

# 血液のガス代謝に関する研究

## 第2篇 数種の病的状態における家兎の動脈血酸素飽和度及び採血後の血液ガス消費について

昭和34年2月28日受付

信州大学医学部小児科学教室 (主任: 山田 教授)

森 秀 夫

### Oxygen Saturation Rate of Arterial Blood and Oxygen Consumption of Incubated Blood Taken from Rabbits under Several Conditions

Hideo Mori

Department of Pediatrics, Faculty of Medicine, Shinshu University  
(Chief: Prof. N. Yamada)

#### I 緒 言

血液のガス代謝が生体条件の変化に伴って変動することは幾多の研究が示唆しているところであるが、著者も先に各年令健康人及び数種疾患々児についての血液ガス代謝に関する2, 3の知見を報告した。即ち貧血時及び発熱時に人の臍卵器内保存血液に於て酸素消費の有意の増加が見られ、又発熱時には更に動脈血酸素飽和度の有意の増加が認められた。このことは、かゝる病的状態において血液ガスの運搬者である赤血球が質的或いは量的な変動を被ると同時にその環境液である血漿中の種々の物質の変動が直接的又は間接的に血球のガス代謝に影響を及ぼすのであろうと想像される。

本篇に於ては実験動物における数種の病的状態が血液ガス代謝に影響を及ぼすであろうことを予期して家兎を用いて2, 3の実験を試みた結果について報告する。

#### II 実験材料及び実験方法

##### 1. 実験材料

実験動物として体重1.5~3.0kgの健康成熟白色家兎を用い、予め1週間豆腐粕で飼育し実験当日は食餌を与えずに実験に供した。

##### 2. 実験方法

心臓穿刺により無菌的に採取したヘパリン加動脈血1ccを3本の平底試験管内の流動パラフィン下に分注し、この中の1本は採血後直ちに、他の2本はゴム栓を附して37°Cの臍卵器内に夫々2時間及び4時間放置した後mikro Van Slyke法により全血の酸素含有量及び炭酸ガス含有量を同時に測定し之を容量百分比(Vol%)で表わした。

これと同時にWintrobe管を用いてヘマトクリット値を、oxyhemoglobin法によりヘモグロビン量を測定し、又計算により酸素結合能及び酸素飽和度を求めた。

#### 3. 実験的病的状態の作成方法

##### A 瀉血による失血性貧血<sup>①②③④</sup>

体重1kg当り10ccの瀉血を心臓穿刺法により4日間連続して施行し、瀉血前、2回瀉血後1日、4回瀉血後1日、同3日、5日、7日、2週の7回にわたつて測定を行つた。なお実験期間中食餌は瀉血前と同様に投与した。

##### B 塩酸フェニールヒドラジンによる溶血性貧血<sup>⑤⑥</sup>

1%塩酸フェニールヒドラジン生理的食塩水溶液を体重1kg当り2cc宛連続2日間家兎の背部皮下に注射し、注射前、注射後1日、同3日、5日、7日、2週の6回にわたつて測定を行つた。食餌は瀉血貧血実験の場合と同様実験期間中にも投与した。

##### C 発熱状態

実験的発熱には従来牛乳<sup>⑦</sup>、T.T.G(ブソイドモナスフロレッセンス菌よりえた複合多糖体)、腸チフスバラチフス混合ワクチン<sup>⑧</sup>等が用いられているが、著者は腸チフスバラチフス混合ワクチンを使用した。即ち体重1kg当り0.5ccを家兎の耳静脈から注射し、注射前及び注射後発熱時の血液について測定を行つた。発熱は注射後約1時間乃至2時間で最高を示したが、全例とも注射後2時間に採血して発熱後の資料とした。

なお体温はすべて直腸温とし、測定には電気温度計を使用した。

##### D 下痢状態<sup>⑨⑩⑪</sup>

表 1 瀉 血 貧 血

番 号	性 別	体 重	測 定 時 期	Ht.	Hb.	酸 素 飽 和 度		酸 素 含 有 量 (Vol %)			炭 酸 ガ ス 含 有 量 (Vol %)		
						酸 結 合 能 (Vol%)	飽 和 度 (%)	採 直 後	2時 間 後	4時 間 後	採 直 後	2時 間 後	4時 間 後
1	♂	1520	処 置 前	42	12.8	17.4	92.5	16.1	15.2	14.6	54.6	52.9	53.8
			[-(10×2)] 後1日	32	10.4	14.1	92.2	13.0	10.6	9.9	43.6	45.2	44.5
			[-(10×4)] 後1日	30	7.8	10.6	95.6	10.1	5.7	3.8	43.0	41.2	43.2
			" 3日	34	9.8	13.3	95.1	12.6	5.0	3.1	44.2	44.0	44.8
			" 5日	37	10.2	13.9	93.5	13.0	7.1	5.4	47.2	46.9	46.1
			" 7日	38	10.5	14.3	93.0	13.3	10.7	9.3	46.0	45.4	45.3
" 2週	43	12.2	16.6	92.2	15.3	13.7	13.0	49.7	49.9	50.0			
2	♂	1870	処 置 前	46	16.4	22.3	93.7	20.9	19.5	19.0	51.6	50.8	51.1
			[-(10×2)] 後1日	33	11.7	15.9	94.4	15.0	12.5	11.2	37.2	37.0	36.4
			[-(14×4)] 後1日	28	9.1	12.4	93.8	11.6	6.1	4.0	35.4	35.6	36.3
			" 3日	34	10.2	13.9	95.7	12.6	5.5	2.7	41.2	42.5	42.0
			" 5日	44	11.7	15.9	91.2	14.5	9.3	7.2	48.3	48.1	47.2
			" 7日	47	11.8	16.0	98.1	15.7	12.0	10.3	48.9	49.0	48.1
" 2週	51	15.0	20.4	93.1	18.9	17.6	16.0	50.2	50.3	50.9			
3	♀	2010	処 置 前	51	15.5	21.1	94.3	19.9	18.5	17.9	44.3	44.1	45.2
			[-(10×2)] 後1日	29	7.8	10.6	94.3	10.0	8.4	7.2	42.1	41.6	41.5
			[-(10×4)] 後1日	25	5.4	7.4	96.1	7.1	3.3	2.0	40.2	40.0	40.5
			" 3日	35	8.2	11.2	92.0	10.3	3.6	1.6	43.9	43.7	43.4
			" 5日	41	11.3	15.6	91.8	14.3	8.2	4.7	40.5	39.8	39.0
			" 7日	45	11.5	16.3	88.9	14.5	11.9	10.8	47.2	47.7	48.3
" 2週	51	14.5	19.7	96.0	18.9	17.4	16.5	46.1	46.0	46.3			
4	♂	2020	処 置 前	45	15.7	21.3	92.9	19.8	18.7	18.1	51.2	52.4	53.0
			[-(10×2)] 後1日	34	10.2	13.9	90.0	12.5	10.3	9.2	46.3	46.6	45.7
			[-(10×4)] 後1日	28	9.0	12.2	90.2	11.0	6.8	3.7	42.8	41.6	41.9
			" 3日	40	10.7	14.6	93.8	13.7	6.5	3.8	39.3	39.1	38.8
			" 5日	46	12.0	16.3	94.5	15.4	8.5	7.3	45.3	45.3	46.5
			" 7日	48	13.0	17.7	91.5	16.2	13.2	11.6	44.6	44.2	44.0
" 2週	53	15.0	20.4	64.6	19.3	17.4	16.6	52.3	52.8	51.7			
5	♂	2050	処 置 前	45	11.2	15.2	95.4	14.5	13.3	12.9	47.1	46.6	46.0
			[-(10×2)] 後1日	31	7.8	10.6	94.3	10.0	7.9	6.9	32.4	33.6	33.4
			[-(10×4)] 後1日	17	4.5	6.1	95.1	5.8	2.0	1.0	40.8	41.5	42.1
			" 3日	29	7.8	10.6	95.3	10.1	3.3	1.8	43.3	42.6	42.3
			" 5日	36	9.8	13.3	97.0	12.9	6.4	5.6	48.2	48.9	49.2
			" 7日	41	9.9	13.5	91.8	12.5	9.5	8.4	48.6	47.3	47.1
" 2週	48	13.6	18.5	94.6	17.4	16.0	15.5	46.2	45.8	46.5			
6	♀	2050	処 置 前	38	12.5	17.0	94.1	16.0	14.8	14.3	43.4	44.0	44.5
			[-(10×2)] 後1日	29	9.8	18.3	95.5	12.7	10.3	9.2	35.2	35.0	34.6
			[-(10×4)] 後1日	25	6.5	8.9	95.5	8.5	4.5	2.3	36.8	34.1	35.2
			" 3日	36	10.1	13.7	94.2	12.4	5.9	3.0	38.4	38.2	37.7
			" 5日	43	10.5	14.3	94.3	13.5	7.8	6.5	41.9	42.6	42.5
			" 7日	44	11.8	16.0	91.9	14.7	11.0	9.1	44.3	44.1	45.0
" 2週	49	14.6	19.8	94.4	18.7	17.5	16.8	47.2	47.3	47.2			

註: [- (10×2)] は体重 1kg 当り 10cc ズつ2回瀉血の意

体重 1kg 当り 5~10cc のヒマシ油をネラトン氏カテーテルで 4~6 日間連続胃内に注入して下痢を起させ、体重を処置前の 15% 内外減少せしめたものを下痢後とし、下痢前及び下痢後の血液について測定を行った。食餌はヒマシ油投与中も投与前と同様に与えたが下痢が起り始めて後は殆んど食さなかつた。

E 餓死状態

絶食にさせた家兎について、絶食前及び絶食後 3 日毎、餓死に至るまで測定を行った。絶食家兎の生存期間は個体差が甚だしく、小林<sup>10)</sup>によれば餓死前体重の大きいもの程長く、又夏季は冬季に比較して長いと述べられている。

著者の成績は冬季の実験で生存日数は 6 日~18 日であつた。

III 測定成績

A 瀉血による失血性貧血

6 羽の家兎について瀉血貧血の各時期におけるヘマトクリット値、ヘモグロビン量、酸素結合能、酸素飽和度、酸素含有量(各時期につき採血直後、孵卵器内保存 2 時間後、4 時間後に測定)、炭酸ガス含有量(同前)の測定値を示すと表 1 の如くである。なおヘマトクリット値、ヘモグロビン量酸素含有量の採血後の時間的推移については図 1 に示した。

更に酸素含有量については採血直後の値と 2 時間後及び 4 時間後の値との差を求め、之を採血直後の値に対する百分比に換算して酸素消費の度をあらわしその平均値及び信頼限界を算出し、又酸素飽和度についても平均値及び信頼限界を算出した。これらを他の測定値の平均値と共に表 2 に示した。

動脈血酸素飽和度には貧血前及び貧血の各時期を比較して推計学的に有意の差が認められなかつた。

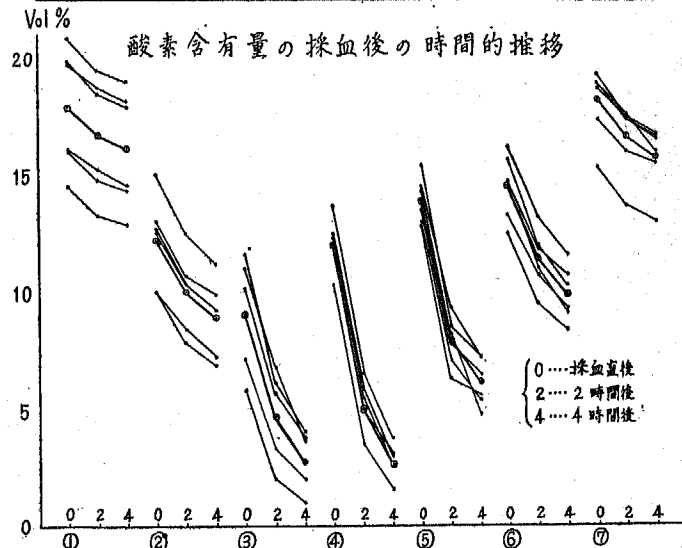
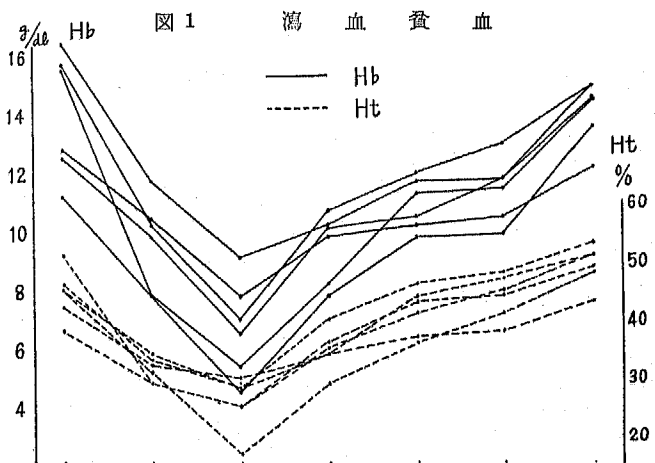
採血後の孵卵器内保存による酸素消費は 2 時間後、4 時間後共に 4 回瀉血後 3 日までは著明に増加していても瀉血前の酸素消費に比し有意の差を示し、以後は漸次減少して瀉

血後 2 週では瀉血前に比し増加しているものも減少しているものもあつたが推計学的には有意の差が認められなかつた。

炭酸ガス含有量は瀉血後貧血著明時に減少し、貧血の恢復と共に増加の傾向を認めたが各時期共に孵卵器内保存による変動は見られなかつた。

なお、本篇における推計学的処理に際しては危険率はすべて 5% とした。

B 溶血性貧血



- 註: ① 処 置 前  
 ②  $[-(10 \times 2)]$  後 1 日  
 ③  $[-(10 \times 4)]$  後 1 日  
 ④ 同 3 日  
 ⑤ 同 5 日  
 ⑥ 同 7 日  
 ⑦ 同 2 週

表 2

溶 血 性 貧 血 (6羽)

測定時期	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸素飽和度 (%)			酸素含有量 (Vol %)			2時間の消費 (%)			4時間の消費 (%)			炭酸ガス含有量 (Vol %)		
			平均値	信頼限界	採血後	2時間後	4時間後	平均値	信頼限界	採血後	2時間後	4時間後	平均値	信頼限界	採血後	2時間後	4時間後
処置前	44.5	14.0	93.8	±1.69	17.9	16.7	16.1	6.8	±1.19	9.8	±1.02	48.7	48.5	48.9			
[-(10×2)後1日]	31.3	9.6	93.5	±2.10	12.2	10.0	8.9	18.0	±2.00	27.0	±2.61	39.5	39.8	39.4			
[-(10×4)後1日]	25.5	7.1	94.4	±2.48	9.0	4.7	2.8	49.2	±9.94	70.4	±7.79	39.8	39.0	39.7			
" 3日	34.7	9.5	94.4	±1.42	12.0	5.0	2.7	59.0	±6.60	78.2	±4.90	41.7	41.2	41.5			
" 5日	41.2	10.9	93.7	±2.54	13.9	7.9	6.1	43.4	±4.79	56.2	±6.56	45.2	45.3	45.1			
" 7日	43.8	11.4	92.5	±3.32	14.5	11.4	9.9	21.5	±3.33	31.6	±4.67	46.6	46.3	46.3			
" 2週	49.2	14.2	94.2	±1.39	18.1	11.6	15.7	8.3	±5.33	13.0	±2.28	48.6	48.7	48.8			

6羽の家兎について溶血性貧血の各時期における測定値を示すと表3の如くである。ヘマトクリット値、ヘモグロビン量、酸素含有量の採血後の時間的推移については図2に示した。又各測定値の平均値及び酸素飽和度と酸素消費の信頼限界を表4に示した。

動脈血酸素飽和度は貧血が始まると同時に減少の傾向を示し、注射後7日まではほぼ同様の傾向で第2週に漸く回復しているが、推計学的には注射後3日の値のみに有意の減少を認めた。

採血後の酸素消費は2時間後、4時間後共に注射後5日までは著明に増加し、いずれも注射前の酸素消費に比し有意の差を示し、注射後7日では注射後5日に比し有意の減少を示した。注射後2週にも注射後7日に比し有意の減少が見られたが、注射前に比してはなお有意の高値を示し溶血の回復未だしと思われた。

炭酸ガス含有量は溶血貧血の場合と同様に貧血時に減少し、貧血の回復と共に増加の傾向を認めたが、各時期共に卵卵器内保存による変動は殆んど見られなかった。

C 発熱状態

8羽の家兎について発熱前及び発熱後の測定値を示すと表5の如くである。酸素含有量の採血後の時間的推移及び体温を図3に示した。又各測定値の平均値及び酸素飽和度と酸

図 2 溶 血 性 貧 血

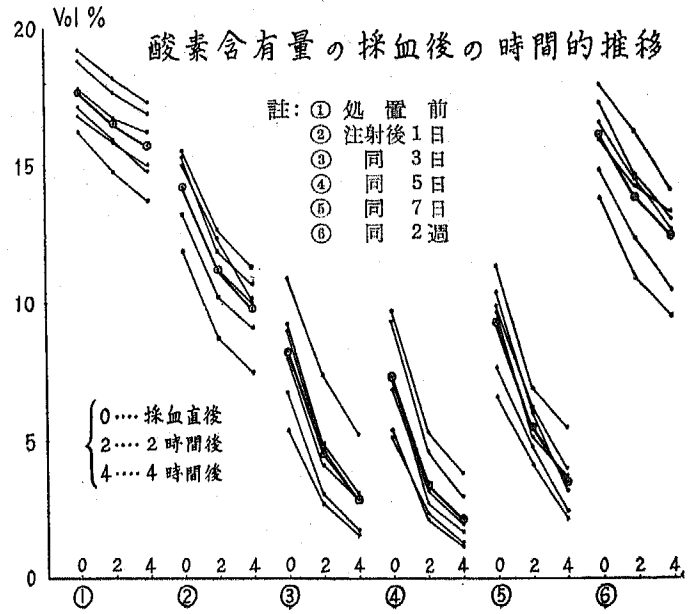
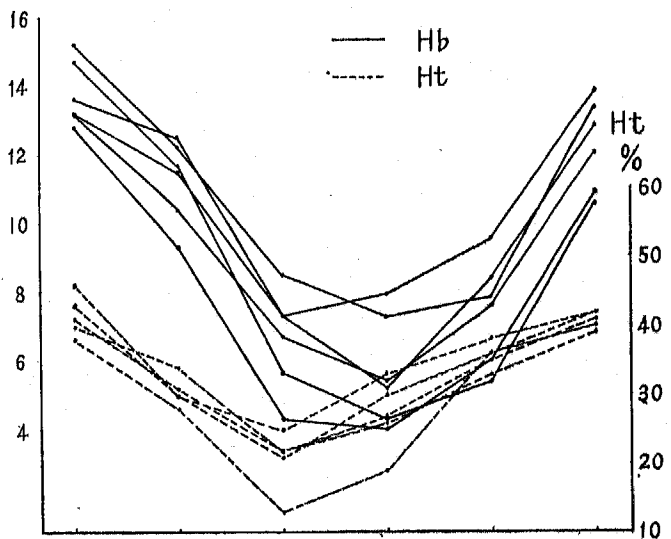


表 3

## 溶 血 性 貧 血

番 号	性 別	体 重	測 定 時 期	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸 素 結 合 能		酸 素 含 有 量 (Vol %)			炭 酸 ガ ス 含 有 量 (Vol %)		
						飽 和 度 (%)	飽 和 度 (%)	採 血 直 後	2 時 間 後	4 時 間 後	採 血 直 後	2 時 間 後	4 時 間 後
1	♀	1980	処 置 前	41	14.7	20.0	94.0	18.8	17.7	16.9	46.7	46.3	45.9
			注 射 後 1 日	31	11.7	15.9	89.3	14.2	11.2	10.0	38.1	38.0	39.0
			" 3 日	22	5.6	7.6	89.5	6.8	3.1	1.8	40.2	40.5	39.3
			" 5 日	26	4.3	5.9	91.5	5.4	2.2	1.2	45.2	45.8	46.1
			" 8 日	33	5.4	7.4	89.2	6.6	4.1	2.2	48.8	48.6	47.7
			" 2 週	39	11.5	15.6	94.9	14.8	12.3	10.5	47.3	48.1	47.4
2	♀	2170	処 置 前	43	13.2	17.9	95.5	17.1	15.9	14.8	53.9	53.1	53.8
			注 射 後 1 日	30	11.5	15.6	96.1	15.0	12.3	10.1	42.3	42.3	41.5
			" 3 日	25	7.3	9.9	92.9	9.2	4.9	3.1	46.3	45.2	45.4
			" 5 日	33	7.9	10.8	90.0	9.7	5.3	3.3	47.3	46.8	46.5
			" 7 日	38	9.5	12.9	87.6	11.3	6.9	5.5	45.1	44.9	45.3
			" 2 週	42	13.8	18.8	95.2	17.9	16.2	15.3	49.4	48.8	49.2
3	♀	2360	処 置 前	46	13.2	17.9	93.3	16.8	15.8	15.0	51.2	51.3	50.6
			注 射 後 1 日	30	10.4	14.1	93.6	13.2	10.2	9.1	38.1	39.0	38.3
			" 3 日	21	6.7	9.1	87.9	8.0	4.1	2.9	40.3	40.0	40.3
			" 5 日	30	5.4	7.4	93.2	6.9	3.2	2.0	45.1	45.7	45.9
			" 7 日	36	7.6	10.3	96.1	9.9	6.2	4.0	50.0	49.2	49.5
			" 2 週	42	12.0	16.3	97.6	15.9	14.2	13.3	47.5	46.9	47.7
4	♂	2380	処 置 前	40	13.6	18.5	96.2	17.8	16.7	16.2	46.2	45.4	45.8
			注 射 後 1 日	34	12.5	17.0	91.2	15.5	12.6	11.3	41.7	41.6	40.2
			" 3 日	22	7.3	9.9	90.9	9.0	4.7	2.9	38.3	39.1	39.4
			" 5 日	27	5.2	8.0	91.3	7.3	2.8	1.7	42.1	43.6	42.5
			" 7 日	35	8.4	11.4	91.2	10.4	6.0	3.2	41.9	42.1	42.1
			" 2 週	41	12.8	17.4	94.8	16.5	14.4	12.6	44.3	45.0	44.4
5	♂	2450	処 置 前	43	15.2	20.7	92.7	19.2	18.1	17.3	50.6	51.3	50.9
			注 射 後 1 日	31	12.2	16.6	92.2	15.3	11.9	10.7	45.5	44.3	44.1
			" 3 日	27	8.5	11.6	94.0	10.9	7.4	5.2	47.3	46.7	46.5
			" 5 日	28	7.3	9.9	94.0	9.3	4.6	3.0	48.2	47.3	47.0
			" 7 日	35	7.8	10.6	91.5	9.7	5.1	3.8	48.3	48.7	47.6
			" 2 週	40	13.3	18.1	95.0	17.2	14.6	13.0	49.1	48.9	48.2
6	♀	2540	処 置 前	38	12.8	17.4	93.7	16.2	14.8	13.7	54.3	52.6	52.7
			注 射 後 1 日	28	9.3	12.7	93.7	11.9	8.7	7.5	31.4	32.9	32.2
			" 3 日	13	4.3	5.9	91.5	5.4	2.8	1.6	35.8	35.4	35.0
			" 5 日	19	4.0	5.5	92.7	5.1	2.4	1.3	46.1	46.5	46.2
			" 7 日	36	6.0	8.2	92.7	7.6	4.8	2.4	42.3	42.1	42.9
			" 2 週	40	10.9	14.8	92.6	13.8	10.9	9.5	50.0	50.0	49.5

素消費の信頼限界を表 7 に示した。

動脈血酸素飽和度は発熱後は、発熱前に比し推計学的に有意の増加が認められた。

採血後の酸素消費は 2 時間後、4 時間後共に発熱後は発熱前に比し有意の増加を示した。

炭酸ガス含有量は発熱後は発熱前に比し減少の傾向が認められたが、卵卵器内保存による変動は発熱前、発熱後共に見られなかった。

## D 下痢状態

6羽の家兎について下痢前及び下痢後の測定値を示

表 4 溶 血 性 貧 血 (6羽)

測定時期	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸素飽和度 (%)			酸素含有量 (Vol %)			2時間の消費 (%)			4時間の消費 (%)			炭酸ガス含有量 (Vol %)		
			平均値	信頼 限界	採血 直後	2時間 後	4時間 後	平均値	信頼 限界	平均値	信頼 限界	採血 直後	2時間 後	4時間 後			
処置前	41.8	13.6	94.2	±1.68	17.7	16.5	15.7	6.6	±1.16	11.4	±2.62	50.5	50.0	50.0			
注射後 1日	30.7	11.3	92.7	±2.63	14.2	11.2	9.8	21.6	±3.36	31.3	±3.37	39.5	39.7	39.2			
" 3日	21.7	7.5	91.1	±2.65	8.2	4.5	2.9	46.3	±7.88	65.7	±7.93	41.4	41.2	41.0			
" 5日	27.2	5.8	92.1	±1.99	7.3	3.4	2.1	53.9	±5.26	72.3	±5.14	45.7	46.0	45.7			
" 7日	35.5	7.5	91.4	±3.21	9.3	5.5	3.5	40.1	±4.35	62.8	±7.37	46.1	46.0	45.9			
" 2週	40.7	12.4	95.0	±2.11	16.0	13.8	12.4	14.3	±4.50	23.4	±7.22	47.9	48.0	47.7			

表 5 発 熱 状 態

番 号	性 別	体重 (g)	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸 素 結 合 能 (Vol %)	体温 (°C)	酸 素 飽 和 度 (%)	酸 素 含 有 量 (Vol %)			炭 酸 ガ ス 含 有 量 (Vol %)		
								採血直後	2時間後	4時間後	採血直後	2時間後	4時間後
1	♀	1850	43	14.3	19.4	37.5	92.3	17.9	17.0	16.2	51.2	50.6	50.8
							38.8	96.9	18.8	17.4	16.6	45.6	46.1
2	♀	1900	43	13.8	18.8	38.5	90.4	17.0	15.9	15.5	47.5	47.0	47.2
						39.6	95.7	18.0	16.5	15.8	42.1	43.2	40.9
3	♀	1900	45	15.9	21.6	37.8	95.0	20.5	19.1	18.2	49.7	49.2	48.8
						39.0	95.0	20.5	19.0	17.9	47.5	47.0	47.8
4	♂	1920	47	16.4	22.3	38.3	94.2	21.0	19.5	18.8	47.1	48.7	48.3
						39.0	95.5	21.3	19.6	18.9	48.3	48.6	48.9
5	♂	2100	43	15.0	20.4	37.8	92.2	18.8	17.7	17.0	47.4	47.5	46.3
						39.1	94.6	19.3	17.8	17.2	39.8	41.2	41.2
6	♀	2150	40	13.3	18.1	37.0	92.3	16.7	15.6	15.0	55.6	56.2	55.8
						37.9	93.4	16.9	15.7	15.2	52.3	53.1	51.9
7	♂	2285	42	14.4	19.6	37.5	95.9	18.8	17.7	17.0	50.0	51.3	51.3
						38.8	97.4	19.1	17.5	16.6	40.6	38.9	39.2
8	♀	2385	46	14.7	20.0	37.9	94.5	18.9	17.7	16.8	49.2	49.3	48.8
						38.7	93.0	18.6	17.1	16.3	48.9	49.2	49.3

註：各例の上段は発熱前，下段は発熱後

すと表6の如くである。酸素含有量の採血後の時間的推移，下痢前後の体重，ヘマトクリット値，ヘモグロビン量を図4に示した。又各測定値の平均値及び酸素飽和度と酸素消費の信頼限界を表7に示した。

動脈血酸素飽和度には下痢前と下痢後とで推計学的に有意の差が見られなかった。

採血後の酸素消費は2時間後，4時間後共に下痢前と下痢後に有意の差が認められなかった。

炭酸ガス含有量は下痢後は下痢前に比し著明な減少の傾向が認められたが，孵卵器内保存による変動は下痢前，下痢後共に見られなかった。

#### E 餓餓状態

6羽の家兎について餓餓の各時期毎の測定値を示すと表8の如くである。ヘマトクリット値，ヘモグロビン量酸素含有量の採血後の時間的推移については図5に示した。

餓餓家兎実験では生存期間がまちまちで推計学的処理が困難であるので，測定値の表示及び図示に止めた。

動脈血酸素飽和度，採血後の酸素消費共に変動の傾向は認められない。

炭酸ガス含有量は餓餓の進むに従って減少の傾向が

認められたが、各時期共に孵卵器内保存による変動は殆んど認められなかつた。

IV 総括並びに考案

各種病的状態に於て血液中の種々の物質の変動を来すことは既に多くの研究が示すところであるが、血液

ガス運搬者である赤血球についてもその量及び質更に代謝の変動を来すであろうことが予測される。

赤血球は骨髓細網内皮系細胞から生れ、好塩基性赤芽球、多染性赤芽球、正染性赤芽球の段階を経て核を失い網状赤血球から成熟赤血球へと分化する<sup>⑬⑭</sup>が、骨髓での原赤血球の生成は間脳の視床下部灰白隆起にある中枢の支配により調節されると考えられている<sup>⑮</sup>。更に網状赤血球を含む幼若赤血球と成熟赤血球の間にはガス代謝の面にも相当の差違が認められており<sup>⑯⑰</sup>、このことは各種の病的状態におけるガス代謝の変動にも少なからぬ関連を有するものと考えられる。

このように赤血球自身が直接的に変化することのほかに、その置かれる環境の変化が間接的に影響を及ぼすことも知られている。伊藤は各種陽イオンが赤血球酸素消費に及ぼす影響について報告し、又赤血球の生存に酸素と共に必要であるブドウ糖が逆に酸素消費に影響を及ぼすことも知られており<sup>⑱⑲⑳</sup>、又諸種の薬剤によりガス代謝が変動を来すことも報告されている<sup>㉑</sup>。

著者は、前篇<sup>㉒</sup>で人の動脈血についての報告を行つたが、その際得られた2, 3の知見について検索するため家兎に数種の実験的病的状態を作り、その各時期について主として動脈血酸素飽和度及び採血後の酸素消費の変動を追求した。同じ哺乳動物でも動物の種類によつて血液ガス代謝に相違のあろうことは容易に想像されるが、特に赤血球の酸素消費では家兎の方が人より大であると報告されている<sup>㉓</sup>。

動脈血酸素飽和度は著者の実験では、瀉血貧血においては各時期間に有意の差が認められず、溶血性貧血においては貧血著明時に僅かではあるが有意の減少を認め、発熱状態では増加を示し、下痢状態及び饑餓状態では各時期間に差違が認められなかつた。一般に貧血時には流血中の酸素の不足を補うために酸素飽和度の増加を来す<sup>㉔</sup>と考えられるが、Plesch<sup>㉕</sup>及びMorawitz & Röhmer<sup>㉖</sup>は貧血時に色素の不足を補うものは色素自身の酸素との結合力の増加によるのではなくて血流の増進によると述べている。著者の溶血性貧血における結果は恐らく溶血性薬物による影響であろうと思われる。

次に採血後の酸素消費は、瀉血貧血、溶血性貧血共に著明に増加しいずれも処置前の値に比し有意の差を示し、又発熱状態に於ても有意の増加があり、下痢状

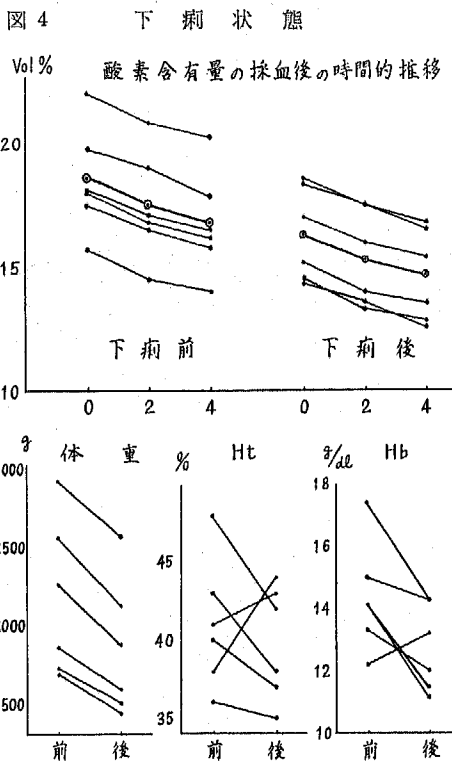
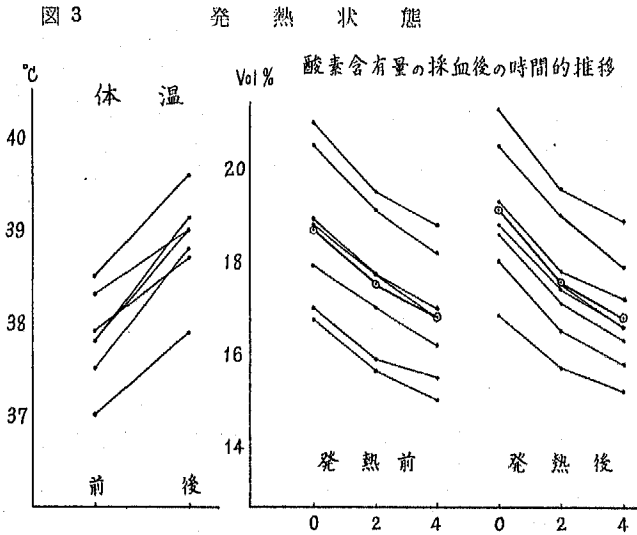


表 6 下痢状態

番号	性別	体重 (g)	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸素結合能 (Vol %)	酸素飽和度 (%)	酸素含有量 (Vol %)			炭酸ガス含有量 (Vol %)		
							採血直後	2時間後	4時間後	採血直後	2時間後	4時間後
1	♂	1690	43	13.3	18.1	96.7	17.5	16.5	15.8	46.7	46.6	47.0
		1435	38	12.0	16.3	93.2	15.2	14.0	13.6	34.3	34.5	35.1
2	♀	1720	41	15.0	20.4	97.1	19.8	19.0	17.9	47.8	46.7	45.9
		1500	43	14.3	19.4	95.9	18.6	17.5	16.9	40.2	39.8	40.8
3	♂	1850	48	17.4	23.7	93.7	22.2	20.8	20.3	55.2	54.8	55.1
		1590	42	14.3	19.4	94.8	18.4	17.5	16.7	38.5	38.0	37.1
4	♂	2260	36	14.1	19.2	94.8	18.1	17.1	16.5	46.1	47.8	46.3
		1885	35	11.5	15.6	92.9	14.5	13.3	12.9	42.3	40.6	40.0
5	♂	2560	38	12.2	16.6	94.6	15.7	14.5	14.0	51.2	50.8	51.8
		2120	44	13.2	17.9	94.8	17.0	16.0	15.4	37.5	37.5	36.9
6	♀	2915	40	14.1	19.2	93.8	18.0	16.8	16.2	53.4	54.1	53.3
		2580	37	11.2	15.2	94.2	14.3	13.5	12.6	42.3	42.6	43.8

註：各例の上段は下痢前，下段は下痢後

表 7 発熱 (8羽) 及び下痢状態 (6羽)

測定時期	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸素飽和度 (%)		酸素含有量 (Vol %)			2時間の消費 (%)			4時間の消費 (%)			炭酸ガス含有量 (Vol %)		
			平均値	信頼限界	採血条件	2時間後	4時間後	平均値	信頼限界	平均値	信頼限界	採血直後	2時間後	4時間後		
発熱前	43.6	14.7	93.4	±1.53	18.7	17.5	16.8	6.3	±0.57	10.1	±0.73	49.7	50.0	49.7		
発熱後			95.2	±1.67	19.1	17.6	16.8	7.8	±0.40	11.8	±0.83	45.6	45.9	45.8		
下痢前	41.0	14.4	95.0	±1.81	18.6	17.5	16.8	6.0	±1.33	9.8	±1.08	50.1	50.1	49.9		
下痢後	39.8	12.8	94.3	±1.17	16.3	15.3	14.7	6.4	±1.46	10.0	±1.42	39.2	38.8	39.0		

態及び餓状態では各時期間に特別な変動が見られなかつた。上原<sup>①</sup>は瀉血後に骨髓赤芽球百分率が高値を示したと述べ、門川<sup>②</sup>は家兎における瀉血で網状赤血球は瀉血後1日目より増加し始め3日目に多くは最高に達し、以後漸減して7日目に旧値に復すると報告した。田口<sup>③</sup>は瀉血貧血、溶血貧血共に赤血球酸素消費量は貧血極期を過ぎた恢復初期に最大で網状赤血球数とはほぼ平行したと述べているが著者の成績でも瀉血貧血、溶血貧血ともに貧血の極期を過ぎヘモグロビン量、ヘマトクリット値が恢復に向い始めた頃において酸素消費が最も増加していることが認められた(表2・表4・図1・図2)又 Warren<sup>④</sup>は瀉血貧血における骨髓酸素消費の亢進を赤血球系幼若細胞の増加によると述べている。発熱時の酸素消費の増加については田坂教授<sup>⑤</sup>の報告があり、又山家<sup>⑥</sup>は高温高温環境

においた家兎の血球酸素消費の増加を報告した。更に餓家兎については田口<sup>⑦</sup>は網状赤血球の減少に伴う酸素消費の軽度の減少を報告しているが、著者の成績では特にそのような傾向が認められなかつた。

炭酸ガス含有量については各実験共に孵卵器内保存による変動は人の場合<sup>⑧</sup>と同様認められなかつた。

### V 結論

家兎を用いて数種の実験的病的状態を作り、その各時期における血液ガス代謝に関して、主として動脈血酸素飽和度及びヘパリン加血液として37°Cに保存した際の全血酸素含有量の時間的推移について測定した結果を報告し、推計学的検討を加えて考察した。

#### A 瀉血による失血性貧血

動脈血酸素飽和度には瀉血後の各時期共に瀉血前に



表 8 餓 餓 状 態

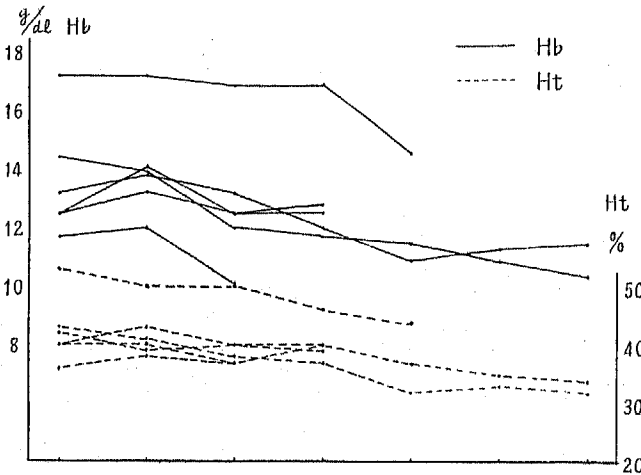
番 号	性 別	測 定 時 期			体 重 (g)	Ht. (%)	Hb. (g/dl)	酸 素 結 合 能 (Vol%)	酸 素 飽 和 度 (%)	酸 素 含 有 量 (Vol %)			炭 酸 ガ ス 含 有 量 (Vol %)					
										採 血 直 後	2 時 間 後	4 時 間 後	採 血 直 後	2 時 間 後	4 時 間 後			
1	♂	処 置 前	1580	40	12.5	17.0	94.1	16.1	15.0	14.5	47.3	46.8	47.4					
		3 日 後	1375	43	14.1	19.2	93.7	18.0	16.9	16.3	48.2	47.8	45.5					
		6 日 後	1180	40	12.5	17.0	94.0	16.0	14.8	14.2	45.0	45.2	43.7					
		9 日 後	965	39	12.5	17.0	96.5	16.4	15.0	14.3	38.6	38.5	39.2					
					(死													
2	♀	処 置 前	1690	40	12.5	17.0	93.5	15.9	14.5	14.0	47.8	45.8	46.1					
		3 日 後	1465	40	13.2	17.9	92.2	16.5	15.3	14.6	48.2	47.3	46.9					
		6 日 後	1260	37	12.5	17.0	92.9	15.8	14.7	14.1	42.3	42.8	42.5					
		9 日 後	1035	40	12.8	17.4	66.0	16.7	15.8	15.2	38.6	38.2	39.1					
					(死													
3	♀	処 置 前	1920	53	17.2	23.4	94.9	22.2	21.1	20.6	51.8	51.7	50.5					
		3 日 後	1660	50	17.2	23.4	94.0	22.0	20.8	20.2	49.6	49.8	50.0					
		6 日 後	1450	50	16.9	23.0	63.9	21.6	20.4	19.9	44.1	43.7	43.7					
		9 日 後	1285	46	16.9	23.0	65.6	22.0	20.8	20.0	42.5	43.1	41.9					
					(死													
4	♂	処 置 前	1950	43	14.4	19.6	94.9	18.6	17.8	16.8	48.6	46.7	46.9					
		3 日 後	1830	41	13.9	18.9	95.2	18.0	16.7	16.0	47.2	47.3	48.1					
		6 日 後	1640	38	12.0	16.3	93.3	15.2	14.0	13.5	43.5	41.8	41.6					
		9 日 後	1510	37	11.7	15.9	94.3	15.0	14.0	13.3	42.5	42.5	41.3					
		12 日 後	1400	32	11.5	15.6	92.9	14.5	13.9	12.9	36.5	36.6	36.4					
		15 日 後	1260	33	10.9	14.8	93.9	13.9	12.7	12.1	32.0	33.8	33.4					
5	♀	処 置 前	1960	36	11.7	15.9	93.1	14.8	14.0	13.0	50.2	48.8	49.6					
		3 日 後	1750	38	12.0	16.3	94.5	15.4	14.4	13.7	47.1	46.5	46.8					
		6 日 後	1350	37	10.1	13.7	96.3	13.2	12.6	12.1	40.5	41.2	42.2					
					(死													
6	♀	処 置 前	2310	42	13.2	17.9	92.3	16.5	15.4	14.9	53.8	52.5	53.4					
		3 日 後	2065	39	13.8	18.8	93.6	17.6	16.5	15.9	45.5	44.2	45.8					
		6 日 後	1890	40	13.2	17.9	95.5	17.1	16.4	15.5	43.9	44.3	44.0					
		9 日 後	1740	40	12.0	16.3	92.6	15.1	14.1	13.7	38.6	37.9	38.8					
		12 日 後	1610	37	10.9	14.8	88.5	13.1	12.1	11.6	39.3	38.4	38.8					
		15 日 後	1480	35	11.3	15.4	90.2	13.9	12.8	12.0	34.3	33.7	32.3					

比し、推計学的に有意の差が認められなかった。

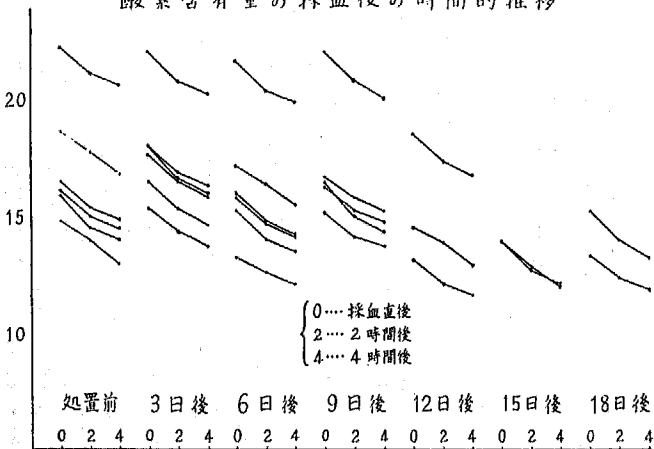
又採血後時間の推移による酸素の消費を採血直後の

値に対する百分比で示して酸素消費の度合を表わすと、4回の瀉血後3日までは瀉血前に比し、著明な増

図5 飢餓状態



Vol % 酸素含有量の採血後の時間的推移



加を示したが、以後は漸次減少して瀉血後2週ではほぼ瀉血前の値に復した。

B 塩酸フェニールヒドラジンによる溶血性貧血

動脈血酸素飽和度は溶血剤注射後3日に注射前に比し有意の減少を示したが、その他の各時期には推計学的に有意の差が認められなかつた。

採血後の酸素消費は注射後5日までは著明に増加し注射前に比し有意の差を示した。次いで注射後7日には注射後5日に比し有意の減少を示し、更に注射後2週には注射後7日に比し有意の減少が認められたが、なお注射前に比しては有意の高値を示した。

C 発熱状態

動脈血酸素飽和度は発熱後は発熱前に比し推計学的に有意の増加が認められた。

採血後の酸素消費についても発熱後は発熱前に比し有意の増加が認められた。

D 下痢状態

動脈血酸素飽和度には下痢前と下痢後とでは推計学的に有意の差が認められなかつた。

採血後の酸素消費についても下痢前と下痢後とでは有意の差が認められなかつた。

E 飢餓状態

飢餓家兎の生存期間がまちまちで推計学的処理は困難であつたが、測定値からは動脈血酸素飽和度、採血後の酸素消費共に変動の傾向が認められなかつた。

(終りに臨み終始御懇篤なる御指導並びに御校閲を賜つた山田教授に深謝する。)

尚本稿の要旨は第9回東日本小児科学会(昭和33年10月)において発表した。

文 献

①上原健男 他: 総合医学, 14: 610, 昭. 32. ②森 巽: 日本外科学会雑誌, 34: 1240, 昭. 9. ③門川貞弘: 東京医科大学雑誌, 15: 1317, 昭. 32. ④関信一: 日本内科学会雑誌, 41: 62, 昭. 27. ⑤露木 爽: 日本小児科学会雑誌, 60: 826, 昭. 31. ⑥三好和夫: 臨床生化学, p. 44, 南山堂, 昭. 27. ⑦玉真哲雄: 日本小児科学会雑誌, 59, 1037, 昭. 30. ⑧田坂定孝 他: 医学と生物学, 41: 119, 昭. 31. ⑨花摩武人・山田尚達 他: 小児科臨床, 5(12): 56, 昭. 27. ⑩芹川直臣: 日本小児科学会雑誌, 60: 441, 昭. 31. ⑪青木美典: 日本小児科学会雑誌, 62: 1231, 昭. 33. ⑫小林喜久雄: 日本小児科学会雑誌, 61: 1507, 昭. 32. ⑬妹尾左知丸: 総合臨床, 5: 1112, 昭. 31. ⑭Nizet, A & Robscheit-Robin, F. S.: Blood, 5: 648, 1950. ⑮門川貞弘: 東京医科大学雑誌, 15: 825, 昭. 32. ⑯佐野晴洋 他: 日本血液学会雑誌, 20: (補) 371, 昭. 32. ⑰伊藤哲夫: 福岡医学雑誌, 43: 454, 昭. 27. ⑱伊藤信男: 医学研究, 27: 2382, 昭. 32. ⑲佐座 寛: 医学研究, 27: 2388, 昭. 32. ⑳丹野三男: The Tohoku J. of Exp. Med., 65: 87, 昭. 31. ㉑森 秀夫: 信州医学雑誌, 8(3)に掲載予定. ㉒Plesch: Zeitsch. f. Exp. Path. u. Ther., 6: 280, 1908: 文献2)より引用. ㉓Morawitz & Röhmer: Deutsches Arch. f. Klin. Med., 94: 529, 1908: 文献2)より引用. ㉔田口一郎: 臨床小児医学, 4: 117, 昭. 31. ㉕Warren, C. O.: Am. J. Physiol., 110: 61, 1934. ㉖山家 喬 他: 日本血液学会雑誌, 19: 196, 昭. 31. ㉗田口一郎: 臨床小児医学, 4: 180, 昭. 31.