

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

月經週期對跳躍表現、肌耐力與疲勞指數之影響的動態時間
序列分析

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2413-H-034-005-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：中國文化大學體育學系

計畫主持人：劉宇

共同主持人：李宜芳

計畫參與人員：黃韻靜、吳嘉祥

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 29 日

月經週期對跳躍表現、肌耐力與疲勞指數之影響的動態時間序列分析

摘要

女性運動員運動表現與女性生理週期的關係，是許多研究感興趣的課題。在相關研究中大部分都是將月經週期的時間定格，或者是在月經週期中分階段採樣分析，對於連續性的動態時間序列特性未加考慮。由於女性月經週期的生理反應是一種隨著時間變化的動態過程，女性月經週期和運動表現的關係，不單只是影響當天的運動表現而已，有可能會影響數日後的運動表現。有鑑於此，本研究以交叉相關函數作為動態關係模式鑑定之主要工具，探討月經週期對跳躍表現、肌耐力與疲勞指數的動態影響，更進一步的探討整個生理週期變化與運動表現週期性變化之間的關係。

研究方法以 12 位受過國術訓練且有規律月經週期的女性大學生為受試對象，記錄受試者每天清晨的基礎體溫，並利用 Kistler Quattro Jump 測力板連續 60 天記錄受試者直膝垂直跳 (CMJ) 以及 30 秒屈膝連續跳 (CJB) 時的動態肌力參數、跳躍表現以及疲勞指數等參數。數據分析以月經來潮日為基準，將月經週期分為三個階段子期，觀察各階段子期運動表現的變化，統計方法包括描述性統計與動態時間序列分析，探討月經週期之基礎體溫與運動表現、疲勞指數等的動態互動關係。

研究結果顯示，在女性生理週期不同階段中之跳躍表現，在月經期階段表現最佳，在濾泡期階段的表現最差。疲勞指數的表現方面正好相反，在生理週期不同階段中，濾泡期階段表現最佳，在月經期階段表現最差。動態時間序列分析之研究結果顯示，跳躍表現在月經週期的第 10 天 ($k=10$) 後與基礎體溫呈顯著正相關，在第 1 天 ($k=1$) 後與基礎體溫呈顯著負相關；疲勞指數在月經週期第 19 天 ($k=19$) 後與基礎體溫呈顯著正相關，在第 6 天 ($k=6$) 後與基礎體溫呈顯著負相關，整體而言，所有受試者的運動表現在月經週期動態時間影響下，運動表現在月經週期的濾泡期後期與黃體期前期會有顯著的正向關係，表示在此期間運動表現會有較佳的成績表現。研究結果說明，女性運動員的運動表現會隨著月經週期的動態時間而有所變化，故月經週期生理變化不單只是影響當天的運動表現而已，它同時也可以對日後的運動表現產生影響。

關鍵詞：月經週期、時間序列分析、跳躍、肌耐力、疲勞

The Effects of Menstrual Cycle on Jumping Performance, Muscular Endurance and Fatigue Index: a Time Series Analysis

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of menstrual cycle on jumping performance, muscular endurance and fatigue index by using multi-variables time series analysis (Cross Correlation Function, CCF), and to explain the time relationship of co-variation under the condition of manipulated variable (body temperature) at no time delay (with lag $k=0$), or the time relationship of co-variation under the condition of time delay (with lag $k\neq 0$).

Method: 12 female student volunteers served as subjects. The basic body temperature (BBT) at morning was recorded every day for sixty days, and meanwhile Kistler Quattro Jump force plate was used to record the parameters of jump performance, and fatigue index during the subjects performed Counter-movement Jump (CMJ) and 30-second Continues Jump (CJ). The menstrual cycle was divided into three phases. We observed the changes of exercise performance at each difference phase, and used the time series analysis CCF to study dynamic interaction between menstrual cycle and exercise performance, fatigue index, etc.

The results showed that the best average jumping performance at the various stages of menstrual cycle was occurred during menstrual phase, and the worst performance during follicular phase. The best average performance of fatigue index at different phase during menstrual cycle was occurred during follicular phase, and the worst performance during menstrual phase. The results of time series analysis revealed that jumping performance was influenced positively by Basal Body Temperature, BBT, after the 10th day ($k=10$) of menstrual cycle, and negatively after the first day ($k=1$). Fatigue index had a positive relationship with BBT after the 19th day ($k=19$), and negative relationship after the 6th day ($k=6$). Overall, the exercise performance of subjects under the influence of dynamic time series of BBT had obviously positive relationship between the late stage of follicular phase and the early stage of luteal phase in menstrual cycle. This indicates that the exercise performance at this period can be achieved with a better score. Therefore, we can understand from these results that exercise performance for female athletics could be varied in accordance with the dynamic time changes of menstrual cycle. Menstrual cycle affects not only the exercise performance of a specific day, but also the exercise performance of the following days.

Keyword: menstrual cycle, time series, jump, endurance, fatigue

壹、前言

女性運動員運動表現與月經週期的關係，是許多研究感興趣的課題。Mathews & Fox (林正常譯, 1987) 依據有關女性運動員月經週期成績的研究結果指出，大部分的女性年輕運動員的運動成績，在本質上不會受到月經期的影響，但是會有個別差異存在，會在月經期時運動成績變差的人，大部分屬於耐力運動員（如划船和網球選手）。一般女性在月經期時，因月經來潮之不適造成許多生理、心理上的困擾，相對的其活動量也減少，但是，Hoeger 等人(2001)指出，女性運動員在參加奧林匹克運動會上打破紀錄時，往往都是在月經期時。此一觀點不僅打破了女性因月經來潮所背負的傳統月經禁忌觀念，同時也給女性帶來正確且健全的月經態度。

從一些學者在探討月經週期不同階段中對女性運動表現的影響文獻資料中得知，其研究結果是有不同的。黃美雪(1988)的研究中得知有 35.8% 的女性運動員運動能力表現最佳之時是在月經來臨之前。Bale 等人(1985)以女性游泳選手為對象，分別在月經開始後的第 1 天(行經期) 第 8 天(濾泡期) 第 12-15 天(排卵期) 和第 21 天(黃體期) 測試游泳運動表現，結果發現運動表現最佳時期是在月經開始後第 8 天和第 15 天，表現最差的時期是在月經開始後第 1 天和第 21 天。Mathews & Fox (林正常譯, 1987) 也提到，月經前期(月經來潮前幾天)及月經中的前幾天(月經期間的第一、二天)成績的質和量會下降，成績會進步的情形，通常發生在月經期的後段，在月經期後 (postmenstrual period)，如月經停止後的 15 天內成績最好。

從肌力觀點研究運動表現與月經週期之間的影響。Davies 等人(1991)以簡單的握力與立定跳遠肌力測試方法，探討月經週期不同階段中運動表現的變化，其結果顯示握力與立定跳遠在月經期時表現較濾泡期與黃體期出眾。Sarwar 等人(1996)則指出肌力在排卵期時比濾泡期和黃體期兩個時期有明顯增加。但是，Phillips 等人(1996)研究發現在月經週期的濾泡期階段，最大隨意力量 (MVF) 有增加。上述學者們的研究結果雖不同，但是所提出的結論都認為女性的月經週期對其運動表現是有所影響，但影響的程度以及在月經週期中各個階段之間的差異，並無一致的結論。

上述研究大部分都是將時間定格，或者是在月經週期中分階段採樣分析，對於連續性的動態時間序列特性未加考慮。由於女性月經週期的生理反應是一種隨著時間變化的動態過程，女性月經週期和運動表現的關係，不單單只是影響當天的運動表現而已，有可能會影響數日後的運動表現。這方面的研究並不多見，陳重佑等人(1997)以一名女性運動員月經週期對肌力表現的動態影響作探討，指出該名受試者最大發力率延遲了 8 天與基礎體溫呈負相關；最大肌力與爆發力延遲了 22 天與基礎體溫呈正相關，或延遲了 2 天與基礎體溫呈負相關；衝量延遲了 11 天與基礎體溫呈正相關達顯著，或沒有延遲時與基礎體溫呈負相關，都說明了黃體期後期與月經期前期的各項肌力表示最差，而濾泡期與黃體期初期的肌力表現較好。由於陳重佑等人(1997)的研究為單一個案研究，且研究僅限制在以垂直跳動力學參數為效標，並沒有考慮肌耐力與疲勞指數等參數，結果的代表性有其限制，無法反應出群體之變化特性。

研究目的

本研究的目的是以多元的時間序列分析方法「交叉相關函數 (Cross

Correlation Function, C.C.F.), 又稱錯位相關函數」, 以此作為動態關係模式鑑定之主要工具, 探討月經週期對跳躍表現、肌耐力與疲勞指數的動態影響, 以解釋說明自變項 (independent variable, 此指月經週期之基礎體溫) 與依變項 (dependent variable, 此指跳躍表現、肌耐力與疲勞指數) 在相同的時間點上 (錯位 $k=0$) 產生共同變異的時間關係, 或是在不同的時間點上 (錯位 $k \neq 0$) 彼此相互影響產生互變異的時間關係, 以瞭解月經週期對運動表現的連續性動態時間序列影響, 並藉此建立群體與個人之模式, 以找出運動表現高峰出現的時間參考指標。

貳、研究方法與步驟

一、研究對象

本研究的受試者為受過國術訓練的中國文化大學國術學系女性學生共 12 名, 且都有規律的月經週期。受試者的基本資料表如表 1 所示,

表 1: 受試者基本資料表

人數 (n)	年齡 (yrs)	身高 (cm)	體重 (kg)	腿長 (cm)
12	23.4±4.31	161.2±2.86	58.3±8.09	85.8±3.60

二、實驗儀器與設備

本研究所使用的儀器與設備包括:

1. Kistler Quattro Jump 測力板 (Force plate) 一台, 尺寸為 90cm ×60cm。
2. Notebook 電腦一台與 Kistler Quattro Jump 分析軟體一套。
4. 女性基礎體溫以「TOSHIBA 婦女體溫計」測量每日的基礎體溫。

三、實驗步驟與程序

1、基礎體溫 (Basal Body Temperature, BBT) 測量

基礎體溫之測量方法, 受試者在每日清晨剛從熟睡中醒來, 在床上還未經過運動、進食或受精神作用干擾前測量其體溫。本研究受試者依個人之作息時間, 在每日清晨依個人固定測量時間 (約上午六時至七時之間), 將體溫計放入舌下測量五分鐘, 並讀取其溫度以記錄之。

2、動態肌力參數測量方法

受試者每日在 Kistler Quattro Jump 測力板 (Force plate) 上完成兩種跳躍動作: 直膝垂直跳 (Countermovement Jump; CMJ); 30 秒屈膝連續跳 (Continue Jump Bent Legs; CJB)。本實驗在每日的上午八時至十時之間測量, 並記錄實驗所得之各種參數, 其實驗期間須連續測量 30 個工作天。測量之程序為: 受試者在測力板上, 以最大能力完成三次 CMJ 之動作, 選取最佳的一次跳躍動作數據作為跳躍表現的資料分析, 取得的數據有直膝垂直跳的離心末期力量 (CMJ_{Fi})、直膝垂直跳的爆發力 (CMJ_P)、直膝垂直跳的跳躍高度 (CMJ_H)。

受試者在完成 CMJ 動作測量後, 再進行 30 秒屈膝連續跳 (CJB) 之測驗; 在測驗 30 秒 CJB 之前, 須先預測 5 次的 CJB, 此 5 次 CJB 是作為 30 秒 CJB 之參考值, 30 秒 CJB 獲得的數據是作為肌耐力與疲勞指數的資料分析。

疲勞指數 (Fatigue Index hf) 公式為:

$$\text{疲勞指數} = \frac{\text{30秒屈膝連續跳最後五次的平均高度}}{\text{30秒屈膝連續跳最前五次的平均高度}} \times 100\%$$

四、資料處理與分析

資料分析以月經來潮日為基準，將月經週期分為三個階段（月經期、濾泡期與黃體期），觀察各階段月經週期運動表現的變化，統計方法包括兩部分：描述性統計與動態時間序列分析。

描述性統計之資料處理與分析乃是將 Kistler Quattro Jump 分析軟體所取得的 CMJ 與 CJB 數據，採用 SSPS for Windom V10.0 版的統計程式計算出肌力、爆發力與疲勞指數等數據的平均數與標準差。描述在不同階段的月經週期中對運動表現關係，以瞭解在不同的月經週期階段中運動表現的優劣。

（一）動態時間序列之資料處理與分析

本研究就是利用交叉相關函數（Cross Correlation Function, CCF）來觀察月經週期之基礎體溫對女性大學生運動表現和疲勞指數在沒有時間間隔（錯位 $k=0$ ），以及時間間隔為 $k \neq 0$ 時之動態時間影響與互變異之關係，換言之探討今天的月經週期基礎體溫對明天的（ $k=1$ ）後天的（ $k=2$ ），今後更多天的（ $k=3, 4, 5, \dots$ ）運動表現之動態時間影響。

假設有一組 n 個觀測值數列 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ ，其中 x 為基礎體溫， y 為肌力參數；在相隔 k 個時差之樣本交叉相關係數定義為：

$$r_{xy}(k) = \frac{C_{xy}(k)}{\sqrt{\{C_{xx}(0)C_{yy}(0)\}}} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

式中

$$C_{xy}(k) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})(y_{t+k} - \bar{y}), \quad k = 0, 1, 2, \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n+k} (y_t - \bar{y})(x_{t-k} - \bar{x}), \quad k = 0, -1, -2, \dots \end{array} \right\}$$

（二）交叉相關係數的顯著性檢驗

交叉相關函數受到數據的序列關係之影響。根據 Schmitz (1989) 的報告，如果不考慮數據的單變異（univariate）內部結構之特性，交叉相關的解釋可能導致錯誤的結果。Bartlett-Test 提出了解決這一問題的方法，通過在交叉相關顯著性檢驗中加入序列關係因素，對於錯位為 k 的交叉相關函數，其變異數（Variance）為：

$$\text{var}(r_{xy}(k)) \cong (T - k)^{-1} \sum_{m=-\infty}^{\infty} R_x(m) \cdot R_y(m)$$

這裏： R_x 、 R_y ：兩組時間序列 $X(t)$ 與 $Y(t)$ 的自相關函數（Auto correlation）。

在計算變異數時，考慮到樣本數的限制，在上式自相關函數求合（ \sum ）時，本研究將 m 設定在 $-T \leq m \leq T$ ，其中 T 為時間序列的長度。由於女性月經週期的基礎體溫是一種週期性的時間序列反應，因此，本研究將基礎體溫設定在 28 天為一個週期，在擷取動態時間序列的資料時，月經週期數據分析取三個週期，既 $T=28 \times 3=84$ 。檢驗值 t 的大小定義為交叉相關係數與其標準差的比值：

$$t = r_{xy}(k) / S.E.(r_{xy}(k))$$

其中，標準差為變異數的平方根。

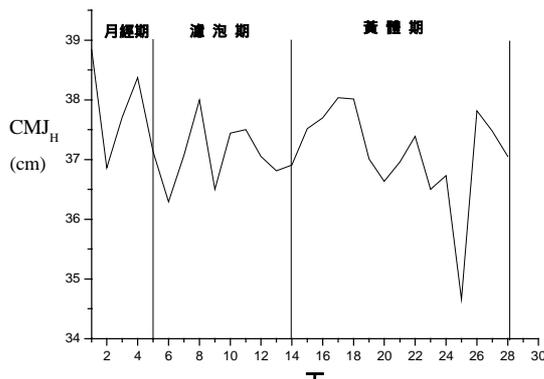
本研究中，交叉相關係數是利用 DasyLab 5.5 版軟體，將月經週期基礎體溫作為 X(t)變項，將每天的跳躍表現、疲勞指數等參數分別作為 Y(t)變項，分別求出基礎體溫、跳躍表現等參數的交叉相關係數。這一相關係數是時間錯位（即天數）k 的函數。本研究將顯著性水準，設定為 $\alpha=.05$ 。

參、結果與討論

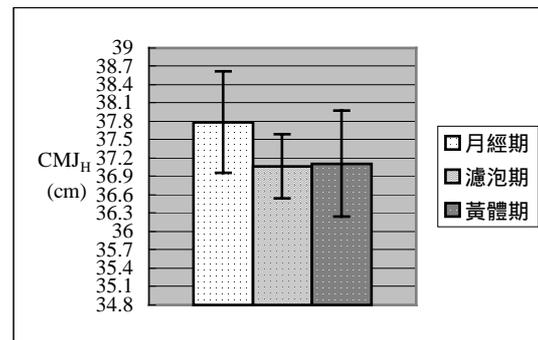
本研究將月經週期區分為月經期（月經來潮至結束約 5 天）、濾泡期（月經來潮結束後至排卵日止，指第 6 天至第 14 天）與黃體期（排卵後至下次月經來潮前，指第 15 天至第 28 天）（李從業等著，1995）。

一、跳躍表現之描述統計結果

本研究將直膝垂直跳躍高度（ CMJ_H ）設為跳躍表現的主要指標之一。由圖一中可知道受試者的 CMJ_H 在月經來潮的第一天（月經期第一天）出現一個高峰值，在月經週期的第 25 天則出現一個低峰值，亦說明 12 位受試者的 CMJ_H 在月經週期的第一天單日表現最好，在第 25 天時會出現單日表現最差之結果。從圖二中可觀察出月經週期不同階段期間 CMJ_H 的表現，發現在月經期階段 CMJ_H 表現最佳，在黃體期階段表現次之，而在濾泡期階段的表現較其他兩期的表現差。



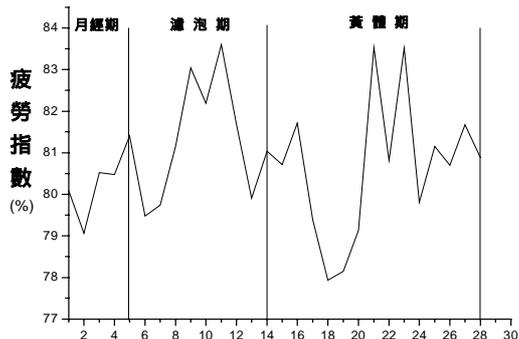
圖一：12 位受試者在月經週期中 CMJ_H 之平均值曲線圖



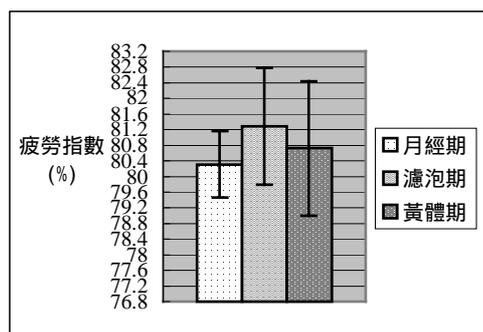
圖二：12 受試者在月經週期不同階段中 CMJ_H 的平均值直條圖

二、疲勞指數（Fatigue Index）之描述統計結果

在許多運動項目中，其肌力與耐力是運動表現的基礎，耐力的主要限制因素為疲勞，而疲勞程度是影響運動員運動表現的指標之一。肌耐力愈好疲勞指數愈高運動表現相對地提高，因此在本研究中將肌耐力與疲勞指數的表現視為一體，只針對疲勞指數作一討論。由圖三中可知疲勞指數在月經週期的第 11 天時出現高峰值，在第 18 天時則出現低峰值，也就是說疲勞指數在月經週期的第 11 天時會出現單日最佳的表現，在月經週期的第 18 天時則會出現單日最差的表現。圖四中可觀察到月經週期不同階段期間疲勞指數的表現，發現在月經週期的濾泡期階段疲勞指數有明顯的最佳表現，在黃體期階段則表現次之，而在月經期階段的表現則較其他兩期的表現差。



圖三：12 位受試者在月經週期中疲勞指數之平均值曲線圖

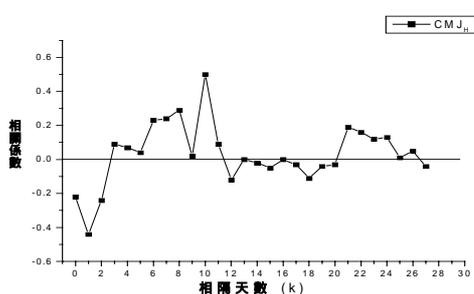


圖四：12 位受試者在月經週期中疲勞指數之平均值曲線圖

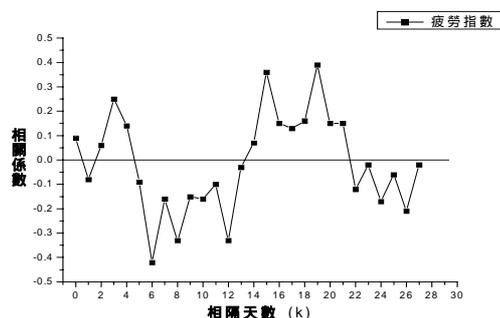
三、月經週期對跳躍表現、疲勞指數之影響的動態時間序列分析

本研究利用「交叉相關函數 (C.C.F.)」對「基礎體溫」與「跳躍表現」、「疲勞指數」之參數進行交叉相關分析。

從圖五中可觀察出 CMJ_H 在時間錯位 1 個間隔 (錯位 $k=1$) 後，其相關係數達顯著負相關，此表示 CMJ_H 在第 1 天 (錯位 $k=1$) 後與基礎體溫相互之間的影响達顯著相關；在時間錯位 10 個間隔 (錯位 $k=10$) 後其相關係數達顯著正相關，亦說明 CMJ_H 在第 10 天 (錯位 $k=10$) 後與基礎體溫相互之間的影响最明顯。



圖五：12 位受試者 CMJ_H 與基礎體溫之錯位 (k) 相關係數 (r) 曲線圖



圖六：12 位受試者疲勞指數與基礎體溫之錯位 (k) 相關係數 (r) 曲線圖

從圖六中可觀察出疲勞指數的表現在時間錯位 6 個間隔 (錯位 $k=6$) 時，相關係數達顯著負相關，也就是說疲勞指數的表現在第 6 天 (錯位 $k=6$) 後與基礎體溫相互之間的影响呈負向關係；在時間錯位 19 個間隔 (錯位 $k=19$) 時，相關係數達顯著正相關，這乃代表了疲勞指數的表現在第 19 天 (錯位 $k=19$) 後與基礎體溫相互之間的影响呈顯著正向相關。

四、綜合討論

垂直跳能力是指人體在靜止或移動狀態下，所能表現出的跳躍的高度，是屬於非乳酸性的無氧動力能力。同時， CMJ 垂直跳動作反映的是肌肉首先離心收縮然後快速向心收縮，即神經肌肉的 Stretch - Shortening - Cycle (簡稱 SSC) 的肌力能力 (劉宇等, 1996)。跳躍高度受到地面反作用力量與爆發力的影響，本研究將

跳躍高度 CMJ_H 視為單日跳躍表現之主要參考指標。

本研究發現（見表二），12 位受試者的跳躍表現在月經週期的月經期階段平均表現最佳，在濾泡期階段平均表現最差。上述的研究結果與 Davies 等人（1991）的研究結果相類似。Davies 等人測量在不同階段的月經週期中肌力的運動表現變化，顯示在月經期時表現較濾泡期與黃體期出眾。但是，由於受試者不同、所測試的項目不同等因素，所有研究者很難取得一致相同的結論，但它揭示的問題正在於此，即女性月經週期個體差異很大，運動表現不太可能出現一致的現象。

表二：12 位受試者在月經週期不同階段中之最佳與最差的運動表現表

名稱 \ 表現	最佳表現 (月經週期階段)	最差表現 (月經週期階段)
跳躍表現 (CMJ_H)	月經期	濾泡期
疲勞指數	濾泡期	月經期

有關疲勞指數的表現結果，本研究發現，疲勞指數的表現在月經週期的濾泡期階段表現最佳，但在月經期階段則表現最差。這一結果正好與跳躍表現 (CMJ_H) 出現相反的現象，跳躍高度所反映的是下肢彈跳力與爆發力能力，疲勞指數則反映的是下肢疲勞狀態或肌耐力能力，肌耐力是一種獨特的肌力能力形式，它有別於最大肌力與爆發力 (Buhle, 1981)，二者在表現運動能力的同質性並不高，因此，有可能會出現上述相反的現象。

一般研究月經週期對運動表現之影響的報告裡，大部分均是將月經週期分為月經期、濾泡期與黃體期三個階段來探討。在探討月經週期不同階段中對女性運動表現的影響報告中，學者們的結果有相似的，也有截然不同結果。Bale 等人（1985）結果發現月經開始後第 8 天和第 15 天運動表現最佳，月經開始後第 1 天和第 21 天表現最差。黃美雪（1988）研究結果得知在生理期與非生理期間的基本運動能力與技術能力並無顯著的差異。Dibrezzo 等人（1991）的結果發現在月經週期不同階段中肌力或耐力間的關係是極少甚至沒有影響。由上述討論可觀察出，月經週期對女性運動員的表現是有影響的，只是影響程度不一，產生變化的時間有所不同。

表三：12 位受試者基礎體溫與運動表現之時間錯位 (k) 後的最大正相關與最大負相關表

名稱 \ 相關性	最大正相關 (時間錯位 k)	最大負相關 (時間錯位 k)
跳躍表現 (CMJ_H)	K=10	K=1
疲勞指數	K=19	K=6

由於女性月經週期的生理反應是一種隨著時間變化的動態時間過程，因此，本研究以動態時間序列的模式鑑定方法探討女性月經週期中跳躍表現、肌耐力與疲勞指數的表現情形。本研究發現（見表三），12 位受試者的跳躍表現延遲了 1 天與基礎體溫呈負相關，延遲了 10 天與基礎體溫呈正向影響，亦為月經期與黃體期後期的跳躍表現較濾泡期後期表現差；疲勞指數在延遲了 6 天與基礎體溫呈負向影響，延遲了 19 天與基礎體溫呈正相關，也就是說月經期後期與黃體期後期的疲勞指數較黃體期前期表現差，黃體期前期則由於 19

天前的濾泡期體溫低而表現好。綜合上述結果，12 位受試者在月經週期的濾泡期後期與黃體期前期會有顯著的正向關係，也就是運動表現會有較佳的成果，在月經週期的月經期與黃體期後期會出現顯著負向影響，表示在此期間運動表現較差。

時間序列分析的交叉相關函數方法，經常被應用在經濟研究領域，例如：一種商品的產量與價格對另一種商品的產量與價格（或股價）產生的動態時間序列影響。在體育運動科學中，也有人利用交叉相關函數研究運動訓練的強度與訓練量對訓練效果 - 成績表現的影響。Schlicht（1988）得出結論認為，當天的訓練量與訓練強度未必會對當天的成績產生明顯的影響，但是會對今後幾天的成績產生滯後影響，若能了解這種影響與滯後的時間，對於運動訓練以致比賽的安排做出精確量化的規劃，將有重要的意義。

陳重佑等人（1997）將交叉相關函數（C.C.F.）用於月經週期對下肢動態肌力表現關係之探討，得出受試者最大發力率延遲了 8 天與基礎體溫呈負相關；最大肌力與爆發力延遲了 22 天與基礎體溫呈正相關，或延遲了 2 天與基礎體溫呈負相關，都說明了黃體期後期與月經期前期的各項肌力表示最差，而濾泡期與黃體期初期的肌力表現較好。

由於女性月經週期的基礎體溫是一種隨著時間變化的動態過程，本研究採取連續縱向追蹤的方式，透過動態時間序列的分析方法得知，女性月經週期的基礎體溫與跳躍表現、疲勞指數之間是存在著動態時間關係，也說明了女性月經週期對運動表現並非只影響當天的運動表現而已，對於數日後的運動表現也存在影響。

肆、結論與建議

- 一、跳躍表現在月經週期不同階段中，月經期階段的平均表現最佳，濾泡期階段的平均表現最差。疲勞指數在月經週期不同階段中的平均表現，濾泡期階段最佳，月經期階段表現最差。
- 二、女性月經週期的基礎體溫與跳躍表現、疲勞指數之間是存在著動態時間關係；跳躍表現在月經週期的第 10 天（ $k=10$ ）後與基礎體溫呈顯著正相關，疲勞指數在月經週期第 19 天（ $k=19$ ）後與基礎體溫呈顯著正相關。整體而言，跳躍表現與疲勞指數表現在月經週期動態時間影響下，在濾泡期後期與黃體期前期成績表現較佳，說明女性月經週期對運動表現並非只影響當天的運動表現而已，對於數日後的運動表現也存在影響。

本研究利用動態時間序列的模式鑑定方法，探討女性月經週期對運動表現之間的關係，其研究結果有助於瞭解月經週期對運動表現的動態時間影響，以建立群體與個人之模式，以找出運動表現高峰出現的時間參考指標。對於女性月經週期對運動表現的影響研究中，利用動態時間序列分析方法之研究尚不多見，如能有更多的相關研究文獻提供，作為量化與比較之參考，定能使本研究更具說服力，期望透過本研究能作為此一領域之起始。

參考文獻

- Mathews & Fox 原著，林正常譯（1987）。運動生理學 - 訓練的科學基礎。師大書苑有限公司。P429-468。
- 黃美雪（1988）。女子壘球隊員生理期間與非生理期間基本運動能力與壘球技術能力差異之比較，體育學報，第十輯，P161-171。

- 陳重佑、林鈺萍、劉宇、黃長福、陳帝佑 (1997)。女性運動員月經週期對肌力表現影響的動態時間序列分析。 中華民國大專院校 86 年度體育學術研討會。P255-271。
- 李從業、馮容莊、王子芳、王瑤華、黃國儀、曾英芬、陳信孚、洪志秀、柯淑華等 (1995)。 實用產科護理。華杏出版股份有限公司。P60-69。
- 劉宇、江界山、陳重佑 (1996)。肌力與肌力診斷的生物力學基礎。 台灣師大體育研究，第 2 期。P151-179。
- Hoeger, W. W. K., I Hoeger, S. A. (2001). Principles and Labs For Fitness and Wellness(6th ed.).Englewood, CO: Morton Publishing. P177.
- Bale, P. & Nelson, G. (1985). The effect of menstruation on performance of swimmers. Austrian Journal of Science Medicine in Sport, 17(1), 19-22.
- Davies, B. N., Elford, J. C., Jamieson, K. F. (1991). Variations in performance in simple muscle tests at different phases of the menstrual cycle. J Sport Med Phys Fitness, 31(4), 532-7.
- Sarwar, R., Niclos, B. B., Rutherford, O. M. (1996). Changes in muscle strength, relaxation rate and fatiguability during the human menstrual cycle. J Physiol, 493 (Pt 1), 267-72.
- Phillips SK, Sanderson AG, Birch K, Bruce SA, Woledge RC. (1996). Changes in maximal voluntary force of human adductor pollicis muscle during the menstrual cycle. J. Physiol, 496(Pt 2), 51-7.
- Schmitz, B. (1989). Einfuehrung in die Zeitreihenanalyse. Bern: Verlay Peter Lang.
- DiBrezza, R., Fort, I. L., Brown, B. (1991). Relationships among strength, endurance, weight and body fat during three phases of the menstrual cycle. J. Sports Med. Phys. Fitness, 31(1), 89-94.
- Buehrle, M. & Schmidtbleicher, D. (1981). Komponenten der Maximal-und Schnellkraft-Versuch einer Neustrukturierung auf der Basis empirischer Ergebnisse. Sportwissenschaft, 11, 11-27.
- Schlicht, W. (1988). Einzelfallanalysen in Hochleistungssport. Zum Verlauf und zur Wirkung selbstbezogener Aufmerksam-keit in 400m-Hurdenlauf. Schorndorf: Verlay.

計畫成果自評

本研究主要以多元時間序列分析方法--交叉相關函數 (Cross Correlation Function , C.C.F.)，探討月經週期對跳躍表現、肌耐力與疲勞指數的動態影響。本研究的內容與原計畫內容相符，已達成預期目標，研究結果之學術與應用價值在於：

- 1、瞭解月經週期對女性運動員之運動表現的影響，作為個人訓練課程設計之參考。
- 2、探討在不同階段的月經週期中對女性運動員之運動表現的變化，利用動態時間序列分析方法，瞭解基礎體溫（月經週期）與運動表現、疲勞指數等的動態互動關係。
- 3、研究結果有助於瞭解月經週期對運動表現的動態時間影響，並可建立群體與個人之模式，以找出運動表現高峰出現的時間參考指標。