

中長距離跑步選手生理、生化值之比較

許壬榮 國立台灣體專

J.J. HSU National Taiwan

陳相榮 College of Physical

S.R.CHEN Education

鐘瓊珠

C.C.CHUNG

摘 要

本研究以八名國立體專中、長距離跑步選手為受測者(中距離6名,長距離2名)平均年齡 21.63 ± 3.67 歲,身高 172.75 ± 3.86 公分,體重 62.5 ± 4.36 公斤,利用電動腳踏車測力器和polar心跳顯示器,以每5分鐘漸增50瓦,踏車速率維持每分鐘50rpm踏車,由心肺功能測量儀分析最大耗氧峰值、每公斤肌肉耗氧量、最大工作率、衰竭時間、和呼吸商及運動後第5,10分鐘採血分析血乳酸值。實驗所得資料以T值檢定法統計處理(Cox & Cochran)、 $P < 0.05$ 。結果獲得下列結論:1.中、長距離跑步選手在身高、體重、最大耗氧峰值、最大工作率、衰竭時間、呼吸商、血紅素和血球積比容等兩組無顯著差異。2.長距離跑步選手每公斤肌肉耗氧量比中距離跑步選手優($P < 0.01$),運動後第5,10分鐘血乳酸濃度和最大心跳率長距離跑步選手比中距離跑步選手低($P < 0.05, P < 0.01$)。結果指出長距離跑步選手有較優的每公斤肌肉耗氧量,較低的血乳酸濃度和最大心跳率。

關鍵詞:最大耗氧峰值($\dot{V}_{O_2\text{peak}}$)、最大工作率(W_{max})、衰竭時間(ET)、呼吸商(RQ)、血紅素(HB)、血球積比容(HcT)、每公斤肌肉耗氧量(V_{O_2}/kg)、運動後血乳酸濃度(\bar{PEBL})、最大心跳率(HRmax)。

Comparison of physiological and biochemical differences on middle distance and long distance runners

ABSTRACT

There were 8 middle-long distance runners subjects(6 middle distance,2 long distance) of National Taiwan Physical College. Their average age,height,and weight were 21 ± 3.67 years old, 172 ± 3.86 cm,and 62.5 ± 4.36 kg.Subjects were tested for $\dot{V}_{O_2\text{peak}}, V_{O_2}/$

kg, Wmax, HRmax, exhausting time(ET), RQ, post exercise blood lactated(\bar{PEBL}) on a bicycle ergometer. Work level was set at 5 minutes increases 50 work. T test(Cox & Cochran, $P < 0.05$) showed: 1. No significant differences between two groups (middle and long) in height, weight, V_{O_2peak} , Wmax, ET, RQ, Hb, and HCT ($P > 0.05$). 2. significant differences between two groups (middle and long) in $V_{O_2/kg}$, \bar{PEBL} , and HRmax ($P < 0.01, P < 0.05, P < 0.01$). The results indicated long distance runners who have better $V_{O_2/kg}$, lower \bar{PEBL} , and lower HRmax.

Key words: V_{O_2peak} , $V_{O_2/kg}$, HRmax, Wmax, ET, RQ, \bar{PEBL} , Hb, HcT.

一、前言

由於運動項目的特殊性與適應性不同造成各運動項目之間生理上的差異。中、長距離跑步(800公尺, 10000公尺)是兩種不同的能量系統；中距離跑步(800公尺)是介於有氧與無氧系統之間，長距離跑步(10000公尺)是有氧系統。回顧以前的文獻發現，短與長距離跑步選手在生理、生化值方面的差異有：短距離跑選手有較高的心跳率、血乳酸、白肌纖維，長距離跑選手則有較高的粒線體數目與體積、最大攝氧量($V_{O_2/kg/min}$)、紅肌纖維、肌肉微血管密度、氧化酵素活性(Davis, 1976. Farrell, 1979. Ivy, 1980. Sjodin, 1981. Tesh, 1981. Yoshida, 1981)。長距離跑選手的血紅素和血球積比容比正常值低，且紅血球較細小大部份有輕微貧血現象(Stewart et al, 1984. Lement et al, 1977. Ohira et al, 1993)。長距離跑選手之特質是否如雜誌、書本所言，希望再一次的驗證及評估了解本校中、長距離跑選手生理、生化上的基本值實是本研究的主要目的。

二、研究方法與材料

八位自願參加實驗的國立台灣體專中、長距離跑選手。使用腳踏車測力器(Ergometer)、心肺功能測量儀(Med-Science M M C 5000)和POLAR心跳顯示器以每五分鐘增加50瓦的強度，踏車速率維持每分鐘50rpm，踏至衰竭(連續5秒以上無法維持每分鐘50 rpm的踏車速率)為止及衰竭後第5、10分鐘採血(採靜態恢復)。

最大耗氧峰值(\dot{V}_{O_2peak})、每公斤肌肉耗氧量($V_{O_2/kg}$)、最大工作率(Wmax)、衰竭時間(Exhausting time)和呼吸商(RQ)等值之測量是由心肺功能測量儀(Med-Science M M C 5000)直接分析。最大心跳率(HRmax)之測量是由POLAR心跳顯示器。衰竭後第5、10分鐘血乳酸值之測量是由毛細管(Capillary Tube)指尖採血後經Y S I 1500 L-Lactate Analyzer分析。血紅素(Hb)和血球積比容(HCT)之測量是由前臂靜脈抽血後經血球計數器(Culter)分析。

統計方法使用獨立樣本T考驗(Cox & Cochran)、 $P < 0.005$ ，全部資料以SPSS處理

三、結果

八名中、長距離跑步選手在身高、體重、最大耗氧峰值、最大工作率、衰竭時間、呼吸商、血紅素和血球積比容等兩組無顯著差異，每公斤肌肉耗氧量、運動後第5、10分鐘血液乳酸濃度和最大心跳率等兩組有顯著差異($P<0.01$ 、 $P<0.05$ 、 $P<0.01$) (表一)。

(表一) 中、長距離跑步選手生理、生化值基本資料

受測者	項目	年齡 (yr)	身高 (cm)	體重 (kg)	$\dot{V}O_{2peak}$ (ml/min)	$\dot{V}O_{2/kg}$ (ml/min/kg)	乳酸 5min (mM/L)	10min (work)	W_{max}	exhausting time (min)	HRmax	RQ	HB (g/dl)	HCT (%)	field test	
中 組	1	800	21	179	71	4976	61.69	10.32	10.82	300	29.10	197	1.40	14.6	36	1'57"13
	2	800	22	176	65	4937	70.08	12.13	11.23	350	30.30	207	1.36	14.5	46	1'58"5
	3	800	20	171	65	4252	63.54	9.22	7.86	300	25.45	193	1.28	16	55	1'59"
	4	800	20	172	61	4115	66.16	9.35	8.48	250	25.05	195	1.25	14.1	41	2'01"
	5	800	22	172	63	3976	58.27	6.95	6.72	250	22.40	203	1.30	13.4	50	2'02"21
	6	800	16	175	56	3604	60.48	10.20	8.82	250	21.17	207	1.42	15.5	51	2'16"82
離	平均數	20.17	174.17	63.5	4280	63.37	9.67	8.99	283.33	25.58	200.33	1.33	14.68	46.5		
	標準差	2.23	3.06	4.97	505.04	4.24	1.7	1.74	40.82	3.59	6.15	0.07	0.94	7		
中 組	7	1000	22	165	58	4732	75.89	7.52	6.95	350	30.30	185	1.28	15.8	45	33'03"
	8	1000	30	172	61	4817	74.66	6.45	5.86	300	27.10	177	1.20	16.5	57	33'40"
離	平均數	26	168.5	59.5	4774	75.28	6.98	6.4	325	28.7	181	1.24	16.15	51		
	標準差	5.66	4.95	2.12	60.1	0.87	0.78	0.77	35.35	2.26	5.66	0.06	0.49	5.45		
t值		0.33	0.176	-2.35	**6.48	*3.09	-2.89	-1.28	-1.12	**3.9	1.74	-2.82	-0.68			

- $P<0.05$
- $p<0.01$
- $P<0.05$
- $p<0.01$

四、討論

影響運動表現的因素是心理與生理複雜的交互作用，至今尚未完全了解。肌肉無力其基本反射是PH值的改變抑制糖解酵素(glycolytic enzymes)的速率(磷酸化酶和磷酸果糖激酶)(Hofer and Pette, 1968. Trivedi and Danforth, 1966)。無氧動力可能受限於PH值的下限(林正常, 民78)，有氧能力則受限於氧利用效率(動靜脈血含氧差、

粒線體、無氧閾值、最大攝氧量(陳全壽, 民82), 紅白肌纖維比例也是影響運動表現的重要因素之一。

本研究發現八名中、長距離跑步選手在身高、體重、最大耗氧峰值、最大工作率、衰竭時間、呼吸商、血紅素和血球積比容等兩組無顯著差異, 每分斤肌肉耗氧量、運動後第5、10分鐘血液乳酸濃度和最大心跳率等兩組有顯著差異($P < 0.01$, $P < 0.05$, $P < 0.01$)。身高、體重、最大耗氧峰值和呼吸商等兩組無顯著差異與陳相榮研究相同(民78, 81), 足見國內中、長距離跑步選手在此方面並無差異。然血紅素和血球積比容等兩組無顯著差異與Stewart等人(1984)、Clement等人(1977)、Ohira等人(1993)研究不同, 彼等認為長跑選手血紅素和血球積比容低於正常值(14-18, 40-54)且有輕微貧血現象。長跑者安靜時的血清結合珠蛋白比其他運動員少, 而總乳酸去氫(LDH)活性升高, 顯示運動貧血的原因之一為溶血作用。然而其他項目的選手與長跑選手在能量代謝型式和肌纖維的動員相似, 唯長跑選手有貧血的現象其確實機轉至今仍未了解, 可能是運動訓練的型態所造成。本研究兩位長跑選手並沒有貧血(HB:16.15, HcT:51, MCV:86)現象, 造成差異的原因可能是1. 選手層次不同; Ohira等人是以奧運級的跑步選手為研究對象, 本研究是以國立體專中、長距離跑步選手為研究對象(82年大專運動會10000公尺第1,3名) 2. 訓練時間長短和強度不同 3. 本研究長距離跑步選手太少(2位)。假如Ohira等人之觀點正確, 奧運級跑步選手的貧血現象是運動訓練的型態(方式、時間、強度)所造成, 而本校長距離跑步選手卻無貧血現象其原因仍有待進一步研究。每公斤肌肉耗氧量長距離跑步選手比中距離跑步選手優($P < 0.01$), 與Roberts等人(1978)和陳相榮(民82)研究相同, 彼等認為非耐力組選手每公斤肌肉耗氧量、無氧閾值比耐力組選手低。運動後第5, 10分鐘血乳酸濃度長距離跑步選手比中距離跑選手低($P < 0.05$), 與Bang(1936)、Ekblom等人(1968)、Karlsson等人(1972)研究相同, 彼等指出耐力訓練使某個絕對或相對運動強度的肌肉及血液乳酸積聚減低。耐力性運動員有較高的粒線體數目與體積、最大攝氧量($V_{O_2max}/kg/ml/min$)、紅肌纖維、肌肉微血管密度、氧化酵素活性(Davis, 1976. Farrell, 1979. Ivy, 1980. Sjodin, 1981. Tesh, 1981. Yoshida, 1981), 致使氧利用效率提高, 脂肪酸利用率增加, 產生肝醣節約效果(glycogen sparing effect)以致肌肉乳酸堆積量減少(Fox et al, 1977)。最大心跳率長距離跑步選手比中距離跑選手低, 與Grimby、Saltin(1966)、Koeslag和Sloan(1976)等研究相同, 彼等認為安靜心跳率與最高心跳率間成比例關係, 即安靜心跳率低者最大心跳率也低與最大耗氧量升高而最大心跳率反而降低。由此可知耐力性跑步選手有別於非耐力性跑步選手之特性有: 較高每公斤肌肉耗氧量, 較低運動後血乳酸濃度和最大心跳率。

五、結論與建議

本研究以八名國立體專田徑中、長距離跑步選手為受測者, 比較其生理、生化

值的差異。實驗結果經分析討論後，獲得下列結論：

(一)、結論

1. 中、長距離跑步選手在身高、體重、最大耗氧峰值、最大工作率、衰竭時間、呼吸筒、血紅素和血球積比容等兩組無顯著差異。
2. 長距離跑步選手每公斤肌肉耗氧量比中距離跑步選手優($P<0.01$)，運動後第5、10分鐘血液乳酸濃度和最大心跳率比中距離跑步選手低($P<0.05$ ， $P<0.01$)。

(二)、建議

1. 往後研究者應增加受測者人數，以更能評估我國長跑選手之特性，期能進軍國際體壇。

參考文獻

一、中文

1. 林正常(民78)。運動科學與訓練。台北：銀禾。16。
2. 陳相木(民78)。各種恢復方式對最大運動後乳酸排除的影響。國立體育學院體育研究所碩士論文。
3. 陳相榮(民82)。運動員在有氧至無氧轉移中固定乳酸濃度的生理反應與自覺強度之比較。國立台灣體專學報，1，85-103。
4. 陳全壽(民82)。運動生理學專題討論筆記。
5. 蔡崇濱(民82)。血液乳酸測量在跑步訓練上的應用。中華體育，24，89-102。

二、英文

6. Bang O.(1936).The lactate content of the blood during and after muscular exercise in man.Arch Physiology,74(Suppl.10),50-82.
7. Clement D.B.,R.C.Asmundson,& C.W.Medhurst.(1977).Hemoglobin values:comparative survey of the 1976 Canadian Olympic team.Canadian Journal of Medicine Association,117,614-616.
8. Davis J.A.,Vodak P.,Wilmore J.H.,Vodak J.,& Kurtz P.(1976).Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise.Journal of Applied Physiology, 41,544-550.
9. Ekblom B.,Astrand P.,Saltin B.,Stenberg J.,& Wallstrom B.(1968).Effect of training on circulatory response to exercise.Journal of Applied Physiology,24(4),518-528.
10. Farrell P.A.,Wilmore J.H.,Coyle E.F.,Billing J.E.,& Costil D.L.(1979).Plasma lactate accumulation and distance running performance.Medicine and Science and Exercise, 11,338-344.
11. Fox E.L.,Bartels R.L.,Klinzing J.,& Ragg K.(1977).Metabolic response to interval training program of high and low power output.Medicine and Science in Sports and

Exercise,9(3),191-196.

- 12.Grimby G.,& Saltin B.(1966).Physiological analysis physically well-trained middle-aged and old athletes.Acta Medica Scandinavica,179,513-526.
- 13.Hofer H.W.,& Pette D.(1968). Wirkungen und Wechselwirkungen von Substraten und Effektoren an der Phosphofruktokinase des Kaninchen-skelettmuskeln.Zeitschrift fur Physiologische Chemie, 349,1378-1392.
- 14.Ivy J.H.,Withers R.T.,Vanlandel P.T.,Elger D.H.,& Costill.(1980).Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of lactate threshold.Journal of Applied Physiology,48,523-527.
- 15.Karlsson J.,Nordseszo L.,Jorfeldt L.,&Saltin B.(1972). Muscle lactate,ATP,and CP levels during exercise after physical training in man.Journal of APPLIED Physiology, 33(2),199-203.
- 16.Kasugai A.,M.Ogasawara.,& A.Ito.(1992).Effects of exercise on the iron balance in human body examined by the excretion of iron into urine,sweat and feces.Japan Journal of Physiology, Fit,Sports Medicine,41,530-539.
- 17.Koeslag J.H.,& Sloan A.W.(1976).Maximal heart rate and maximal oxygen consumption of long distance runners and other athletes.Journal of Sports Medicine and Physical Fitness,16,17-21.
- 18.Roberts A.D.,Strauss G.R.,Fith K.D.,& Richardson N.J.(1979).Characteristics of sprint athletes.Medicine and Science in Sports and Exercise,11,94.
- 19.Sjodin B.,Jacobs I.,& Karlson J.(1981).Onset of blood lactate accumulation and enzyme activities in M.vastus lateralis in man.International Journal of Sports Medicine 2,166-170.
- 20.Stewart J.G.,Ahlquist D.A.,& McGill D.B.(1984).Gastrointestinal blood loss and anaemia in runners.Annals of Internal Medicine,100,843-845.
- 21.Strause L.,J.Hegenauer.,& P.Saltman.(1983).Effects of exercise on iron metabolism in rats.Nutr.Res,3,79-89.
- 22.Tesh P.A.,Sharp D.S.,& Daniels W.L.(1981).Influence of fiber type composition and capillary density on onset of blood lactate accumulation.International Journal of Sports Medicine,2,252-255.
- 23.Trivedi B.,& Danforth W.H.(1966).Effect of pH on the kinetics of frog muscle phosphofruktokinase.Journal of Biological Chemistry,241,4110-4112.
- 24.Y.Ohira.,F.Kariya.,W.Yasui.,S.Sugawara.,K.Koyanagi.,K.Kaihatsu.,N.Inoue.,F. Hirate.,& C. S.Chen.(1993).身體訓練對運動員營養狀態的影響：運動性貧血機轉的考量。國際運動訓練科學研討會論文集,國立台灣體育專科學校35-43.
- 25.Yoshida T.,Nagata A.,Muro M.,Takeuchi N.,& Suda N.(1981).The validity of anaero-

bic threshold determination by a Douglas bag method compared with arterial blood lactate concentration. *Europe Journal of Applied Physiology*, 46, 423-430.

中、長距離跑步選手生理、生化值之差異比較

1. 主筆者：許壬榮
2. 指導教授：陳相榮教授；校稿
3. 共同研究：鍾瓊珠老師；field test與HB,Hct之測

ABSTRACT

In order to determine a way of measuring the aerobic threshold of the middle and long distance runners, the present study was designed to compare the results of the bicarbonate method and the Douglas bag method. The results showed that the bicarbonate method was more accurate than the Douglas bag method.

The present study was designed to compare the results of the bicarbonate method and the Douglas bag method. The results showed that the bicarbonate method was more accurate than the Douglas bag method.

A threshold test was performed on 10 middle and long distance runners. The results showed that the bicarbonate method was more accurate than the Douglas bag method.

壹、緒論

中、長距離跑步選手生理、生化值之差異比較