

アドレナリン刺激による血液性状の変化

日比野 朔 郎

The Variation to the Property of Spleen Blood in Adrenalin Intramuscular Injection

SAKURO HIBINO

In an attempt to clarify the changes in blood properties of the spleen in adrenalin intramuscular injection were studied in pentobarbital-anesthetized dogs.

The findings may be summarized as follows ;

The spleen was found to have the function of storing the blood in a concentrated state and of releasing it into the circulatory system in emergency state.

The properties of spleen blood was increased erythrocyte count, hemoglobin concentration and 50% hemolysis.

(Received July 31, 1984)

I. 結 言

種々の Stress に対して, 生体が恒常性を維持しよとする体内の適応性があることは周知のことである.

激しい運動の初期に, いわゆる運動性貧血 (Sports Anemia) の発現がみられる¹⁾. この適応性には, Hemoglobin 濃度の上昇という血液性状の変化が関与しているといわれるが²⁾, 運動という強い Stress によって, H. Selye のいう警告反応期に Adrenalin の分泌が増加することをも考え合せると³⁾, 脾臓は Stress すなわち, Adrenalin 刺激によって収縮が起きて, 循環血中へ脾臓内血液を放出する⁴⁾. この機能において前に報告した「アドレナリン刺激による脾臓血流と血液性状の変化」の研究と関連して Adrenalin の筋注方法の違いによる血液性状の変化を考察した.

II. 実 験 方 法

A. 実験手順

健常成犬 (平均 10 kg) 10匹について, 麻酔後開腹,

脾動脈と脾静脈とから採血, 対象値とした. さらに Adrenalin を 0.3 ml/kg (A), と 0.6 ml/kg (B) を筋肉注射して, 5分, 30分と60分後とに採血, 赤血球数, ヘマトクリット値, 血色素定量, 網状赤血球算定と赤血球滲透圧抵抗値とを測定した.

つぎに健常成犬3匹 (平均 10 kg) について1日に生理食塩水希釈の Nor-adrenalin 0.1 ml/kg を4回にわけて, 筋肉注射を4~5日継続して溶血値の上昇期に麻酔後開腹して, 脾動脈と脾静脈とから採血した. さらに, Nor-adrenalin が 0.5 mg/kg になるように静脈から点滴注射しながら, 脾臓のもっとも収縮する5~10分の間に採血, 30分と60分後とにも採血した. その赤血球数, ヘマトクリット値, 血色素定量, 網状赤血球算定と赤血球滲透圧抵抗値とを測定して, 0.1 ml/kg 6 days (C) とした.

B. 測定項目および方法

a. 赤血球数算定 (Erythrocyte count, ml³)

Me'langeur と血球計算板と顕微鏡とを用いて, 改

京都府立大学生活科学部保健体育学講座

Department of Health and Physical Education, Recreation, Faculty of Living Science, Kyoto Prefectural University.

良 Neubauer の計算板で ml^3 の値を算出した。計算値は同一 Sample で 3 回算出、誤差を 3% 以内として 5 回の上、下数値を除き平均値を求めた。

b. ヘマトクリット値 (Hematocrit, %)

Wintrabe 法によらず高速遠心器による毛細管法で求めた。1,100 回転で 5 分間遠心した。

c. 血色素濃度定量 (Hemoglobin concentration, g/dl)

血液を試薬で一定の割合にうすめ、Metro-Hemoglobin として、さらに Cyanmethemoglobin に変えて、光電光度計で比色する。もっとも簡便で正確とみなされている Cyanmethemoglobin 法の標準法で求めた。

540 mu 緑色 Filter で、同一 Cell を使わないで行なった。

d. 網状赤血球算定 (Reticulocyte count, %)

New methylene blue を使う Brecher 法で算定した。

e. 赤血球浸透圧抵抗測定 (Flagility, NaCl %, 50% Hemolysis)

赤血球溶血値を低張食塩水による浸透圧抵抗より赤血球の半分が溶血するところの食塩水濃度すなわち、50% 溶血値 (Half Hemolytic Rate) を求めた。

0.6% から 20.0% まで 0.02% の間隔に低張性食塩水を調製、この低張食塩水を 5 ml ずつ Spitzglass にとる。一方採取した血液に Heparin を加え凝固を防ぎ 2000 r.p.m 10 分間遠心分離する。この血液を 0.9% 生理的食塩水にて 3 回洗滌、赤血球に 0.9% 生理的食塩水で 50% 赤血球浮遊液をつくる。その後、用意した低張性食塩水に 0.1 ml ずつ滴加混合し密栓、2 時間放置後、1500 r.p.m 10 分遠心分離、上清を分離して Beckmam 型光電比色計にて溶血率を測定した⁵⁾。

III. 実験結果

A. 赤血球数算定 (Erythrocyte count, ml^3)

脾臓動脈および脾臓静脈血の Adrenalin 筋注による変化の様相は、表 1 と図 1 に示した。

0.1 ml/kg 6 days の刺激方法の Control と 5 分後の影響を除き、動脈と静脈血の間に 5 分、30 分と 60 分後採血液において、すべて静脈血は上昇している。

とくに 30 分と 60 分と上昇程度が大きく、0.1 ml/kg 6 days (C) 刺激方法は 0.6 ml/kg (B) 量よりも大きい。静脈血における赤血球数は 0.5 ml/kg (B) と 0.1 ml/kg 6 days (C) には 30 分値が高いが、60 分値がすべて多くなった。Control 値と比較すれば動・静脈血間で 5 分、60 分値は減少するが、30 分値は増加の様相

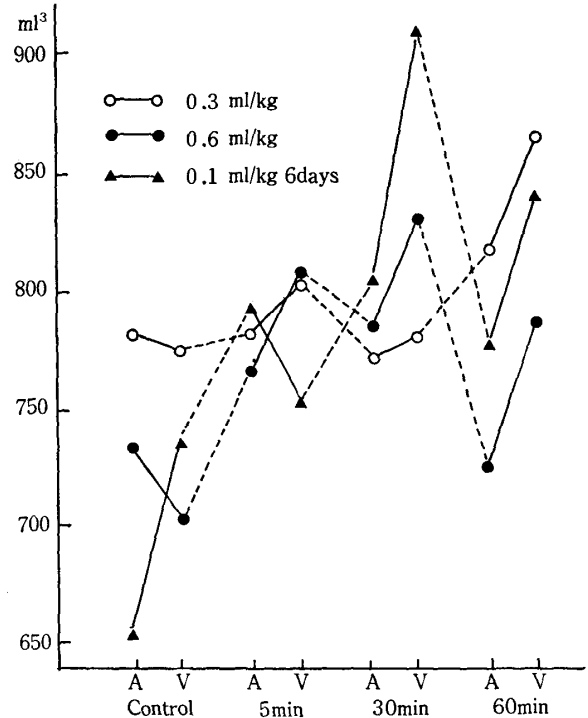


Fig. 1. Changes of Erythrocyte count in spleen blood to be influenced by Nor-adrenalin injection.

A. Artery V. Vein

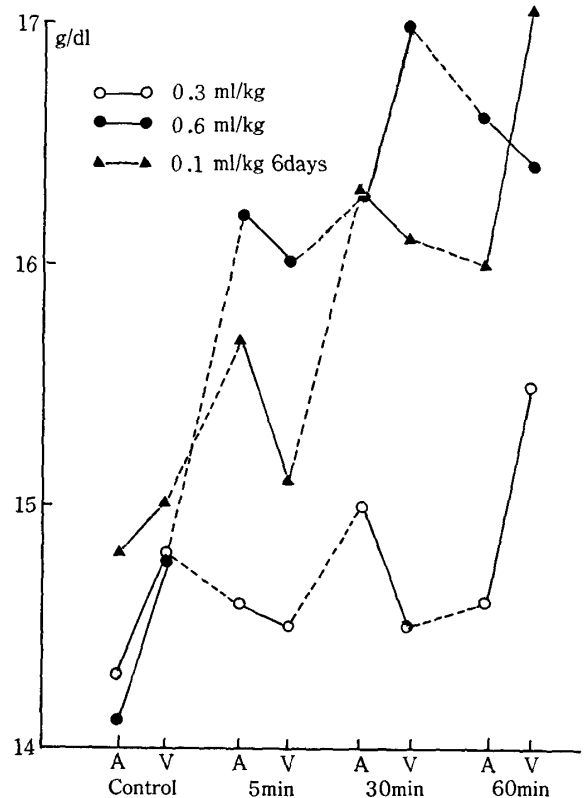


Fig. 2. Changes of Hemoglobin in spleen blood to be influenced by Nor-adrenalin injection.

A. Artery V. Vein

Table 1. Changes of erythrocyte count and hematocrit in spleen blood to be influenced by Nor-adrenalin injection ($\bar{X} \pm SD, \%$)

	Control		After Nor-adrenalin						
	Artery	Vein	5 min		30 min		60 min		
			Artery	Vein	Artery	Vein	Artery	Vein	
Erythrocyte (ml^3)	A	780 \pm 68	778 \pm 99	783 \pm 20	802 \pm 28	773 \pm 88	782 \pm 90	819 \pm 122	865 \pm 160
	B	735 \pm 125	701 \pm 126	766 \pm 186	808 \pm 39	784 \pm 66	831 \pm 64	723 \pm 33	788 \pm 121
	C	656 \pm 144	737 \pm 119	789 \pm 161	753 \pm 76	805 \pm 101	910 \pm 124	778 \pm 128	838 \pm 157
Hematocrit (%)	A	43.6 \pm 2.9	45.0 \pm 2.5	45.3 \pm 1.9	45.5 \pm 1.1	42.9 \pm 2.5	44.0 \pm 1.8	45.1 \pm 2.2	45.9 \pm 2.9
	B	43.8 \pm 7.2	44.3 \pm 8.1	47.5 \pm 8.5	47.5 \pm 8.0	47.8 \pm 9.2	48.0 \pm 10.0	47.8 \pm 8.7	48.5 \pm 8.5
	C	41.1 \pm 4.6	43.1 \pm 5.1	44.4 \pm 5.0	41.9 \pm 5.9	44.3 \pm 2.7	44.0 \pm 5.0	43.8 \pm 5.0	46.1 \pm 4.2

A. 0.3 ml/kg B. 0.6 ml/kg C. 0.1 ml/kg 6 days

Table 2. Changes of hemoglobin and reticulocyte in spleen blood to be influenced by Nor-adrenalin injection ($\bar{X} \pm SD, \%$)

	Control		After Nor-adrenalin						
	Artery	Vein	5 min		30 min		60 min		
			Artery	Vein	Artery	Vein	Artery	Vein	
Hemoglobin (g/dl)	A	14.3 \pm 1.8	14.8 \pm 1.3	14.6 \pm 1.5	14.5 \pm 1.2	15.0 \pm 1.6	14.5 \pm 1.0	14.6 \pm 1.3	15.5 \pm 2.3
	B	14.1 \pm 3.5	14.8 \pm 3.3	16.2 \pm 4.6	16.0 \pm 4.1	16.3 \pm 4.8	17.0 \pm 5.3	16.6 \pm 4.5	16.4 \pm 4.6
	C	14.8 \pm 1.3	15.0 \pm 2.2	15.7 \pm 2.1	15.1 \pm 2.0	16.3 \pm 0.4	16.1 \pm 1.1	16.0 \pm 1.4	17.1 \pm 0.1
Reticulocyte (%)	A	13.37 \pm 8.64	10.68 \pm 6.00	12.73 \pm 8.62	93 14.65 \pm 6.08	9.19 \pm 3.18	67 12.34 \pm 4.29	11.31 \pm 1.38	82 15.79 \pm 3.13
	B	5.85 \pm 5.90	6.27 \pm 1.96	6.52 \pm 1.19	111 7.04 \pm 1.80	7.97 \pm 2.57	136 9.53 \pm 4.45	9.58 \pm 5.04	164 9.25 \pm 3.51
	C	2.66 \pm 0.79	3.10 \pm 0.44	4.10 \pm 0.88	154 2.65 \pm 0.41	—	—	3.03 \pm 0.38	114 2.91 \pm 0.52

A. 0.3 ml/kg B. 0.6 ml/kg C. 0.1 ml/kg 6 days

Table 3. Changes of 50% hemolysis in spleen blood to be influenced by Nor-adrenalin injection ($\bar{X} \pm SD, \%$)

	Control		After Nor-adrenalin						
	Artery	Vein	5 min		30 min		60 min		
			Artery	Vein	Artery	Vein	Artery	Vein	
50% Hemolysis (Nacl %)	A	0.373 \pm 0.033	0.378 \pm 0.036	0.377 \pm 0.028	101 0.379 \pm 0.031	100 0.385 \pm 0.031	103 0.386 \pm 0.029	102 0.386 \pm 0.034	103 0.387 \pm 0.031
	B	0.387 \pm 0.027	0.396 \pm 0.028	0.397 \pm 0.029	103 0.389 \pm 0.033	98 0.397 \pm 0.036	103 0.396 \pm 0.033	100 0.393 \pm 0.038	102 0.389 \pm 0.031
	C	0.358	0.362	0.380	106 0.362	100 0.384	107 0.376	104 0.387	108 0.380

A. 0.3 ml/kg B. 0.6 ml/kg C. 0.1 ml/kg 6 days

を示している。

B. ヘマトクリット値 (Hematocrit, %)

動脈血と静脈血とのヘマトクリット値は5分、30分と60分後と時間経過につれて、(A)(B)(C)のすべての刺激とも増加している。しかし、増加率は赤血球数の増加率よりは低かった。この傾向を表1に示した。また動・静脈血との間で少ないながら比率は上昇している。Control 値と比較すると、0.1 ml/kg 6 days (C) の5分値は11%も低下したが、このほかの値は、1~2%の増減であった。

C. 血色素濃度定量 (Hemoglobin concentration, g/dl)

表2、図2に示したように Control 値、5分値は動脈血値より静脈血値が低下しているが、30分と60分値には必ずしも低下するとは限りらなかった。静脈血値は時間の経過とともにいずれの刺激方法においても、上昇している。しかし、動脈血と静脈血との比較を Control 値と検討すると静脈血値は動脈血値よりも低下していることは注目し得る。同様な上昇様相を示しているがその中、0.6 ml/kg (B) と0.1 ml/kg 6 days (C) とが、同じ傾向を様してながら0.3 ml/kg (A) より大きく増加している。

D. 網状赤血球算定 (Reticulocyte count, %)

表2に示してあるが、動脈血の網状赤血球数の比率は静脈血比率がすべての時間値で上昇している。

0.3 ml/kg (A) と0.6 ml/kg (B) の Nor-adrenalin 刺激方法間で静脈血は反対の傾向を示している。(A)では、網状赤血球の比率は上昇するが、時間経過とともに(B)の比率は低下している。0.1 ml/kg 6 days (C) は、(A)、(B)とは傾向を異にしている。動・静脈血の比率は、低下して、静脈血値は(B)と同様に時間とともに低下している。Control 値との比較すれば、(A)方法は、44%、49%とさらに60分値では66%と静脈血値が上昇しているが、0.6 ml/kg (B) と0.1 ml/kg 6 days (C) とは低下していて、(B)では16%程度であるが、(C)では、5分値が69%低下に対して60分値は20%であって、網状赤血球の比率は強い影響をうけていることがわかる。

E. 赤血球浸透圧抵抗測定 (50% Hemolysis, NaCl %)

50% Hemolysis (赤血球浸透圧抵抗50%値)は静脈血比率が動脈血比率より、(A)は少々上昇、同じ程度低下が(B)に見られる。一方、(C)刺激は、かなりの低下である。静脈血比率は徐々に上がっている。

Control 血と比較して静脈血比率はすべてに低下し

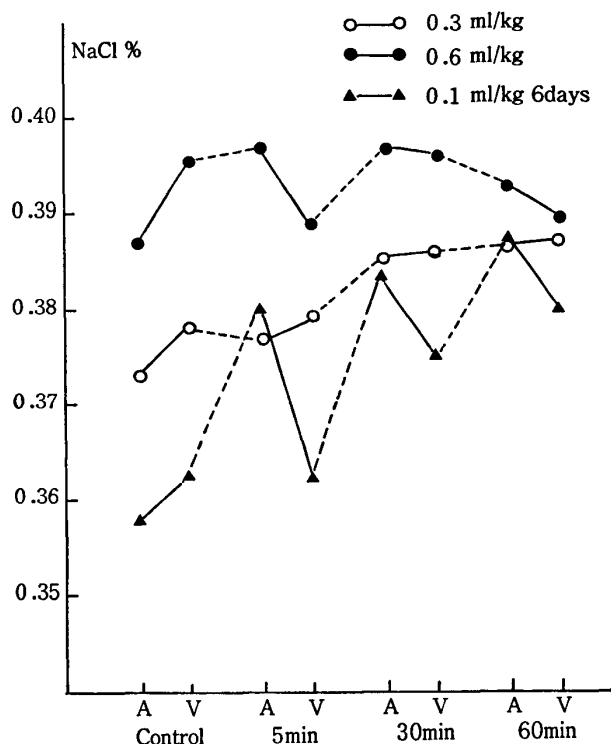


Fig. 3. Changes of 50% Hemolysis in spleen blood to be influenced by Non-adrenalin injection. A. Artery V. Vein

ている。

0.3 ml/kg (A) と0.6 ml/kg (B) 刺激はともに(A)の上昇、(B)の下降傾向によって、30分値、60分値と同比率になる。それに対して、0.1 ml/kg 6 days (C) の刺激は一定の様相をもって、これまた、(A)と(B)との60分値に近づいている。Control 値の静脈血比率が動脈血のそれと上っているが、5分、30分そして60分値では動・静脈血比率の下降の程度が、徐々に少なくなっている。

Nor-adrenalin の筋肉注射の量的刺激方法によって、(A)、(B)と(C)との3方法にわけて結果を検討してみると、赤血球数 (Erythrocyte count) は3方法とも、動脈血より静脈血は赤血球数が増加しつつ、5分値、30分値さらに60分値と増加してゆく傾向が顕著であった。

血色素濃度定量 (Hemoglobin concentration) は、0.3 ml/kg (A) 方法より0.6 ml/kg (B) 方法は増量しているが、動脈血と静脈血との間には一定の傾向はみとめられません。しかし、0.3 ml/kg (A) 方法と0.1 ml/kg 6 days (C) 方法は静脈血の血色素濃度は高まり、50分値より30分値とさらに60分値と濃縮されている。

50% Hemolysis では、赤血球数と血色素濃度との

上昇の様相はみとめることはできず、(A)と(B)の刺激は量の少ない(A)は比率が上昇、(C)の刺激量の多い方法は比率が下降で60分値は同比率となった。

一方、(C)の 0.1 ml/kg 6 days は、時間の経過とともに比率は上昇、動脈血浸透圧抵抗値より静脈血浸透圧抵抗値は、5分値より、30分値とさらに60分値と低下しその低下値との差は縮まりつつ、比率は上昇した。

IV. 考 察

Stress としての Nor-adrenalin の筋注刺激は脾臓における動脈血（流入血）と静脈血（流出血）ともに赤血球数は増加して、5分値数、30分値数さらに60分値数と増加は多く、とくに 0.1 ml/kg 6 days (C) の方法は赤血球数を増加させている。

血色素濃度も赤血球数と同様に上昇、動脈血より静脈血が必ずしも濃度が上昇しているとはいえないが、5分値よりも30分値さらに60分値と上昇している Nor-adrenalin 刺激量が少ないと上昇は少なかった。

脾臓への Nor-adrenalin が Stress として刺激されて赤血球増加、血色素濃度の上昇、このことから脾臓が膨張して、さらに収縮して、循環血流に放出していることがうかがい知れる⁶⁾。

Nor-adrenalin 筋肉注射を継続して溶血値の上昇中、脾臓のもっとも収縮した時に脾動脈と脾静脈とから採血した血液の赤血球浸透圧抵抗値（赤血球溶血値）は顕著な傾向を示した。0.3 ml/kg 刺激は上昇、0.6 ml/kg 刺激は下降、時間経過とともに同値となった。繰返し5日間筋注刺激(C)は、動脈血値が静脈血値より低下、その程度も時間経過とともに少なくなりつつ上昇した。赤血球脆弱性が増大したことを示した。明らかに増加し、60分値で動脈血では0.387、静脈血では0.380となり有意の差がみとめられる。

脾臓が Adrenalin 刺激によって、赤血球数増加、血色素濃度が上昇して、脾臓血は、脾臓で滞溜、収縮によって循環血中へ放出される。この時、脾臓機能の一つである溶血物質の Lysolecithin が、循環血中に放出されてやがて赤血球の Lysolecithin が増大、赤血球脆弱性が増して血液破壊が促進されていると考えられる^{7) 8) 9)}、激しい運動時の運動性貧血 (Sports Anemia) は、運動によって Adrenalin 分泌が増大このような機序によって、赤血球脆弱性が増して、貧血が発現するものと思われる。

V. 要 約

Adrenalin 刺激によって、血液性状すなわち、赤血球数は上昇、血色素濃度も上昇、刺激量・方法によってその程度は異なる。溶血値は上昇、赤血球脆弱性が増大、脾臓血液の破壊が促進されていると思われる。

繰返し Adrenalin 刺激継続は溶血値低下、その低下の程度も動脈血と脾静脈血との差からも脆弱性への影響が増していることが明らかとなった。

赤血球のもつ化学物質を必要組織へ運び生体適応態勢を保っている。その点でも脾臓血の血液性状の変化は重要な意義がある。

謝 辞

終りに臨み、実験器具の御配慮を戴きました京都女子大学教授、庄司博延博士に深謝致します。

(1984年7月31日受理)

文 献

- 1) H. Yosimura, T. Inoue, T. Yamada and K. Shiraki (1980): Anemia during hard Physical Training (Sports Anemia) and its Causal mechanism with special reference to Protein: Nutrition Ull Res Natr Diet Vol. 35, 1-86.
- 2) 日比野朔郎 (1983), アドレナリン刺激による脾臓血流と血液性状の変化, 京都府立大学学術報告理学・生活科学, 第34号, 67~72.
- 3) Hans Selye (1956): The Stress of Life. McGraw-Hill. New York.
- 4) 日比野朔郎 (1979), 寒冷曝露時における肝臓機能の研究. 一循環動態の側面から一京都府立大学学術報告, 第30号, 59~69.
- 5) 金井泉, 金井正光 (1970), 臨床検査法提要. 金原出版社, 東京.
- 6) 日比野朔郎 (1975), 防衛体力の環境医学的研究 第6報, 各種 Stressor による体内血流動態. 日本体力医学会30回大会誌.
- 7) 日比野朔郎, 木村静雄 (1975), Research on Shock in Sports-Hemodynamic Changes on the Ocasion Shock. 7th International congress of medical school health.
- 8) 日比野朔郎 (1978), 循環機能からみた Adrenalin Shock についての研究, 京都府立大学学術報告, 理学・生活科学, 第29号.
- 9) 日比野朔郎, 他 (1979), 運動訓練時の赤血球脆弱性と脂質組織の関連性について, 日本体力医学会34回大会誌.