

運動前後血液唾液尿體溫及 脈搏之生理學的比較

許 樹 淵

(A physiological Comparison of Blood, Saliva, Urine, Body temperature and Pulse Rate between pre-exercise and past-exercise)

壹、緒 論

近年來有關運動對於血液、唾液、尿、體溫、脈搏及其他各單項因素之影響的研究報告為數甚多，且均有輝煌成就；惟他們的研究多偏重於單項因素。至於從範圍較廣，多樣性的綜合研究仍感缺乏。作者認為運動之影響生理的變化是多元的，而非單方面的變化。因此，本文則以以上各項等整體方面來作為研究，藉以瞭解在某種運動強度中之全體變化情形，是否具有差異之存在，以利以後研究運動強度時之參考。

血液的物理、化學性質廣汎，非作者能力所能一一加以探討的，因此，血液一項暫時以紅血球、白血液、血紅素及紅血球容積作為研究；而唾液及尿兩因素則以PH變化來作為判斷的依據。

貳、實驗的設計

為使實驗獲得順利完成，首先訓練襄試人員，演練實驗過程數次，俟熟悉各項實驗步驟後從事實驗。為達成此一目的的實驗，其設計如下；

- 一、實驗日期：中華民國六十二年九月十日至十二日。
- 二、實驗襄試人員：體育學系三年級男女同學共十人。
- 三、實驗對象：體育學系男生十五人，年齡20~23歲，體重58~74公斤。
- 四、實驗條件：
 - (一)測驗前，受試者未曾運動或作劇烈工作。
 - (二)室內實施，室溫31°~32° C，溼度70~72%。

五、運動強度：日製Treadmill (Nishikawa Iron Works Kyoto Japan Toyo Keiki Co. Ltd.) 之角度5°，速率200m/min，跑5分鐘。

六、實驗方法：

(一)一般方法：受試者先行小解，採取 10cc 尿液後靜坐 5 分鐘，測量脈搏、唾液和尿之PH值、及體溫，並抽血3cc放入含有抗凝血劑 (Sodium Citrate 5%) 之編號小管內，預防血液凝固。後受試者進入 Treadmill 內跑步 5 分鐘。跑完後，立即坐在椅子上測量體溫、唾液和尿之 PH 值，抽血 3cc 打入含抗凝血劑之編號小管內，並採取 10cc 尿液作為分析之用。

(二)單項因素方法：

1. 紅血球、血紅素、紅血球容積、白血球之測定，依照普通生理學實驗法實施(註一)。

2. 脈搏：

- a. 先校對 Group Pulse Counter (Takei Kiki, Kogyo Co. Ltd.)。
- b. 受試者靜坐 5 分鐘，測其安靜時一分鐘的脈搏數。
- c. 襄試人員一位看碼錶，一位操作儀器，並記錄運動時每分鐘之脈搏數，連續測 5 分鐘。

d. 試兩次，查真正的PH值。

3. 唾液的PH值檢定：

- a. 將 Toyo PH Test Paper 剪成兩片。
- b. 以乾淨的小鑷子將試紙放入口內，經 3 分鐘後取出。
- c. 將取出之試紙顏色，對照 Toyo 比色表，查出唾液之PH值。

4. 尿的PH值檢定

方法同唾液PH值檢定。

5. 體溫的測定

- a. 受試者靜坐 5 分鐘。
- b. 將セイラー體溫計消毒乾淨，含於舌根下，並閉嘴。
- c. 經一分鐘後取出，觀察並記錄度數。

叁、結果與分析

將各項實驗之資料加以整理，獲得人數 (N)、平均數 (M)，及標準差 (S.D.)，並作成表一、表二。

表一

運動別	測定項目	紅血球	血紅素	紅血球容積	白血球	唾 液	尿	體 溫
		(Cu. mm)	(gr)	(%)	(Cu. mm)	PH值	PH值	(C)
運	N	15	15	15	15	15	15	15
動	M	5239333	14.86	32.1	8653	6.85	5.77	36°87

前	S.D.	1112135	0.7939	3.04	1729.9	0.42	0.36	0.14°
運動後	N	15	15	14	15	15	15	15
	M	5678666	15.60	34.2	11063.3	6.71	5.69	36°41
	S.D.	1674097	0.6947	2.48	2549.8	0.31	0.85	0.81°

運動前後血液唾液尿體溫及脈搏之生理學的比較

表二

測定項目 因子	脈 搏 次/分					
	運動前	運 動 中				
		1'	2'	3'	4'	5'
N	15	15	15	15	15	15
M	71	123.41	122.67	117.13	119.22	114.73
S.D.	5.94	28.08	28.31	23.55	24.52	12.69

爲分析本研究所得之結果，特以差異顯著性作爲依據，得表三。

表三

測定項目	紅血球	血紅素	紅血球容積	白血球	唾液 (PH)	尿 (PH)	體溫	脈搏
T值	1.3131	2.624	2.003	2.9256	-2.1	-1.007	0.325	5.75
備 註	顯著性： 5%=2.042 1%=2.750 0.1%=3.646							

肆、檢 討

一、紅血球

紅血球的數目受運動的影響，即使在短暫的運動之後（例如 220 碼跑），紅血球的數目也增加，這種增加視運動負荷及時間而定。一般男人在靜止時之紅血球數目大約爲五百萬 Cu.mm；而在運動後可達到五百二十萬至六百十八萬 Cu.mm。然增加 10% 以上者則很少見（註二）。上列檢討，運動後雖不比運動前顯著增加，然增加之數目已高達 8.4%，其差異已接近上列之數目。

一定量的運動之後，紅血球增加的數目並不一定；不過，顯然受先前活動、消化階段及其他因素的影響。這種運動時紅血球數目之增加，被認爲是一種補償適應

，使組織得到更充份的氧氣供應。依據 Barcroft. J., Stephens, J. G., 等的研究，認為紅血球數目的增加是依據兩種因素，其一為動用儲存在脾臟內的紅血球加入血液循環，以便運送更多的氧氣及廢物；另一為肌肉作功，血液失水，減少全部血量，紅血球的濃度增加（註三）。Cruickshanks, E. W. H. 估計：人的脾臟在運動時能送出 110~258cc 之血液加入循環，脾臟的血液較濃，約比正常血液濃 49%，因此，258cc 相當於 384cc 的普通血液（註四）。Dill 及其共同研究者實驗二位脾臟有問題者，發現受試者由於運動，其紅血球數目增加 4%，紅血球濃度之增加，和血清蛋白（blood serum）濃度之增加相附合，因此，能以水份從血液中消失的依據來說明（註五）。

二、血紅素

每人紅血球中都有血紅素的存在，血紅素為運輸 O_2 及 CO_2 的物質。一個紅血球之中究竟含有多少血紅素，則因人而不同。不過，一般被認為大約男 16gr/dl、女 14gr/dl（註六）。

據 Steinhaus, A. H. 之研究奧林匹克運動員，發現紅血球數目接近正常量，但血紅素量低於正常量（註七）。Thörner 報告：世運選手有正常的紅血球，但是血紅素量比正常量少（註八）。

黃賢堅在「高地對運動員與非運動員在白血球紅血球與血色素（血紅素）的影響」一文中，論述由平地至高山（海拔二千四百公尺），經 72~96 小時後，紅血球、血紅素以 T 值檢定，都具有顯著的差異（註九）。其他有關討論運動對於血紅素影響的論文則較少。

從表三中之結果，發現運動後血紅素顯著增高，其原因與紅血球之數目有關，其原因也應該相同。

三、紅血球容積

運動後之紅血球容積，雖不比運動前有顯著增加，然比運動前多的事實，應與紅血球及血紅素之增加原因相同，三者應互為相成，有增加則一齊增加的趨勢。

四、白血球

運動使白血球之數目從正常量改變到很高，據 Guyton 認為：運動後白血球數目改變不會太久，約一小時後即行恢復到正常，其因為「白血球增加的機構（mechanism）並非和運動相同，而是隨發熱而來的（註十）。Morehouse 及 Berry 在研究作功對於紅血球數目及血紅素之百分比的影響，附帶發現長行軍後士兵之白血球增加 43%。Egoroff 發現 5000 公尺賽跑，白血球數目增加比 8000 公尺越野賽跑多，他認為 8000 公尺越野賽跑較不激烈，而且還發現激烈運動後 2½ 小時，白血球超過運動停止時的數目，此顯然和 Guyton, Egoroff 兩位的研究有很大的差異（註十一）。

Edward 和 Wood 等認為運動白血球會增多，這和工作時間及強度有關。惟運動強度相同而時間不同，白血球增多具有顯著的差異；時間相同而運動強度不同，白血球增多也具顯著性（註十二）。

Schneider 和 Havens 發現：隨着身體運動，白血球增多會達到 13.8%~130.2%，而且在高地（海拔 14109 英尺）的結果也相同，並且發現訓練不會增加白血球的數目（註十二）。

Egoroff 曾下結論：白血球增多的程度和特徵，係依據工作量、工作強度、個人情況、訓練程度、個人健康、工作前是否疲勞、工作的激烈程度而定。至於白血球增多的原因，目前並未能完全瞭解，惟吾人可以確知的，仍運動時把靜止時附着在血管壁的大量白血球，隨着血流量及速度的增加，突然沖流，加入循環（註十四），以及由骨髓、脾臟、肺等血液儲藏器官所析出者（註十五）。

Morehouse 和 Miller 發現在 1/4 英里跑完後，白血球數目由正常量（5000~8000 Cu.mm）立刻增加到 35000 Cu.mm（註十六）；而 Guyton 指出一分鐘激烈運動後，白血球數目增加到原來數目的六倍至七倍（註十六）。而本文研究運動後白血球數目增加 28%。

五、唾液 PH 值

唾液的 PH 值對身體情況、運動的影響、疲勞等方面的瞭解，頗為有力的檢查法（註十七）。

疲勞時血液減少，唾液傾向於酸性症（Acidosis），而血中預備鹼呈酸性（註十八）。本文即利用此一性質，測定唾液中的 PH 值，以推知是否疲勞。若僅以實驗所得，運動後唾液之 PH 值在正常值之內（ 6.7 ± 0.4 ）（註十九）；然兩相比較，運動後 PH 值顯著下降，並呈酸性，運動後顯現疲勞。

六、尿 PH 值

人體的血液有維持某一水準的氫離子（hydrogen-ion）的作用，如果血液的酸性高，則排泄酸性尿；若血液傾向於鹼性，則排泄鹼性尿。從事於激烈運動時，血液趨於酸性，因此利用排尿為平衡氫離子的作用。

尿的 PH 值之幅度較大，一般為 6.2 ± 1.7 （註二十）。在安靜時之 PH 值大約為 6.0，運動時之 PH 值即行減低（註二十一），這種對於運動之反應，可能主要來自於血中和組織中乳酸和丙酮酸（Lactic and Pyruvic acid）增加，導致腎臟之工作量超過正常，排除廢物，維持體液的恆常性（註二十二）。

七、體溫

體溫正常是由熱的產生和放散間的一種平衡來維持在狹窄的範圍內。激烈運動時，熱產生可能增加很多，而熱的放散率則成相對比例增加，使體溫維持常數。增加熱產生的兩種主要生理反應，為流到皮膚的血液增加，幫助熱的放散，以及流汗增加。然而；心臟送出更大量的血液到肌肉，其他部位之血球則相對補償性減少，皮膚即是最重要的部位，很明顯這是一種複雜而混淆的問題，因此不論肌肉或皮膚都不能得到適當的血流量，無可懷疑的，運動中體溫必然會升高，很久以前，這點論述便相信它來自於體溫調節和機轉未能充份反應的結果（註二十三）。

本文結果恰與上述論點相反，運動後之體溫反而下降，雖經顯著性檢定無顯著差異，然它仍須加以檢討，因而在第八樣本（受試者）後之其他七樣本則多加測驗

運動後10分鐘之體溫，發現七樣本之體溫均超過安靜時之值。推究其原因，可能與大量排泄汗液有關。

八、脈搏

循環機能測定，以脈搏為測定對象是很普遍的方法。脈搏測定因需要客觀性，方法簡單，實施後即可得知心臟機能的一部分，此為普遍實施脈搏測定的最大原因；然脈搏很容易受到其他因素之影響而變動，是為其缺點。

據 Karpovich 實驗，受試者在 Treadmill 上走六次，每次期間為10分鐘，在第三次之脈搏達到 120/分，走下 Treadmill 時摔倒。再上去走餘下三次，脈搏達 160 次/分（註二十四）。本文中，運動後則具有顯著性增加。（註Karpovich未註明速度為憾事）。

伍、結 論

在本文研究範圍內，以 Treadmill 5° 傾斜，作 200m/min 之速率跑五分鐘，得到結果經分析和討論後，獲得以下結論：

- 一、運動後，紅血球數目雖然未達到顯著增加，不過，比運動前增加 8.4%。
- 二、運動後之紅血球容積並不比運動前顯著增加。
- 三、運動後血紅素顯著增加（ $P < 0.05$ ）。

上面三點結論，可看出一共同趨勢，三者均在增加。

四、白血球數目顯然受運動影響，運動後比運動前增加 28%，並具顯著性（ $P < 0.01$ ）。

五、唾液 PH 值，在運動後顯著下降（ $P < 0.05$ ），然仍在一般的唾液 PH 值內。

六、尿之 PH 值並無顯著增加。

七、脈搏顯然受運動影響（ $P < 0.001$ ），其增加之值達1.6倍。

陸、參考文獻

〔註 一〕：姜壽德編著：實驗生理學 台灣中華書局印行 民56年

〔註 二〕：Karpovich and Sining: Physiology of Muscular Activity, Seventh Edition 環球書局 民61年 P 174。

六 〔註 三〕：Bancroft, J., Stephens, J.G.: Observations Upon The Size of the Spleen, J. Physiology, 64: 1, 1927

〔註 四〕：Cruickshank, E.W.H.: On the Output of Hemoglobin and Blood by the spleen, J. Physio. 61: 455 1926

〔註 五〕：Dill, D.B., Edward, H.T. and Tolbott, J.H.: Studies in Muscular Activity, J. Physio. 69: 267, 1930

- [註 六]: Guyton: Textbook of Medical Physiology, Fourth Edition 環球書局
1971 P 99
- [註 七]: Steinhaus, A.H.: Chronic Effects of Exercise, Physio. Rev. 13: 103
1933
- [註 八]: 楊基榮譯: 運動員體力測驗 維新書局 民58年2月 P 144
- [註 九]: 黃賢堅: 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 國
立台灣師範大學體育研究所碩士論文 民62年
- [註 十]: Arthur, C. Guyton: Basic Human Physiology 1971 P 84-99
- [註十一]: Robert F. McDavid: Effects of intermittent Work on Postexercise
Leucocytosis, R.Q. Vol. 38, No. 2, December 1965 P 213-217
- [註十二]: Guyton, Arthur C. Textbook of medical physiology. Philadelphia:
W.B. Saunders Co., 1956
- [註十三]: Edwards, H.T., and Wood, W.B. A study of leucocytosis in exercise.
Int. Z. angew. einschl. Arbeitsphysiol. 6: 73-83 1932
- [註十四]: Leslie, C.J., and Zwemer, R. M.: The Influence of Muscular Ac-
tivity on Physiological leukocytes. Am. J.M. Sc. 190: 92 1935
- [註十五]: 齊沛林譯: 運動生理學 維新書局 1968 P 76-86
- [註十六]: 同註十一。
- [註十七]: 體育學系出版: 體育學實驗教材 民57年
- [註十八]: 新陸書局出版: 人體生化學 民54年 P 8
- [註十九]: 同註十八。
- [註二十]: 同註十五 P 217-218
- [註二十一]: 同註十八。
- [註二十二]: Morehouse and Miller: Physiology of Exercise. The C.V. Mosby
Company Saint Louis 1967 P 131
- [註二十三]: 同註二十二 P 168

柒、誌 謝

本研究承蒙體育研究所主任 吳文忠教授惠予鼓勵與賜助，生物研究所 吳京一
教授鼎力指導，體育學系學生謝高耕、黃朝昆、蕭可彬、葉煌典、黃久芬、彭雪峯
，吳金源、劉丁洲等同學的協助，及15位受試同學的自動合作作樣本，深為感激，
特此誌謝。

A Physiological Comparison of Blood Saliva Urine Body Temperature and Pulse Rate between Pre-Exercise and Past-exercise

Shieh Sheu Yüan

Abstract

The purpose of this study was to determine the physiological difference of Blood. Saliva. Urine PH. Body Temperature and Pulse Rate between pre-exercise and past-exercise.

The subjects participating in this study Consisted of 15 health, male college students who are majoring in physical education. The Number of the subjctes was 20-23 years of age. All subjects performed work on treadmill. Experiments were carried out at the same rate 200m/min for period of 5' and 5° uphill treadmill.

Within the limits of this study. I made the following Conclusions:

1. After exercise, Leucocytosis, Hemoglobin, Urine PH Were significantly increased ($P < 0.05$).
2. Although there was no significant difference between pre-exercise and past-exercise on R.B.C., yet the Number of R.B.C. in past-exercise increased 8.4%.
3. Urine PH and Body Temperature were not affected by exercise.
4. Pulse Rate in Past-exercise was significant more than that in Pre-exercise ($P < 0.001$).