

高地對運動員與非運動員 在白血球紅血球與血色素的影響

黃賢堅

一、摘要

(一)在體育系中抽取橄欖球國手級樣本二人，省運級樣本三人，普通體育系級三人與非體育系（工教、國文）三人並就國手級，普通體育系級，非體育系級三組中各抽取一人成立一食物控制組作為相互比較之用。

(二)利用指尖取血法，計算其白血球、紅血球與血色素；在平地實驗二次，取其平均值，然後將樣本帶至太平山上（海拔約二千四百公尺）居留五天，並於第三、四天每天測量一次；並與平地實驗結果做一比較，以了解因運動技術不同之樣本組所受高地與住壓的差異影響。

(三)在白血球數目上來說，國手級與省運級在上山七十二小時後增加最多，但至九十六小時後却急驟下降，普通體育系級與非體育系級在七十二小時時增加不多，而在九十六小時後却增加甚多，國手級與普通體育系級之差異，經Multiple Range Test 檢查結果有顯着性（ $P < 0.05$ ）。

(四)紅血球的數目亦與白血球有相同的趨勢，唯各組差異皆不呈顯着性。

(五)白色素在山上時都會降低，而國手級與其他各組之差異，經檢查結果有顯着性（ $P < 0.05$ ）。

(六)經食物控制之不同樣本，其在白血球與紅血球與白色素之差異與原樣本組之差異相似，在血色素之差異亦呈顯着性（ $P < 0.05$ ）

二、前言

有關高地適應研究的論文，最早是產生在為征服阿爾卑斯山的法國，Dr. Jourdanet Jourdanet D. 曾在一八七五年做過人類適應於低壓乏氧之報告，其後英國在二十世紀初為攀登世界屋脊—喜馬拉雅山，也有過許多專精的論文及研究，但自二十世紀末期即進入潛伏期，而此種低壓的原理却另成支流被應用於戰技科學的高空醫學。

一九六八年奧運會在墨西哥城舉行前，世界許多先進國家如英國、德國、美國、蘇俄、日本等，皆對運動員能否適應高地乏氧與低壓，重新發生極濃厚的興趣，並且有了

許多的研究報告；事實證明，高地的乏氧或低壓的確對運動成績有很大的影響。細言之，對短距離等許多乏氧性劇烈運動的項目，其紀錄可以不受影響，而需氧性的運動如馬拉松等却大受其影響。這些都是因不適應於乏氧與低壓所造成的；因此許多國家便把他們的運動員先送至大約海拔二千公尺以上的高地去接受訓練，以期能適應墨西哥城；我國代表隊亦曾在合歡山陸軍寒訓中心，做為期三天的適應練習，惟與日本、德國、美國等國家對於奧運運動選手所實施的長時訓練相差太多了，因此到墨西哥城以許多我國重要職員及運動員都感覺不能適應；事實上，許多生理學家研究平地人（大約海平面）能否適應於高地，或其適應期限到底需要多長等問題，到目前為止，仍屬懸案，而許多國家所實施長期高地訓練的結果仍然未夠理想。

我國的運動成績，一向都無法比得上國際水準，換句話說，在肌力、敏捷性、速度、彈性等方面的項目，無論在先天性或後天性的，我們絕無法與歐美人競爭，而在這麼許多的差距中，我們如要與外人一較長短，循一般之正規項目與練習根本無法追及歐美。因此必須選擇許多不受體型、速度、彈性等影響的項目，加之於突破生理限制的環境，極力推展，方可與外人競爭，近年來日本游泳成績的沒落更可資證。

羅馬、東京、墨西哥等連續三屆的奧運會，依索比亞的選手在長距離賽跑中，佔盡風頭，因此在去年，我國教育部國民體育委員會有意尋找往在高山上的體能優異的山地青年，使其接受馬拉松運動訓練，以作為能否進軍奧運會的研究。但因其工作推展並非易與，仍無結論。依索比亞城海拔高度也是大約二千公尺多，其長距離賽跑選手之優異，可能與其地之高度有關。日本許多運動生理學家曾對阿比比（曾蟬聯二次奧運會馬拉松冠軍）做過許多體能研究，證實其心肺功能特強，因此，假想如若有一天，能尋找出體能優異的山地青年，仍然以在山地實施訓練為佳，但環顧國內，體育界對這方面的研究論說或實驗可謂「絕少」。因此本人決定做有關高地運動適應的研究。太平山海拔高度根據救國團六十年冬令育樂活動資料為二千四百公尺，根據六十一年三月二十一日之中央日報為二千三百公尺，根據其太平山招待所之測量為二千公尺，但不論如何，其高度之與墨西哥相近已無置疑，故本文以其為實驗地。

有人類火車頭之稱的捷克柴道碧克揚威於 1948 倫敦與 1952 赫爾新基之奧運會的長距離跑，他是利用間歇訓練法成名的，因此二次皆屈居其次的法國米蒙却利用高地訓練，而最後再加上間歇訓練終在 1956 墨爾本中打敗柴道碧克而稱雄，1960 羅馬 1964 東京 1968 墨西哥長距離揚威者都是依索匹亞與肯亞的選手，此接受高地訓練之運動員目前仍稱雄田徑場的中長距離，足證其重要性與功用了。

三、研究目的

(一)根據日本淺川正一博士、古藤高良博士（1962），美國休克爾博士（1971），笛爾博士與肯索拉羅博士（1937）等生理學者認為運動員與非運動員對高地的適應並無差異，本文就以白血球、紅血球、白色素做一比較實驗研究。

(二)根據國際潮流爲了促進國內運動技術水準及體能，如有需高地訓練時，則先必對國人高地適應的生理情況有所了解方足爲功，否則只依照別人的實驗可能有所出入。

(三)運動員的體能或基本能力能決定其運動成績的高低，本文就在運動員中分成三級，以便逐一與非運動員作一比較，以增加各組間的差異大小可靠性的信度。

(四)本文爲高地研究實驗計劃中之研究實驗，其目的之一就在使本文能拋磚引玉，激勵更多的實驗研究。

四、術詞義釋

(一)顯着性 (Significant) : 以低於 5 % 爲準。

(二)Hayem's 溶液：氯化汞 (Mercuric Chloride) 0.5 gm

硫酸鈉 (Sodium Sulphate) 5.0 gm

氯化鈉 (Sodium Chloride) 1.0 gm

蒸餾水 (Distilled Water) 200.0 C. C.

(三) 1 % 醋酸溶液：冰醋酸 (Glacial Acetic acid) 1 C. C.

1 % 龍膽紫水溶液 (Aqueous Solutions of gentian v
violet)

蒸餾水 1 C. C.

蒸餾水 100 C. C.

(四) N / 10 鹽酸：以濃鹽酸 1 C. C. 加入 99 C. C 蒸餾水。

(五)控制活動：活動照常，但絕無一般運動項目消耗大量體力的活動。

(六)控制食物：質與量相同的三餐而不控制全日水份。

(七)變異係數：變異分析中各組的綜合差異值。其大小可作爲試驗準確性的參考效應。

(八)共變異分析與變異分析：完全隨機設計法與分析試驗。

(九)純度試驗：變異分析前，各樣本之是否同屬 (Homogeneous) 之試驗。

(十)斜率純度試驗：共變異分析前，各樣本之抽樣是否 Random 的試驗。

(十一)組別比較 (Multiple Range test) 變異分析或共變異分析後，其各樣本組是否仍有顯着差異的試驗。(爲 1955. D. B. Duncan 所創)。

五、實驗材料及方法

(一)實驗儀器及材料都以本研究所原有儀器及材料

體重計：King fee scale factory 製品 (站立式) 。

身高計：馬丁型測量尺 (直尺式) 。

氣壓計：日本 Hattori Co. (攜帶式) 。

溫度計： " " "

溫度計： " "

白血球吸管：日本東京 ERMA

紅血球吸管： " "

血色素計： " "

血球計算盤：美國 A. O. 製品。

肺活量：日本 NKK 製品。

顯微鏡：日本東京 YASHIMA 製品 (1500 X) 。

Acetic Acid glacial : Hayahsi pure chemical industries Co. (99 (99-100 %)

Na_2SO_4 : 日本 CHOM HONCHO NIHON BASHI 製品。

HgCl_2 : 美國 Towar Drug and Chemical Co. 製品。

HCl : " "

NaCl : 日本 Wako Pure Chemical Industries Co. 製品。

Gentian Violet : " "

(二) 實驗技術及控制：

在體育系中以隨意抽樣方式，選取國手級二人（民國五十九年、六十一年選為全台灣聯隊以 NA 表示），省運選手三人（TA）體育學學生三人（GP）及非體育系學生（GS）三人為樣本。再在 NA，GP 與 GS 組中各取一人成立食物控制組（不控制水份）各組樣本之日常活動在吾人之控制下，經過三天後，絕無消耗大量體力之活動，以盡量使其生活均一化，各樣本實驗期間，實施時間相同並使用同一儀器（指平地及山上）藥品及測定方法以測定其紅血球、白血球及血色素之數目，在實驗開始前七日，各樣本之日常生活已受嚴格控制經七日後開始實驗在平地十日，在山上五日共計二十二日，其結果利用 Variance Analysis, Multiple Range Test 和 Covariance analysis 分析，以決定其顯着性。

(三) 紅血球、白血球與血色素的實驗方法：

1. 紅血球的實驗方法：

(1) 稀釋液：用 Hayem's 溶液。

(2) 方法：以酒精浸透之棉球清拭中指指尖並摩擦使之充血待乾後，以左手二指捏之，以右手持取消毒過之針頭作一穿刺，待血液自動流出成球時，擦去第一滴血液，將第二滴血液吸至紅血球吸管 0.5 刻度數，以棉花球擦去管尖餘血後，迅即插入稀釋液瓶內吸取稀釋至 101 刻度數，再抽出吸血管，將吸管之兩端用拇指與中指堵塞並用力搖動 2 分鐘均勻後去掉前二、三滴，再用其中一滴滴入已蓋好蓋玻片之計算盤（其可因毛細管作用而吸入蓋玻片下，待數分鐘後，以低倍（150 倍）物鏡檢查其已分佈均勻後，再調整顯微鏡，以高倍（400 倍）計數。

(3) 計數：顯微鏡經調整光線後，先計算左上區 16 小格數目，然後右上區、左下區、右下區及當中區之數目（計數時注意只取路線上右或下左二條），此五區相加共

得乘以 5 再乘蓋玻片與計算盤底距離（10 倍）再乘稀釋 200 倍即為所求之數。

2. 白血球之實驗方法：

(1) 稀釋液：1% 醋溶液。

(2) 方法：取血與稀釋方法同紅血球，唯吸取稀釋液至白血球吸管 11 刻度處，然後以同法置入計算盤內。

(3) 計數：以低倍計算左上、右上、左下、右下四區之數，再除以 4（平方耗），再乘以蓋玻片與計算盤之距離（10 倍）再乘稀釋 20 倍即為所求之數。

3. 白色素之實驗方法：酸性血色質法

(1) 稀釋液：N / 10 鹽酸及蒸餾水。

(2) 方法：同上法取血，吸入血色素吸管 0.02 刻度處，擦拭管尖餘血，再吸入比色管內與鹽酸溶合，並吸取鹽酸溶液入吸管沖洗數次，再以玻棒將酸性血色質攪勻，靜置一分鐘後，然後慢慢加蒸餾水稀釋，直至比色管與二旁標準玻璃色管完全相同為止，需特別注意沖水一滴入即需攪勻。

(3) 計數：比色管與標準色管相同後，記取其百分比數，再乘以 16 即為所得之數。

(四) 白血球、紅血球與白色素之實驗與分析：

1. 經過控制活動後之各樣本，測得在白血球、紅血球與白色素之結果，而後至高地上亦以同法分別測得而做一比較。

2. 食物控制組與完全相同之食物質量做為一對照比較。

3. 紀錄平地各次實驗所得比之於高地實驗結果，並根據這些數據，計算其平均值及標準差，或變異係數，並利用 Variance Analysis, Multiple Range Test 和 Covariance Analysis 分析其結果。

(五)實驗樣本資料：

基本資料 樣本別	性別	出生年月日	現年歲	身高 (公分)	體重 (公斤)	體表面積 (m ²)	血型	運動技術水準
1	男	37. 9. 18.	23.	165.2	61	1.69	A	國手球
2	男	38. 11. 1.	22.	167.7	61.5	1.71	B	"
3	男	38. 8. 28.	22.	173	68.5	1.83	B	省運級
4	男	38. 44 15.	22.	167	65	1.75	O	"
5	男	38. 11. 1.	22.	167.5	68.5	1.78	O	"
6	男	39. 1. 2.	21.	176.2	68.5	1.84	O	普通體育系
7	男	37. 1. 3.	23.	169	62.5	1.73	A	"
8	男	38. 9. 27.	22.	159.7	57	1.60	O	"
9	男	39. 3. 26.	21.	159	54	1.56	A	非體育系
10	男	38. 9. 27.	22.	175.4	68	1.84	B	"
11	男	29. 10. 29.	31.	176	71	1.87	A	"

♁體表面積為m²其公式為身高(公尺) $\frac{0.725}{72.46}$ ×體重(公斤) $\frac{0.425}{72.46}$ ×
72.46之高比良式計算。

(六)實驗時環境情況：

環境情況 實驗次數	實驗時間	實驗地高	海拔高度 (公尺)	氣壓 (mmHg)	室內溫度 (上午9:30)	室內濕度 (上午9:30)
第一次	60年12月21日	國立師大實驗室	20	765	18°C	91%
第二次	60年12月24日	"	"	762	21°C	94%
第三次	60年12月29日	太平山招待所	2,400	604.5	8°C	90%
第四次	60年12月30日	太平山招待所	"	603	9°C	92%

六、結論

關於平高地白、紅血球之測定，以往學者通常以少數樣本經長時間的觀測而得，其實驗期間雖分佈略有不同，唯其升降平均值接近相同。在本研究中為避免使長時間之已適應值影響了初期不同之適應能力，上山後七十二小時之試驗為準，輔之以九十六小時後之測定，以了解因運動技術水準不同，其在白血球、紅血球與血色素之升降是否有差異；在分組比率中，雖然各組之Variance均為Homogenous，(純度值為1.399、3.266、與0.254)但其變數值却低而不顯着，因此再用共變數分析法求其斜率純度值，並修正NA, TA, GP, GS之平均值，再求得各組Variance之homogeneous (Fx = 0.717, 0.451, 0.261)以引證本文少數抽樣之Random與差異之Significance分別列於表一~表六。

經食物控制之不同樣本其純度值亦皆homogeneous(其值為0.387、1.069、0.816)，唯在白血球與紅血球之差異不顯着，而在血紅素之變數分析中，却有顯着性(P < 0.05)與原樣本組做一比較，甚為相似，有關變數分析及結果比較列於表七。

(一)白血球之試驗：(單位為千/立方耗)

1. 經平地兩次試驗後，其得其值為 8.23 ± 1.17 (平均值±標準差)，上山

後七十二小時之測定，其值為 12.60 ± 4.67 ，二者在統計上有顯着的差異 ($P < 0.01$)。再測九十六小時後之值約 10.91 ± 1.88 ，亦較平地者為多，其差異性亦顯着 ($P < 0.05$)。

2. 經分組後NA組在平地之值為 9.55，TA組為 7.80，GP組為 7.52，GS組為 8.26，而上山七十二小時後之NA組為 16.28，TA組為 14.34，GP組為 9.03，GS組為 10.78，在九十六小時後之NA組為 11.00，TA組為 10.44，GP組為 9.35，GS組為 12.40，而各組間唯有NA組與GP組之差異顯着 ($P < 0.05$)，而其他各組之差異皆不顯着，而各組之變異係數大 (56.7%)

(二)紅血球的試驗：(單位為萬/立方耗)。

1. 經平地兩次試驗後，取得其值為 557.53 ± 86.00 (平均值±標準差)，上山後七十二小時之測定，其值為 633.7 ± 88.2794 ，後者較前者為多，二者在統計上有顯着的差異 ($P < 0.01$) 再測九十六小時後之值為 622.78 ± 64.0824 後者亦較前者為多，而其差異顯着性亦高 ($P < 0.05$)。

2. 經分組後，NA組在平地之值為 515.5，TA組為 559.3，GP組為 535，GS組為 658.3，而上山七十二小時後之測定，NA組為 608.5，TA組為 663.7，GP組為 658.3，GS組為 567，而各組間的比較皆呈不顯着，而變異係數小 (9.37%)。

(三)血色素之試驗(單位100%)

1. 經平地兩次試驗後，取得其值為 14.75 ± 0.648 (平均值±標準差) 上山後七十二小時之測定，其值為 13.104 ± 1.646 前者較後者為多，而二者在統計上有顯着的差異 ($P < 0.01$)。再測九十六小時後之值為 13.232 ± 1.206 ，亦較平地者為低，其差異性亦顯着 ($P < 0.01$)。

2. 經分組後，NA組在平地之值為 15.0，TA組為 14.61，GP組為 14.92，GS組為 14.61，而上山後七十二小時之NA組為 15.2，TA組為 13.23，GP組為 13.36，GS組為 11.41，而上山後九十六小時後之NA組為 14.4，TA組為 13.7，GP組為 13.12，GS組為 12.05，各組間差異呈顯着 (NA - TA < 0.05 ，NA - GP < 0.05 ，NA - GS 接近 1%，而 < 0.05 ，GP - GS 接近 5%)，其變異係數不大 (21.35%)。

(四)由以上的析論，我們可得一相當客觀之定論，高地對運動員與非運動員在白、紅血球方面的影響沒有差異，而在血色素方面却會因運動技術水準不同而有所差異 ($P < 0.05$)。

七、數據比較處理與統計分析

(一)白血球在平地與高地實驗結果與分析：

1. 白血球在平地與高地實驗結果統計比較(表一)

統計項目		實驗項目		白血球 (千/立方耗)		
		地區別		平地	高地	
		項目			七十二小時後	九十六小時後
N				10	10	10
RANGE				11.25-6.76	21.15-8.23	14.051-8.00
M				8.23	12.601	10.911
S. D.				1.166	4.671	1.88
Mean	七十二小時後	⊕		4.36	↑↑↑	
Difference	九十六小時後			2.68	↑↑	
t Value df = 18 0.05 = 2.101	七十二小時後			2.866 (Significant)		
	九十六小時後			3.592 (Significant)		
斜率純度試驗 (0.05 = 5.35)				2.285 (Homogeneous)		
純度試驗 (0.05 = 5.99)				0.893 (Homogeneous)		

⊕註：↑↑↑↑↑或↓↓↓↓↓ 表示增或減 100% - 81%
 ↑↑↑↑或↓↓↓↓ 表示增或減 80% - 61%
 ↑↑↑或↓↓↓ 表示增或減 60% - 41%
 ↑↑或↓↓ 表示增或減 40% - 21%
 ↑或↓ 表示增或減 20% - 1%

2. 各樣本組之白血球在平地與高地實驗結果比較(表二)：

組別	統計結果		平均 值 (千)	增 減 率	純 度 試 驗 (df=3 0.05 為 7.82)	斜 率 純 度 試 驗 (df=5 0.05 為 7.82)	變 數 分 析 值 (df=8 0.05 為 4.78)	變 異 係 數	共 變 異 分 析 值 (df=8 0.05 為 5.41)
	地 區 別	結 果							
NA	平 地		9.55		1.399 (HOMO)	0.717 (HOMO)	2.058 (不顯着)	55.7%	0.367 (不顯着)
	高 地	72 小 時後	16.28	↑↑↑↑					
		92 小 時後	11.0	↑					
TA	平 地		7.80		1.399 (HOMO)	0.717 (HOMO)	2.058 (不顯着)	55.7%	0.367 (不顯着)
	高 地	72 小 時後	14.34	↑↑↑↑↑					
		96 小 時後	10.40	↑↑					
GP	平 地		7.52		1.399 (HOMO)	0.717 (HOMO)	2.058 (不顯着)	55.7%	0.367 (不顯着)
	高 地	72 小 時後	9.03	↑					
		96 小 時後	9.35	↑↑					
GS	平 地		8.26		1.399 (HOMO)	0.717 (HOMO)	2.058 (不顯着)	55.7%	0.367 (不顯着)
	高 地	72 小 時後	10.78	↑↑					
		96 小 時後	12.40	↑↑↑					

3. 變異分析 (Variance Analysis) :

變異來源	df	S.S.	M.S.	F
處理	3	20.243	6.748	2.58
組內(誤差)	6	19.677	3.2795	
總變異	9	39.92		

4. 多域性顯着測驗 (Multiple Range test) :

	級別	4	3	2
	機率水準			
平均標準	0.05	3.47	3.39	3.26
機差	0.01	5.14	5.0	4.74
最低顯着	0.05	3.628	3.546	3.41
機率水準	0.01	5.376	5.23	4.958

組別比較	實驗值	顯着性
NA - GP	3.644	顯着
NA - TA	1.797	不顯着
NA - GS	1.43	"
AT - GS	2.214	"
TA - GS	0.367	"
GP - GS	1.847	"

5 共變異分析 (Covariance Analysis) :

變異來源	df	SSX	SSY	SXY	SSXY	SSYX (VYX)	F
處 理	3	4.37	78.91	29.96	22.24	7.413	0.367
組內(誤差)	5	10.16	139.21	7.53	111.3	20.23	
總 變 異	8	14.53	218.12	37.49	135.54		

組 別 比 較	實 驗 值	顯 着 性 ϕ (5%)
NA - TA	1.506	不 顯 着
NA - GP	7.031	"
NA - GS	5.965	"
NA - GP	5.525	"
TA - GS	4.459	"
GP - GS	1.066	"

ϕ 5% 顯着性之理論值為 14.75

(二)紅血球在平地與高地實驗結果與分析：

1. 紅血球在平地與高地實驗結果統計比較(表三)：

統計項目		實驗項目		紅血球 (萬/立方耗)		
		地	區	平	高	
					地	七十二小時後
N				10	10	10
RANGE				702-430	795-5.2	770.544
M				557.5	633.7	622.8
S. D.				85.99	88.28	64.08
Mean	七十二小時後			75.17	↑	
Difference	九十六小時後			65.25	↑	
t Value df=18 0.05=2.101	七十二小時後			4.922	(Significant)	
	九十六小時後			2.266	(Significant)	
斜率純度試驗 (0.05 = 5.35)				1.654	(Homogeneous)	
純度試驗 (0.05 = 5.99)				5.608	(Homogeneous)	

2. 各樣本組之紅血球在平地與高地實驗結果比較(表四)：

分組別	統計結果		平均	增減	純度試驗	斜率純度試驗	變異分析值	變異係數	共變異分析值
	地區別	結果	(萬)值	率					
NA	平地		515.5		3.266 (HOMO)	0.451 (HOMO)	1.272 (不顯著)	9.37%	1.072 (不顯著)
	高地	72小時後	617.0	↑					
		96小時後	608.5	↑					
TA	平地		559.3						
	高地	72小時後	681.0	↑					
		96小時後	663.7	↑					
GP	平地		535.0						
	高地	72小時後	557.0	↑					
		96小時後	631.5	↑					
GS	平地		658.3						
	高地	72小時後	716.8	↑					
		96小時後	567	↓					

3. 變異分析：

變異來源	df	SS	MS	F
處理	3	12439.47	4146.49	1.272
組內(誤差)	6	19559.45	3259.91	
總變異	9	31988.92		

4. 多域性顯著測驗

	機率水準 \ 級別	4	3	3
	平均標準	0.05	3.47	3.39
機差	0.01	5.14	5.0	4.74
最低顯著	0.05	114.37	11.33	107.45
機率水準	0.01	164.8	164.8	156.23

組別比較	實驗值	顯著性
NA - AT	67.1	不顯著
NA - GP	5.77	"
NA - GS	72.87	"
TA - GP	60.17	"
TA - GS	12.7	"
GP - GS	54.4	"

5. 共變異分析

變異來源	df	SSX	SSY	SXY	SSXY	MSYX (VYX)	F
處理	3	9657.91	19683.68	9637.3	14710.28	4903.427	1.072
組內(誤差)	5	64309.84	59263.82	48378.64	22869.82	4573.964	
總變異	8	7637.75	78947.50	55315.94	37580.1		

組別比較	實驗值	顯着性* (5%)
NA - TA	31.06	不顯着
NA - GP	74.67	"
NA - GS	30.94	"
TA - GP	105.73	"
TA - GS	62.0	"
GP - GS	43.73	"

⊗ 5%顯着性之理論值為158.69

(二) 血色素在平地與高地實驗結果與分析

1. 血色素在平地與高地實驗結果統計比較 (表五) :

統計項目		實驗項目		血色素 (克/100 c.c.)		
		地區別		平地	高地	
					七十二小時後	九十六小時後
N				10	10	10
RANGE				15.76-14.0	15.68-10.61	41.72-10.56
M				14.752	13.104	13.232
S.D.				0.648	1.646	1.206
Mean	七十二小時後			1.65	↓	
Difference	九十六小時後			1.52	↓	
t Value	七十二小時後			2.945	(Significant)	
df = 18	九十六小時後			3.511	(Significant)	
0.05 = 2.101						
斜率純度試驗 (0.05 = 5.35)				2.238	(Homogeneous)	
純度試驗 (0.05 = 5.99)				0.091	(Homogeneous)	

2. 各樣本組之血色素在平地與高地實驗結果比較(表六)：

分組別	統計結果		平均 值	增 減 率	純 度 試 驗	斜 率 純 度 試 驗	變 異 分 析 值	變 異 係 數	共 變 異 分 析 值
	地 區 別	結 果							
NA	平 地		15.1		0.254 (HOMO)	0.261 (HOMO)	1.678 (不顯着)	21.35 %	2.772 (不顯着)
	高 地	72 小 時 後	15.2	↑					
		96 小 時 後	14.4	↓					
	平 地		14.11						
TA	高 地	72 小 時 後	13.23	↓					
		96 小 時 後	13.70	↓					
GP	平 地		14.92						
	高 地	72 小 時 後	13.36	↓					
		96 小 時 後	13.12	↓					
GS	平 地		14.61						
	高 地	72 2 時 後	11.41	↓↓					
		96 小 時 後	12.05	↓					

3. 變異分析:

變異來源	df	SS	MS	F
處理	3	7.39	2.463	
組內(誤差)	6	8.69	1.081	1.678
總變異	9	16.08		

4. 多域性顯着測驗:

	機率水準	級別 4	3	2
平均標準	0.05	3.47	3.39	3.26
機差	0.01	5.14	5.0	4.74
最低顯着	0.05	5.906	5.769	5.549
機率水準	0.01	8.748	8.51	8.068

組別比較	實驗值	顯着性
NA - AT	1.02	不顯着
NA - GP	1.07	"
NA - GS	2.18	"
TA - GP	0.05	"
TA - GS	1.16	"
GP - GS	1.11	"

5. 共變異分析：

變異來源	df	SSX	SSY	SXY	SSXY	MSYX (VYX)	F
處理	3	0.58	10.88	1.27	9.605	3.202	2.772
組內(誤差)	5	2.96	4.01	1.27	5.775	1.155	
變變異	8	3.54	14.89	2.54	15.38	4.357	

組別比較	實驗值	顯着性 [*] (5%)
NA - TA	4.53	顯着
NA - GP	3.61	"
NA - GS	5.66	"
TA - GP	0.92	不顯着
TA - GS	1.13	"
GP - GS	3.05	接近顯着

* 5%顯着性之理論值為3.298

(四)經食物控制後不同樣本實驗結果分析：

1. 經控制食物之樣本實驗結果與比較 (表七)：

組別	實驗結果		白血球 (千)	紅血球 (萬)	血色素 (克/100 c.c)
	地區別				
NA	平地		7.85	483.0	14.24
	高地	七十二小時後	11.4 /↑↑↑	533.0 /↑	14.72 /↑
		九十六小時後	10.4 /↑↑	557 /↑	14.4 /↑
GP	平地		6.76	524.5	14.0
	高地	七十二小時後	8.23 /↑↑	567 /↑	13.6 /↓
		九十六小時後	8.0 /↑	578 /↑	13.6 /↓

2. 經控制食物後不同樣之白血球之變異分析：

(1)變異之純度試驗

5%實驗值為0.387

5%理論值為5.99

(2)變異分析

變異來源	df	SS	MS	F
處理	1	7.3981	7.3981	3.835 (不顯着)
組內(誤差)	4	7.7139	1.929	
總變異	5	15.112		

3. 經控制食物後不同樣本之紅血球之變異分析：

(1)變異之純度試驗

5%之實驗值為1.069

(HOMO)

5%之理論值為5.99

(2)變異分析：

變異來源	df	SS	MS	F
處理	1	1552.04	1552.04	1.396
組內(誤差)	4	4447.17	1111.7925	
總變異	5	5999.21		(不顯着)

4. 經控制食物後不同樣本之血色素之變異分析：

(1)變異之純度試驗：

5%之實驗值為0.816

(HOMO)

5%之理論為5.99

(2)變異分析：

變異來源	df	SS	MS	F
處 理	1	0.778	0.778	13.649
組內(誤差)	4	0.226	0.207	(顯着)
總 變 異	5	1.004		

八、討論

經平地試驗後之各樣本，在居留高地72小時後與96小時後測得之值，與笛爾博士(D. B. Dill)和肯索拉羅博士(W. Consolazro)淺川正一博士和古藤高原博士等氏之意見頗為一致，其升降數值也與上述諸氏所提出的論文相符，唯這些學者未曾有過如本文之分類，故在升降率上本文略低。本研究無法加以比較。

由表一、表二，白血球之比較中，各組之升降率與速度並不一致，而由運動技術水準分組上的差異，在統計上分析結果，却呈不顯着，而NA組與TA組內各有一樣本在上山72小時後測定時，即急速增加(由11250升至21550與由8525升至21850)為求其確實，曾檢驗計數三次，其結果相同，而在96小時後又忽降低甚多(由21550下降至11600及由21850下降至12100)，這種突變的現象，到底是生理性或病理性的，難以說明，在以往學者的研究論文中，亦未曾提及過，實有再加深研究的必要。因為此樣本之異常增加而影響了NA、AT、GP與GS等各組間的增減比例，況且樣本不多，因此變異係數特大(55.7%)。

由表三、表四，紅血球之比較中，各組之升降率與速度略同，而在統計上的分析結果也與數字比例一致，其變異係數亦小(9.37%)，而在NA、TA、GP與GS等各組間的比較，經統計上分析後，亦呈不顯着性，此點與以往專家所作的實驗相符，唯各組之增減趨勢亦不一致，而NA與TA在停留72小時後有略而下降之勢，而GP與GS却在72小時後繼續上場，再者GS組三樣本在居留96小時後却忽然由716.8(

萬)降至567(萬),亦比在平地實驗值(658.3)爲低,在過去學者之文獻中亦未嘗提及此種變例,對此樣本組內之三樣本實有深加觀測之必要。

由表五、表六血色素的比較中,以NA組之降低率最低,而TA組次之,GP組再次之,GS組最差,而在統計學上分析的結果,證實了NA組與其他各組之差異值呈顯着性($P < 0.05$),變異係數也不大(21.35%),而其他各組間的差異,只有GP與GS組略呈顯着(Approach 0.05);TA與GP、GS則無差異顯着性;經長時間食物控制之樣本,也與原樣本組之增減相同,唯在NA組內有一樣本,其在地高居留時間降低慢,且維持與平地一樣的試驗值,更甚者在72小時後且比平地爲高,雖然升值不大却也影響了統計上的數計。

在白、紅血球方面,差異顯着性低與往昔學者之意見相同,在血色素的試驗中,雖然NA與各組都有顯着性($P < 0.05$),但其綜合性之變異值與共變異值不高,可能與樣本少有關;雖經共變異分析證實,隨意取樣非常成功,但這種少樣本的缺陷實乃本研究之一大不足。唯根據黑板淳彥博士(1940)與淺川正一博士(1962)之文內其亦以少數樣本爲求證之本,本文雖有曹規蕭隨之嫌,然亦可了解選樣之不易。

經食物控制之樣本組,其在地高、紅血球的差異不顯着,在血紅素的差異也與原樣本組之差異性相同($P < 0.05$),由這點應當可以證實,除非太顯着之營養差異,否則當然對本文之試驗毫不影響。

在所有實驗中,本文只考慮在低壓與乏氧情況下的影響,而無法考慮到其因地高而天氣轉冷的因素。

九、參考文獻

1. Arthur C. Guyton ; Basic Human Physiology, 84-99, 1971.
2. Arthur, C. Cuyton; Testbook of Medical Physiology; 109-123, 1966.
3. Aste-Salazar, H. and A. Hurtado ; " The Affinity of hemaglobin for oxygen at sea level and at high Altitude " ; Am. J. Physiology 733-743, 1944.
4. Audrey Haber and Richard, P. Runyon ; General Statistics, 202-248, 1969.
5. Bert W. OMalley and Charles E, Mengel; Effects of in Wine Hypoxia on Erythrocytes " , British J. of Haematology, 196-202, 1969.
6. Celestine Sanchez, Cesas Merino and Manuel Figallo; "Simultaneous Measurement of Plasma Volume and Cell Mass in Polycythemia of High Altitude; Appl. Physiol, 775-778, 1970.

7. Charles, H. Best and Norman B. Taylor; The Physiological Basis of Medical Practice; 471-486, 521-567, 1968.
8. Cesar Raynafarize, Jose Faura, Alfraedo Peredes and Doris Villanencio: "Erythrokinetics in High Altitude Adapted Animals" ° Am. J. Physiol.
9. D. B. Dill, J. H. Talbott and W. Consolazro; Adaptation to the Environment; 835-892, 1964.
10. D. B. Dill, J. H. Talbott and W. Consolazre "Blood as a Physiochemical System"; Man at High Altitude XII. 649-666, 1937.
11. D. B. Dill, S. Robinson, B. Balke and J. L. Newton; "Age and Altitude". Appl. Physiol. 483-488, 1964.
12. D. B. Dill, S. M. Hornath, Thomas E. Dahms, Robert E. Parker and John R. Lynch; "Hemoconcentration at Altitude "; Appl. Physiol.: 514-518, 1969.
13. Donald K. Mathews and Edward L. Fox; The Physiological Basis of Physical Education and Altitude; 174-189, 1971.
14. G. Edgar Folk; Introduction to Environmental Physiology; 211-238, 1969.
15. George W. Sendecor and William G. Cochran; Statistical Methods; 228-443, 1967.
16. Hannon J. P., J. L. Shields and C. W. Harris; " Comparative Physiological Change in Women and men at high Altitude " ; Appl. Physiol. 606-609, 1968.
17. Henery E. Garrett; Statistics in Psychology and Education; 147-295, 1969.
18. Jackson F. and H. Davis; " Influence of Anoxemia on the Haemopoietic Activity "; Arch. Interl Medicine; 284-323, 1945.
19. John A. Faulkner, Jack T. Daniels and Bruno Balke; "Effect of Training at Moderate Altitude on Physiological Performance Capacity"; Appl. Physiol. 85-89, 1967.
20. Keys; "The Physiology of Life at High Altitude"; Science Monthly, 43; 289-312, 1936.
21. Laurence E. Morehouse and Augustus T. Miller; Physiology of Exercise; 105-172, 1971.
22. Mengel C. E., Kann H. E. and Hayman Metxe; of in vino Hyperxia on Erythrocytes"; British J. of Haematology; 822-829.

23. Pace N. L. B. Mayer and B. E. Vanghan; "Erythrolysis on Return of Altitude-Acclimatized individuals to sea level"; Appl. Physiol; 141-144, 1956.
24. Rahn H., R. C. Stroud, S. M. Tenney and J. C. Methoefer; Adaptation to High Altitude; 153-162, 1953.
25. Robert W. Elsner and Loren D. Carlon; "Postexercise Hyperemia in Trained and Untrained Subjects"; Appl. Physiol. 436-440, 1962.
26. Robert W. Ballard, Cyrus Broumand and Fredericek R. Mayer; "Blood Characteristics and Volume in two rodents Native to High Altitude"; Appl. Physiol, 994-998, 1966.
27. Samuel B. Richmond; Statistical Analysis; 184-468, 1964.
28. Thomas S. Lesson and C. Roland Lessen; Histology; 130-140, 1966.
29. 姜壽德：實驗生理學；137-158, 1962.
30. 齊沛林：運動生理學；159-169, 1968.
31. 黃華茂：生理學；76-86, 1970.
32. 張魯智：試驗技術；20-61, 1965.
33. 楊基榮：體育測驗與統計；644-664, 1971.
34. 淺正川 - 和古藤高原；高地訓練有關生理學之研究；體育學部紀要第三卷；61-66, 1962.
35. 中西光雄：體育生理學測驗；36-42, 1968.
36. 黑板淳彥：高地滑雪訓練對紅血球沉降速的影響，體育研究第九卷；29-36, 1940.
37. 朝比奈一男和中川功哉：運動生理學：97-116, 1969.

Abstract: Sampling was made consisting 2 national level athletes (referred to as N. A.), 3 Taiwan provincial athletes(T.A.), 3 general P. E. students(G.P.) and 3 non-P. E.-major students (G.S.). We also organized a food-controlled group consisting one person each out of N.A., C.P., and G.S.

on plain, after drawing the blood from the selected persons fingertips and making the blood diluted, we shall account the amount of W. B. C, R. B.C. and Hb. Then, We shall take those samples to altitude (about 2400 M above the sea level) for a same test to compare the amount with which on plain, so as to understand the difference between those with the difference training.

the condition of differences in W. B. C. and R.B.C. are very not Significant, but the difference is apparent in Hb. The food-controlled group is similar to that of whose food are uncontrolled.