

# 2007 東吳國際超級馬拉松 24 小時賽 男性跑者速度、步幅與步頻之研究

吳慧芳\* 朱建榮\*\* 黃景耀\*\*\*

## 摘 要

**目的：**針對超級馬拉松 24 小時賽中兩位男性跑者，比賽中之步幅與步頻之個案研究。

**方法：**2007 年東吳國際超級馬拉松 24 小時賽中，日本籍選手關家良一先生（Ryoichi Sekiya），及我國選手吳勝銘先生兩人作為研究對象，在 24 小時賽中用攝影方法拍攝跑者之步態，然後以運動動作分析系統(SiliconCOACH)加以分析資料，所獲得資料以描述性統計及獨立樣本 t 檢定進行分析。

### 一、結果

- （一）關家良一選手每小時平均跑 11.45 公里，吳勝銘選手每小時平均跑 9.01 公里。
- （二）兩位選手的平均速度都隨時間愈長而漸慢，且兩位跑者的速度變慢直到第 18 小時以後才又恢復。
- （三）吳勝銘的步頻（1.60 步/秒）顯著高於（ $p<.05$ ）關家良一的步頻（1.49 步/秒）；但吳勝銘的步幅（1.58 公尺）和平均速度（2.55 公尺/秒）均顯著低於（ $p<.05$ ）關家良一的步幅（1.93 公尺）和平均速度（2.90 公尺/秒）。
- （四）在步態週期耗時方面，除左腳騰空期耗時之外，吳勝銘與關家良一在右腳支撐期耗時（0.258 vs. 0.275 秒）、左腳支撐期耗時（0.247 vs. 0.276 秒）和右腳騰空期耗時（0.064 vs. 0.056）均有顯著差異（ $p<.05$ ）。

### 二、結論

- （一）步幅對於速度的影響大於步頻。
- （二）下肢長可做為選才之參考。
- （三）賽前宜調整生理時鐘以提升成績。

**關鍵詞：**超級馬拉松、步幅、步頻。

---

\* 經國管理暨健康學院講師

\*\* 東吳大學講師

\*\*\* 東吳大學副教授

## **The Comparison of Speed, Stride Length, and Stride Rate of Male Runners in 2007 Soochow International Ultra-marathon 24hr Race**

Hui-Fang Wu<sup>1</sup>, Chien-Jung Chu<sup>2</sup>, Ching-Yao Huang<sup>3</sup>  
Ching Kuo Institute of Management and Health<sup>1</sup>, Soochow University<sup>2,3</sup>

### **Abstract**

The purpose of this study is to compare the running speed, stride length, and stride rate of two male runners in 24-hr Ultra-marathon race. The two male ultra-marathon runners, Ryoichi Sekiya from Japan and Sheng-Ming Wu from Taiwan, who participated in 2007 Soochow University International 24-hr Ultra-marathon race were recruited. The runners' stride performances were video-recorded and analyzed by SiliconCOACH motor analyzing system. We found: (1) The average hourly running speed for Ryoichi and Wu is 11.45 and 9.01 km/hr, respectively; (2) The average stride length of Sekiya is significantly longer than Wu, 1.93 and 1.58 meters, respectively ( $p < .05$ ); (3) The average stride rate of Sekiya is significantly lower than Wu, 1.49 and 1.60 strides/second, respectively ( $p < .05$ ); (4) Both runners' speed gradually reduced during the first 18 hours; however, the speed was recovered from the 19<sup>th</sup> hour; (5) The time spent during the stride cycle is also significantly different between two runners. Sekiya spent less time during the stance phase than Wu (right leg: 0.258 vs. 0.275 sec.; left leg: 0.247 vs. 0.276 sec.,  $p < .05$ ). However, Sekiya had longer flight phase of right leg than Wu (0.064 vs. 0.056 sec.,  $p < .05$ ).

In conclusion, stride length is more critical than stride rate to improve the running speed. Runners with longer lower limbs may have the advantage on the running race. Finally, runners should adjust their physiological circadian clock in advance to improve their running performance.

**Key word: Ultra-marathon、stride length、stride rate.**

## 壹、緒論

### 一、研究背景

目前全世界各地盛行的馬拉松比賽的距離是 42.195 公里，而凡是比賽的距離超過馬拉松 42.195 公里的賽會，就稱之為超級馬拉松(ultra marathon)。1998 年中華台北路跑協會在台灣正式舉辦 100 公里賽，這是超級馬拉松在台灣的第一次賽會。此後十餘年來國內也舉辦了多項超級馬拉松賽，包括有全國 100 公里錦標賽、陽明山超級越野賽、花東縱谷超級馬拉松賽、世界盃 100 公里超級馬拉松賽、世界盃超級馬拉松 24 小時賽、東吳國際超級馬拉松小時賽等。一般而言，超級馬拉松比賽的型式分為兩種，一種是定距離計時賽：是先規劃固定距離以選手先通過終點者為優勝，通常比賽的距離有 50 公里、100 公里、100 英哩、1000 公里、1000 英哩；另一種為定時計距離賽：在一定時間內以跑的距離最長者為優勝，常見的比賽有 6 小時、12 小時、24 小時、48 小時、6 天賽，目前國際上最長的定時比賽時間為 11 天賽。上述各類型比賽中以 100 公里和 24 小時賽是較受歡迎的比賽，國際超級馬拉松總會每年均會舉辦這兩項的世界杯比賽。超級馬拉松的比賽場地常因主辦單位不同而有不同，有在公路、公園、園區、田徑場等，東吳國際超級馬拉松賽是以東吳大學外雙溪校區 400 公尺田徑場作為比賽場地的定時型比賽。超級馬拉松的比賽有些主辦單位在舉辦此類賽事時，對選手的休息時間會有不同的規定，有些規定選手每一小時可以休息十分鐘，但也有些主辦單位則不會設限，參加選手可以配合自己的體能狀況調整其休息的時間。東吳大學歷年舉辦 24 小時超級馬拉松賽，在考慮選手個人體能狀況及選手的安全顧慮下，對選手的休息方式並不予設限但必須知會裁判人員。東吳大學自 1998 年起迄今為止，陸續舉辦過九次超級馬拉松 24 小時賽，每年均邀請曾獲國際賽冠軍的優秀跑者前來參賽，其目的是藉由國際優秀選手的參賽，一則可擴展學生的運動視野，同時也可以讓國內跑者從中學到參與該運動的技巧與方法。2008 年東吳國際超級馬拉松 24 小時賽更獲得國際超級馬拉松賽協會 (IUA) 認可賽事銅牌獎。

配速(Pace)在長距離的耐力賽中常常是勝負的關鍵之一，大多數的研究都認為平穩的配速是耐力跑運動的參賽策略。林紅 (2000) 在對中國中長距離跑運動員成績差異分析中指出：對長跑和馬拉松選手而言，必須要保留一定的能量，維持一定的速度來完成最後一段最艱苦的路程。而所謂配速可以單純看作跑者的速度分配，亦可解釋為競賽者對個人步幅與步頻的調整、管理與掌控。在徑賽中，跑者對速度、時間的賽前規劃訓練或預先推演以多少時間跑完預定的距離都算是配速的範圍。根據許樹淵 (1992) 在徑賽的量化教學中指出，速度=步幅 x 步頻，平均速度的快慢，視此兩變數相互增長而定。但是目前這些研究大都是以田徑場中的馬拉松賽或中、長距離競賽項目作為研究主題。有關超級馬拉松 24 小時賽相關研究就較為少見。基於此，筆者擬以參加 2007 東吳國際超級馬拉松 24 小時賽獲得第一名的國際優秀男性跑者關家良一先生 (Ryoichi Sekiya)，與第三名的國內優秀男性跑者吳勝銘作為研究對象，以該年的賽會中兩位國內、外優秀男性跑者的步幅與步頻的時間、空間參數給予分析比較，作為有興趣於超級馬拉松的跑者研究參考。

### 二、研究目的

- (一) 瞭解關家良一、吳勝銘選手比賽中步幅、步頻、速度之變化。
- (二) 瞭解關家良一、吳勝銘選手比賽中步態週期不同階段（包括支撐期、騰空期）之變化。
- (三) 比較兩位優秀男性超級馬拉松選手其步幅、步頻、速度、步態週期不同階段耗時之差異。

### 三、研究範圍

本研究範圍是以 2007 年東吳國際超級馬拉松 24 小時賽會場中拍攝下第一名選手日本籍關家良一先生 (Ryoichi Sekiya) 及第三名國內最佳成績吳勝銘先生兩人之步頻、步幅資料，經整理後所得的空間與時間參數作分析比較。

### 四、名詞解釋

- (一)、超級馬拉松(Ultra marathon)：指在東吳大學外雙溪校區綜合運動場 400 公尺的跑道裡，每經過 4 小時需轉向跑，在比賽時間 24 小時內選手可以休息、飲食、接受治療、上廁所等，時間終了後再計算選手所跑的距離。
- (二)、步幅 (Stride length)：根據 Joseph Hamill 等 (1995) 之定義，指當一腳著地後至另一腳著地之距離稱為 step，而連續兩個 step 稱為 Stride。本研究之步幅是指一腳著地至同一腳再著地之長度（如圖 1）。
- (三)、步頻(Stride rate)：指的是每秒多少步(stride /sec)
- (四)、支撐期 (Stance phase)：指的是在步態週期裡，雙腳與地面接觸期間，即指單腳之腳跟著地至腳尖離地的時間，包括右腳支撐期和左腳支撐期。
- (五)、騰空期 (Airborne period)：指的是在步態週期中，雙腳都離開地面沒與地面接觸的期間，即跑步動作從支撐腿腳尖離地瞬間到擺動腿腳跟著地瞬間所需要的時間，包括右腳騰空期和左腳騰空期。
- (六)、步長 (Step length) 指當一腳腳跟著地後至另一腳腳跟著地後其兩腳跟間之距離。
- (七)、分段時間 (Split time)：本研究中是指 24 小時的比賽時間，以 1 小時為一個單位分成 24 分段時間。

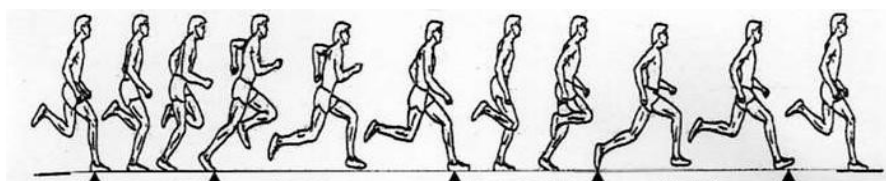


圖 1 步幅支撐期、騰空期圖示



## 貳、研究方法

### 一、研究對象：

- (一) 國際優秀男性超級馬拉松選手：日本籍的關家良一先生。
- (二) 國內優秀男性超級馬拉松選手：吳勝銘先生。

個人基本資料如表 1 所示：

表 1 研究對象基本資料

姓名	出生年 (西元)	身高 (公分)	體重 (公斤)	下肢長 (公分)
關家良一	1967	183	70	96
吳勝銘	1961	162	56	82

### 二、日期與地點

時間：2007 年 11 月 24 日早上 9 點至 25 日早上 9 點

地點：台北市東吳大學外雙溪校區綜合運動場。

### 三、研究工具

- (一) SONY 公司 DCR-VX2000 攝錄影機。
- (二) 自製距離刻度標示版 (如圖 2)
- (三) 手提電腦 (ASUS) 一台。
- (四) 運動動作分析系統軟體 (SiliconCoach USC-500)。

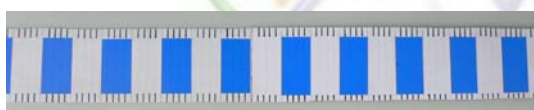


圖 2 距離刻度標示版

### 四、資料收集與處理分析

本研究在 2007 年 11 月 24 日早上 9 點至 25 日早上 9 點實施，紀錄 24 小時比賽過程中每小時的步幅與步頻。觀察的方式是將 DV 攝影機架設在田徑場邊 3 公尺、高度 90 公分 (如圖 3)，跑道邊緣擺放畫好刻度的標示板，攝影機拍攝紀錄時間是在每小時 20 分至 40 分鐘間，拍攝受觀察者兩次。拍攝後之影像經數位化處理轉換成動作分析軟體能判讀之 AVI 檔格式，在電腦逐一標記後由分析軟體計算出跑者每一個步幅長及所耗時間，所得到每一小時兩筆資料求取平均值作為兩位受觀察者該一小時的步幅與步頻之資料。所有資料收集後以 Microsoft Excel 及 SPSS 12.0 中文視窗版進行描述性統計及獨立樣本 t 檢定處理運算。本研究之顯著水準訂為  $P < .05$ 。

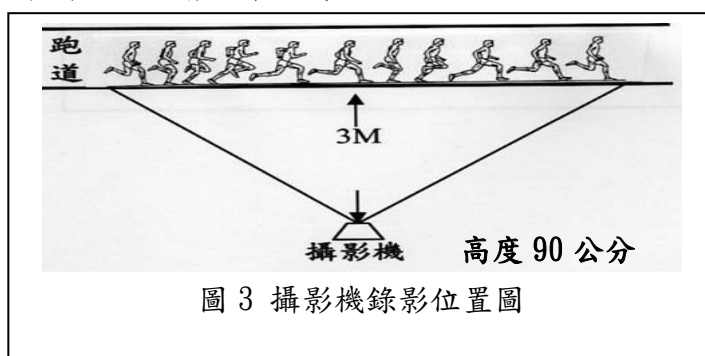


圖 3 攝影機錄影位置圖

### 參、結果

2007 年東吳國際超級馬拉松 24 小時賽，共有 21 位國內外男性跑者參賽。結果男子組冠軍是日本籍選手關家良一，成績 274.884 公里；亞軍是法國籍選手馬克隆 莫哈鎂，成績 241.85 公里；季軍是我國選手吳勝銘，成績 216.264 公里。本研究僅針對國際最佳選手關家良一與我國成績最好選手吳勝銘兩人，作為觀察對象就其步態作錄影分析。其結果與分析如下：

#### 一、步頻、步幅、速度之描述統計

表 2 為跑者每 1 小時每一步步頻、步幅、速度一覽表。從表 2 可看出關家良一最快步頻是每秒 1.58 步（第 9 小時），最慢步頻是每秒 1.46 步（第 17 小時），平均步頻 1.49 步/秒。步幅方面，最大步幅是 2.17 公尺（第 6 小時），最小步幅是 1.61 公尺（第 18 小時），平均步幅是每步 1.93 公尺。步頻與步幅乘積等於速度，故其最佳速度為每秒 3.30 公尺（第 9 小時），最慢速度是每秒 2.38 公尺（第 18 小時），平均速度是每秒 2.90 公尺。

我國成績最好的選手吳勝銘，其最快步頻是每秒 1.69 步（第 10 小時），最慢步頻是每秒 1.46 步（第 24 小時），平均步頻 1.60 步/秒（第 13 小時）。步幅方面，最大步幅是 1.84 公尺（第 4 小時），最小步幅是 1.24 公尺（第 24 小時），平均步幅是每步 1.59 公尺。而其最佳速度為每秒 3.04 公尺（第 7 小時），最慢速度是每秒 1.89 公尺（第 24 小時），平均速度是每秒 2.55 公尺。

表 2 跑者每 1 小時步頻、步幅、速度摘要表

	關家良一			吳勝銘		
	步頻 (步/秒)	步幅 (公尺/步)	速度 (公尺/秒)	步頻 (步/秒)	步幅 (公尺/步)	速度 (公尺/秒)
第 1 小時	1.48	2.08	3.08	1.62	1.75	2.83
第 2 小時	1.56	2.00	3.10	1.64	1.73	2.84
第 3 小時	1.50	2.01	3.00	1.57	1.79	2.82
第 4 小時	1.48	2.15	3.18	1.62	1.84	2.99
第 5 小時	1.50	1.92	2.87	1.64	1.77	3.00
第 6 小時	1.50	2.17	3.25	1.62	1.79	2.91
第 7 小時	1.54	2.06	3.16	1.66	1.78	3.04
第 8 小時	1.54	2.00	3.07	1.64	1.70	2.63
第 9 小時	1.58	2.09	3.30	1.66	1.65	2.73
第 10 小時	1.54	2.11	3.24	1.69	1.60	2.61
第 11 小時	1.50	2.02	3.03	1.62	1.57	2.72
第 12 小時	1.52	1.86	2.82	1.64	1.50	2.65
第 13 小時	1.54	1.91	2.94	1.60	1.65	2.37
第 14 小時	1.54	1.92	2.95	1.64	1.54	2.71
第 15 小時	1.50	1.89	2.83	1.66	1.53	2.56

第 16 小時	1.50	1.81	2.71	1.66	1.66	2.67
第 17 小時	1.46	1.92	2.81	1.56	1.53	2.44
第 18 小時	1.48	1.61	2.38	1.54	1.27	1.95
第 19 小時	1.50	1.70	2.55	1.50	1.40	2.10
第 20 小時	1.46	1.81	2.64	1.50	1.52	2.26
第 21 小時	1.50	1.82	2.72	1.58	1.40	2.21
第 22 小時	1.46	1.88	2.74	1.54	1.44	2.21
第 23 小時	1.50	1.81	2.71	1.56	1.42	2.17
第 24 小時	1.50	1.84	2.75	1.46	1.24	1.89
平均	1.49	1.93	2.90	1.60	1.59	2.55

## 二、步態週期不同階段耗時之統計分析

表3為兩位跑者步態週期各階段耗時獨立樣本t檢定結果。除左腳跨出的騰空期耗時沒有顯著差異 ( $p<.05$ ) 外，其他各階段耗時的檢定結果都具顯著差異水準 ( $p<.05$ )，可見兩位跑者在每一跨步費時具明顯差異性。

表 3 兩位跑者步態週期各階段耗時 t 檢定摘要表

步 態	姓名	個數	平均數	標準差	t值	p
右腳支撐期 耗時 (秒)	關家良一	24	.275	.017	2.887	.006*
	吳勝銘	24	.258	.024		
左腳騰空期 耗時 (秒)	關家良一	24	.058	.013	.187	.853
	吳勝銘	24	.057	.013		
左腳支撐期 耗時 (秒)	關家良一	24	.276	.017	6.333	.000*
	吳勝銘	24	.247	.015		
右腳騰空期 耗時 (秒)	關家良一	24	.056	.013	-2.533	.015*
	吳勝銘	24	.064	.011		
左腳跨步 耗時 (秒)	關家良一	24	.333	.009	4.595	.000*
	吳勝銘	24	.315	.018		
右腳跨步 耗時 (秒)	關家良一	24	.331	.011	5.796	.000*
	吳勝銘	24	.311	.013		
每一跨步 耗時 (秒)	關家良一	24	.664	.013	6.713	.000*
	吳勝銘	24	.626	.025		

\*表  $p<.05$

## 三、步幅、步頻、速度之統計分析

表4為兩位跑者每一跨步步幅、步頻表現之比較。左腳步長，關家良一平均每步為0.96公尺，吳勝銘平均每步為0.79公尺，兩者達顯著差異水準 ( $p<.05$ )。就右腳步長而言，關家良一平均每步為0.97公尺，吳勝銘每步為0.81公尺，兩者達顯著差異水準 ( $p<.05$ )。就完整每一個跨步步幅觀察結果，關家良一平均每步步幅為1.93公尺，吳勝銘平均每一步

幅為1.59公尺，兩者達顯著差異水準 ( $p<.05$ )。從步頻來看，關家良一的步頻平均每秒鐘為1.49步，吳勝銘的步頻平均每秒鐘為1.60步，兩者達顯著差異水準 ( $p<.05$ )。就速度方面看，關家良一的速度平均每秒鐘為2.89公尺，吳勝銘的速度平均每秒鐘為2.55公尺，兩者間亦具有顯著差異 ( $p<.05$ )。

表4 兩位跑者步幅、步頻t檢定摘要表

	姓 名	個數	平均數	標準差	t值	p
左腳步長 (公尺)	關家良一	24	.96	.08	7.509	.000*
	吳勝銘	24	.79	.09		
右腳步長 (公尺)	關家良一	24	.97	.07	7.000	.000*
	吳勝銘	24	.81	.09		
步 幅 (公尺)	關家良一	24	1.93	.14	7.502	.000*
	吳勝銘	24	1.59	.17		
步 頻 (步/秒)	關家良一	24	1.49	.05	-6.527	.000*
	吳勝銘	24	1.60	.06		
速 度 (公尺/秒)	關家良一	24	2.89	.24	3.989	.000*
	吳勝銘	24	2.55	.34		

\*表  $p<.05$

#### 肆、討論

本次24小時的比賽中第一名選手關家良一以每小時平均跑11.45公里的成績完成比賽。我國表現最佳的第三名選手吳勝銘先生則僅以每小時平均跑9.01公里的成績完成比賽。從比賽現場錄影後所獲得的各項資料經整理比較後可以瞭解下列現象：

##### 一、步幅、步頻、速度之比較

- (一)、關家良一選手的步頻、步幅、速度都隨著比賽時間越長，而步頻漸少、步幅漸小、速度漸慢，第18小時是速度最慢的階段，隨後又逐漸加快步頻，增大步幅，使速度逐漸恢復，一直到比賽結束。Cavanagh, P.R.(1985)等許多學者研究亦指出，跑步到一個穩定的速度下，每位跑者皆有其自己個人最佳步幅 (optimum stride length) 如果縮小或者加大步幅長度，都會使跑者的重心垂直振幅加大，導致跑者消耗更多能量。所以研究人員認為身體重心垂直振幅最小時的步幅，可視為「最佳步幅」且跑者以最佳步幅參加比賽，應該會有較好表現。
- (二)、吳勝銘選手的步頻、步幅、速度也一樣隨著比賽時間越長，而步頻漸少、步幅漸小、速度漸慢，直到第18小時其速度降到每秒1.27公尺後才又把速度加快，但無法像關家良一維持到比賽完畢，而是在第21小時後其速度又往下掉。依據吳嘉祥(2003)以能量學的觀點，探討國內、外優秀超級馬拉松選手，運動過程中(前、中、後)機械能的變化及能量利用率。結果指出：超級馬拉松選手在運動過程中(前、中、後)，在步頻方面是呈現一個穩定的狀態，步幅有明顯下滑的趨勢，而重心的平均速度也隨著運動時間拉長使得速度明顯的降低。在絕對輸出能量(總機械能)方面發現世界頂尖選手是優於我國選手，且在評斷選手跑步動作技術好



壞的指標—能量利用率方面世界頂尖選手也明顯優於我國優秀選手。

- (三)、從上述可看出兩位選手的速度隨時間越久逐漸變慢，在第 18 小時速度降到最低。但關家良一選手第 19 小時後逐漸加快速度並維持到比賽終了，而我國選手吳勝銘則無法讓速度提昇並維持到比賽終了，是值得進一步探究的問題。
- (四)、兩位跑者在步頻、步幅的表現來看，吳勝銘選手的步頻平均每秒 1.60 步，比關家良一的步頻平均每秒 1.49 步要快些；但在步幅上，關家良一選手的步幅平均每步 1.93 公尺，吳勝銘選手的步幅平均每步僅 1.59 公尺，很明顯的吳勝銘選手步幅較關家良一選手為短，在平均速度上無法跟上關家良一選手，可能是因為步幅較短所致。以上結果顯示步幅對速度的影響大於步頻。就如李陸臻(2003)所指出的，步幅長度會因為身高所影響，身高相似的跑者其跑步時之步幅長度並無顯著差異存在。在跑步步態方面的研究，Clarke 等人 (1985) 曾提出：當跑步速度增加時，跑者首先隨著改變的是其跑步的步幅，接著才是步頻。可見在速度改變時步幅是比步頻有較大之影響。

## 二、步態週期不同階段耗時之比較

兩位跑者在步態各階段耗時之參數的比較來看，兩位跑者之左、右腳支撐期耗時、騰空期耗時、左腳跨步耗時、右腳跨步耗時等，除左腳跨出的騰空期耗時兩者之間沒有明顯差異外，其他各階段的耗時都有明顯差異，究其原因是否與吳勝銘選手兩腳支撐期蹬腿以後雙腳騰空不對稱有關。從數據上看吳勝銘選手右腳支撐期耗時 0.258 秒，騰空期耗時 0.574 秒；左腳支撐期耗時 0.247 秒，騰空期耗時 0.643 秒。很明顯的右腳支撐期耗時較長而騰空期耗時較短；左腳的支撐期耗時較短而騰空期耗時卻較長，亦是值得後續探討之問題。所謂步態分析(Gait Analysis)是指：步行時由一腳觸地後至相同一腳再次觸地的過程中，人類身體所表現的動作行為。而跑步是走路的延伸，這兩種不同動作型態，其特徵為步行時兩隻腳有雙支撐期，跑步兩腳有騰空期（林寶城、王金成 1993）。跑步的過程也可以透過步態分析後，來了解跑者在整個競賽過程中步幅、步頻的變化，亦可以自跑者每個單一跨步中來擷取該跨步週期的各項參數進行分析。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

- (一)、國際優秀選手關家良一以每小時平均跑完“11.45 公里”的成績完成比賽。我國表現最佳的選手吳勝銘則僅以每小時平均跑“9.01 公里”的成績完成比賽。
- (二)、從錄影後資料分析的結果看出，兩位選手的平均速度都隨時間愈長而速度漸慢的趨勢，且兩位選手的最慢速度都出現在第 18 小時。這原因可能是第 18 小時正好是午夜 2 點，一方面場邊加油的觀眾較少又是處於生理時鐘應該睡眠時間的影響所致。
- (三)、國際優秀選手關家良一每一步幅的平均長度為 1.93 公尺，國內最佳選手吳勝銘平均 1.58 公尺，兩者間有明顯差異，這可能是身材高矮差距懸殊的原因所致。
- (四)、兩位跑者在步頻與步幅的表現來看，吳勝銘選手的步頻比關家良一的步頻要快

些；但在步幅上很明顯的吳勝銘選手步幅較關家良一選手為短；在平均速度上無法跟上關家良一選手可能是因為步幅太短所致。可見步幅對速度的影響大於步頻。

## 二、建議

綜合上述結論提出下列建議：

- (一)、要成為超級馬拉松 24 小時賽的優秀男性運動員，除具備超強耐力、意志力外，必須具備每小時跑 11 公里以上的能力。
- (二)、下肢長可能影響步幅長度，步幅長短會影響跑步成績，因此下肢長可作為選材之參考。
- (三)、選手在訓練階段應調整生理週期，來克服午夜到凌晨的睡眠周期以提昇比賽成績。
- (四)、後續研究可針對吳勝銘選手兩腳支撐期耗時及雙腳騰空耗時不對稱的問題做深入探討。
- (五)、超級馬拉松 24 小時賽因時間冗長、空間廣闊，資料收集並不容易，東吳國際超級馬拉松 24 小時賽在 400 公尺跑道內舉辦，相對之下各項資料獲得較為容易，本研究僅對兩位跑者比賽中跑步的空間與時間參數給予分析，今後應可再從運動學、動力學、生理學等方面來研究，建立更多資料提供國內超級馬拉松選手參考。

## 參考文獻

- 李陸臻 (2003)。不同身體型態之跑者耐力跑步幅長之比較研究。輔仁大學體育系碩士論文，未出版，臺北縣。
- 吳嘉祥 (2003)。超級馬拉松選手跑步動作技術與能量變化分析與比較。中國文化大學運動教練研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 林寶成、王金城 (1993)。走步動作轉變成跑步動作時下肢和骨盤之運動學分析。體育學報，15，205-224。
- 林紅 (2000)。試析我國中長跑運動員成績差異的原因。瀋陽體育學院學報，3，24-25。
- 許樹淵 (1992)。田徑運動教學法。臺北市：協進圖書。
- Cavanagh, P.R & Kram, R. (1985). Mechanical and muscular factors affecting the efficiency of human movement. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 17(3), 326-331.
- Clarke, T. E., Cooper, L. B., Hamill, C. L., & Clarke, D. E. (1985). The effect of varied stride upon shank deceleration in running. *Journal of Sports Science*, 3, 41-49.