

岡山醫學會雜誌

第64卷5号 (第683号)

昭和27年5月31日発行

高壓の赤血球に及ぼす作用に就ての研究

其の 一

赤血球沈降速度に就て

生理学教室 (主任 林教授)

専攻生 大和人 士

[昭和27年4月15日受稿]

第一章 緒言

高圧の生活組織に及ぼす作用に関しては、P. Regnard (1891)¹⁾を嚆矢として、仏では Fontaine²⁾、Basset et Macheboeuf¹⁾、独では U. Ebbecke⁴⁾一派、米では Mc Keen Cattell 及 D. J. Edwards³⁾一派等に依り、各種動植物及びその組織並びに細菌及毒素について研究せられ、使用した圧も僅々十数気圧から1万気圧以上にも及んでいる。

潜函病の様な数十気圧の作用に就いては、既に相当研究されているが、液体特に油を以てする全周平等加圧(Allesseitige Kompression)による研究は U. Ebbecke が最も広範に行っている所であつて、最初不平等加圧との比較より始まり、赤血球(R)、原生動物、植物等の組織に及び、特に筋、神経に関する詳細な研究を遂げている。

私は生活組織に対する高圧作用の機序を明かにする目的で、先づ動物細胞として、人赤血球を選び、高圧によつてこの R. が如何なる影響を受けるかを、100-600気圧の加圧に

於ける赤血球沈降反応(赤沈)、溶血反応、比重等で伺い見ようとした。

全周平等加圧によつて赤沈が正常と異つた態度を取るのを最初に認めたのは Ebbecke⁵⁾であつて、彼は1500-2000気圧になると赤沈が著しく遅延することを認め、その原因を R. の変化に求めている。尙同時に私達の用いた程度の加圧の場合には高い圧に於ける遅延作用程著しくはないが、その促進作用を認め、実験誤差乃至偶然とは考へられぬと述べているが、その本態窮明には何等勉めていない。

そこで私は1-600気圧の間に認められる赤沈促進の事実の有無、並びに本態の窮明に関し些か知見を得たので報告する。

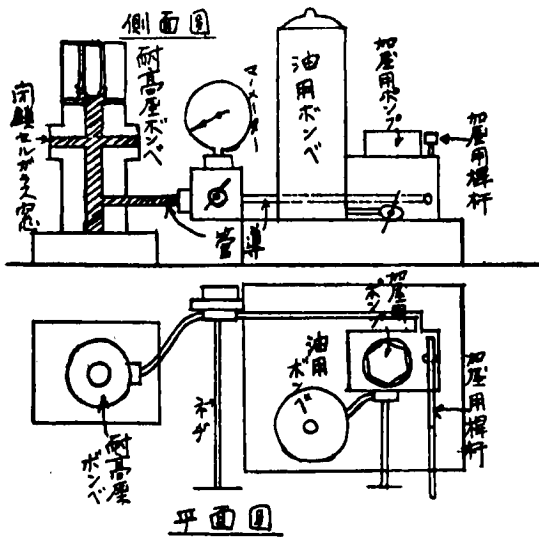
尙、その一部は既に第26回日本生理学会で林教授が報告されている。

本実験は1948年11月初めから1950年6月中旬に亘つて行つたものである。

第二章 実験の装置、材料並に方法

A. 装置。(第1図)

第 1 図



高圧実験装置は加圧用油ポンプ、被検物を容れる耐高圧ポンプ、及び圧力計並にこの両者を連結する管よりなる。加圧中の被検物の状態を見究める為め、最初ポンペに硝子窓を付けたが希望通りの液密さが保てぬ為め閉鎖した。この装置でポンペ内の圧力を大体1時間20気圧以内の自然降下で止めることが出来た。

装置の全系統内には、最初流動パラフィン、モビール油、時に両者の混合を使用していたが、粘稠度の関係から現在は専ら、モビール油を使用している。

B. 材料並びに方法

健康なる教室員の血液を主とし、若干の病人血をも利用した。採血は肘静脈穿刺により、予め3.8%枸橼酸ソーダ1c.c.を充した5c.c.の注射筒によつて血液4c.c.を吸引し、(粘稠度の測定では採血量の5%に当る結晶化枸橼酸ソーダを入れた血液を使用した)2分した後、1を加圧に供し(E)、他を対照(K)として室内に静置し、後刻ポンペから取出したE.と共にWestergren氏法によつて赤沈を検査した。しかし、この方法に拠る時は、K、E間の赤沈に仮令差異を認めたとしても、それを以て直ちに加圧中に於ける赤沈と同一視するわけには行かないので、后には赤沈用管を60mmに短切して新赤沈用管を作製しポンペ内で一定時間加圧を続けた后取出して、その赤沈値をKと比較した。そして

必要があれば更にポンペ内に入れて加圧を加へた。而して各実験共2-3本の赤沈管についての値を平均した値を求めて当該成績とした。

洗滌R.液は上記血液に0.9%食塩水を加へ2500r.p.m.で2回遠心分離をして得たR.を0.9%食塩水にて元の血液と等量となし(之をVoilblütと称す)、更に之を0.9%食塩水で2-3倍に稀釈したものをを用いた。

R.直径及形態の変化は、ワゼリンを三方に附した蓋板に血液1滴を滴下して速かに物体板上に封じ、更に他の一端をワゼリンにて封じたるものについて検査した。尙直径はOcular Schrauben-Mikrometerを用いて各例250-500個について計測した。

ヘマトクリット管としては赤沈管同様の太さで80mm長のものを作り、一定時間后、K、Eを共に2500r.p.m.で30分遠心分離してヘマトクリット値を求めた。このヘマトクリット管は上記赤沈用管と同様、下端を歯科用ストップングで閉鎖し、Kの上端にはモビール油を重積して、K、Eの状態を等しくした。

全血及血漿(P)の粘稠度の測定にはピペット型粘稠度計(Hukuda a. Sato¹⁰⁾の考へに基き血球計算用メランヂェールを改良したものをを用いた。即ち福田及佐藤は毛細管部の半径0.21mm長さ135mmで球部の容量0.118c.c.のものを使用した。私はR用並びにW用メランヂェールを改造してR用メランヂェールからは毛細管部の半径0.19mm長さ67mmで球部の容量0.08c.c.のものを、又W用メランヂェールからは毛細管部の半径0.33mm長さ61mmで球部の容量0.19c.c.のものを作った。この粘度計を用うる時は毛細管部の半径が0.15mm以下のものを使用せざることが望ましいとされているので、その点からはW用メランヂェールを改造した方が測定の目的にかなつていたので、大部分は之を用いた。(Heilmeyer¹¹⁾)

尙KとEとの温度を可及的同一ならしむる如く両者を近い位置に置いて実験したが、*ポンペ内の温度の状況が検べてないので、両者が同温度であるかどうかは保証出来ない。

第三章 実験成績

通常の Westergren 氏法によりて行える赤沈
(第一期実験) (表1, 図2)

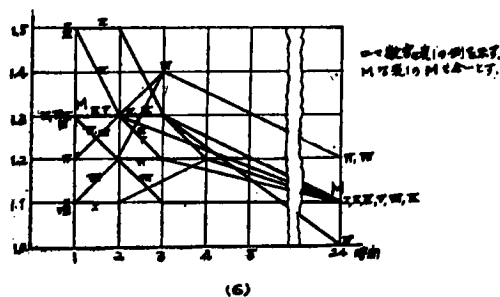
A. 加圧した血液をポンペから取出して, 健康人血液についての赤沈は表 1, 図2の

表1. 加圧後ポンペから取出した血液の赤沈値(E)と対照(K)との比較

例	時間 区分	1		2		3		4		5		24	
		赤沈値	E/K	赤沈値	E/K	赤沈値	E/K	赤沈値	E/K	赤沈値	E/K	赤沈値	E/K
1	E	3.5		10.0				21.2				55.0	
	K	3.1	1.1	9.0	1.1			18.0	1.2			48.0	1.1
2	E	3.0		8.0		12.0				19.0		60.0	
	K	2.0	1.5	5.5	1.5	9.0	1.3			15.0	1.2	55.1	1.1
3	E	4.0		8.5								65.0	
	K	3.0	1.3	6.5	1.3							61.5	1.1
4	E	3.5		9.0		14.0						44.0	
	K	3.0	1.2	6.8	1.3	10.5	1.3					42.2	1.0
5	E	3.2		6.9		11.0						49.0	
	K	2.5	1.3	5.5	1.3	9.0	1.2					46.0	1.1
6	E	4.0		11.8		18.5						73.0	
	K	3.0	1.3	8.9	1.2	15.0	1.2					62.0	1.2
7	E	4.0		8.0		13.0						65.0	
	K	3.0	1.3	6.5	1.2	9.5	1.4					55.0	1.2
8	E	4.0		10.0		16.0						61.0	
	K	3.5	1.1	8.5	1.2	14.0	1.1					58.0	1.1
9	E	1.5		5.0								44.0	
	K	1.0	1.5	4.0	1.3							41.5	1.1
M			1.3		1.3		1.3		1.2		1.2		1.1

- 備考 1. 300 気圧で30分加圧せるものを以て行う。
 2. 表中「時間」とは Westergren 氏法による赤沈の経過時間を示す。
 3. M は E/K の算術平均を表わす。

図2.



如くであつて, 加圧によつて赤沈は促進され, E/K 値では1時間1.3であつて, 次第に時間と共に減少して来るが, 等しくはならず, 24 時間値に於ても E の方が僅かに低くなつ

ている。

健康人と病人との血液の何れが高圧に敏感であるかを見る為に3例の病人について加圧試験を行つた。表2から分る如く, 健康人との間に加圧に対する著しい感受性の差を見出すことが出来なかつたが, 将来研究を重ねなければ確かな結論は下せない。

以上は加圧した血液をポンペ外に取出して通常的环境下に赤沈を測定したのであるが, 加圧による物理化学的変化は概ね可逆的であるから, 認め得た差違が果して加圧間にもそうであつたかどうか明白でないので, 次の実

表2. 病人血を300気圧、30分加圧後
ポンベより取出して行える赤沈

例	時間	30分	1時間	2時間	摘要
1	E	17.0	30.5	59.0	肺浸潤(?)
	K	12.0	24.0	54.0	
	E/K	1.4	1.3	1.1	
2	E	5.7	12.0	27.8	扁桃腺炎
	K	4.0	9.0	20.0	
	E/K	1.4	1.4	1.3	
3	E	50.0	106.0	124.0	喉頭結核
	K	40.0	86.0	112.0	
	E/K	1.2	1.2	1.1	

験を行つた。

B. 加圧ポンベ内にて行える赤沈 (第二期実験)

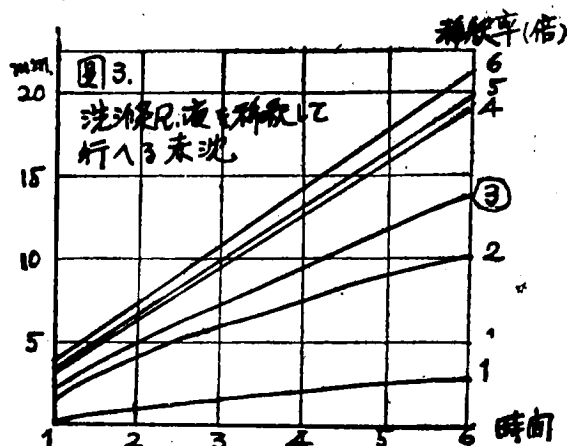
ポンベ内で圧を受けつゝある血液の赤沈を検べるには、赤沈用管をポンベに適した短いものにならなければならなかつたが、斯くすると赤沈が Westergren の原法よりも可成り速かである事が観察上便利である。そこでこの赤沈用血液として洗滌R等張 NaCl 浮遊液 (以下洗滌R液と称す) を使用したのである。

さて、本実験にとりかゝる前に、赤沈を促進させて観察するのに最も適した様なR稀釈度を定める為に、色々に稀釈した洗滌R液を作り、その赤沈を検べてみた。即ち第二章B中で述べた Vollblut を更に 0.9% NaCl 液で 1, 2, 3, 4, 5, 6 倍に稀釈した後、総て同時に室温に於てその赤沈を観察した (表3, 図3)

表3. 赤 沈 値

稀 釈 度	経 過 時 間						摘 要
	1	2	3	4	5	6	
1	0.5	1.0	1.6	2.0	2.5	2.9	使用赤沈管は 60 mm の
2	1.8	3.8	5.6	7.6	9.1	10.7	
3	2.0	4.5	6.8	8.7	12.0	15.0	
4	3.0	6.2	10.0	13.2	16.5	20.0	上の境 不鮮明
5	3.1	6.5	10.2	13.4	16.8	20.2	
6	3.5	7.7	11.0	14.2	18.0	22.0	

稀釈度 1 とは Vollblut 1 : 0.9% NaCl 0 ; 6 とは Vollblut 1 : 0.9% NaCl 5 を混じたもの

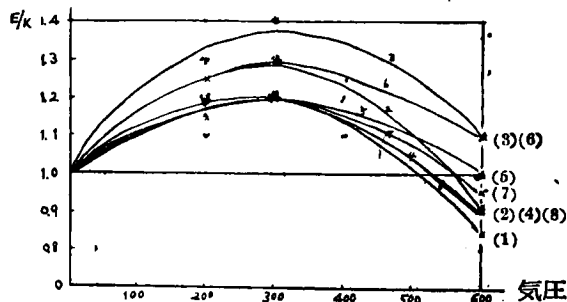


この予備実験の結果、3倍稀釈のものが観察に最も適していることが分つたので、以下之を洗滌R液として使用することとした。

そこで3倍稀釈洗滌R液を用いて、200, 300, 400, 600気圧下に於ける1, 2, 3時間の赤沈値を求めて見た。(表4, 図4)

表4, 図4から分る様に200-400気圧の間に於て著明なる赤沈の促進作用を認めた。以上の実験で600気圧迄は僅かではあるが、赤沈促進作用のあることを確め得たので、次に促進作用の原因がR自身の変化によるのか、又はP又は食塩水等の液成分の変化によるのか、或は両者の共同作用か、將又これらとは全く別の作用によるかを窮める為、次の実験を行つた。

図4. 気圧の変化による赤沈の変化



・は各例 (表4) の E/K をプロットした
×は 1, 2 時間の平均値を以て示す。

C. 加圧血液の赤沈が促進する本態の窮明に関する実験

(1) 血球直径及血球容積

先づ血液中の浮遊粒子であるRに注目し、洗滌R液を以てする赤沈を行い、その際のRの直径及び容積の変化、並びに形態の変化を観察した。(表5)

表 4. 食塩水で洗滌せる血液を以てせる赤沈値

例	区分	200 Atm.		300 Atm.			400 Atm.			600 Atm.			摘要
		1°	2°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	
1	E			2.3	6.4	10.8	4.6	9.2	12.9	3.0	4.0	8.0	例 8 の 600 気圧は機械不調の爲、5 分加圧とし、2 時間迄室温にて K E を比較した
	K			1.9	5.3	9.0	4.0	8.1	12.0	3.3	5.2	10.0	
	E/K			1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	0.9	0.8	0.8	
2	E	2.7	6.5	4.0	8.0	12.7				1.9	5.5		
	K	2.2	5.0	3.0	6.2	9.8				2.2	6.0		
	E/K	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3				0.9	0.9		
3	E	4.1	8.3	3.8	8.5					3.4	7.0		
	K	3.1	6.2	2.7	6.0					3.1	6.3		
	E/K	1.3	1.3	1.4	1.4					1.1	1.1		
4	E	3.7	6.2	3.3	6.7		2.3	4.8		1.8	4.7		
	K	3.0	5.6	2.7	5.5		2.0	4.1		2.0	5.0		
	E/K	1.2	1.1	1.2	1.2		1.2	1.1		0.9	0.9		
5	E	2.4	6.1	3.7	9.8					2.4	4.4		
	K	2.1	5.2	3.0	8.0					2.3	4.5		
	E/K	1.2	1.2	1.2	1.2					1.0	1.0		
6	E	2.6	6.3	3.0	6.8					3.5	6.3		
	K	2.1	5.2	2.3	5.3					3.2	5.7		
	E/K	1.2	1.2	1.3	1.3					1.1	1.1		
7	E	2.5	4.7	2.3	5.8					2.7	5.6		
	K	2.2	4.2	2.0	4.9					2.7	6.0		
	E/K	1.2	1.1	1.2	1.2					1.0	0.9		
8	E	2.4	4.8	2.2	4.7					—	3.7		
	K	2.0	4.3	1.8	4.0					—	4.0		
	E/K	1.2	1.1	1.2	1.2					—	0.9		

表 5. 洗滌 R 液を以てする赤沈, R 直径及 R 容積の変化(その一)

例	区分	赤 沈		R 直径	R 容積	備 考
		1°	2°	μ	%	
1	E	6.5	14.0	5.4	11.0	280 Atm. 直径, 容積は 2° 後の値
	K	5.0	11.0	5.8	11.7	
	E/K	1.3	1.3			
2	E	4.6	13.0	5.4	8.1	280 Atm. 直径, 容積は 2° 後の値
	K	4.0	11.0	5.9	7.4	
	E/K	1.2	1.2			
3	E	3.5	8.4	5.2	16.5	300 Atm. 直径, 容積は 2° 後の値
	K	2.6	6.4	5.6	16.9	
	E/K	1.4	1.3			

4	E	1.5	3.1	5.2
	E'	1.6	3.0	5.2
	K	1.2	2.5	5.6
	E/K	1.3	1.2	
	E'/K	1.3	1.2	

280 Atm. E は連続加圧 E' は 5 分加圧後取出す 直径, 容積は 2° 後の値 (図 8 参照)

表 5 例 3, 4 から判る様に, R 直径の変化は 5 分加圧后ポンベから外に取出した血液と 5 分以上引続いて 2 時間迄加圧した血液との間に差違を認めることが出来ず, 例 4 では K に比し E, E' 共に約 0.4μ の直径の減少を来している。

又 R 容積を求めたヘマトクリット値は何れも E, K の差 1% 以下であるから有意の差とは云えない。(Emmons⁷⁾)

Rの形態の変化は圧が高くなる程著しくなる様であつて、500気圧に於ける Poicilocytosis は全Rの約 1/3 に及ぶ。その大いさ及形態は下図 (図5) に示す様である。

形状	●	○	◌	◌	◌	◌
大いさ (μ)	4.5-6.3	6.3-10.6	10.5-19.5 20.5	19.5-100 50-65	10.5-19.5 20.5	5.5
備考	正常	蒼白	蒼白	色調正常心い	全圧	全平端型

次に、加圧の程度に依る直径の変化を見る為、同一材料に 100-500 気圧を作用させた。

尙同時に 5, 15, 30, 60 分加圧后取出した血液による赤沈、R容積の変化をも併せて観測した。(表6, 7)

表から分る如く

表6. 洗滌R液を以てせる赤沈、R直径及R容積の変化(その二)

例	区分	赤沈(mm)			直 径 (μ)					容 積 (%)				摘 要
		1°	2°	3°	K	100 Atm	250 Atm	280 Atm	500 Atm	K	100 Atm	280 Atm	300 Atm	
1	E	1.7	3.1	5.6				5.6				20.2		赤沈は280Atm.加圧 Eは連続加圧 E'は加圧5分にて 取出す 直径(280Atm)は加 圧直後復圧したもの (図7参照)
	E'	1.6	3.0	5.4		5.5	5.5		5.5		19.7			
	K	1.4	2.5	4.5	5.6					20.0				
	E/K	1.2	1.2	1.2										
	E'/K	1.1	1.2	1.2										
2	E	1.9	5.0	8.2		5.3	5.2		5.3		13.8	13.7	E'は加圧15分にし て取出す 赤沈は 280Atm. 加 圧 (図6参照)	
	E'	1.8	4.9	8.0							13.1			
	K	1.5	4.0	6.5	5.6					14.0				
3	E	3.5	7.9	11.0								13.7	赤沈は 300Atm. 加 圧 E' 30 分加圧後取出 す E'' 15 分加圧後取出 す	
	E'	3.7	8.0	11.1								14.2		
	E''	3.8	8.0	11.3								14.0		
	K	2.8	5.8	8.9								13.8		
	E/K	1.3	1.4	1.2										
	E'/K	1.3	1.4	1.2										
4	E	3.2	7.7	11.9									E' 60 分加圧後取出 す	
	E'	3.0	7.4	11.3										
	K	2.7	6.9	11.2										
	E/K	1.2	1.1	1.1										
	E'/K	1.1	1.1	1.0										

表7. 加圧によるR容積の変化(洗滌R液)

例	E	K	Atm.
1	11.0	11.7	280
2	8.1	7.4	"
3	16.5	16.9	300
4	20.2	20.0	280
5	19.7	20.0	100
6	13.8	14.0	"
7	13.7	14.0	280
8	13.1	14.0	"
9	13.7	13.8	300

10	14.2	13.8	"
11	14.0	13.8	"
12	10.4	10.0	"
13	11.2	10.7	"
14	12.4	12.9	"
15	19.4	18.8	"

備 考

E, K は夫々加圧及対照のヘマトクリット値 (%) を示す。

例5は5分間加圧 例8, 11は15分間加圧

例10は30分間加圧 その他は連続加圧

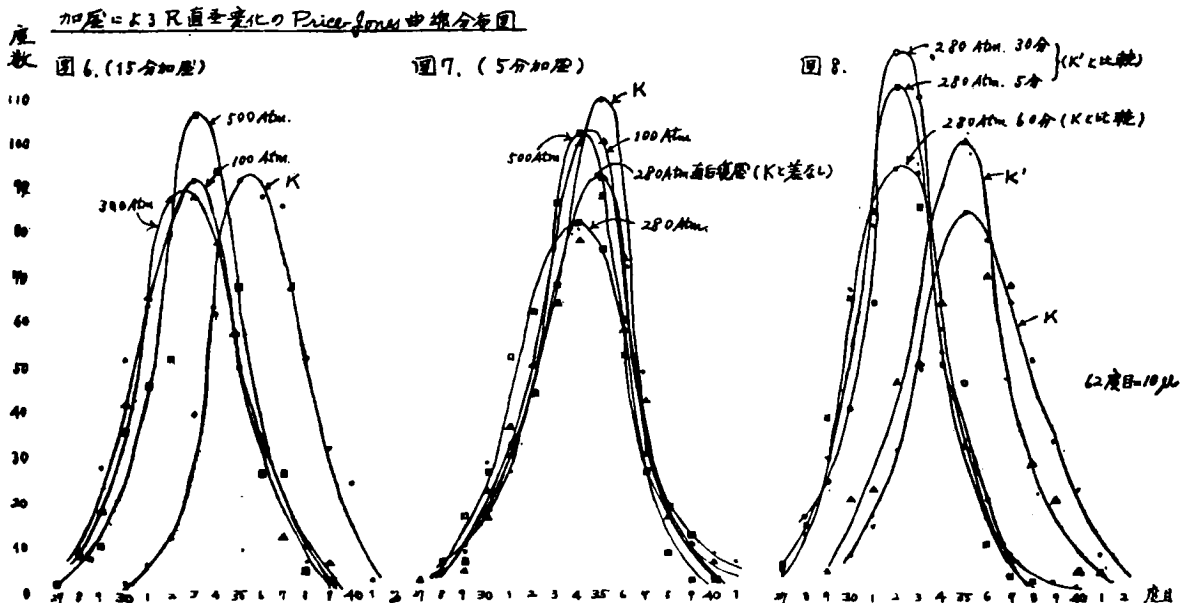
1. 加圧洗滌R液の赤沈促進は、短時間加圧后取出したものと加圧持続のものとの間には殆んど差を認め難い。

$$(E'/K \approx E''/K \approx E/K)$$

2. 加圧によつてR直径及形態の変化を来した場合にも、そのヘマトクリット値には認むべき差異が見られない。

3. 加圧によるR直径の変化及びその分布曲線 (Price-Jones 曲線) は表8 (図6), 表9 (図7), 表10 (図8) の如くであつて、加圧によるR直径の減少は何れも $\frac{M_K - M_E}{\sqrt{m_K^2 + m_E^2}} > 3$ であるから有意と考へられる。

度目	表 8				表 9					表 10					備 考
	K	E 100 15'	E 300 15'	E 500 15'	K	E 100 5'	E 280 直後	E 280 5'	E 500 5'	K	E 280 60'	K'	E' 280 5'	E' 280 30'	
27				2			2				3		5	4	(1) 度目 62 を 10 μ とす (2) E 100 5' とは 10 気圧 5 分加圧の意なり、他全断 (3) E 280 直後とは 280 気圧を加へて直ちに復圧したもの
28		10		8	4		6	6	4		12		14	16	
29		28	18	10	8	4	10	16	6		29	4	38	24	
30	2	52	42	36	28	22	16	26	18	7	67	20	65	40	
31	6	64	66	46	26	36	30	52	32	14	81	22	84	64	
32	12	80	88	52	46	44	50	62	44	31	94	46	112	120	
33	40	92	88	106	64	64	68	68	86	49	93	50	85	110	
34	64	62	78	94	80	100	78	82	102	58	53	64	50	50	
35	92	50	58	68	110	100	92	76	88	84	33	100	32	46	
36	88	32	34	26	70	58	74	52	60	78	16	70	10	20	
37	86	22	12	26	56	30	42	26	26	64	8	68	3	6	
38	52	6	10	4	18	16	18	18	8	51	2	28	2		
39	32	2	6	2	10	10	12	12	2	33	2	20			
40	24				8	6	2	2	2	23	1	4			
41	2				6					8		4			
M	35.9	33.8	33.0	33.2	34.6	33.8	34.2	33.7	33.9	35.6	32.1	34.8	31.9	32.5	
$\sqrt{\frac{m}{500}}$	2562	2626	2292	2180	3408	2340	3108	2988	1944	3010	2169	2858	1915	1990	
$\frac{M_K - M_E}{\sqrt{m_K^2 + m_E^2}}$		21.1	20.8	19.8		4.95	2.47	5.55	4.86		24.3		21.1	16.4	



A, B の赤沈成績を比較し、又持続して加圧したものと一定時間加圧したものととの赤沈に大なる差異を認め得なかつたことから、加圧の影響は主としてRに現われることが明かとなつたが、尙之を確めるため、赤沈が軽度に促進せる男子の血液を使用して、持続加圧と一定時間加圧との間の比較を行つたが表11の如く両者の間に殆んど差が見られなかつた。

(2) 粘稠度

最後に加圧後に於ける全血及Pの粘稠度(比粘度)を測定した結果は表12の如くであつてPは各例共K, E間に殆んど差異を認めない。反之全血の方は採血より測定迄に時間を要しているためと、測定間に起る赤沈とのために、成績が少々不正確なのを免れなが、

表 11. 300 気圧に加圧した場合の加圧方法の違いによる赤沈値

時 間	1°	2°	3°	摘 要
E	4.3	9.0	12.1	加圧持続
E'	4.4	8.4	12.0	最初の一時間のみ加圧す
E''	4.3	9.3	12.6	次の一時間のみ加圧す
E'''	4.2	8.5	12.1	最後の一時間のみ加圧す
K	3.9	8.0	11.4	対 照
E/K	1.1	1.1	1.1	
E'/K	1.1	1.1	1.1	
E''/K	1.1	1.2	1.1	
E'''/K	1.1	1.1	1.1	

$K \geq E$ の関係を有し、その差は有意とは認められない。

第 四 章 考 察

赤沈の本態に関しては Fåhræus⁸⁾ 以来種唱へられているが、赤沈は大別して血漿側とR側との2つの因子によつて影響をうけ得ることが出来る。

普通赤沈の変化の原因は血漿側にあるとされているが、場合に依つてはR側にも原因を求めなければならぬことがあるのであつて、例之色素係数の著しく低い貧血の場合はRの形及比重が重大なる役割を演ずる。(Bendien u. Snapper⁹⁾)

加圧后取出したRによる赤沈でも、加圧しつゝ行つた赤沈でも共に加圧によつて促進作用が認められること、全血及Pの粘稠度、比

表 12. 300 気圧加圧による全血及血漿の比粘度の変化

例	R		P	
	E	K	E	K
1	7.09	7.34		
2	6.07	5.84	1.81	1.88
3	5.48	5.78	1.60	1.58
4	5.74	5.72	1.52	1.52
5	5.98	6.05	1.58	1.56
6	5.82	5.44	1.69	1.70
7	5.39	5.38	1.66	1.64
8	4.70	4.70	1.63	1.64
9	4.80	5.06	1.50	1.50
10	6.6	6.5		
11	4.40	4.42		
12	5.49	5.53		
13	6.00	6.03		
14	4.98	5.08		
15	4.04	4.00		
16	5.29	4.92		

重には変化のないこと、Ebbecke⁵⁾ の行つた交換実験(加圧R+非加圧P、或はその逆による赤沈)の成績等から、少くとも加圧の場合の赤沈変化はRに原因を求めなければならぬ様である。

さて赤沈に關与するR因子としては

(1) Rの荷電 (2) 形態(大きさ、形、直径)の変化 (3) 比重 (4) Rのヘマトクリット値 (5) R数、Hb含量、Rの表面張力の変化等をあげることが出来る。(山本¹⁰⁾、Leffkowitz¹³⁾、三友及村島¹⁴⁾)

Kermack, Mc Kendrick a. Ponder¹²⁾ は山羊、牛、兎、人のRをつかつて次の実験式が実測値と非常に良く一致することを示した。

$$U_0 = \frac{1}{6\pi} \cdot \frac{(f-\sigma)gV}{0.85c\gamma} \quad (1)$$

$$U = U_0(-K\phi) \quad (2)$$

$U_0 = 1$ ケのRの沈降速度 $U =$ 赤沈値

$\int, V, C = R$ の比重、容積、半径

$\sigma, \gamma = \text{medinm}$ の比重、粘度

$g = 980 \text{ dyne/cm}^2$

$\phi =$ 全容積中のRの占める割合

$K =$ 常数

上式中、 $f, \sigma, V, \gamma, \phi$ の値は私の実験成績(別報その二、その四参照)からは変化が認められないから、赤沈値UはCだけの函

数となる。しかもCに逆比例する。然るに加圧によつて500気圧迄はCが次第に小さくなる事が分つたので加圧による赤沈促進は明かにR自身の変化による Formfaktor にあるといへる。圧迫更に強く500気圧以上になると、単に半径の変化だけでなく形態の変化 (Poikilocytosis) が認められる。このことが、更に高い加圧の際の赤沈遅延への移行を示すものと考へられるが、それ以上の圧では実験をしてないから確言出来ない。

Poikilocytosis は貧血の時よく認められるRの形態の変化であつて、Rを正常の形をしたものと、不規則な形をしたもの (Poikilocyten) とに分ち、全R数中の后者の割合を Coefficient of Poikilocytosis (Ponder¹⁷⁾) とよぶが、正常血では之が0.15或はそれ以下であるのに、貧血の時には0.69に迄及ぶことがある。加圧の際の値は500気圧で大体0.3附近であり、正常値に比し相当著しい増加を示している。

次にRの形と關聯して考へなければならないことは、洗滌Rを用ふる時のRの状態に対する考慮である。即ち

(1) 洗滌液中ではRは正常の円盤状ではなくて球に近くなること。

(2) 赤沈の第一段階と考へられているRの rouleaux formation が洗滌液中では起らぬことの2つの事実である。

(1)に就ては、かゝる洗滌血液の検鏡に於て相当数の円盤状のRの存在を側面像として認めたことから、Ponder¹⁷⁾の云う様に総てが球になつてゐるとは考へられないのであるが、球形に近いものが多いことは、上の実験でRの直径が小さいことが証明されるにも拘らず、R容積が變つていないことから推察される。

かくの如くRがその容積を變へていない isoplethecontic (Ponder) の場合にすら形の変化を来しているのであるから、かゝるRを以てする赤沈は正常のものとは異り、寧ろ球形Rの赤沈になるわけである。

次に(2)に關しては食塩浮遊液では赤沈に重要な役割を演ずる rouleaux formation が無いということは、この場合には寧ろ都合が良い。蓋し個々のRは Stokes の法則に依て落下する物体と考へられるからである。

さてかゝるRを用いた場合にも、Rに及ぼ

す圧の影響が明かに認められることは、益々加圧による赤沈変化の本態はRに在ることを確信せしむるに至つた。

尙 PonderによればR中のRの直径は $8.55^{16)}$ — $8.65\mu^{16)}$ であり、isoplethecontic NaCl 中では $5.29\mu^{17)}$ であるという。洗滌Rによる私の成績も $5.1-5.64\mu$ の範囲の変化であつて、Order は一致している。

そこで次に考へられることはRの荷電による赤沈の変化である。荷電説から考へるとRは普通陰性荷電をしていて、互ひに相反撥しているが、何かの原因でその荷電が減ずる様になると相凝集して赤沈が促進することになる。しかるに、加圧の場合にはRの陰性荷電は反つて増加する様な成績を得た。(別報その四) 従つて荷電説の考へでは、加圧による赤沈促進作用を説明することが出来ない。(山本¹⁹⁾は少くとも肉眼的に觀察する赤沈には荷電は關係せぬと云つている。)

最後にP因子として考へなければならない粘稠度の変化について、加圧間の変化は測定出来なかつたが、加圧后取出したPでは変化なく、Ebbecke u. Haübrich⁶⁾が800気圧迄の加圧に於けるPの粘稠度の変化は実験誤差範囲にあると述べていることと考へ併せて、この場合無視し得るものと考へる。

第五章 結 論

人血液殊にRに及ぼす高圧の影響を検したる結果次の成績を得た。

1. 100—600気圧迄の加圧では赤沈が促進され、280—300気圧の時、促進作用が最も著明であつて、600気圧になると Ebbecke の觀察した、更に高気圧下の赤沈遅延への移行の徴を示してくる。

2. 食塩水洗滌R液でも、大体枸橼酸加血液と同様の影響を表わしてくる。

3. Rの変化を起す加圧の最短時間は5分であり、それ以上長く加圧しても変化の生じ方は同じである。

4. 加圧による赤沈促進の原因はRの形態変化を主とし、通常赤沈促進の場合重視されている血清因子は仮令あるにしても僅かである。

5. 加圧によるR直径の変化は赤沈の最も促進せる時に顯著であり、600気圧の様な高

圧では著しい Poikilocytosis を認める。

6. 加圧后取出した全血及びPの粘稠度、R容積はE、K間に差異を認めない。
7. 加圧はR形質膜に何等かの影響を与へ、

之が為めRの直径及び形態に変化を起させるもので、加圧は一般細胞形質膜にも作用するであろうと想像される。

文 献

- 1) Basset et Macheboeuf : C.R. Ac.Sc. t. 195, 1431, 1932 ibid. t. 196, 67, 1933.
- 2) Bendien u. Snapper : Biochem. Z. 235, 14, 1931.
- 3) Cattell a. Edwards : J. of Cell. a. Comp. Physiol. 1, 11, 1932.
- 4) Ebbecke : Pflüger's Archiv 157 ; 79, 1914. ibid. 236 ; 405, 416, 648, 658, 662, 669, 678, 1935 ibid. 238 ; 441, 453, 749, 753, 1937 ibid. 239 ; 533, 1938.
- 5) Ebbecke : ibid. 239, 526, 1938.
- 6) Ebbecke u. Hubrich : ibid. 238, 429, 1937.
- 7) Emmons : J. of Physiol. 64, 220, 1927—1928.
- 8) Fähræus : Handb. d. biol. Arbeitsmethoden Abt 4, Teil 3, 373, 1924.
- 9) Fontaine : (Vlès, Traité de phy. norm. et path. T. 1, 861, 1933 ヽリ引用).
- 10) Fukuda a. Sato : Nagoya J. of med. Sci. 10, 191, 1936.
- 11) Heilmeyer : Handb. d. allg. Haematol. Bd. I, 1 Hälfte, 374, 1933.
- 12) Kermack, Mc Kendrick a. Ponder : Proc. R. Soc. 49, 170, 1928. (Ponder, Quart. J. of exp. Phy. 22, 281, 1933 ヽリ引用).
- 13) Leffkowitz : Die Blutkörperchensenkung 3 Aufl. 1936.
- 14) 三友及村島 : 赤血球沈降反応, 吐風堂, 10版, 昭18.
- 15) Ponder : Proc. R. Soc. B. 94, 102, 1923.
- 16) do : Quart. J. of exp. Physiol. 20, 29, 1930.
- 17) do : ibid. 23, 287, 1933.
- 18) Regnard : Les conditions physique de l'aviation dans les eaux, 1891 Paris (Effecke, Pflüger's Archiv. 157, 79, 1914 ヽリ引用).
- 19) 山本 : 岡山医科大学紀要, 第18巻, 809, 昭6.

高壓の赤血球に及ぼす作用に就ての研究

其 の 二

血液, 特にその比重に就て

生理学教室 (主任 林教授)

専攻生 大 和 人 士

(昭和27年4月15日受稿)

第一章 緒 言

高圧が生活組織、特に動物細胞としての赤血球に及ぼす作用に関しては、既に第26回日本生理学会、岡山医学会第59回総会に於て、赤血球沈降速度、溶血反応に及ぼす影響として、林教授及著者により報告してあり、当時比重に関しても関心を示しておいたが、本日は、加圧の程度及持続を色々に変化した場合に、赤血球(R)の比重がどの様になるかについて報告する。

尙同時にRの水分含量及ヘマトクリット値の変化に関しても併せて報告し、高圧が動物膜に及ぼす作用を探求すると共に、赤血球沈降速度との関係について些か述べてみたいと思う。

本実験は昭和24年8月初めから同年9月終り迄の2ヶ月に亘つて行つたものである。

第二章 実験の装置, 材料に並方法

高圧実験装置は前報の通りであつて、一時間間の圧の自然降下は前回同様20気圧以内に