13.5	55	18	9.5	0	7.1	80.45	0.89	
		5 "	339	27.2	3	10	53.5	18.5	15	0	7.2	80.23	0.89	
		6 "	324	26.5	3	10.5	50.5	20	16	0	7.2	81.79	0.91	
										平 均 値		7.2	81.12	0.90
		股 動 脈 血												
		操作前	505	40.5	2	12	61.5	16	7.5	1	7.1	80.19	0.89	
		操作後	441	36.0	3	9.5	57	19	11.5	0.5	7.2	81.63	0.91	
		3 0 分	424	33.5	4	13	60	14	9	0	7.1	79.00	0.88	
		1 時間	395	32.0	4.5	12	56.5	16	11	0	7.2	81.01	0.9	
		1½ "	383	31.5	2	9.5	53.5	19	15	1	7.2	82.24	0.91	
		2 "	398	32.0	3	13	59.5	14	10	0.5	7.1	80.40	0.91	
		2½ "	398											
3 "	380	31.0	5.5	7.5	56	17	14	0	7.2	81.57	0.91			
4 "	344	27.7	4	12.5	60	14	9	0.5	7.1	80.52	0.89			
5 "	330	26.5	2	9.5	53.5	19	15	1	7.2	80.30	0.89			
6 "	335	27.0	3	11	60.5	16	8.5	1	7.1	80.59	0.9			
								平 均 値		7.1	80.74	0.90		

No. 5

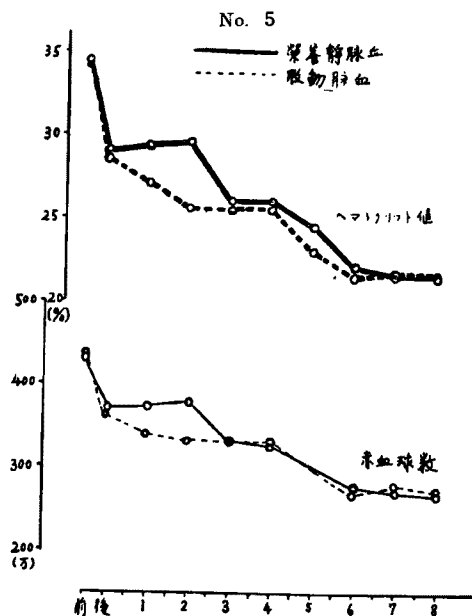
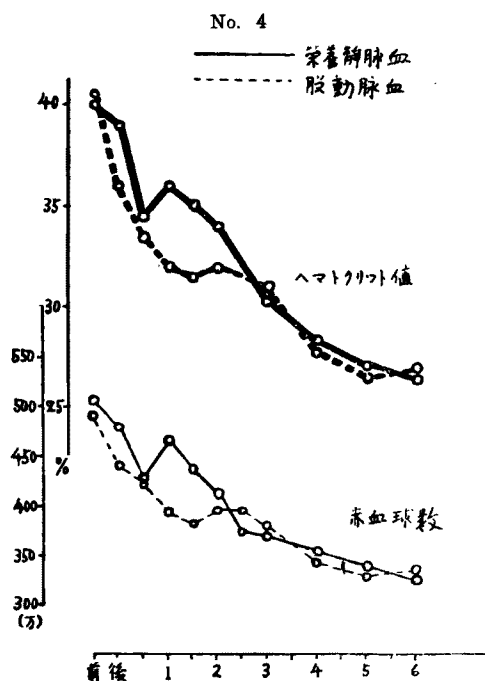
家 兎 番 号	瀉血量	検 査 時 間	栄 養 静 脈 血												
			赤血球 数(万)	ヘマト クリット 値(%)	直 径 値 (μ)						平均 直径 (μ)	平均 容積 (μ³)	容積 指数		
					6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5					
No. 5	当 臍	操作前	434	34.5	14.5	18.5	53.5	9	3.5	1	6.85	79.49	0.88		
		操作後	370	29.0	13.5	17	55	9	5.5	0	6.88	78.37	0.87		
		1時間	372	29.3	15.5	16.5	57.5	6.5	4	0	6.83	78.76	0.88		
		2 "	379	29.5	9.5	18.5	57	12	2.5	0.5	6.91	77.82	0.87		
		3 "	327	26.0	15	17.5	53.5	9.5	4.5	0	6.86	79.51	0.88		
		4 "	324	26.0	11	16.5	58.5	8.5	4.5	1	6.92	80.24	0.88		
		5 "		24.5	14	18	56	7.5	4.5	0	6.85				
		6 "	278	22.2	15.5	16.5	57.5	6.5	4	0	6.83	79.85	0.86		
		7 "	271	21.5	12.5	18.5	57.5	8	3.5	0	6.86	79.33	0.88		
		8 "	270	21.5	12.5	16	56.5	9.5	5	0.5	6.84	79.44	0.88		
										平 均 値		6.86	79.20	0.87	
		2.1 kg	17 cc	股 動 脈 血											
				操作前	436	34.2	11	16.5	58.5	8.5	4.5	1	6.91	78.44	0.87
				操作後	363	28.5	15	18	56	7.5	3	0.5	6.87	78.79	0.87
				1時間	340	27.0	12.5	16	56.5	9.5	5	0.5	6.84	79.41	0.88
				2 "	333	25.5	14.5	15	57.5	9.5	3.5	0	6.86	76.57	0.85
				3 "	331	25.5	10	17.5	59	9.5	4	0	6.9	76.57	0.85
				4 "	332	25.5	12.5	14.5	58.5	10.5	4	0	6.73	76.58	0.85
				5 "		23.0	11	16.5	58.5	8.5	4.5	1	6.9		
				6 "	271	21.5	9.5	18.5	57	12	2.5	0.5	6.9	79.33	0.88
				7 "	280	21.7	14.5	15	57.5	9.5	3.5	0	6.86	77.5	0.86
				8 "	275	21.5	14	17	56.5	9.5	3	0	6.85	78.18	0.87
												平 均 値		6.86	77.93

第 2 図
瀉血後の栄養静脈血ヘマトクリット値の変動
No. 3



No. 4, 5 では1時間乃至2時間の間に於ては非常に少く、赤血球数の推移にも見られる如くNo. 4, 5 では却つて一つの頂点を描いて増加する。即ち No. 3 は瀉血後30分より3時間まで、No. 4, 5 では瀉血後1時間乃至2時間までに於ける股動脈ヘマトクリット値との差は、No. 3 では5, 5, 5, 3%, No. 4 では4, 3.5, 2%, No. 5 では2.3, 4%を示し、No. 3 は30分, 1, 2時間, No. 4 では1時間, No. 5 では2時間に最大差を示すが、No. 3 は4時間以後、No. 4, 5 は3時間以後に於ては股動脈と殆んど近似した値をとり漸減する。

Price-Jone's Kurve は予備実験成績と同様、No. 3, 4, 5 共に栄養静脈、股動脈血共に全経過を通じて一定の偏移傾向は認められない。



赤血球平均直径, 赤血球平均容積, 容積指数に於ても共に予備実験成績と同様, 栄養静脈, 股動脈血間及び各々の経過に於て有意の差を認めなかつた。即ち赤血球平均直径は No. 3 では 0.16μ 以内, No. 4 では 0.1μ 以内, No. 5 では 0.19μ 以内の動揺を示すのみであ

り, 両血間の平均値も No. 3 では 6.74μ , 6.73μ , No. 4 では 7.2μ , 7.1μ , No. 5 では共に 6.86μ と同値か或はほぼ近似した値を示す。赤血球平均容積は No. 3 では $2.42 \mu^3$ 以内, No. 4 では $3.24 \mu^3$ 以内, No. 5 では $3.67 \mu^3$ 以内の動揺を示すのみで, 両血間の平均値も No. 3 では $76.40 \mu^3$, $76.70 \mu^3$, No. 4 では $81.12 \mu^3$, $80.74 \mu^3$, No. 5 では $79.20 \mu^3$, $77.93 \mu^3$ と両者殆んど近似した値を示す。容積指数は No. 3, 4, 5 共に 0.03 以内の動揺を示すのみであり, 又両血間の平均値も No. 3 では共に 0.85, No. 4 でも共に 0.90, No. 5 では 0.87, 0.86 と両者同値或いは近似した値を示す。

第三節 骨髓組織標本所見

骨髓組織標本作成は全て家兎大腿骨骨髓を用い, 実験に使用した家兎の大腿骨骨髓栄養静脈, 股動脈血の赤血球数及びヘマトクリット値は第3表に示す如くである。この場合に於ても瀉血後30分並に1時間の家兎群 (No. 10, 11, 12, 13) に於ては, 瀉血後の栄養静脈血赤血球数, ヘマトクリット値は股動脈に比し著しく多いが, 他の家兎群では著明な差違を認めない。これは前節に述べた実験成績とも一致する。

正常無処置家兎骨髓は肉眼的には赤色髄である。組織を弱拡大で見ると実質細胞と脂肪細胞はほぼ相半ばし, その分布は平均に混在しており, 静脈竇は全野にわたりほぼ同じ大きさのものが認められ, 内腔には成熟血球を充満している。小動脈, 毛細動脈は極めて少ないが, 何れも内腔に血球を充満しているのを認める (附図1)。

瀉血直後に於ける骨髓組織では, 静脈竇は正常と大差なくその数, 大きさ及び血球充満像等に変化は見られないが, 小動脈, 毛細動脈はやや狭細となり内腔の血球やや減少せるのを認める (附図2)。

瀉血後30分に於ける骨髓は肉眼的にやや正常に比し赤色度の減少しているのを認める。組織像では静脈竇はその大部分が血球を充満しており, その大きさも正常と変りないが,

第3表 骨髄組織標本作成に使用せし家兔栄養静脈及び股動脈血の赤血球数、ヘマトクリット値

家兎番号	瀉血量 (当臍)	検査 時間	赤血球数 (万)		ヘマトクリ ット値(%)	
			栄養 静脈	股動脈	栄養 静脈	股動脈
No. 6 2.0 kg		無処置	569	549	38.5	38.0
No. 7 2.1 kg		〃	611	605	42.0	42.0
No. 8 2.1 kg	20cc	操作前	603	595	41.0	41.0
		操作後	527	540	39.3	40.0
No. 9 1.9 kg	15cc	操作前	504	518	40.0	40.5
		操作後	463	454	37.0	36.7
No. 10 1.95kg	17cc	操作前	547	549	40.0	40.5
		30分	450	402	36.0	31.5
No. 11 2.0 kg	20cc	操作前	577	569	41.0	40.7
		30分	468	407	36.5	32.0
No. 12 2.1 kg	20cc	操作前	610	592	41.0	41.0
		1時間	502	440	37.5	32.5
No. 13 1.8 kg	15cc	操作前	511	525	40.0	40.2
		1時間	446	415	34.5	32.0
No. 14 2.05kg	20cc	操作前	615	607	42.0	42.0
		3時間	483	473	38.0	37.7
No. 15 2.0 kg	20cc	操作前	629	612	42.0	41.5
		3時間	480	467	37.5	37.0
No. 16 1.8 kg	15cc	操作前	548	530	40.0	39.0
		5時間	382	382	30.0	29.5
No. 17 2.0 kg	20cc	操作前	570	562	40.0	40.0
		5時間	373	362	29.0	28.5
No. 18 1.9 kg	17cc	操作前	591	605	40.3	41.0
		8時間	424	435	31.0	31.5
No. 19 2.15kg	20cc	操作前	592	584	40.5	40.5
		8時間	385	379	29.0	29.2
No. 20 2.1 kg	20cc	操作前	454	456	35.0	35.0
		12時間	265	260	20.7	21.0
No. 21 2.0 kg	20cc	操作前	634	642	42.0	42.3
		12時間	430	443	31.0	31.0

幾分血球の減少した竇、或いは空虚になった竇を所々に認める。小動脈、毛細動脈は狭細となり内腔の血球減少を認める。実質細胞には著変を認めない(附図3)。

瀉血後1時間に於ける骨髄は肉眼的には前者に比しさらに赤色度が減少しており、組織像では静脈竇はその大部分が狭細となり、空虚になった竇が多く、小動脈、毛細動脈はさらに狭細になり内腔の血球減少を認める。実質細胞に著変を認めず、かつ血球減少著しいために組織全体に脂肪細胞の増殖した感じを与える(附図4)。

瀉血後3時間に於ける骨髄は肉眼的には著明な赤色度の減少を見、一見して貧血状である。組織像では小動脈、毛細動脈内腔に少数の血球を認める他、静脈竇は全く狭細になり、かつ内腔に殆んど血球を認めない。即ち成熟血球の排出し尽された感あり。実質細胞は軽度増殖の傾向を認めるが竇内血球消失のため、やはり前者と同様組織全体に脂肪細胞の増殖した感じを与える(附図5)。

瀉血後5時間に於ける骨髄組織では、静脈竇は依然として狭細にして空虚なる竇が大部分であるが、所々に血球の充満した竇を認めるようになる。小動脈、毛細動脈はやはり少数の血球を認めるのみで、血球増加は見ない。実質細胞は軽度増殖、充血像を認め、実質細胞は脂肪細胞に比しやや増加しているのを認める(附図6)。

瀉血後8時間に於ける骨髄は肉眼的には次第に赤色度が恢復し、正常に近い色調である。組織像では小動脈、毛細動脈には内腔の血球減少の他著変を認めないが、静脈竇はその大部分が、大ききこそ小さいが血球の充満しているのを認める。即ち次第に旧に復しており、さらに実質細胞は前者に比べて増殖、充血像強く、そのため脂肪細胞の減少しているのを認める(附図7)。

瀉血後12時間に於ける骨髄は肉眼的には、正常に比し赤色度がやや増加している。組織像では小動脈、毛細動脈内腔の血球減少の他、静脈竇は殆んど完全に旧に復しているが、実

質細胞の著明な増殖，充血像を認め，脂肪細胞の場所をうずめて増殖しているのを見る（附図8）。

第四章 総括並に考按

以上の実験成績を総括すれば次の如くである。

(1) 家兎を背位固定後固定に馴らしめた後右側頸動脈の結紮のみ行つた場合。

i) 大腿骨髄栄養動脈，股動脈血間に赤血球数，ヘマトクリット値に認むべき変化を見ず，概ね両者平行して軽度漸減し，赤血球数及びヘマトクリット値共に同傾向を示して経過する。

ii) 栄養静脈並に股動脈血共に全経過を通じて Price-Jones' Kurve，赤血球平均直径，赤血球平均容積，容積指数に著変を認めず，かつ栄養静脈，股動脈血間に差違を認めない。

(2) 家兎に右側頸動脈より体重当り15乃至20 cc の急性瀉血を行つた場合。

i) 大腿骨栄養静脈血中の赤血球数の減少度は，対照股動脈血に比し非常に少く，却つて瀉血1乃至2時間に一つの頂点を描いて増加する場合もある。然し以後漸次減少して股動脈血の値にはほぼ等しくなる。

ii) ヘマトクリット値の減少度も赤血球と同様，対照股動脈に比し非常に少く，瀉血後1乃至2時間に一つの頂点を描いて増加する場合もある。然し以後漸次減少して股動脈血の値にはほぼ等しくなる。而して赤血球数の減少傾向と全く同様の推移傾向を認める。

iii) Price-Jones' Kurve，赤血球平均直径，赤血球平均容積，容積指数は予備実験成績と同様，栄養静脈並に対照股動脈共に全経過を通じて著変を認めず，かつ両血間に差違を認めない。

(3) 家兎に当り15乃至20 cc の急性瀉血を行いある一定の時間間隔をおいて大腿骨骨髓の組織標本を作成し観察した結果。

正常無処置家兎骨髓の静脈竇は勿論，小動脈，毛細動脈内腔は血球により充満されており，瀉血直後では小動脈，毛細動脈内の血球

減少を見，瀉血後30分では小動脈，毛細動脈内の血球減少は勿論，竇内血球の減少或いは消失を所々に認めるがなお大部分の竇は血球を充満している。瀉血後1時間では静脈竇は大部分狭細になり，かつ空虚になつてゐるのを認め，この傾向は瀉血後3時間の骨髓組織に最も著明である。瀉血後5時間では内腔に血球を充満せる静脈竇を所々に認め，瀉血後8時間では血球充満せる竇が多くなり，かつ実質細胞の増殖，充血像を認め，瀉血後12時間では竇はその大部分が血球を充満しており，さらに著明な実質細胞の増殖，充血像を認める。

扱従来出血性貧血の恢復或は出血時の病態生理に関する報告は枚挙に遑なく，微に入り細を穿つて研究し尽された感が深い。然しながら急性出血後の骨髓の血球動員に関する研究は真に微々たるもので私の渉獵する範囲では梅田⁶⁾，教室橋¹²⁾の報告以外に之を見ない様である。即ち梅田⁶⁾は家兎大腿骨栄養動脈より4%家兎血清加生理的食塩水を灌流し，栄養静脈よりの流出液を時間的に採取して，その中の細胞を観察し瀉血後の変化に言及している。氏によれば瀉血後2乃至4日で灌流を開始すれば，栄養静脈流出液中の赤血球数は次第に減少し途中一時増加を示した後再び減少する例が多く，更に正赤芽球の出現が著しく多いという。教室橋¹²⁾は緒言にも触れたる如く家兎に心臓穿刺により当り15乃至20 cc の急性瀉血を行い，大腿骨栄養静脈血液像を末梢血液像（股動脈）と対比しつつ詳細に経過観察し股動脈血に比し極めて特異な変化を認めている。即ち氏は栄養静脈血の赤血球数，網赤血球数，白血球数，偽好酸球数は対照股動脈に比し瀉血後30分より2時間の間に著しい増加を示す事を認め，さらにこの際栄養静脈血中血球増加の時期に，網赤血球千分比が増加していない点，白血球では桿核白血球よりも更に幼弱な細胞の出現を見ない点より，以上の血球増加は造血巣の機能亢進が反映しているとは考えられないと述べ，又栄養静脈血白血球に於て骨髓性細胞たる偽好酸球の百

分比が白血球数に比例して増加し、軽度乃至中等度の核左方推移を伴っており、之は明らかに骨髄よりの血球動員を物語るものであると述べている。

私の実験成績に於ても栄養静脈血赤血球数は橋の成績と同様、対照股動脈血に比し瀉血後1乃至2時間の間に於て増加を示しほぼ一致した傾向を示した。而してこの傾向は私の行つたヘマトクリット値からも同様の事がうかがわれる。即ち栄養静脈血ヘマトクリット値は対照股動脈血に比し瀉血後1乃至2時間の間に於て増加を示し、かつそれらは殆んど赤血球数の推移と一致した成績を示している。さらに Price-Jones' Kurve, 赤血球平均直径, 赤血球平均容積, 容積指数に於ては共に全経過を通じて著変なく、かつ栄養静脈血、股動脈血間に相違を示さなかつたが、この事からも橋の考按せる所の、栄養静脈に於ける瀉血後の血球増加は新生血球でなく、かつ骨髄より動員された血球に起因せるものであるという事実がさらに裏付けられたものといえよう。即ち赤血球数増加の時期に一致してヘマトクリット値も同様増加し、さらに全経過を通じて赤血球数の推移に一致して漸減した点からこの血球増加は確實であり、又新生血球でなく既存の血球である事は Price-Jones' Kurve, 赤血球平均直径, 赤血球平均容積, 容積指数に著変なく、かつ両血間に相違を見なかつた点からもうなづけられる。

一方瀉血後短時間内に骨髄実質で血球新生の充進が認められない事に就ては、古く Lindenbaum³¹⁾ は瀉血家兎骨髄組織像のヘモチプラスト、骨髓球、赤芽球の核分裂を算定し、その増生及び核分裂が瀉血後30分、1時間、2時間では著明でなく4日目に最高値を示す事を指摘し、又柏村⁹⁾ は体重当り20cc瀉血後3時間目の家兎骨髄像で、正色性赤芽球の減少又は消失を認め、白血球造成機能には全く刺激状態を認めなかつた事から瀉血時には先づ骨髄中に存在する成熟赤血球、既存の桿核、分節核白血球を遊出して、而る後旺盛な血球生成を営むものであると考按している。

瀉血後の骨髄栄養静脈の赤血球数の変化に関して観察せる者は前述せる橋と私の他に之を見ず、さらにヘマトクリット値, Price-Jones' Kurve, 赤血球平均直径, 赤血球平均容積, 容積指数について検索せる者は私の他に之を見ない。

然しながら瀉血後の末梢血液像に関しては前述せる如く従来幾多の研究業績が発表されている。今之等を総括略述すれば以下の通りである。

先ず赤血球数は瀉血直後より既に減少し始めるが最低値を示すものでなく、組織液の血管内流入による血液稀釈が起つて初めて最低値となる。その極少時期に就ては出血量によつて異ると雖も、Lazarus⁵⁾, Willebrand⁵⁾, Siegel-Mayd⁵⁾, Sahli⁵⁾, Buntzen⁵⁾, Grawitz⁵⁾, 井戸一鈴木⁵⁾, 蓮池¹⁶⁾, 八木²⁵⁾, 園田¹¹⁾, 橋¹²⁾等によれば早きは1~2時間、一般に数時間乃至1~2日である。

ヘマトクリット値に関しては長谷川¹⁷⁾, 園田¹¹⁾等によれば瀉血直後既に著明に減少し後漸次減少し、園田は24時間目に、長谷川は2日後に最低値を示すという。

赤血球直径に関しては柏村⁹⁾, 園田¹¹⁾, Alder²⁶⁾等の瀉血後長期間観察の結果によれば、Price-Jones' Kurve は次第に右方推移を示し、かつ平均直径の増加を認めているが、柏村は瀉血後3~6時間の如き短時間内に於ては著変を認めず、平均直径は3日目に最高値を認めており、又園田も瀉血後短時間内では平均直径の増加を認めず、24時間以後に於て色素指数、容積指数の上昇に伴い増加すると述べている。

赤血球平均容積、容積指数に関しては慢性瀉血貧血の場合、当初は大容積性貧血を認める事は多くの学者の認める所であるが、急性瀉血後に於ても園田¹¹⁾は瀉血後24時間以後に於て色素指数の上昇と共に赤血球平均容積、容積指数の上昇を認めているが、瀉血後6時間までの短時間内では瀉血前の値と相違を認めていない。

一般末梢血液と看做される股動脈血に於け

る瀉血後短時間内（6～8時間内）の私の実験成績も概ね之等先人の言に一致し、赤血球数、ヘマトクリット値は瀉血後次第に減少の傾向を示し、Price-Jones' Kurve, 赤血球平均直径、赤血球平均容積、容積指数には著変を認めなかつた。

一方骨髓は特異な血管構造を有し、特にその内腔広潤な静脈系（特に静脈竇）に血液貯溜作用を有するであろう事は緒言にも触れたが、ここで私の瀉血後の骨髓組織標本所見を顧り見ると興味深い所見を示している。即ち正常無処置家兎骨髓では静脈竇、小動脈、毛細動脈管共に内腔に血球が充滿されているが、瀉血後1乃至3時間の組織標本では骨髓全体の成熟血球は著しく減少し、特に多数の空虚になつた狭細な静脈竇を認め、瀉血後5時間並にそれ以後の組織標本では次第に血球の充滿された静脈竇を認める様になる。以上の組織所見を前述せる私の実験成績（第三章第二節）と比較推論するに、丁度瀉血後1乃至2時間の栄養静脈血に於ける赤血球数、ヘマトクリット値の増加の時期に一致して骨髓組織中の成熟血球の著しい減少、特に静脈竇は狭細となり、かつ内腔の血球減少乃至消失を認める事は明らかに静脈竇内の貯溜血球が骨髓外へ動員された事を考えせしめるものである。さらに瀉血3乃至4時間以後に於ては栄養静脈血の赤血球数、ヘマトクリット値の増加は見られず漸次減少しているが、反面骨髓組織に於ては静脈竇内血球は漸次増加する傾向を認めている。即ち4時間以後は、も早骨髓からの血球放出はなく、一方骨髓静脈竇内へは漸次新生血球の移行が開始されたものと解される。然らばこの移行血球は何故直に骨髓外へ動員されないであろうか。この事は骨髓内血液循環状態に起因するものと解釈したい。

即ち橘¹²⁾の研究によれば瀉血後栄養静脈血赤血球数増加の時期に一致して、骨髓内の血流は著しく促進するが、その後は漸次遅延して瀉血前血流と等しくなるか、或はそれより更に遅延傾向を示す事を認めているが、この骨髓内の血流の影響により、瀉血3乃至4時

間以後に於ては静脈竇より骨髓外への血球動員の亢進は起らないものと考えられる。

瀉血貧血に於ける骨髓の組織学的研究は数多く見るが、殊に静脈竇について観察した者は私の渉猟する範囲では富塚¹⁴⁾、三由²⁴⁾の他に之を見ない様である。富塚¹⁴⁾によれば大量瀉血数回、並に少量瀉血長期間施行後に家兎骨髓灌流を行い、その組織所見より静脈竇は一般にその数を減ずると共に狭細となり、その外観甚だ毛細管に似るといふ。又三由²⁴⁾は家兎に20乃至30ccの瀉血を隔日に行い40日後の骨髓透明標本並に組織像の観察を行い、正常以上に広潤な静脈竇を認めている。然しながらこれらは私の場合と異なり何れも瀉血方法並に観察する時の時間が全然異なり、かつ静脈竇の形態のみ論じ、静脈竇内の血球の動向にはふれていない。

扱骨髓に於て、その血管構造より一種の血球貯溜作用ありと認められる静脈竇は、造血巣より徐々に送り込まれる新生血球を蓄積し、その緩徐なる血流により極めて緩慢に骨髓外へ送り出すものであるが、橘の報告さらに以上述べた私の実験成績から、急性出血に際して之等新生血球は生体の需要に応じて直ちに循環血中に急激かつ多量に動員されるものである事が証明せられ得たと信ずる。即ち観点を換えれば骨髓（特に静脈竇）は広義の血液貯溜器管としても重要な位置を占めるものであり、脾、肝その他の血液貯溜器管が血液量調節に重大な意義を有すると同様に骨髓もまた血球量調節に有意義なるものとする。

第五章 結 論

私は上述の実験成績を総括考按の結果次の結論を得た。

(1) 家兎背位固定後右側頸動脈結紮のみ行つた場合は、大腿骨栄養静脈、股動脈血間に赤血球数、ヘマトクリット値の認むべき変化を見ず、両者概ね平行して経過する。かつPrice-Jones' Kurve, 赤血球平均直径、赤血球平均容積、容積指数等にも変化を認めない。

(2) 家兎に体重当り 15 乃至 20cc の急性瀉血を行えば、大腿骨栄養静脈血中に赤血球数の増加と同時にヘマトクリット値の増加が見られ、それは瀉血後 1 乃至 2 時間に特に著しい。かつ全経過を通じて Price-Jones' Kurve, 赤血球平均直径, 赤血球平均容積, 容積指数に著変を認めず、この事から上記血球及びヘマトクリット値増加は骨髓静脈管内貯溜血球の動員に基くものと考えられる。

(3) 家兎急性瀉血後の骨髓組織所見に於て、静脈管内血球は瀉血後 1 乃至 3 時間に於て最も著明に減少、或は消失、後次第に恢復し 8 時間後に於てほぼ正常に近い血球充滿像を示す。即ち瀉血後は急速に静脈管内血球が骨

髄外に動員され、後漸次造血巣より新生血球が静脈管内に移行され、かつ貯溜されるのが認められる。

(4) 以上の成績は教室橋の実験成績をさらに強く裏付けるものであり、以て骨髓は血球貯溜器管であつて、急性出血に際しては一般循環血の血球補充に重要な意義を有するものと考えられる。

擲筆に臨み終始御懇篤なる御指導御校閲を賜りし恩師平木教授に深甚の謝意を表すると共に、本研究に際し多大の御援助を賜りし大藤助教並に橋博士に深く感謝の誠を捧げるものである。

(本論文の要旨は昭和30年日本血液学会第17回総会に於て発表した)

参 考 文 献

- 1) 有馬 臨床と研究, 29, 444 (1952)
- 2) 岩男: 東医会誌, 40, 775 (1926)
- 3) 井上他: 熊医会誌, 15, 509 (1939)
- 4) 井戸, 鈴木: 福岡医大誌, 12, 1 (1919)
- 5) 井戸, 鈴木に依る。
- 6) 梅田 日血会誌, 12, 167 (1949)
- 7) 大藤: 綜合医学, 10, 238 (1953)
- 8) 大藤: 日新医学, 40, 14, 79 (1953)
- 9) 柏村: 日血会誌, 15, 12, 63 (1952)
- 10) 副島: 岡医会誌, 66, 691 (1954)
- 11) 園田: 日血会誌, 13, 135 (1950)
- 12) 橋: 岡医会誌, 66, 2505 (1954)
- 13) 千島: 骨髓造血学説の再検討 (1954)
- 14) 富塚: 千医会誌, 12, 518 (1934)
- 15) 橋本: 福岡医大誌, 29, 1927 (1936)
- 16) 蓮池: 岡医会誌, 431号, 1255 (1925)
- 17) 長谷川: 千医会誌, 18, 535 (1940)
- 18) 平木, 大藤: 日血会誌, 14, 189 (1951)
- 19) 平木: 岡医会誌, 63, 169 (1951)
- 20) 平木: 東医新誌, 70, 309 (1953)
- 21) 平木: 血液学討議会報告, 第5輯, 78頁(1953)
- 22) 平木, 塩月 医学と生物学, 22, 159 (1952)
- 23) 福武: 綜合臨床, 1, 108 (1952)
- 24) 三由: 岡医会誌, 66, 1049 (1954)
- 25) 八木 岡医会誌, 42, 1044 (1930)
- 26) Alder: Klin. Wschr., 17, 43 (1938)
- 27) Barcroft: J. Physiol., 58, 138 (1923)
- 28) Hochrein u. Keller: Arch. f. exp. Path. Pharm., 164, 529 (1932)
- 29) Jarisch u. Ludwig: Arch. f. exp. Path. Pharm., 124, 102 (1927)
- 30) Ludwig u. Wetzlar: Zit. n. Nakasima.
- 31) Lindenbaum: Fol. haem., 39, 501 (1930)
- 32) Mechanik: Zeitschr. f. Anat. u. Entwick. geschichte., 79, 58 (1926)
- 33) Mautner u. Pick: Arch. f. exp. Path. Pharm., 97, 306 (1923)
- 34) Neumann: Zit. n. Ofuji.
- 35) Petrov: Med. Zh., 23, 6 (1953)
- 36) Robin: Zit. n. Ofuji.
- 37) Wollheim: Klin. Wschr., 12, 12 (1933)

佐藤論文附図説明

- 1) 正常無処置家兎大腿骨骨髓組織。
- 2) 瀉血直後家兎大腿骨骨髓組織。
- 3) 瀉血30分後家兎大腿骨骨髓組織。
- 4) 瀉血1時間後家兎大腿骨骨髓組織。

- 5) 瀉血 3 時間後家兎大腿骨髓組織.
- 6) 瀉血 5 時間後家兎大腿骨髓組織.
- 7) 瀉血 8 時間後家兎大腿骨髓組織.
- 8) 瀉血 12 時間後家兎大腿骨髓組織.

Studies on Pathologic Physiology of the Bone Marrow

Part One

A Supplementary Study on the Behaviors of the Bone Marrow in a Rapid Bleeding

By

Hyoye Sato

Department of Internal Medicine Okayama University Medical School
(Director: Prof. Kiyoshi Hiraki)

Previously in our laboratory Tachibana has proven that the bone marrow like other blood-storage organs discharges a great quantity of blood in acute bleeding and that it also occupies an important position among the blood-storage organs. In order to endorse Tachibana's results still further the author has investigated the changes in the erythrocyte counts, hematocrit values, average diameter of erythrocytes, Price-Jones curve, average volume of erythrocytes, and volume index in the nutrient veins of the femur as well as the findings on the bone marrow of adult rabbits after a rapid depletion of blood in the same manner as Tachibana, and the results of the observations are as follows:

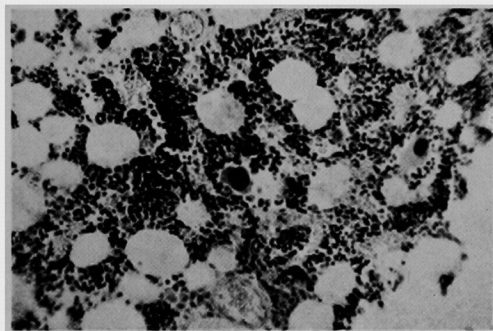
1) When a rapid depletion of blood to the amount of 15-20 c.c./K. is performed in rabbits, an increase of erythrocyte count as well as increase in the hematocrit value can be observed in the nutrient venous blood of the femur, and these increases are especially marked 1-2 hours after depletion. However, through entire course no striking change can be recognized in the Price-Jones curves, averages of the diameter, the volume, and the volume index of erythrocytes; and from these data the increases in erythrocytes and in the hematocrit value are thought to be due to the mobilization of the blood stored in the bone marrow venous sinuses.

2) In the findings of the bone marrow tissues in the rabbit rapidly depleted of blood the decrease of blood in venous sinus is most marked or totally disappeared 1-3 hours after depletion while it later recovers gradually until finally it presents a blood repletion picture somewhat similar to that of the normal. In other words, the blood in the veins of the bone marrow is rapidly mobilized to the outside of the marrow after depletion, and later new blood corpuscles from the hematopoietic foci are recognized to be transferred and stored in the venous sinuses.

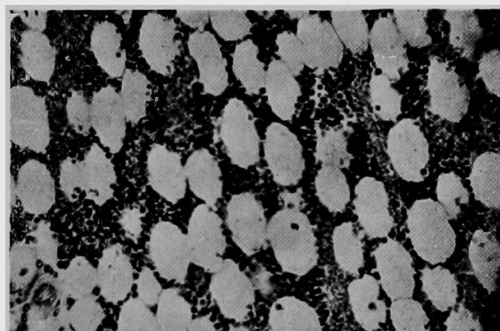
3) These results clearly support the experimental results of Tachibana of our laboratory: and therefore, it is thought that the bone marrow, being a blood-storage organ, has an important significance in the repletion of blood in general circulation.

佐藤論文附図

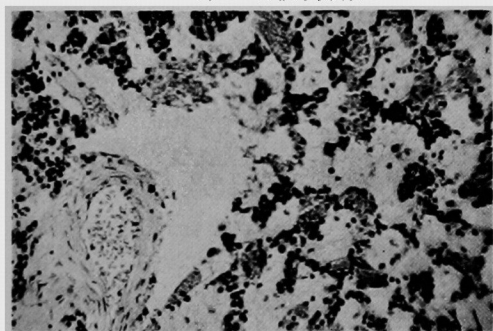
附 1. 正常無処置家兔骨髓



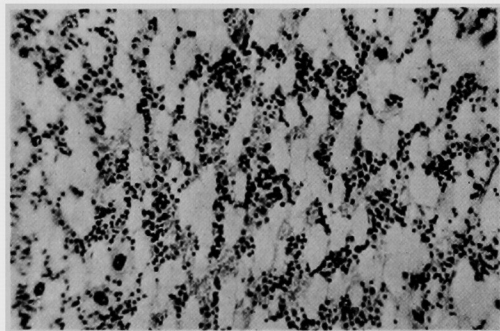
附 2. 瀉血直後家兔骨髓



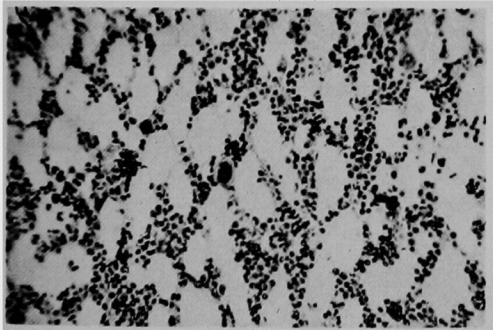
附 3. 瀉血30分後家兔骨髓



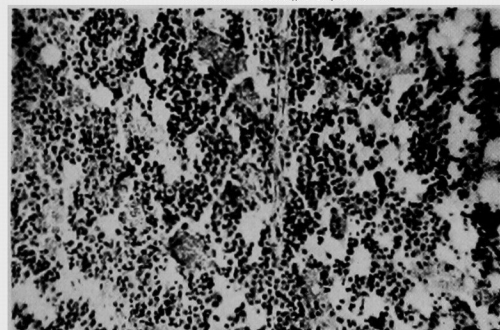
附 4. 瀉血1時間後家兔骨髓



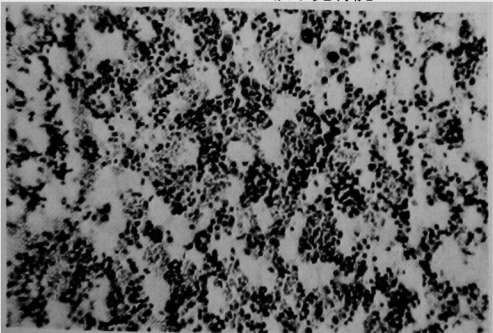
附 5. 瀉血3時間後家兔骨髓



附 6. 瀉血5時間後家兔骨髓



附 7. 瀉血8時間後家兔骨髓



附 8. 瀉血12時間後家兔骨髓

