

Title	運動性白血球増多症
Sub Title	Exercise leukocytosis of the long-distance swimmers
Author	橋本, 治雄(Hashimoto, Haruo)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	1981
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.21, No.1 (1981. 12) ,p.17- 26
JaLC DOI	
Abstract	.
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00210001-0017

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

運動性白血球增多症

橋 本 治 雄*

- | | |
|------------------|----------------------|
| I 緒 論 | 3. 12時間泳 (江の島一熱海間遠泳) |
| II 方 法 | グループ |
| 1. 血液検査の対象となった学生 | IV 考 察 |
| 2. 採血方法 | 1. 白血球の作用 |
| 3. 血球計算法 | 2. 白血球增多症のメカニズム |
| 4. 白血球百分率計算法 | 3. リンパ球の減少 |
| III 結 果 | 4. 採血, 検査上の問題点 |
| 1. 7時間泳グループ | V 結 論 |
| 2. 9時間泳グループ | |

I 緒 論

淡水プールでの長時間泳, 並びに江の島一熱海間の長距離遠泳という長時間の運動が血液成分とくに白血球に及ぼす効果について研究した。まずはじめに, 昭和55年6月29日慶應義塾大学日吉プールにおいて, 体育会水泳部葉山部門の8名が長時間泳を行なった。8人のうち2人は, 7時間15分, 3人は7時間35分, 3人は9時間5分の長時間泳を行なった。次いで同年7月29日5名の部員が江の島一熱海間約43kmを12時間5分かかって完泳した。血液は上記長時間泳の前後で採血して比較検討した。その結果泳後著明な白血球增多症が観察された。

運動と血液成分の変化については赤血球, 血小板, 白血球, 電解質, 酵素等いろいろな分野でなされている。この論文においては特に血球成分の変化について研究している。すでに1893年 Shultz⁽¹⁾ が筋肉運動により白血球增多が起ることを報告している。その後の研究によると, 白血球增多の程度は運動の強さと運動時間に影響されることがわかっている。白血球增多に至るメカニズムとして①交感神経の刺激による (Adrenergic Mechanisms), ②体液性要素, 各種ホルモン等によるとされている。この論文では7時間 (7時間15分, 7時間35分のデータをまとめて7時間グループとしてある), 9時間 (9時間5分のデータをまとめて9時間グループとしてある), 12時間 (遠泳) という超長時間泳 (運動) が, いかなる白血球增多現象を起すかに注目し観察し

* 慶應義塾大学体育研究所助教授

運動性白血球増多症

た。その結果、7時間泳グループでは1.86 x、9時間泳グループでは2.17 x、12時間泳グループでは3.05 xとそれぞれコントロール値より著明な白血球増多が認められた。白血球分画のうち好中性顆粒白血球の増加は特に著しく、各々運動持続時間に比例して3.6 x、4.35 x、5.68 xであった。

好中性顆粒白血球は好中性白血球、又は好中球と略されている。

II 方 法

1. 血液検査の対象となった学生

延13人の学生。これらはすべて慶應義塾大学体育会水泳部員（葉山部門）である。学年は1年から4年まで。年齢は18歳より22歳までである。体格は中肉中背にて同年代の平均的体格である。長時間泳を完了するために十分トレーニングをつんでいる。1,500mのベスト記録をみると、Shimomura 20'13", Ozawa 19'59", Aoyagi 22'02", Hashizume 21'59", Yamamoto 22'04", Kojima 22'55", Omata 22'56" 等である。Ishikawa, Niikura には記録なし。

2. 採血方法

採血はすべて肘正中静脈より行なった。採血量2ml。コントロールの血液は泳者がwarming upを行なう前、起床時、朝食前に行なった。運動後の血液は、運動終了後10分以内に採血された。採血された2mlの血液は直ちにEDTAにて処理された容器に入れ、凝固を防いだ。日吉プールでの7時間泳、9時間泳は採血日（6月29日）が日曜日であるため、冷蔵庫に保存、翌日検査されている。12時間泳の江の島一熱海間遠泳では7月29日、起床時コントロール採血、完泳後10分以内に採血、翌7月30日に検査されている。

3. 血球計算法

血球計算法はすべて Coulter Counter (Coulter Electronics Inc., Hialeah, Florida, U. S. A.) の自動血球計算法器で計算している。これは従来普及していた Bürker-Türk 型の計算盤を用いて顕微鏡下に人間の眼で計算するのに比較、エラーが少なくスピードが速い。

4. 白血球百分率計算法

白血球百分率は Slide film 法により計算された。血液を一滴 Slide glass の一端にのせ別の Slide glass でうすくのぼし血液の film を作成した。染色は Wright's-Giemsa Stain である。分画計算法は従来通り顕微鏡下に計算、% (パーセント) をだしている。

運動性白血球増多症

III 結 果

1. 7時間泳グループ

Niikura, Omata は7時間15分の泳ぎ, Hashizume, Kojima, Ishikawa は7時間35分の泳ぎを行なったが同じグループにまとめられている。運動前のコントロール血液の計算結果は Table 1. に示されている。pre は運動前の意味である。この表には赤血球数, 血色素, ヘマトクリット, 血小板等の数字も記録されているが本論文では白血球数, 白血球百分率等に限って検討が加えられている。泳者5名の白血球数平均は $6380/\text{mm}^3$ である。日本人の正常範囲は $6000-8000/\text{mm}^3$ である。白血球百分率をみると, 好塩基性白血球 (Baso.), 好酸性白血球 (Eosino.), は少なく, 好中性白血球 (Stab. Seg. II-V) は平均39.8%, 好中性白血球実数の平均は $2549/\text{mm}^3$ である。リンパ球数>好中性白血球数である。

Table 1. 7時間泳前, コントロール

泳者氏名		Hashizume	Kojima	Ishikawa	Niikura	Omata
55年6月29日		55年6月29日	55年6月29日	55年6月29日	55年6月29日	55年6月29日
		pre	pre	pre	pre	pre
赤血球数		$497 \times 10^4/\text{mm}^3$	$458 \times 10^4/\text{mm}^3$	$459 \times 10^4/\text{mm}^3$	$510 \times 10^4/\text{mm}^3$	$532 \times 10^4/\text{mm}^3$
血色素		14.9 g/dℓ	13.9 g/dℓ	14.3 g/bℓ	15.4 g/dℓ	15.2 g/dℓ
色素係数		0.94	0.95	0.97	0.94	0.89
ヘマトクリット		45.3 %	44.1 %	44.2 %	47.8 %	48.2 %
M C V		μ^3	μ^3	μ^3	μ^3	μ^3
網赤血球		%	%	%	%	%
血小板数		$223 \times 10^3/\text{mm}^3$	$236 \times 10^3/\text{mm}^3$	$177 \times 10^3/\text{mm}^3$	$205 \times 10^3/\text{mm}^3$	$223 \times 10^3/\text{mm}^3$
白血球数		$5100 /\text{mm}^3$	$6500 /\text{mm}^3$	$6300 /\text{mm}^3$	$6500 /\text{mm}^3$	$7500 /\text{mm}^3$
血液像 白血球百分率	Blast.					
	Prom.					
	Myelo.			1		
	Meta.	2	9	15	2	
	Stab.	19	19	20	19	16
	Seg. II	10	10	1	22	18
	III	3	8		3	2
	IV					
	V					
	Baso.	1 %	1 %			1 %
	Eosino.	7 %	6 %	8 %		2 %
	Lymph.	53 %	36 %	49 %	49 %	56 %
	Atyp, Ly.	1 %	2 %			2 %
	Mono.	4 %	9 %	6 %	5 %	3 %

運動性白血球増多症

Table 2. プール, 7時間泳後

泳者氏名	Hashizume	Kojima	Ishikawa	Niikura	Omata						
長時間泳所要時間 (運動時間)	7時間35分	7時間35分	7時間35分	7時間15分	7時間15分						
55年6月25日	55年6月29日	55年6月29日	55年6月29日	55年6月29日	55年6月29日						
	post	post	post	post	post						
赤血球数	561×10 ⁴ /mm ³	484×10 ⁴ /mm ³	471×10 ⁴ /mm ³	508×10 ⁴ /mm ³	515×10 ⁴ /mm ³						
血色素	16.7 g/dℓ	14.6 g/dℓ	14.8 g/dℓ	15.2 g/dℓ	14.8 g/dℓ						
色素係数	0.93	0.94	0.98	0.94	0.90						
ヘマトクリット	50.3 %	45.8 %	44.9 %	47.2 %	45.9 %						
M C V	μ ³	μ ³	μ ³	μ ³	μ ³						
網赤血球	%	%	%	%	%						
血小板数	263×10 ³ /mm ³	237×10 ³ /mm ³	212×10 ³ /mm ³	209×10 ³ /mm ³	242×10 ³ /mm ³						
白血球数	12700 /mm ³	13800 /mm ³	11100 /mm ³	11000 /mm ³	10600 /mm ³						
血液像	Blast.										
白血球 百分率	Prom.										
	Myelo.										
	Meta.	2	計	4	計	1					
	Stab.	27	75%	27	87%	31	67%	46	86%	15	69%
	Seg. II	37		37		25		30		34	
	III	7		18		5		9		16	
	IV	2		5		2		1		2	
	V									1	
	Baso.		%		%	1	%		%		%
	Eosino.		%		%	1	%		%		%
	Lymph.	24	%	7	%	27	%	9	%	29	%
	Atyp, Ly.		%		%		%		%		%
	Mono.	1	%	6	%	4	%	5	%	2	%

7時間泳後の結果は Table 2. にまとめられている。白血球数についてみると、Hashizume 12700/mm³, Kojima 13800/mm³, Ishikawa 11100/mm³, Niikura 11000/mm³, Omata 10600/mm³ である。いずれもコントロール値より著明に増加している。5名の白血球数の平均は 11840/mm³。白血球のうち好中性白血球の割合は、コントロールに比較いずれも増加して、75%, 87%, 67%, 86%, 69%で平均 76.8%。実数平均 9166/mm³ である。白血球数は 1.86 x に増多, 好中性白血球は 3.6 x の増多を示している。リンパ球の百分率は 48.6% から 19.2% に減少している。0.4 x である。ところが実際の数値は 3103/mm³ から 2217/mm³ と 0.7 x に減少している。好中性白血球よりずっと変動が少ないといえる。

2. 9時間泳グループ

9時間5分の長時間泳を行った Shimomura, Yamamoto, Aoyagi のコントロール血液のデータは Table 3. に示されている。

運動性白血球增多症

Table 3. プール, 9時間泳前コントロール

泳者氏名	Shimomura	Yamamoto	Aoyagi	
55年6月29日	55年6月29日	55年6月29日	55年6月29日	
	pre	pre	pre	
赤血球数	473×10 ⁴ /mm ³	490×10 ⁴ /mm ³	471×10 ⁴ /mm ³	
血色素	14.6 g/dl	15.1 g/dl	14.5 g/dl	
色素係数	0.96	0.96	0.96	
ヘマトクリット	44.7 %	45.9 %	44.9 %	
M C V	μ ³	μ ³	μ ³	
網赤血球	%	%	%	
血小板数	137×10 ³ /mm ³	162×10 ³ /mm ³	163×10 ³ /mm ³	
白血球数	7000 /mm ³	7000 /mm ³	7400 /mm ³	
血液像	Blast.			
白血球百分率	Prom.			
	Myelo.			
	Meta.	6		
	Stab.	15	26	
	Seg. II	13	11	
	III	4		
	IV			
	V			
	Baso.	3 %	1 %	1 %
	Eosino.	3 %	2 %	3 %
	Lymph.	55 %	57 %	40 %
	Atyp. Ly.			
	Mono.	1 %	3 %	7 %

コントロール血液の白血球は、平均7133/mm³であり、分画のうち好中性白血球は平均41.3%、リンパ球の割合50.7%である。

9時間5分泳後の結果は Table 4. に示されている。前述の7時間泳の傾向と同じく、白血球増多、好中性白血球増多、リンパ球の減少が観察される。白血球数は平均 15500/mm³で、コントロールに比較 2.17 x の増加である。好中性白血球は 12879/mm³で、4.35 x の増加である。リンパ球の占める割合は、Shimomura 10%、Yamamoto 17%、Aoyagi 10%、平均 12.3%となり7時間泳にくらべて更に減少している。実数は、平均値で 3600/mm³から 1825/mm³と 0.5 x に減少している。

3. 12時間泳（江の島一熱海間遠泳）グループ

55年7月29日、江の島洗心亭にて起床午前3時30分。直ちにコントロール血液を泳者らより採血す。朝食、Warming up、午前4時49分より江の島沖にて遠泳を開始した。スタートしてより約2時間までは休みなく泳ぎ、その後は約90分ごとに休憩と摂食を行なった。合計12時

運動性白血球増多症

Table 4. プール, 9時間泳後

泳者氏名	Shimomura	Yamamoto	Aoyagi				
長時間泳所要時間 (運動時間)	9時間05分	9時間05分	9時間05分				
55年6月29日	55年6月29日	55年6月29日	55年6月29日				
	post	post	post				
赤血球数	$479 \times 10^4 / \text{mm}^3$	$536 \times 10^4 / \text{mm}^3$	$474 \times 10^4 / \text{mm}^3$				
血色素	14.5 g/dℓ	16.6 g/dℓ	14.4 g/dℓ				
色素係数	0.94	0.97	0.95				
ヘマトクリット	45.0 %	49.8 %	44.7 %				
M C V	μ^3	μ^3	μ^3				
網赤血球	%	%	%				
血小板数	$178 \times 10^3 / \text{mm}^3$	$178 \times 10^3 / \text{mm}^3$	$204 \times 10^3 / \text{mm}^3$				
白血球数	18000 /mm ³	11800 /mm ³	16700 /mm ³				
血液像	Balst.						
白血球 百分率	Prom.						
	Myelo.						
	Meta.		計	2	計	1	計
	Stab.	19	84%	34	79%	11	85%
	Seg. II	38		38		36	
	III	22		5		31	
	IV	5				6	
	V						
	Baso.		%		%		%
	Eosino.		%		%		%
	Lymph.	10	%	17	%	10	%
	Atyp, Ly.		%		%		%
	Mono.	6	%	4	%	5	%

間5分にて遠泳を完了した。泳後インタビュー等があったが10分以内に泳者より血液を採血保存した。翌日7月30日にコントロール, 並びに運動後の血液を検査した。Table 5. (23ページ)にコントロールのデータを示す。

コントロール血液, 泳者5人の平均値は白血球数 $6260 / \text{mm}^3$, 好中性白血球 $2702 / \text{mm}^3$, リンパ球 $3215 / \text{mm}^3$ であった。これらはいずれも日本人の正常範囲内にある。リンパ球数 > 好中性白血球数である。

12時間5分の遠泳終了後のデータを Table 6. (24ページ)に示す。白血球数をみると, Shimomura $19900 / \text{mm}^3$, Yamamoto $21000 / \text{mm}^3$, Aoyagi $19000 / \text{mm}^3$, Hashizume $19000 / \text{mm}^3$, Ozawa $15700 / \text{mm}^3$, 平均値は $19100 / \text{mm}^3$ (コントロール値の3.05x)。好中性白血球, 5人の平均値は $15334 / \text{mm}^3$ (コントロール値の5.68x)。リンパ球は平均 $2754 / \text{mm}^3$ でやや減少 (0.86x) している。

運動性白血球增多症

Table 5. 江の島一熱海間遠泳, 開始前コントロール

泳者氏名	Shimomura	Yamamoto	Aoyagi	Hashizume	Ozawa	
55年7月29日	55年7月29日	55年7月29日	55年7月29日	55年7月29日	55年7月29日	
	pre	pre	pre	pre	pre	
赤血球数	500×10 ⁴ /mm ³	542×10 ⁴ /mm ³	481×10 ⁴ /mm ³	523×10 ⁴ /mm ³	510×10 ⁴ /mm ³	
血色素	15.5 g/dℓ	16.6 g/dℓ	15.0 g/dℓ	15.6 g/dℓ	15.4 g/dℓ	
色素係数	0.97	0.96	0.98	0.93	0.94	
ヘマトクリット	46.8 %	49.1 %	44.8 %	46.3 %	45.6 %	
M C V	μ ³	μ ³	μ ³	μ ³	μ ³	
網赤血球	13 %	4 %	19 %	16 %	9 %	
血小板数	222×10 ³ /mm ³	219×10 ³ /mm ³	253×10 ³ /mm ³	316×10 ³ /mm ³	386×10 ³ /mm ³	
白血球数	7100 /mm ³	7200 /mm ³	7200 /mm ³	5600 /mm ³	5500 /mm ³	
血液像	Blast.					
白血球 百分率	Prom.					
	Myelo.				2	
	Meta.	6	6	2	21	2
	Stab.	15	37	29	8	22
	Seg. II	11	4	12	2	22
	III	1		2	1	2
	IV					
	V					
	Baso.	%	%	1 %	%	%
	Eosino	2 %	4 %	5 %	8 %	7 %
	Lymph.	58 %	48 %	44 %	55 %	41 %
	Atyp, Ly.	%	%	%	1 %	%
	Mono.	7 %	1 %	5 %	2 %	4 %

IV 考 察

1. 白血球の作用

白血球の主な働きの第1は、細菌感染の予防ということ、第2は免疫、第3は炎症に関与することにある。この白血球のなかでも好中性白血球は数も多く、その作用も他の細胞よりも比較的理解されている。

白血球は骨髄で産生される。骨髄内では myeloblast→promyelocyte→myelocyte→meta-myelocyte→band (stab.) neutrophil (好中性) →segmented neutrophil の順で发育してくる。産生速度はおよそ 1×10⁹ cells/kg/day。骨髄から末梢血液中に移動した白血球は約6時間⁽⁴⁾流れていて組織内に入り、ここで2~3日働きその後吸収されてしまう。

運動性白血球増多症

Table 6. 江の島一熱海間，遠泳完了後

泳者氏名	Shimomura	Yamamoto	Aoyagi	Hashizume	Ozawa	
遠泳所要時間 (運動時間)	12時間05分	12時間05分	12時間05分	12時間05分	12時間05分	
55年7月29日	55年7月29日	55年7月29日	55年7月29日	55年7月29日	55年7月29日	
	post	post	post	post	post	
赤血球数	561×10 ⁴ /mm ³	532×10 ⁴ /mm ³	515×10 ⁴ /mm ³	542×10 ⁴ /mm ³	597×10 ⁴ /mm ³	
血色素	17.2 g/dℓ	16.9 g/dℓ	15.8 g/dℓ	16.0 g/dℓ	17.6 g/dℓ	
色素係数	0.96	0.99	0.96	0.92	0.92	
ヘマトクリット	52.8 %	48.9 %	48.4 %	48.6 %	54.6 %	
M C V	μ ³	μ ³	μ ³	μ ³	μ ³	
網赤血球	20 %	11 %	14 %	16 %	17 %	
血小板数	237×10 ³ /mm ³	219×10 ³ /mm ³	282×10 ³ /mm ³	315×10 ³ /mm ³	434×10 ³ /mm ³	
白血球数	19900 /mm ³	21000 /mm ³	19900 /mm ³	19000 /mm ³	15700 /mm ³	
血液像	Blast.					
白血球 百分率	Prom.					
	Myelo.					
	Meta.		7	1		
	Stab.	39	計 87%	計 86%	55	計 77%
	Seg. II	33	55	47	21	34
	III	15	22	27	1	9
	IV		1	3		
	V		1			
	Baso.	%	%	2 %	%	%
	Eosino.	%	%	%	%	%
	Lymph.	9 %	13 %	14 %	15 %	23 %
	Atyp, Ly.	%	%	%	%	%
	Mono.	4 %	1 %	6 %	8 %	6 %

2. 白血球増多症のメカニズム

- ①寒さ，暑さ，運動，痛み，低酸素等の生体への刺戟。②情動変化，パニック，おそれ等。
③薬，ホルモン，その他中毒。エピネフリン，ステロイド，ノルアドレナリン，セロトニン，ヒスタミン等により良性急性白血球増多症となる。
(5), (6)

運動性白血球増多症は，運動開始後分単位の間が始まる。これは急激なる血流速度の変化，
Beta-receptor mechanisms の刺戟によって起る。
(3), (5)

急性反応は刺戟開始後4～5時間後に最大になる。正常時の数倍もの白血球は，骨髓の maturation-storage pool より供給される。どの位まで増多するかというと，好中性白血球の場合，ふつうの刺戟であれば2～3倍である。表7によると7時間，9時間，12時間泳の好中性白血球の増多は3.6x，4.35x，5.68xということであるから，長時間の泳ぎが如何に強く骨髓を刺戟しているかが分る。白血球産生の程度は，体液性，細胞性，神経系等の negative

運動性白血球増多症

Table 7. 運動時間と白血球増加率

		白血球	好中球実数	リンパ球実数
7 時間 泳 (プール)	コントロール	6380/mm ³	2549/mm ³	3103/mm ³
	泳 後	11840	9166	2217
	増 加 率	(1.86 x)	(3.6 x)	(0.7 x)
9 時間 泳 (プール)	コントロール	7133	2959	3600
	泳 後	15500	12879	1825
	増 加 率	(2.17 x)	(4.35 x)	(0.5 x)
12 時間 泳 (遠 泳)	コントロール	6260	2702	3215
	泳 後	19100	15334	2754
	増 加 率	(3.05 x)	(5.68 x)	(0.86 x)

feedback system によりコントロールされている。

3. リンパ球の減少

臨床的にみると好中性白血球は、感染及び中毒に際し最も速かに活躍する細胞である。好中性白血球の著増、幼若型細胞の増加は生体にとって重篤なる症状であるが、生体の反応、防御作用が一層高度になったことを示している。この時しばしばリンパ球の減少が起る。

Ahlborg (1970) の論文⁽³⁾によると好中球の増加とリンパ球の軽度増加を發表しているが、運動時間が1時間以内である。リンパ球の減少ということについては更に詳細な研究が必要である。

4. 採血、検査上の問題点

血液は採血後できるだけ速かに検査するべきである。翌日の検査となると酵素の破壊、細胞膜の破壊等が起るので、酵素の測定、電解質の測定等には問題がある。

今後の課題として、①運動強度と白血球増多の関係を分単位、10分単位、時間単位で同一被検者より途中採血して検査する必要がある。②最近普及してきている Beta-blockade を被検者に与えて長時間運動の白血球数に及ぼす効果をみる必要があると思われる。③一過性の白血球増多症が運動後、何時間又は何日後にコントロール値に復帰するかを、運動強度と併せて詳細に研究する必要がある。

V 結 論

以上7時間、9時間、12時間泳の結果から、長時間の運動により血液成分は、①白血球増多

運動性白血球增多症

症, ②好中性白血球の著しい增多症, ③好中性白血球のうち幼若型細胞の增多症, ④好塩基性, 好酸性顆粒白血球数の減少, ⑤リンパ球百分率, 実数共に減少という結果が得られた。

[文 献]

- (1) Shultz, G.: Experimentelle Untersuchungen über das Vorkommen und die diagnostische Bedeutung der Leukocytose. Dtsch. Arch. klin. Med. 51: 234, 1893.
- (2) Ahlborg, B.: Leukocytes in blood during prolonged physical exercise. Försvarsmedicin 3: 36, 1967.
- (3) Ahlborg, B. and Ahlborg, G.: Exercise leukocytosis with and without Beta-adrenergic blockade. Acta med. scand. 187: 241-246, 1970.
- (4) Athens, J. W.: Neutrophilic granulocyte kinetics and granulocytopoiesis, in Regulation of Hematopoiesis, edited by A. S. Gordon, vol. II, p. 1143., Appleton Century Crofts, New York, 1970.
- (5) French, E. B., Steel, C. M., and Aitchison, W. R. C.: Studies on adrenaline-induced leukocytosis in normal man. Br. J. Haematol. 21: 423, 1971.
- (6) Milhorat, A. T., Small, S. M., and Diethelm, O.: Leukocytosis during various emotional states. Arch. Neurol. Psychiatry 47: 779, 1942.
- (7) William J. Williams, et al. Hematology. McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.