

行政院客家委員會

獎助客家學術研究計畫報告



題 目：客家元宵火旁龍活動對舞龍者心率變異性之影響

申請人：黎俊彥

完成年月：中華民國 100 年 11 月 30 日

本報告係接受行政院客家委員會獎助完成

客家元宵火旁龍活動對舞龍者心率變異性之影響

提要

本研究之目的在探討客家元宵「火旁龍」活動對人體心率變異性之影響。本研究徵召臺灣地區舞龍團隊男性成員為受試對象，以高畫質攝錄影機收錄並分段神龍下凡、金龍翻騰、祥龍獻瑞、神龍參拜、戲找龍珠、迴龍搶珠、頭尾穿龍、睡龍起身、滾龍飛躍、蟠龍回首與穿尾離場等動作分期；以無線心率錶 (Polar RS800) 量測舞龍者活動過程之心率 RR-Interval 變化，再經 Polar Precision Performance Software 3.0 進行進行傅利葉轉換，分析活動過程頻譜分析參數，如高頻功率 (HF)、低頻功率 (LF)、低高頻功率比 (LF/HP)、常規化單位低頻 (LFn.u.) 與常規化單位高頻 (HFn.u.) 及時域分析參數心跳間隔的標準差 (SDNN)、相鄰心跳間隔差值之均方根 (RMSDD) 等 7 個參數，資料紀錄整理後，以 SPSS12.0 統計軟體，進行單因子變異數分析考驗各個分段活動心率 RR-Interval 之差異，顯著水準定為 $p < .05$ 。結果顯示舞龍者在進行火旁龍活動時會顯著增加心跳速率與縮短 RR-Interval，而其中迴龍搶珠、頭尾穿龍、滾龍飛躍與蟠龍回首等動作過程，心跳速率顯著較其他動作為高，而 RR-Interval 則顯著為低，顯示前述分段動作過程副交感神經活性會逐漸減弱，伴隨著運動強度的提高，交感神經活性會顯著的提升，本研究結果驗證客家元宵舞龍活動的確會對人體心率變異性造成正面之影響，而可能有益交感神經與副交感神經之活性調控。

關鍵詞：民俗體育、心跳率、自主神經、舞龍

客家元宵火旁龍活動對舞龍者心率變異性之影響

目次

第壹章、緒論

一、研究背景.....	1
二、研究動機.....	2
三、研究目的.....	3
四、研究範圍.....	3
五、研究限制.....	4
六、名詞操作性定義.....	4

第貳章、文獻探討

一、客家元宵火旁龍活動.....	7
二、心率變異性之探討.....	9
三、運動訓練與心率變異性.....	15

第參章、研究方法與步驟

一、研究對象.....	24
二、研究工具.....	24
三、實施方法與步驟.....	26
四、資料處理與分析.....	27
五、研究架構.....	28

第肆章、結果

一、基本生理特性分析.....	29
二、安靜休息仰臥時心率變異性分析.....	29
三、安靜休息站立時心率變異性分析.....	29
四、迎龍運動時期心率變異性分析.....	29

第伍章、討論..... 30

第陸章、結論..... 33

引用文獻..... 34

客家元宵火旁龍活動對舞龍者心率變異性之影響

表次

表 2-1	HRV 時域指標.....	17
表 2-2	HRV 頻域指標及臨床意義.....	18
表 2-3	橫斷面研究探討規律運動訓練對 HRV 的影響.....	19
表 2-4	縱貫面研究探討規律運動訓練對 HRV 的影響.....	22

客家元宵火旁龍活動對舞龍者心率變異性之影響

圖次

圖 1-1 R-R Interval 示意圖.....	5
圖 2-1 心臟跳動機制圖.....	11
圖 2-2 正常安靜心電圖.....	12
圖 2-3 頻譜分析圖.....	14
圖 2-4 心搏電位訊號與 R-R 間距.....	16
圖 3-1 Polar S810.....	24
圖 3-2 紅外線傳輸器.....	25
圖 3-3 Polar Precision Performance Software 3.0.....	25
圖 3-4 HRV Analysis Software.....	26
圖 3-5 無線心率監測器佩戴圖.....	26

客家元宵火旁龍活動對舞龍者心率變異性之影響

第壹章、緒論

一、研究背景

心率變異性 (heart rate variability, HRV) 是將臨床的心率訊號，經由時域或頻域分析法，來評估個體自律神經系統 (Autonomic Nervous System, ANS) 的活性，是一種非侵體性且可精確反映人體心血管系統健康狀態的評估技術 (Sandercock, Bromley, & Brodie, 2005)。當人體在從事活動時，心率會隨著運動強度增加而加快，而停止活動時，心率也會隨著運動強度減少漸緩減慢，其機轉主要是受到交感神經系統 (Sympathetic Nervous System, SNS) 與副交感神經系統 (Parasympathetic Nervous System, PNS) 交互作用的影響，而藉由快速傅利葉轉換 (Fast Fourier Transform, FFT) 分析此調控之變異，則可瞭解人體 ANS 的活性與平衡狀態。

較高的 HRV 活性顯示人體具有良好的 ANS 調控機轉與功能，而較低的 HRV 活性，則顯示人體心臟 ANS 之 PNS 活性降低，並會增加心肌心律不整的機率，且是心臟病與心血管疾病之危險因子與死亡風險的指標 (Halliwill, 2001 ; Takahashi, Okada, Hayano & Tamura, 2002)。研究已驗證肥胖、較高的體脂肪、過低的有氧適能與老化，皆會對 HRV 的活性造成負面的影響 (王顯智、黃美雪，2007; 唐善美、駱麗華、顏妙芬、蔡惟全，2006; Aubert, Seps, & Beckers, 2003; Gutin, Howe, Johnson, Humphries, Snieder, & Barbeau, 2005)。

有關運動訓練對 HRV 活性的影響，橫斷面研究顯示耐力訓練運動選手較一般常人較大的 HRV 活性，特別是有較高的高頻功率 (high frequency, HF) 活性，而顯現出較佳的 PNS 活性 (黃國禎、郭博昭、陳俊忠，1998; 陳金城，2002; Jensen-Urstad, Saltin, Ericson, Storck, & Jensen-Urstad, 1997; Macor, Fagard, & Amery, 1996; Shin, Minamitani, Onishi, Yamazaki, & Lee, 1997); 而縱貫面研究也顯示短期的有氧運動訓練可引起 ANS 的適應，來降低 SNS 活性與增加 PNS 活性; 而長期有氧運動訓練則可引起心房心室的電生理適應，來增進 PNS 的活性，兩種運動訓練皆可對人體的 ANS 功能產生正面的健康效益(杜鎮宇, 2002; Aubert 等, 2003; Melanson & Freedson, 2001)。

二、研究動機

元宵節亦稱小過年，為農曆春節的最後一天，此時傳統習俗歡慶活動的花樣及熱鬧程度僅次於大年初一，而火旁龍正是苗栗地區客家人在元宵節前後所舉辦的特殊舞龍表演活動，並與「平溪天燈」、「鹽水蜂炮」及「台東寒單」齊名，而漸成為全國知名的四大元宵慶典活動 (李國銘，2006)。早期客家舞龍活動中並無火旁龍活動，且舞龍是傳統民間武術表演項目之一，因舞龍者需具適當體能與武術基礎，而表演時旁觀者不斷投擲鞭炮，一方面除了可增添熱鬧氣氛，另一方面則可考驗表演者的武術涵養。考量 HRV 是一種新式非侵體評估個體 ANS 調控功能的技術，可較單純的心率量測提供更多精細的觀察變項，且不同的運動訓練也會對 HRV 活性造成不同的影響，然而未有任何研究探討火旁龍過程迎龍運動對 HRV 活性可能造成之影響，有鑑於瞭解傳統民俗節慶活動對人體生理與心理效益

之意義與重要性，因此以嚴謹科學來量化探討火旁龍過程迎龍運動對舞龍者HRV影響之研究有其迫切與必要性，並將有助於後續火旁龍活動與運動訓練之推廣與應用。

三、研究目的

探討客家元宵火旁龍活動對人體心率變異性之影響，以瞭解火旁龍迎龍活動的生理效益與推廣相關之應用價值。

四、研究範圍

- (一) 本研究受試對象擬徵召苗栗地區傳統舞龍團隊成員參與，其他地區與不同性質之團隊成員則非本研究探討範圍
- (二) 本研究「迎龍」動作包含神龍下凡、金龍翻騰、祥龍獻瑞、神龍參拜、戲找龍珠、迴龍搶珠、頭尾穿龍、睡龍起身、滾龍飛躍、蟠龍回首，與最後穿尾離場，各種動作皆需配合鑼鼓且分段時間相同，其他舞龍動作與不同編排之動作非本研究探討範圍。

五、研究限制

- (一) 本研究使用無線心率監測器 (Polar S810) 作為量測舞龍者心率變異性的儀器，其信效度已經過研究實證 (Gamelin 等, 2006)，其他心率量測儀器不在本研究討論範圍。
- (二) 本研究頻譜分析觀察變項為：高頻功率 (HF)、低頻功率 (LF)、低高頻功率比 (LF/HP)、常規化單位低頻 (LFn.u.) 與常規化單位高頻 (HFn.u.) 及時域分析參數心跳間隔的標準差 (SDNN)、相鄰心跳間隔差值之均方根 (RMSDD) 等 7 個參數，其他參數不在本次研究的探討範圍。
- (三) 本研究的施測地點為單純室內封閉式實驗規劃，故風力、溫度、溼度等環境因素可能對施測結果造成誤差，而選手臨場表現及心理因素也非本研究探討範圍。

六、名詞操作性定義

(一) 心率變異性

心率變異性 (Heart rate variability, HRV)，是指心跳與心跳之間 (R-R Interval) 時間 改變的人體生理現象 (圖 1-1)。可做為推估自主神經系統 (Autonomic Nervous System, ANS) 活性的指標 (陳金城, 2002)。

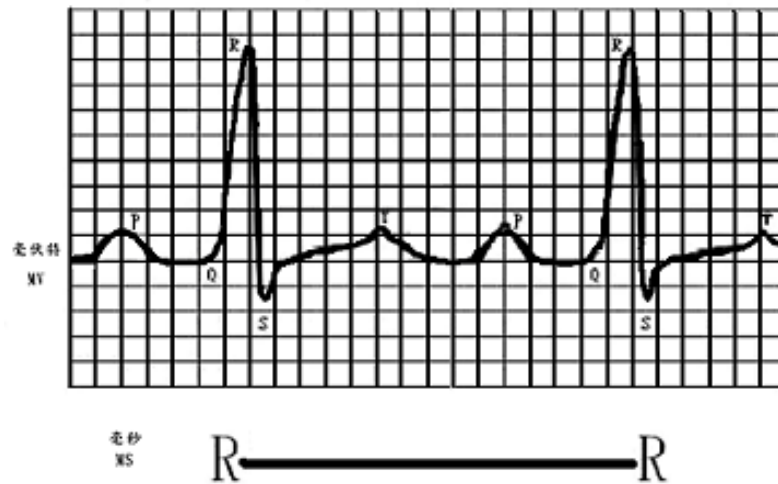


圖 1-1 R-R Interval 示意圖

(二) 安靜休息時期心率變異性

指選手於室內安靜場所（溫度 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ），靜止仰臥（10 分鐘）與站立不動（7 分鐘）的二種狀態，所量測的靜止狀態 R-R Interval 參數資料（Gamelin 等，2006）。

(三) 心率變異性頻譜分析（HRV spectral analysis）

由於人體的心率會隨著身體活動而產生變異，分析變異情形可進一步了解生理的活動，故量測心率變異性後，經傅利葉轉換進行頻譜分析，參照 1996 年歐洲心臟協會和北美電生理學會（Task Force of European Society of Cardiology and North American Society of Pacing and Electrophysiology）的建議，與 Validity of the Polar S810 Heart Rate Monitor to Measure R-R Intervals at Rest（Gamelin 等，2006）、氣喘兒童休息及活動狀態下的心率變異性（陳淑如、陳五常、邱泓文、鄭綺，2006）、太極拳外丹功對成年人自律神經活性的效應（呂萬安，2004）等相關研究，將 0.01-0.40 Hz 間頻譜曲線面積定為總功率（TP）；0.01-0.04 Hz 間頻

譜曲線面積定為極低頻功率 (VLF) ;0.04-0.15 Hz 間頻譜曲線面積定為低頻功率 (LF) ; 0.15-0.40 Hz 間頻譜曲線面積定為高頻功率 (HF) , 將高頻功率(HF) 做為副交感神經活性指標; 低頻功率(LF) 做為交感-副交感神經共同調控指標; 低高頻功率比 (LF/HP) 做為交感-副交感神經活性平衡指標, 可評估人體自主神經系統的變化。

(四) 心率變異性時域分析 (Time Domain)

心率變異性時域分析法是以統計方法將心跳間期加以分析, 本研究探討下列兩種指標: (1) SDNN (standard deviation of all NN intervals) 即全部正常心跳間期的標準差, 表示心率變異性的活性大小, 與低頻成正相關為交感神經活性指標。 (2) rMSSD (the square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent NN intervals) 即全部相鄰心跳間期差之均方根, 與高頻成正相關為副交感神經活性指標 (徐瑋瑩, 2006)。

第貳章、文獻探討

一、客家元宵「火旁龍」活動

元宵節為農曆春節的最後一天，又稱為上元節或俗稱正月半，此時傳統習俗歡慶活動的花樣及熱鬧程度僅次於大年初一，所以亦有小過年之稱。火旁龍是苗栗地區客家人在元宵節前後所舉辦的特殊舞龍表演活動，隨者現代休閒觀光風潮與地方特色文化節慶，其活動規模幾與「平溪天燈」、「鹽水蜂炮」及「台東寒單」齊名，而漸成為全國知名的四大元宵慶典活動（李國銘，2006）。此活動雖然說是反映客家人對人神之間情感的互動與信任：請神龍至凡間作客，為民眾除煞賜福，祈求來年風調雨順吉祥平安五穀豐登，而最終化龍返天，也深再說明各家人好禮送客與重情重義之天性與宗族特色。

早期客家舞龍活動中並無火旁龍活動，且舞龍是傳統民間武術表演項目之一，因舞龍者需具適當體能與武術基礎，而表演時旁觀者不斷投擲鞭炮，一方面除了可增添熱鬧氣氛，另一方面則可考驗表演者的武術涵養；此外，因為龍是吉祥的象徵，早期迎龍活動中鞭炮不可直接投擲於龍的身上，只能投擲於舞龍者腳下或身旁，然而隨者時代之演變與普羅觀眾捉狹的樂趣，於是漸漸的屏除此項禁忌，而可將鞭炮擲向龍身及龍隊，此時舞龍者更需明智使力設法舞動龍身，以將漫天而來之鞭炮甩開，來避免龍身被惡炸得支離破碎，自此鞭炮與龍共舞的景象則成為客家元宵節火旁龍的盛大節慶活動。

苗栗火旁龍的過程依時序可分為階段，分別為（一）糊龍：於農作物收成冬藏之後，利用年前農閒時期開始「糊龍」製作龍，並就地取材使用苗栗盛產質料

輕韌性好的桂竹，製作龍頭、龍尾，龍尾向右上捲起代表母龍，龍尾向左上捲起代表公龍，再按設定的節數編製龍圈，並依序排列銜接後幪上畫製好的龍被（龍衣）；（二）祥龍點睛：在元宵節舞龍活動之前，糊製完成的龍必須於農曆正月十五日當天下午，到當地土地公廟或神像前，遵循客家古禮科儀開光點睛，之後始可至家家戶戶登門參拜。為避免穢邪之氣入侵龍體，祥龍糊製完成後隨即進行此儀式，以確保龍體聖潔，而點睛則必須從眼、耳、鼻、天庭、龍身依序進行；（三）迎龍：神龍點睛之後，依習俗於農曆正月十五日起連續三日晚間，龍隊繞境家家戶戶拜年，其動作包含神龍下凡、金龍翻騰、祥龍獻瑞、神龍參拜、戲找龍珠、迴龍搶珠、頭尾穿龍、睡龍起身、滾龍飛躍、蟠龍回首，最後穿尾離場，各種動作皆需配合鑼鼓且紮實流暢；（四）躉龍：傳統上苗栗客家人對元宵節迎龍有兩種意義，一是歡迎神龍登門參拜納福，二是舞耍神龍驅邪，所以民眾常會跟著龍隊走，除了可以多吸點龍氣，在來年平安吉祥，也有跟著神龍前往光明大道之含意；（五）火旁龍：苗栗客家迎龍時會燃放鞭炮，一方面有恭迎神龍靈氣、驅邪納吉之意，另一方面則為慶賀助興，習俗認為龍愈火旁愈旺，一方面傳遞客家族群期待於傳統農業生活中祈求天神賜福降福護佑蒼生的目的，另一方面透過熱鬧的節慶活動增加年節氣氛以表達除舊佈新之意，因此若龍被炸得愈激烈與火花月多，出錢買鞭炮炸龍的商家、住戶及舞龍成員將來愈發達；（六）化龍升天：又稱為謝龍，苗栗客家習俗中，正月半迎龍為期三天，因此在正月十七日晚上完成所有慶典活動後，龍隊需返回原點睛儀式的土地公廟，設案供香謝神並舉行化龍返天儀式，意味功德圓滿香火興繼。

為了傳承客家此項寶貴的文化資產，苗栗市公所持續辦理炸龍活動多年，並以拓展地方觀光產業價值，與帶動客家國際文化觀光產業為宗旨，以運動賽會觀光的型式包裝整個活動長達三週以上，特別是在火旁龍活動時，數以萬計各式鞭炮重四面八方飛向龍隊，而龍隊需於鑼鼓喧天煙火炮聲中勇猛穿越重重炮陣；此外，參與民眾也能欣賞傳統工藝專家以各種媒材進行龍的創作，以及迎龍戲骨與夜光舞龍等活動，讓參與遊客充分體驗聲光刺激與濃厚年節氣氛；再者，苗栗市公所也與旅遊相關業者策略聯盟，將火旁龍活動加入套裝行程，與訂製遊龍燈帽與炸龍杯墊，以及千人彩繪接龍活動，除可擴大互補性服務，更可達到趣味參與及傳承祈福的意義，讓所有參與民眾能更全面、更精緻與更深入的親身體驗此項「火旁龍」民俗傳統體育活動（林衢良、林淑芬，2005）。

二、心率變異性之探討

心率變異性 (heart rate variability, HRV) 是指人體在相連 2 次心跳間期 (rate to rate interval, R-R interval) 改變的一種生理現象，透過頻譜分析可作為非侵體性評估人體自律神經系統 (Autonomic Nervous System, ANS) 活性變化的可靠技術，並能反映出人體心血管系統的健康狀態 (Sandercock, Bromley, & Brodie, 2005)。人體在從事運動時，心率 (heart rate, HR) 會隨著活動強度增加而加快，而停止運動時心率也會隨著活動強度減少漸緩減慢 (廖肇禮，2006)，其間的機轉主要是受到交感神經系統 (Sympathetic Nervous System) 與副交感神經系統 (Parasympathetic Nervous System) 交互作用的影響，這種變異調控可以具體反映出人體自律神經系統的平衡 (Balance) 狀態。

心率變異性的控制機轉是由自律神經系統所控制，而自律神經系統內，包含了交感神經系統與副交感神經系統兩大系統，人體藉由這兩個系統互相拮抗，來調控維持器官功能活動的平衡。交感神經的活性 (activity) 在運動時期會變大，具有使心跳加快、瞳孔放大、肌肉有力、腸胃蠕動變慢等功能，使身體進入緊張適合活動的狀態；而副交感神經的活性在休息時期增加，它具備了使心跳減慢、瞳孔縮小、肌肉鬆弛、腸胃蠕動變快...等，和交感神經作用相反的功能。舉例來說，人體在運動時，交感神經的活性上升，心跳會變快，肌肉也會更加有力；而在休息時，副交感神經的活性上升，使得心跳減緩，肌肉呈現鬆弛的狀態。

根據臨床超音波心圖學記載 (李源德, 1991)，心臟跳動的機制是藉由電氣衝動 (electrical impulse) 來傳導，首先由大腦皮層 (cerebrum) 產生衝動，接著傳到下視丘 (hypothalamus)，再傳到延腦 (medulla)、脊髓 (spinal)、竇房結 (SA Node)、心房、房室節 (AV Node)，再到心臟中的希氏束 (Bundle of His)、左右兩束枝 (Left Bundle Branch, Right Bundle Branch)，最後到蒲金氏 (Purkinje) 纖維，傳導到心肌細胞，產生心臟收縮 (圖 2-1)。

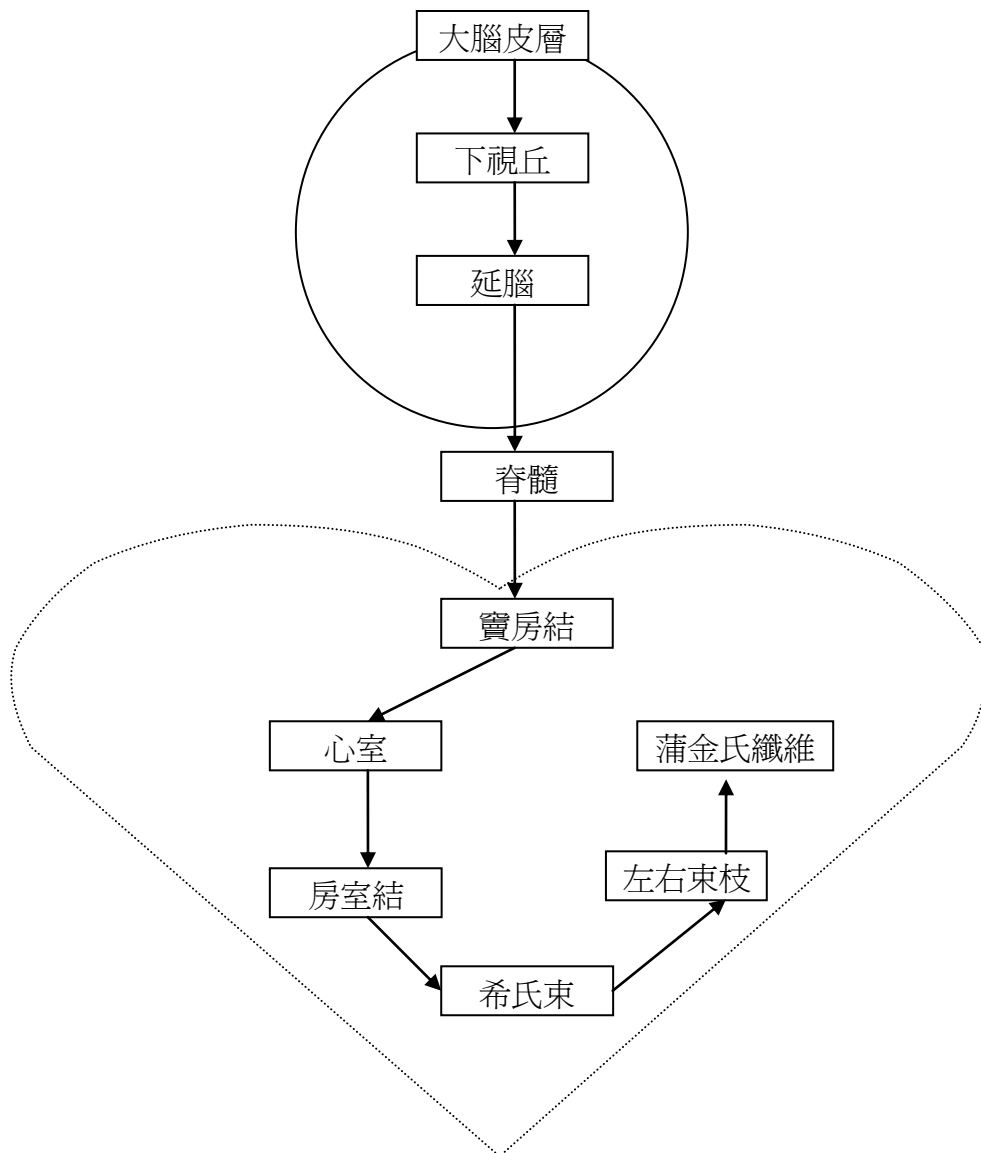


圖 2-1 心臟跳動機制圖

經由心電儀器可以量測出心肌電位記錄，並轉換成心電圖 (ECG)，依照其波形可標示成 P、Q、R、S、T (Powers & Howley, 1990) 等部份 (圖 2-2)。將每一個心跳 (HR) 資料與下一個資料比較，如果 R-R Interval 即兩個 R 波的長度有差異發生，即產生心率變異性 (陳金城, 2002)。

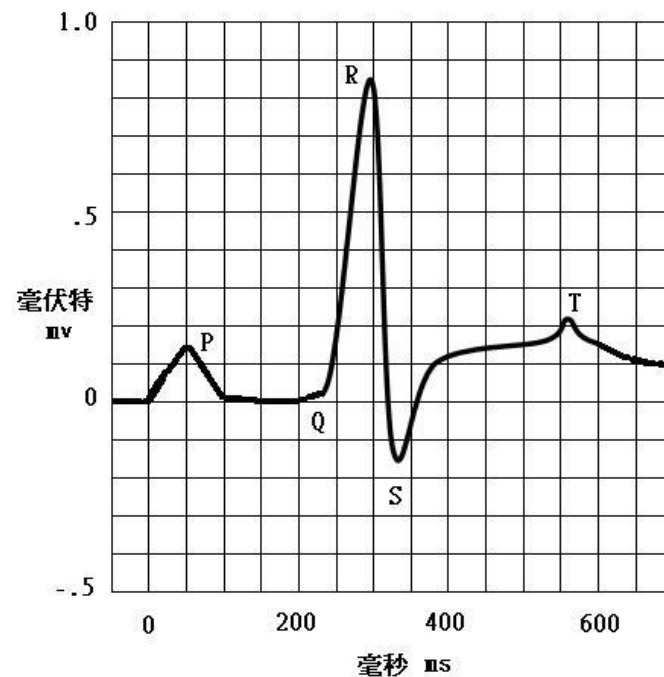


圖 2-2 正常安靜心電圖

心率的變化主要受到竇房結 (AV Node) 節率細胞與自律神經調控系统二部分的影響，但是基本上竇房結節率細胞的頻率是固定的，並不會在短時間內發生變化，而自律神經系統則會為了平衡身體活動狀態的需要，隨時依照環境變化發生改變，因此心率變異性可以反映出自律神經系統調節心率的狀態 (徐瑋瑩, 2006)。

除了上述因素外，心率變異性還可能受到身體姿態、運動介入、種族、年齡、身體組成、情緒、疾病、藥物等因素的影響而產生明顯的變異。身體姿態方面臥

姿的高頻 (HF) 會較坐姿與站姿高，而低頻 (LF) 部份則是臥姿較坐姿與站姿低 (Aubert, Seps, & Beckers, 2003; Rajendra, Kannathal, Lee, & Leong, 2004; Gamelin 等, 2006)。在 Carter 等 (2003) 探討耐力訓練後心率變異性的研究中指出，較年輕的組別在訓練後，心率變異性總功率 (TP) 有較大的增加。此外在 Gutin, Howe, Johnson, Humphries, Snieder, & Barbeau (2005) 青少年心率變異性研究中指出，黑種人在低高頻比部分較白種人為低，且身體活動較多或心肺適能較佳者，都擁有較佳的心率變異性。身體活動較多，心率變異性就會較佳，相似的結果也出現在 Winsley (2002)、Buchheit, Simon, Viola, Doutreleau, Piquard, & Brandenberger (2004) 與 Buchheit, Simon, Charloux, Doutreleau, Piquard, & Brandenberger (2005) 身體活動與心率變異性研究中。

有關身體組成部分，研究指出體脂肪低者，心率變異性較體脂肪高者佳 (Amano, Kanda, Ue, & Moritani, 2000; Gutin 等, 2005)。在情緒影響部分，Robazza 等 (1998; 1999; 2000) 研究發現到，舞龍選手的情緒會對心跳速率產生影響，緊張時心跳速率會加快，一般人在壓力增加或焦慮時，也會產生相同的反應 (Dishman, Nakamura, Garcia, Thompson, Dunn, & Blair, 2000)。藥物部份在 Aubert 等 (2003) 研究提到 β -阻斷劑等藥物，會造成心跳減緩，影響心率變異性。疾病部分在陳淑如等 (2006) 氣喘兒童研究中發現，休息狀態下，氣喘兒童與一般兒童心率變異性沒有差異，但活動狀態下，氣喘兒童心率變異性在高頻部份顯著高於一般兒童，有較高的副交感神經反應。

為了方便分析，通常將一連串收集到的心電圖，利用快速傅利葉轉換 (Fast Fourier Transform [FFT]) 轉變為功率頻譜做為分析資料，稱為頻域分析法

(Frequency Analysis)，而將心跳間期作統計分析則稱為時域分析法(Time Domain)。所謂頻域分析法是利用心跳監測儀器，量測心跳時 2 個 R 波間的心電圖資料，經快速傅利葉轉換成橫軸以赫茲 (Hz)，縱軸以強度 $ms*ms/Hz$ 為單位的頻譜，0.15-4.0 Hz 為高頻區 (high frequency)，被視為副交感神經活性定量指標；0.04-0.15Hz 為低頻區 (low frequency) 這部份受到交感神經與副交感神經的平衡調控；而 0.01-0.04 為極低頻區。

心率變異性時域分析法是以統計方法將心跳間期加以分析，有下列數種指標：SDNN、rMSSD、SDANN (standard deviation of the averages of NN intervals in min segments of the entire recording)、SDNN index (mean of the standard deviations of all NN index)、PNN50% (NN50 count divided by the total number of all NN intervals) (徐瑋瑩，2006)。圖 2-3 為一名 29 歲男性受試者，在仰臥 10 分鐘狀態下，以 Polar S810 量測的安靜時期心率變異性，經 HRV Analysis 軟體進行頻譜分析結果。

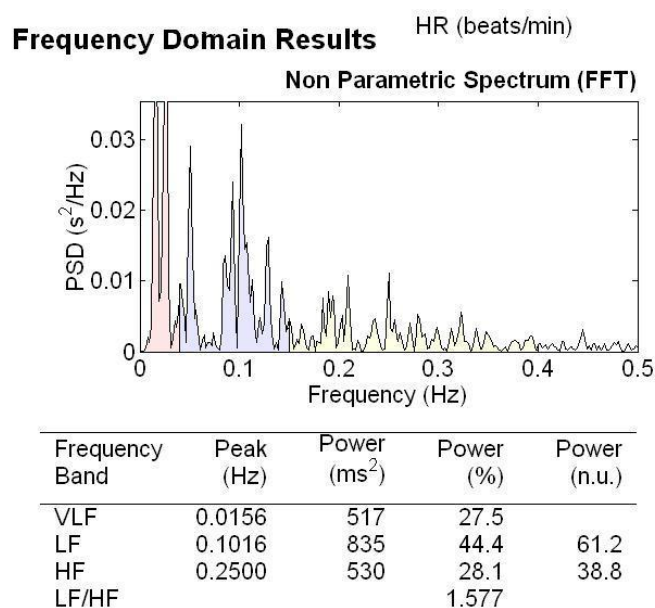


圖 2-3 頻譜分析圖

進行頻譜分析時，各區域功率頻譜曲線下面積為各區域之功率，以 0.01-0.40 區域間功率頻譜曲線下面積總合，為總功率 (total power, TP)。分析自律神經系統活性時，以高頻功率 (HF) 作為副交感神經活性指標；而低頻功率 (LF) 為交感神經與副交感神經的調控指標；而低高頻功率比 (LF/HF) 為交感神經與副交感神經的活性平衡指標 (呂萬安，2004；Aubert 等, 2003)。

連續紀錄心跳變化，分析心跳變異度可用來推測自律神經狀態，即交感與副交感神經的活動，以心率變異分析來研究自律系統的活性有簡易、非侵襲性及可量化等優點 (Rajendra 等, 2005)。此外研究顯示，將無線心率監測器 Polar S810 佩戴至受試者身上，量測受試者 10 分鐘臥姿與 7 分鐘站姿的心率變異性，與利用心電圖所分析出來的結果是一致的 (Gamelin 等, 2006)。

三、運動訓練與心率變異性

人體的自律神經系統 (autonomic nervous system, ANS) 主要分佈於平滑肌、心肌和各種腺體，其功能主要是控制臟器的反射與不隨意動作。ANS 分為交感神經系統 (sympathetic nervous system, SNS) 和副交感神經系統 (parasympathetic nervous system, PNS)，兩者相互拮抗保持平衡，SNS 可使心跳加快、瞳孔放大、腸胃蠕動變慢、排汗增加、使肌肉更有力，以應付緊急狀況；PNS 則使心跳變慢、瞳孔縮小、腸胃蠕動加快、排汗減少、讓肌肉放鬆，使人體呈放鬆狀態。心率變異性 (heart rate variability, HRV) 則是常被用來評估 ANS 生理狀態的指標，臨床上將心率的訊號經由時域分析法或頻域分析法取得 HRV 的各項

參數以評估 ANS 的活性。

早期 HRV 相關研究，是以醫學臨床研究為多，對象包括心血管疾病患者、老年人、婦女或兒童等（王顯智、黃美雲，2007；唐善美、駱麗華、顏妙芬、蔡惟全，2006），主要原因是前述族群的自律神經調控功能會因疾病、老化、生理發展等因素而降低其功能表現。近年來隨者科技的進步與技術的普及，HRV 也被應用來評估運動員心臟與探討運動訓練影響與效益，因此本文將簡述 HRV 的分析方法及常用來評估 HRV 之時域與頻域指標，並統整與剖析國內外 HRV 相關運動科學研究之成果與發現。

圖 2-4 為人體心搏電位訊號變化之簡圖，心搏是由竇房結發出電脈衝，並以漸進波的方式傳遞至左、右心房，而造成左右心房的收縮（P 波），電脈衝傳達房室結後約停滯 0.1 秒，再藉由傳遞纖維將電脈衝傳遞（Q 波）至左右心室造成左右心室收縮（R 波），在一連串的电活動之後心臟暫時靜止，心室等待再極化以恢復帶負電狀態（T 波）完成一次心搏。心室去極化與再極化現象分別為圖中的 Q、R、S、與 T 部分，心房僅有去極化的 P 波，沒有再極化的波形（吳政昆，2003）。

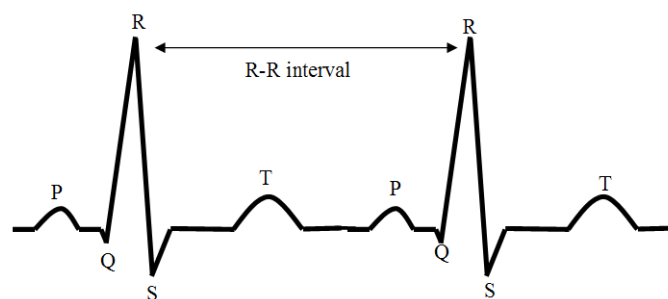


圖 2-4 心搏電位訊號與 R-R 間距

HRV 的分析則是將心電圖上的心跳間期逐跳地量測相鄰 QRS 波間的時距，並去除不必要的雜訊與受測者所發生的異位心跳，來得到一組正常心跳間期的數列，而在兩個 R 波間的軸距即所謂的 R-R 間期 (R-R Interval，圖 1)，此時再以時域或頻域分析法，來計算 HRV 的各項指標 (陳淑如、蔡月霞、羅映琪、蔡宜珊、鄭綺，2005)。HRV 過低代表動力學複雜性減少，適應性降低、克服因環境連續變化所需的能力減少。

表 2-1 為研究常採用的 HRV 時域指標，時域分析法可分為統計法及幾何法，統計法是將心跳間期做各種統計學上有關變異大小的計算，求得各項 HRV 的指標 (如 SDNN、rMSSD、pNN50)；幾何法則是將心跳間期的數列以作圖的方法畫出幾何型態，如分佈密度或心跳間期差值的分佈密度，再根據幾何型態算出各種參數 (如 Triangular index、TINN 等)。

表 2-1 HRV 時域指標

指標	單位	說明
Standard deviation of the NN intervals, SDNN	ms	正常心跳間期的標準偏差
The square root of the mean squared successive differences between adjacent RR intervals, rMSSD	ms	相間正常心跳間期差值平方和的均方根
NN50 count divided by the total number of all NN intervals, pNN50	%	相鄰正常心跳間值差值超過 50 毫秒的比例
Triangular index		正常心跳間期分佈密度最大處的心跳間期個數除以所有的心跳間期個數
Triangular Interpolation of NN intervals, TINN	ms	正常心跳間期分佈密度圖的三角形底寬

註：ms=毫秒 (millisecond)；NN=正常心跳間期。

表 2-2 則為研究常採用的 HRV 頻域指標，頻域分析法常用的計算方法有快速傅立葉轉換 (fast Fourier transformation, FFT) 與自動迴歸模型估計 (autoregressive model estimation) 兩種。依據 1996 年歐洲心臟協會和北美電生理協會專家小組會議 (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996) 對 HRV 測量標準之建議，將 R-R Interval 之功率頻譜主要振盪範圍介於 0.04 至 0.4 Hz 稱為總功率 (total power, TP)；介於 0 至 0.04 Hz 稱為極低頻功率 (very low frequency power, VLF)；介於 0.04 至 0.15Hz 稱為低頻功率 (low frequency power, LF)；介於 0.15 至 0.4 Hz 稱為高頻功率 (high frequency power, HF)。

表 2-2 HRV 頻域指標及臨床意義

指標	單位	說明
Total power, TP	ms ²	總功率，正常心跳間期的變異數，為整體心率變異性評估
Low frequency power, LF	ms ²	低頻功率，低頻範圍正常心跳間期的變異數，反映交感神經與部分副交感神經調控情形
High frequency power, HF	ms ²	高頻功率，高頻範圍正常心跳間期的變異數，反映副交感神經調控情形
LF/TP	nu	低頻功率與總功率之比值，反映交感神經活性定量指標
HF/TP	nu	高頻功率與總功率之比值，反映副交感神經活性定量指標
LF/HF	nu	低頻功率與高頻功率之比值，反映交感與副交感神經調控情形

註：ms=毫秒 (millisecond)；nu=常規單位 (normalized unit)。

相關研究多以 HF/TP 比值來作為副交感活性的指標，以 LF/TP 比值來作為交感神經活性指標，以 LF/HF 比值來作為交感與副交感神經活性平衡的指標，HRV 參數的比值法除可以避免因為 TP 不同而造成 HF 與 LF 的差異，且有利於不同研究間的橫向比較。表 2-3 為探討不同族群對象 HRV 差異的橫斷面研究結

果統整。Macor 等 (1996) 探討耐力訓練對 ANS 調控與血壓控制的影響，結果發現運動員的 HF 能量顯著較常人高，且靜脈竇有較高的迷走神經驅力，但壓力反射敏感性 (baroreflex sensitivity) 與血壓無差異。Jensen-Urstad 等 (1997) 探討優秀長跑選手安靜期徐脈(bradycardia)與 HRV 的關係，結果發現選手有較低心率，較高的 pNN50 與 rMSSD，而反映出較強的迷走神經調控。Shin 等 (1997) 也發現運動員休息心率較低，HF 能量較高，但 LF 能量與壓力反射敏感性無差異。Aubert 等 (2001) 探討不同運動訓練型式對 HRV 的影響，結果發現有氧與英式橄欖球運動員有顯著較低的心率，且有氧運動員較一般常人站立姿勢時有顯著較高的 LF、HF 與 pNN50，躺臥姿勢時有顯著較高的 LF 與 SDNN、rMSSD。

表 2-3 橫斷面研究探討規律運動訓練對 HRV 的影響

作者 (年代)	研究對象	研究發現
黃國禎等 (1998)	太極拳練習者 (TA)、高血壓患者(HA) 及一般 (NA) 男性	TA 與 NA 的 HF 顯著高於 HA，TA 的 LF 顯著高於 HA
陳金城 (2002)	丹道氣功練習者及一般常人	氣功練習組 pNN50 低於對照組，LF/HF、LF、LF/TP 則高於對照組。
李建樺 (2004)	不同距離青少年游泳運動員及同年齡一般常人	LF%與 HF%皆無顯著差異
Macor 等 (1996)	競技踏車運動員與一般常人	運動員的 HF 較常人高
Shin 等 (1997)	耐力運動員與非耐力運動員	運動員安靜期 HR 較低，HF 能量較高
Jensen-Urstad (1997)	優秀中長跑運動員與一般常人	運動員有較低心率，較高的 pNN50 與 rMSSD
Goldsmith 等 (1997)	不同最大攝氧量之健康常人	年齡與 HF 能量無顯著相關，而最大攝氧量則與 HF 能量有顯著相關
Melanson (2000)	不同身體活動量之健康常人	每週適度與激烈活動個體 HRV 較佳

Aubert 等 (2001)	有氧、無氧、英式橄欖球運動員 與一般常人	有氧運動員有顯著較高的 LF、HF 功 率與 pNN50
Stein 等 (2002)	運動員與一般常人	運動員副交感活性較大

註：HF=高頻功率；HR=心率；pNN50=NN50 相鄰正常心跳間值差值超過 50 ms 毫秒的比例；rMSSD=相間正常心跳間期差值平方和的均方根；LF=低頻功率；HRV=心率變異性。

研究驗證規律耐力訓練運動員有較佳的 PNS 調控，而顯示出顯著較高的 HF 能量與較低的 HR，且與運動員徐脈現象有關，後續研究探討老化與體能對 HRV 的影響，也驗證年齡與 HF 能量無顯著相關，而最大攝氧量則與 HF 能量有顯著相關 (Goldsmith, Bigger, Bloomfield, & Steinman, 1997)，且中年人過低的身體活動量也會對 HRV 造成負面之影響 (Melanson, 2000)，而建議規律有氧運動訓練可能是減輕許多心血管疾病 ANS 平衡擾亂一種有效的非藥物保護心臟的有效療法 (non-pharmacological cardio-protective therapy)。

此外為了瞭解運動員徐脈的機轉，後續研究 (Stein, Medeiros, Rosito, Zimmerman, & Ribeiro, 2002; Stein et al., 2000) 也嘗試使用自主神經藥物 (atropine 與 propranolol)，結果發現運動員有較大的靜脈竇週期 (sinus cycle) 收縮長度與恢復時間，以及心房心室有效恢復期 (effective refractory period)，而驗證耐力運動員靜脈竇自動性 (sinus automaticity) 與心房心室節傳導速率的變化，與內在生理的調適有關，而非僅是單純的 ANS 影響，因此規律的運動訓練除了會影響 PNS 活性，也會引起內在肌電生理傳導系統之調適。一般而言短期有氧訓練可能造成 ANS 調適，而減低 SNS 活性與增加 PNS 活性；而長期有氧訓練則可刺激心房 (atrial) 與心室 (ventricular) 擴張，而引致內在肌電生理的調適與增強副交感活性 (Aubert, Seps, & Beckers, 2003)。

表 2-4 為探討規律運動訓練對 HRV 影響的縱貫面研究結果統整。Levy 等 (1998) 以 13 位老年人及 11 位年輕人進行六個月，每週 3 次，每次約 60 分鐘的走路、跑步與踏車的有氧運動訓練計劃，而強度則由最初的 50~60% 最大攝氧量，漸進增加至 80~85% 最大攝氧量，結果顯示訓練後老年人與年輕人的最大攝氧量分別增加了 21% 與 17%，而老年人與年輕人的 SDNN 也分別增加了 68% 與 17%，顯示規律的耐力有氧運動訓練可增加老年人與年輕者的 PNS 功能。Schuit 等 (1999) 以 51 位老年人為對象，進行連續 6 個月，每週 3 次，每次持續 45 分鐘的有氧訓練課程後，結果顯示 SDNN、VLF 和 LF 皆顯著增加約 6%、10% 與 15%，顯示規律運動可顯著增加老年人之 HRV 參數，特別是 LF 與 VLF。Melanson 與 Freedson (2001) 以 11 位年輕男性進行 16 週，每週 3 天，每次 30 分鐘的中高強度（約 80% heart rate reserve, HRR）的運動訓練，結果顯示訓練後最大攝氧量增加 13.8%，而 pNN50、rMSSD 與 HF 在第 12 週訓練後即有顯著提昇，因此建議適度激烈運動 12 週即可有效改善個體 HRV 功能。杜鎮宇（2002）以 24 名健康的男性大學生為研究對象，進行 4 週不同強度（低強度 40% target heart rate, THR 以下；中強度 40%~60% THR 之間；高強度 60% THR 以上）規律運動訓練，結果顯示高強度運動訓練組，運動初期 LF% 顯著下降、HF% 顯著上升，因此高強度的運動訓練對安靜狀態及運動中之交感神經有減弱作用及對副交感神經有增強效果。

表 2-4 縱貫面研究探討規律運動訓練對 HRV 的影響

作者(年代)	研究對象	訓練持續時間及方式	研究發現
杜鎮宇 (2002)	24 名無規律運動習慣之健康男性大學生	4 週高強度運動訓練	能改善安靜或運動狀態之心臟自主神經活性的調控 (LF% 下降, HF% 上升)。
郭芳娟等 (2005)	13 位體脂肪過高之年輕女性	8 週中強度訓練	LF%、HF% 及 LF/HF 未改變。
徐瑋瑩 (2006)	30 位趨向肥胖但心率變異指標值正常的中年人	8 週易筋經練習	LF%、HF%、LF/HF、SDNN、rMSSD 均未改變。
Boutcher 等 (1995)	19 位訓練組及 15 位控制組	8 週有氧運動訓練	不足以改變中年人的 HRV 參數。
Levy 等 (1998)	13 位健康老人及 11 位健康年輕人	6 個月有氧訓練	68% 的年老者及 17% 年輕人 HRV 參數增加。
Schuit 等 (1999)	51 位老年人	6 週有氧訓練	實驗組 VLF 和 LF 顯著高於控制組
Melanson 等 (2001)	10 位年輕男性	12 週中高強度耐力訓練	HF 增加, 副交感神經的活動提昇。
Perini 等 (2002)	7 位男性及 8 位女性老年人的運動訓練	8 週劇烈有氧運動	HF、LF 未改變。

註：HF=高頻功率；LF=低頻功率；VLF=極低頻功率；HRV=心率變異性

雖然大多數研究支持規律運動訓練對 HRV 有正面的影響，然而 Boutcher 與 Stein (1995) 以 19 位中年男性進行連續八週，每週 3 次，每次約 60 分鐘的適度強度 (60% HR) 訓練，訓練運動包括 400 公尺行走熱身、關節伸展、有氧運動、400 公尺行走緩身(cool down)與最後的關節伸展，雖然訓練後提昇最大攝氧量 12%，但 HF 與 LF 卻無顯著的改善，顯示短期適度強度的有氧訓練無法有效改善中年人 HRV 功能。Loimaala 等 (2000) 以 83 位中年人，分別進行連續五個月，每週 4 至 6 次兩種不同強度(55% & 75% 最大攝氧量強度)的規律跑步運動訓練，結果顯示高強度跑步訓練可顯著增加最大攝氧量，並顯著降低安靜心跳率，但對 SDNN、pNN50 與 HF 能量卻無顯著的效果。Perini, Fisher, Veicsteinas, 與

Pendergast (2002) 以 15 位老年人 (7 男 8 女)，進行連續 8 週劇烈的有氧運動訓練課程之後，雖然訓練後最大攝氧量增加 18%，然而 HF 與 LF 皆無顯著的改善，顯示 8 週有氧運動訓練可改善心肺血管功能的週邊氣體交換 (peripheral gas exchange) 功能，但與心臟自主神經調控無關。郭芳娟、林正常與陳鉞奇 (2005) 以 13 位體脂肪過高者的年輕女性為研究對象，進行 8 週中強度 (60%~70% 最大心跳度) 有氧舞蹈訓練後，顯示心臟 ANS 之 LF%、HF% 與 LF/HF 無顯著變化。徐瑋瑩 (2006) 以 30 名趨向肥胖但 HRV 指標值正常的中年人為研究對象，進行 8 週易筋經練習後，顯示 HRV 的時域 (SDNN、rMSSD) 與頻域 (TP、LF%、HF% & LF/HF) 指標皆無顯著差異。

第參章、研究方法與步驟

一、研究對象

臺灣地區舞龍團 2 位男性成員為受試對象，所有受試者於實驗前進行病史的調查，排除有心臟病及其他特殊疾病患者。

二、研究工具

(一) 無線心率監測器

1. Polar S810：佩帶於受試者身上（圖 3-1），作為量測心率變異性的工具。



圖 3-1 Polar S810

2. 紅外線傳輸器：連接電腦上，接收 Polar S810 所量測的數據資料（圖 3-2）。



圖 3-2 紅外線傳輸器

(二) Polar Precision Performance Software 3.0

將 Polar S810 所量測的數據資料，經紅外線傳輸器傳送至電腦，運用 Polar Precision Performance Software 3.0 進行接收轉換，再將資料輸出成文字檔 (*.txt，圖 3-3)。

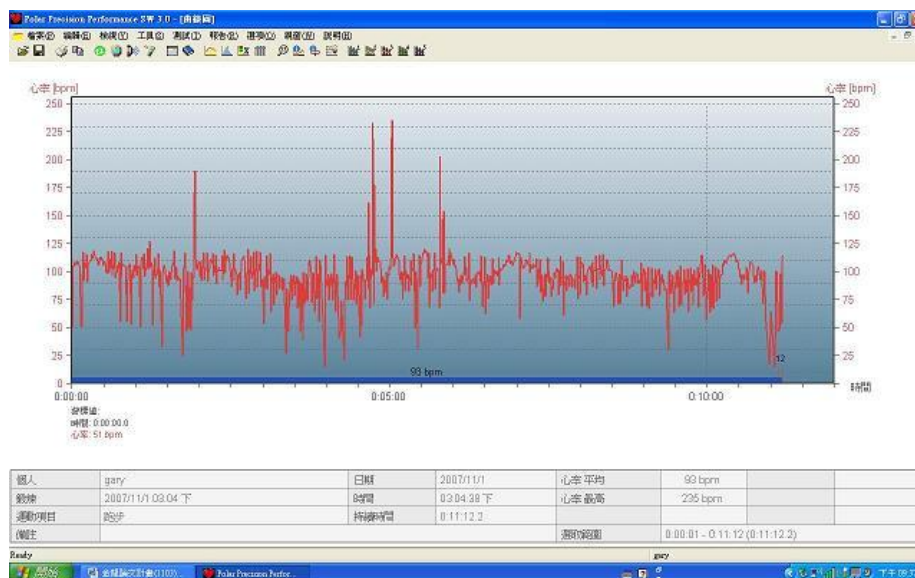


圖 3-3 Polar Precision Performance Software 3.0

(三) HRV Analysis Software

將 Polar Precision Performance Software 軟體轉換的文字檔，運用 HRV Analysis Software 進行傅利葉轉換，進行人工校正後，計算頻譜分析的參數與圖表 (圖 3-4)。

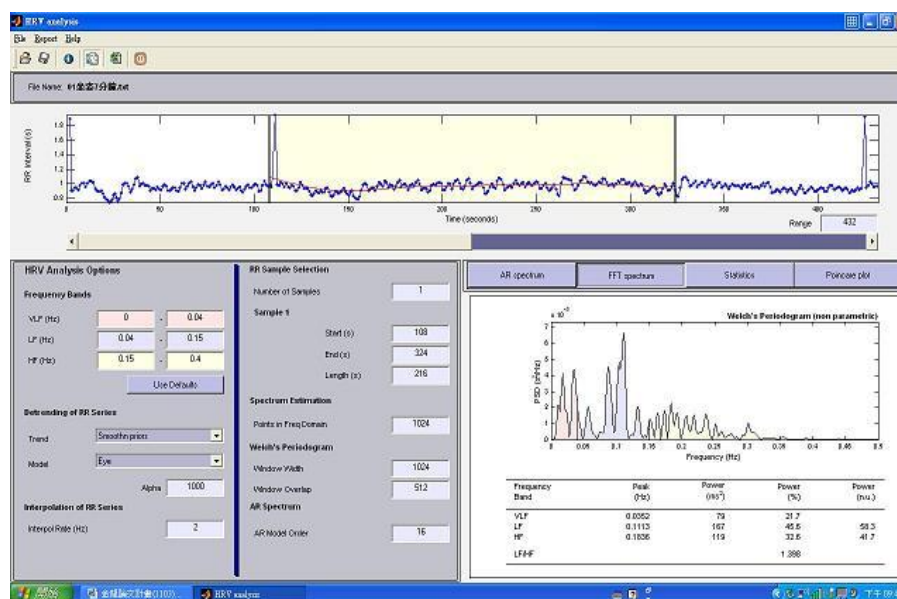


圖 3-4 HRV Analysis Software

三、實施方法與步驟

所有實驗處理的測試時間皆安排於 9 時至 16 時，在實驗進行前 2 天，以電話通知受試者試驗前 24 小時不得攝取任何含咖啡因之食物或飲品，並保持正常的生活作息。進行實驗時，將以無線心率監測器 (Polar S810)，收集受試者每次心跳的 R-R Interval，每次無線心率監測器的佩戴 (圖 3-5)，皆按照操作手冊完成。



圖 3-5 無線心率監測器佩戴圖

(一) 靜止狀態心率變異性的評估

量測受試者於安靜環境中，仰臥 10 分鐘與站立 7 分鐘的 R-R Interval，量測時，受試者應保持輕鬆的心情與放鬆的姿態 (Gamelin 等, 2006)。

(二) 舞龍活動心率變異性的評估

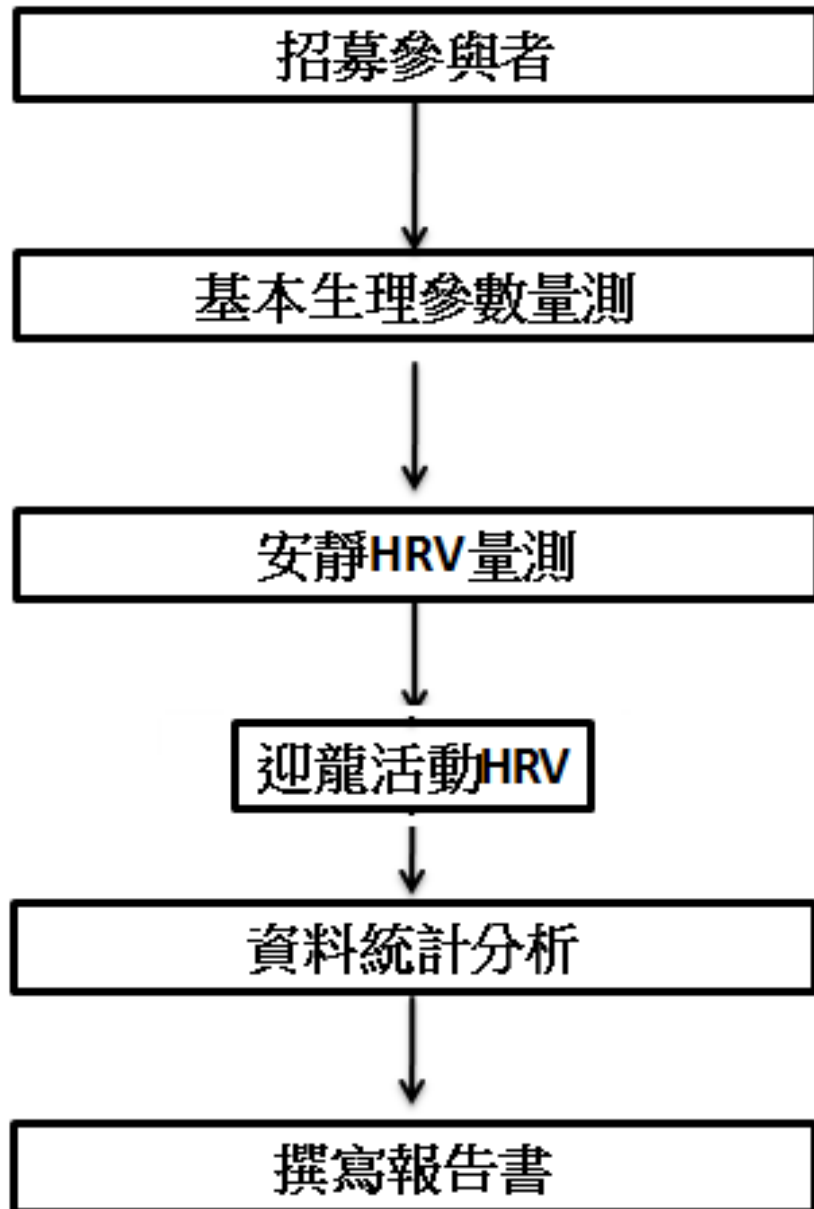
量測受試者於舞龍活動過程中 (金龍翻騰、祥龍獻瑞、神龍參拜、戲找龍珠、迴龍搶珠、頭尾穿龍、睡龍起身、滾龍飛躍、蟠龍回首與穿尾離場等) 的 R-R Interval。

四、資料處理與分析

測驗完成後，利用紅外線傳輸器將 R-R Interval 資料，傳送至 Polar Precision Performance Software 3.0，再將量測所得資料轉換成文字檔格式 (*.txt)，接著以 HRV Analysis Software (Biomedical Signal Analysis Group, Finland) 進行快速傅利葉轉換 (FFT)，每個時期選取 256 個 R-R Interval，以進行頻譜分析 (Frequency Domain)，來評估受試者的心率變異性的變化。

頻譜分析時，將 0.01-0.40 Hz 間頻譜曲線面積定為總功率 (TP)；0.01-0.04 Hz 間頻譜曲線面積定為極低頻功率 (VLF)；0.04-0.15 Hz 間頻譜曲線面積定為低頻功率 (LF)；0.15-0.40 Hz 間頻譜曲線面積定為高頻功率 (HF)。接著將高頻功率 (HF)、低頻功率 (LF)、低高頻功率比 (LF/HP)、常規化單位低頻 (LFn.u.) 與常規化單位高頻 (HFn.u.) 及時域分析參數心跳間隔的標準差 (SDNN)、相鄰心跳間隔差值之均方根 (RMSDD) 等 7 個參數，資料紀錄整理後，以 SPSS12.0 統計軟體，進行獨立樣本 t 考驗，顯著水準定為 $p < .05$ 。

五、研究架構



第肆章、結果

一、基本生理特性分析

本研究受試者基本生理參數分別為身高體重身體質量指數(Body Mass Index, BMI)分別為，屬於一般正常健康體位。

二、安靜休息仰臥時心率變異性分析

首先提醒受試者實驗時應注意事項，並於實驗過程中請受試者保持輕鬆狀態，接著量測舞龍選手位於室內安靜休息仰臥姿勢時，連續 10 分鐘的 R-R Interval 資料，再將量測所得參數輸入電腦，利用 HRV 分析軟體進行各項 HRV 參數分析，結果顯示靜止狀態仰臥時的 LF、HF、LFn.u.、HFn.u.、低高頻比 (LF/HF)、SDNN 與 rMSSD 等 7 種參數之能量活性分析結果分別為 $32.86 \pm 2.88 \text{ ms}^2$ 、 $51.45 \pm 3.51 \text{ ms}^2$ 、 $39.36 \pm 13.50 \text{ n.u.}$ 、 $60.64 \pm 13.50 \text{ n.u.}$ 、 0.74 ± 0.11 、 $0.87 \pm 0.03 \text{ ms}$ 與 $113.95 \pm 37.78 \text{ ms}$ ，而仰臥狀態時呈現高頻 (HF、HFn.u.) 參數大於低頻參數 (LF、LFn.u.) 的現象，顯示此時副交感神經活性作用較強。

三、安靜休息站立時心率變異性分析

實驗前請受試者於室內安靜休息站立，來進行連續 7 分鐘的 HRV 參數分析。結果顯示顯示靜止狀態站立時的 LF、HF、LFn.u.、HFn.u.、低高頻比 (LF/HF)、SDNN 與 rMSSD 等 7 種參數之能量活性分析結果分別為 $47.02 \pm 3.35 \text{ ms}^2$ 、 $22.91 \pm 2.94 \text{ ms}^2$ 、 $83.51 \pm 2.36 \text{ n.u.}$ 、 $16.49 \pm 2.36 \text{ n.u.}$ 、 2.57 ± 0.42 、 $0.67 \pm 0.03 \text{ ms}$ 、 $29.89 \pm 8.64 \text{ ms}$ ，顯示受試者於此情境下的 LF 參數 (LF n.u.、LF) 大於 HF 參數 (HF n.u.、HF)，與仰臥時結果不同，顯示站立時副交感神經活性有降低的趨勢，而交感神經活性則有增強的趨勢。

第五章、討論

本研究旨在探討客家元宵火旁龍活動對人體心率變異性之影響，透過 HRV 活性的檢測，提供了一個非侵體性評估自律神經調控的標記，可用來分析不同身體活動過程自律神經控制上的差異。時域參數中，心跳間期差值平方和之均方根 (rMSSD) 可以評估副交感神經的活性；頻域參數部份，則是以高頻 (HF) 參數作為副交感神經活性指標，低高頻功率比 (LF/HF) 作為交感神經與副交感神經的活性平衡指標 (呂萬安, 2004; 徐瑋瑩, 2006)。

本次研究使用無線心率監測器 POLAR S810，測量時最大的抽樣的誤差率為千分之一 (Pichon, de Bisschop, Roulaud, Denjean 與 Papelier, 2004)，每種狀態的心率變異性活性檢測需具有 256 個以上心跳間期 (R-R interval) 參數。無線心率監測器使用時具有非侵體性、戶外活動佩帶便利等優點，其測量信效度亦經國外研究驗證與心電圖量測結果具有一致性 (Gamelin 等, 2006)。

本研究結果顯示受試者在仰臥狀態下皆呈現出高頻 (HF) 參數較高，同時低頻 (LF) 參數與低高頻比 (LF/HF) 較低的現象，顯示舞龍選手 HRV 活性在仰臥狀態下，主要是受到副交感神經活性作用的影響。黃國禎等 (1998) 以 14 位拳齡 3.5-15 年從事太極拳運動老人 (年齡：67.71±5.37 歲) 與 14 位一般老人與 14 位高血壓老人為受試者，進行長期從事太極拳運動對男性老年人安靜心率變異性之影響研究，結果發現量測受試者仰臥休息 6 分鐘的心率變異性，太極拳組老人各項 HRV 指數皆為最高者，顯示從事太極拳運動者心率較緩，副交感神經有增強現象，同時也發現從事太極拳運動老人交感神經活性也較高，具有較大的心率變異性。在呂萬安 (2004) 以 20 位從事太極拳運動老人 (年齡：52.8±7.5 歲；

拳齡：1.9±1.0) 為太極拳組及 20 位一般老人 (年齡：56.3±8.5 歲) 為對照組，進行太極拳對成年人自律神經活性的效應研究，結果發現太極拳組在仰臥時 LF、LF/HF 顯著大於對照組，和本研究結果不符，這可能是因為本研究優秀組與一般組舞龍選手，仰臥的姿勢無法凸顯 HRV 的差別。

然而在靜止狀態站立時量測的心率變異性活性參數結果則顯示，受試者高頻 (HF) 部份較仰臥時降低，低頻 (LF) 部份與低高頻比則是呈現數值較仰臥時升高的變化，時域部份的 rMSSD 參數站立時則是較仰臥時降低。這部分結果與 Gamelin 等 (2006) 以 18 位健康男性 (年齡：27.1±1.9 歲；身高：1.82±0.06 公尺；體重：77.1±7.7 公斤) 為受試者，進行 Polar S810 測量休息時心跳間期的有效性研究結果相似，該研究發現受試者在站立時高頻 (HF) 部份較仰臥時降低 (64.9±62.1 v.s. 333.9±428.9)，低頻 (LF) 部份則是較仰臥時增加 (244.6±180.3 v.s. 192.8±122.1)，低高頻比部分也呈現上升的現象 (6.8±7.3 v.s. 1.3±1.2)，時域部份的 rMSSD 參數亦較仰臥時降低 (20.7±8.6 v.s. 46.5±23.7)。這顯示相較於仰臥姿態，站立姿態的心率變異性反映了交感神經活性增強的現象。

在鄭景峰、林惠美、蔡欣潔、朱嘉華與林正常 (2005) 的急性暴露於中海拔高地對於划船選手心跳率變異性的影響研究中，比較 11 位長期訓練的西式划船選手 (年齡：20.7±2.0 歲；身高：177.5±3.5 公分；體重：77.0±6.9 公斤) 與 11 位坐姿生活大專生 (年齡：21.0±1.1 歲；身高：174.3±7.5 公分；體重：68.8±15.1 公斤) 坐姿休息與划船運動時心跳率變異性，結果發現在低高頻比 (8.5±8.9 V.S. 14.0±29.2)、低頻 (36.3±24.2 V.S. 20.5±11.2) 與心跳率 (70.0±4.4 V.S. 76.3±9.2) 等參數實驗組與控制組有顯著差異，可能與長期訓練增加交感神經與副交感神經活動的調控有關。

在 Rajendra, Kannathal, Lee 與 Leong (2004) 以 60 位健康的受試者 (30 男, 30 女; 20 ± 3 歲), 比較坐姿與仰臥心率變異性研究顯示, 受試者在站立狀態下, 受到交感神經活性作用增強, 副交感神經活性作用減弱的影響, 呈現出低頻較高, 高頻較低, 同時低高頻比升高的現象。而 Lee 等 (2002), 以 20 位氣功訓練男性 (年齡: 24.6 ± 0.9 歲; 身高: 174.1 ± 2.2 公分; 體重: 64.5 ± 1.8 公斤) 與 20 位坐式生活男性為對照組 (年齡: 21.0 ± 0.7 歲; 身高: 171.7 ± 1.5 公分; 體重: 64.0 ± 2.5 公斤), 比較氣功訓練對心率變異性的影響研究中, 實驗組在氣功訓練前、氣功訓練中與氣功訓練後 3 個時期, 氣功訓練組皆呈現高頻 (HF) 部分大於對照組, 低高頻比 (LF/HF) 部分小於對照組的趨勢, 顯示長期接受運動訓練者高頻 (HF) 較一般人大, 而低頻與低高頻比 (LF/HF) 較一般人小的趨勢, 推論出接受長期訓練的運動員具有副交感神經活性增強的特徵。

此外, 分析舞龍運動時期量測的 HRV 參數可發現到, 舞龍者在迎龍活動時的高頻 (HF) 與 rMSSD 參數有顯著差異, 顯示舞龍者在從事迎龍運動時, 較一般活動有更高的副交感神經活性作用。此外, 較高的 HRV 活性高頻部份, 也顯示出長期迎龍訓練能提升副交感神經活性, 在林順萍、黃國禎、陳俊忠與郭博昭 (2006) 以太極拳練習者 (年齡: 67.08 ± 5.7 歲) 一般男性 (年齡: 67.7 ± 5.5 歲) 與高血壓男性患者 (年齡: 67.4 ± 5.5 歲), 進行太極拳運動對心臟血管機能之影響研究, 比較三組受試者的心率變異性差異, 結果發現長期從事太極拳運動者, 有較高的交感神經活性及心率變異性。由此可見, 耐力運動訓練的介入, 會強化運動員自律神經系統, 產生交感神經活性與副交感神經活性的提升, 使運動員有較佳的心率變異性。

第陸章、討論

本研究發現在安靜休息時期，舞龍者仰臥狀態 HRV 活性與一般常人並無顯著差異，顯示仰臥時的自律神經系統調控相近，皆呈現副交感神經活性較大的現象。而舞龍者站立狀態 LF/HF 較一般常人高，顯示在站立狀態舞龍者具有較佳的自律神經系統的調控。此外，在迎龍運動時期，舞龍者有較佳的 HF 與 rMSSD，顯示在迎龍活動時有較強副交感神經的活性作用，突顯出 HRV 的量測較傳統心率的量測，更能準確評估個體心率變異特性的狀態，提供了一個客觀量化的評估工具。

引用文獻

- 王顯智、黃美雲(2007)。心率變異度的發展與臨床應用。中華體育季刊,21(3), 1-9。
- 呂萬安(2004)。太極拳、外丹功對成年人自律神經活性的效應。未出版博士論文,國立陽明大學,台北市。
- 李建樺(2004)。游泳運動對青少年心率變異度之影響。未出版之碩士論文,國立臺灣師範大學,臺北市。
- 李源德(1991)。臨床超音波心圖學。台北市:聯經出版社。
- 杜鎮宇(2002)。不同強度的規律運動訓練對人體安靜與運動狀態下心臟自主神經功能的影響。未出版之碩士論文,國立體育學院,桃園縣。
- 林正常、林貴福、徐台閣、吳慧君(譯)(2002)。運動生理學。台北市:藝軒圖書出版社。(Powers, S. K. & Howley, E. T., 1990)
- 林順萍、黃國禎、陳俊忠、郭博昭(2006)。太極拳運動對心臟血管機能之影響。中華技術學院學報,34,389-397。
- 唐善美、駱麗華、顏妙芬、蔡惟全(2006)。探討心導管檢查前病人焦慮及心率變異之關係。實證護理,2(1),53-60。
- 徐瑋瑩(2006)。易筋經運動對中年人心率變異的影響。未出版碩士論文,南華大學,嘉義縣。
- 郭芳娟、林正常、陳鉞奇(2005)。有氧舞蹈訓練對體脂肪過高之年輕女性的心肺適能及心臟自律神經的影響。物理治療,30(2),67-72。
- 陳金城(2002)。以心率變異分析探討丹道氣功效應研究。未出版碩士論文,中國醫藥學院,台中市。
- 陳淑如、陳五常、邱泓文、鄭綺(2006)。氣喘兒童休息及活動狀態下的心率變異性。台灣醫學,10,20-27。

- 陳淑如、蔡月霞、羅映琪、蔡宜珊、鄭綺 (2005)。心率變異度的簡介及護理上的應用。 *新臺北護理期刊*，7(1)，1-11。
- 黃國禎、郭博昭、陳俊忠 (1998)。長期從事太極拳運動對男性老年人安靜心律變異性之影響。 *體育學報*，25，109-118。
- 廖肇禮 (2006)。 *國小學童在不同體育課程中心跳率、參與樂趣和課後身體活動量之差異研究*。未出版碩士論文，國立新竹教育大學，新竹市。
- 鄭景峰、林惠美、蔡欣潔、朱嘉華、林正常 (2005)。急性暴露於中海拔高地對於划船選手心跳率變異性的影響。 *體育學報*，38(1)，55-68。
- Amano, M., Kanda, T., Ue, H., & Moritani, T. (2000). Exercise Training and Autonomic Nervous System Activity Obese Individuals. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (8), 1287-1291.
- Aubert, A. E., Beckers, F., & Ramaekers, D. (2001). Short-term heart rate variability in young athletes. *Journal of Cardiology*, 37 Suppl 1, 85-88.
- Aubert, A. E., Seps, B., & Beckers, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Medicine*, 33(12), 889-919.
- Boutcher, S. H., & Stein, P. (1995). Association between heart rate variability and training response in sedentary middle-aged men. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70(1), 75-80.
- Buchheit, M., Simon, C., Charloux, A., Doutreleau, S., Piquard, F., & Brandenberger, G. (2005). Heart Rate Variability and Intensity of Habitual Physical Activity in Middle-Aged Persons. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37 (9), 1530-1534.
- Buchheit, M., Simon, C., Viola, A. U., Doutreleau, S., Piquard, F., & Brandenberger, G. (2004). Heart Rate Variability in Sportive Elderly: Relationship With Daily Physical Activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36 (4), 601-605.

- Carter, J. B., Banister, E. W., & Blaber, A. P. (2003). The Effect of Age and Gender on Heart Rate Variability after Endurance Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (8), 1333-1340.
- Dishman, R. K., Nakamura, Y., Garcia, M. E., Thompson, R. W., Dunn, A. L., & Blair, S. N. (2000). Heart Rate Variability, Trait Anxiety, and Perceived Stress Among Physically Fit Men and Women. *International Journal of Psychophysiology*, 37, 121-133.
- Gamelin, F. X., Berthoin, S., & Bosquet, L. (2006). Validity of the Polar S810 Heart Rate Monitor to Measure R-R Intervals at Rest. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (5), 887-893.
- Goldsmith, R. L., Bigger, J. T., Jr., Bloomfield, D. M., & Steinman, R. C. (1997). Physical fitness as a determinant of vagal modulation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(6), 812-817.
- Gutin, B., Howe, C. A., Johnson, M. H., Humphries, M. C., Snieder, H., & Barbeau, P. (2005). Heart Rate Variability in Adolescents: Relations to Physical Activity, Fitness, and Adiposity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37 (11), 1856-1863.
- Jensen-Urstad, K., Saltin, B., Ericson, M., Storck, N., & Jensen-Urstad, M. (1997). Pronounced resting bradycardia in male elite runners is associated with high heart rate variability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7(5), 274-278.
- Lee, M. S., Huh, H. J., Kim, B. G., Ryu, H., Lee H. S., Kim, J. M., & Chung, H. T. (2002). Effect of Qi-Training on Heart Rate Variability. *The American Journal of Chinese Medicine*, 30 (4), 463-470.
- Levy, W. C., Cerqueira, M. D., Harp, G. D., Johannessen, K. A., Abrass, I. B., Schwartz, R. S., et al. (1998). Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older men. *The American Journal of Cardiology*, 82(10), 1236-1241.

- Macor, F., Fagard, R., & Amery, A. (1996). Power spectral analysis of RR interval and blood pressure short-term variability at rest and during dynamic exercise: comparison between cyclists and controls. *International Journal of Sports Medicine*, 17(3), 175-181.
- Melanson, E. L. (2000). Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(11), 1894-1901.
- Melanson, E. L., & Freedson, P. S. (2001). The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males. *European Journal of Applied Physiology*, 85(5), 442-449.
- Perini, R., Fisher, N., Veicsteinas, A., & Pendergast, D. R. (2002). Aerobic training and cardiovascular responses at rest and during exercise in older men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 700-708.
- Pichon, A. P., de Bisschop, C., Roulaud, M., Denjean, A., & Papelier, Y. (2004). Spectral analysis of heart rate variability during exercise in trained subjects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(10), 1702-1708.
- Rajendra, A. U., Kannathal, N., Lee, M. H., & Leong, M. Y. (2004). Study of heart rate variability signals at sitting and lying postures. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 9, 134-141.
- Robazza, C., & Bortoli, L. (2000). Performance Emotions in an Elite Archer: A Case Study. *Journal of Sport Behavior*, 23 (2), 144-163.
- Robazza, C., Bortoli, L., & Nougier, V. (1998). Physiological Arousal and Performance in Elite Archer: A Field Study . *European Psychologist*, 3 (4), 263-270.
- Robazza, C., Bortoli, L., & Nougier, V. (1999). Emotions, heart rate and performance in archery. A case study. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39(2), 169-176.

- Sandercock, G. R., Bromley, P. D., & Brodie, D. A. (2005). Effects of exercise on heart rate variability: inferences from meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(3), 433-439.
- Schuit, A. J., van Amelsvoort, L. G., Verheij, T. C., Rijneke, R. D., Maan, A. C., Swenne, C. A., et al. (1999). Exercise training and heart rate variability in older people. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(6), 816-821.
- Shin, K., Minamitani, H., Onishi, S., Yamazaki, H., & Lee, M. (1997). Autonomic differences between athletes and nonathletes: spectral analysis approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(11), 1482-1490.
- Stein, R., Medeiros, C. M., Rosito, G. A., Zimmerman, L. I., & Ribeiro, J. P. (2002). Intrinsic sinus and atrioventricular node electrophysiologic adaptations in endurance athletes. *Journal of the American College of Cardiology*, 39(6), 1033-1038.
- Stein, R., Moraes, R. S., Cavalcanti, A. V., Ferlin, E. L., Zimmerman, L. I., & Ribeiro, J. P. (2000). Atrial automaticity and atrioventricular conduction in athletes: contribution of autonomic regulation. *European Journal of Applied Physiology*, 82(1-2), 155-157.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*, 93(5), 1043-1065.
- Winsley, R. (2002). Acute and Chronic Effects Exercise on Heart Rate Variability in Adults and Children: A Review. *Pediatric Exercise Science*, 14, 328-344.