

中華大學生物資訊學系系統開發專題報告

HRV 於健康管理之應用

Application of HRV in Health Management

專題組員: 楊婕、鄒佳蓉、葉雅真、蘇淳儀

專題編號: PROJ2016-BIOINFO-102001

指導老師:曾文慶老師

1. 摘要

隨著大眾健康意識抬頭，人們對於評估個人健康狀況並作其管理相當重視。一般而言健康檢查數據反應特定時間的生理現象，較無法評估整體健康狀況。醫學研究與臨床應用上，心律變異數(Heart Rate Variability, HRV)能反映自律神經系統功能，與整體健康狀況密切相關，且具有非侵入性與容易量測之特點，是罹患疾病風險評估與急重症預後管理之重要指標之一。對年長者與一些慢性疾病患者，如高血壓、心臟病、冠狀動脈硬化及糖尿病等，更是重要掌握健康狀況及預防急重症發生之有效預警指標。

由於 HRV 能反應人體整體健康情形，加上各種穿戴式裝置日漸普及，這些裝置大多具有量測 HRV 之功能，本研究進一步探討 HRV 用於個人健康管理之可行性。為反應 HRV 是否與個人健康狀況有關，本研究以脈診儀長期收集四位受測者各項 HRV 參數，並同時記載量測時身心狀態及當時環境因子。數據經分析後，建立個人化 HRV 參數正常範圍參考值，搭配文獻所載標準正常範圍參考值，評估 HRV 於個人化健康管理之應用性。此外，本研究也運用變方分析探討受測者 HRV 平均值之差異性是否顯著，結果顯示 HRV 平均值介於 39.83~66.13 之間，變方分析顯示四位受測者間正常參考

值有差異。說明這些正常範圍參考值，確實會因個人體質而不同，若採用單方面的公定標準，容易作出錯誤的判讀。本研究亦比較個人正常狀態與異常狀態之 HRV 參數，探討身心狀況對 HRV 參數之影響，結果發現當身心狀況異常時 HRV 參數之變化會因個人而不全然相同，表示當 HRV 參數超出正常範圍參考值時，需同時考慮個人 HRV 參數之變化趨勢，才能得到較正確之判斷。

2. 簡介

人體心臟並非以一個固定的速度跳動，處於穩定的狀態下也會有某一程度的變化，即每次心跳的間隔並不一定，這種變動就稱為心率變異(Heart Rate Variability, HRV)(翁根本，2009)。HRV 反映自律神經總活性，自律微調功能越好，HRV 越高。HRV 是一種因自律神經活動而產生的波動，為交感與副交感神經系統的動態平衡。HRV 可以反映一個人的整體健康狀況，因此多項與自律神經活躍有關的因素，皆會影響心率變異。交感與副交感神經系統的生理作用如表一所示，整體而言，交感神經系統是促進性的，在緊張、有壓力、危險、戰鬥狀態時，身體就會啟動相關必要的機能，例：心跳加速、血壓上升，讓人保持警覺、提升專注力，達到可以積

極應變的狀態；而副交感神經系統則是抑制性的，負責讓人放鬆、休息。自律神經系統就靠兩者之調節，維持正常狀態(張育彰，2008)。

表一、交感與副交感神經系統的生理作用

交感神經系統	副交感神經系統
1. 心跳加速	1. 鬆弛休息
2. 血壓上升	2. 保存體力
3. 呼吸變快	3. 促進消化
4. 體溫增高	4. 睡眠啟動

自律神經系統失衡時，若交感神經系統太強，便會出現焦慮緊繃、心跳加速、血壓升高之徵狀；若副交感神經系統太強，便容易覺得精神不濟、疲憊懶散、體力下降(張育彰，2008)。影響自律神經系統平衡之因素如表二所示，會因情緒、飲食、作息、年齡、疾病及藥物而失衡(王復蘇，2016)。

表二、影響自律神經系統平衡之因素

交感神經活性的增加	交感神經活性的降低
1. 緊張、壓力、沮喪、憂鬱	1. 服用β-阻斷劑藥物(Inderal、concor、Tenormine)
2. 熬夜、加班	2. 年齡老化
3. 甲狀腺機能亢進	3. 甲狀腺功能不足
4. 服用含咖啡因飲料(茶、咖啡、可樂)	4. 血管張力之崩潰(vasomotor collapse)(當休克時期)
5. 服用含擬交感神經藥物(感冒藥、流鼻水藥、止咳藥)	5. 菌血症
6. 服用減肥藥物者	
7. 體質因素	
8. 內分泌腫瘤(鉻細胞瘤、類瘤)	
9. 睡眠中經常驚醒者	
副交感神經活性的增加	副交感神經活性的降低

1. 感冒	1. 服用副交感神經阻斷劑 (Anti cholinergic Agent)
2. 長期睡眠品質不良	2. 糖尿病
3. 體質因素：皮膚過敏	3. 尿毒症(慢性腎功能不全)
4. 長期運動者	4. 冠心病
5. 服用助眠劑(stilnox)，提昇睡眠品質會增加副交感神經活性	5. 憂鬱症、焦慮
6. 高壓氧治療	6. 更年期之影響
7. 穀維素服用(γ-oryzanol)	7. 年齡老化
8. 壓力(非常少數人)	8. 難以入睡

由於HRV是自律神經活動所產生的振動，應用頻譜分析可研究自律神經之平衡狀態，高頻(HF)反應副交感神經活性，低頻(LF)則反應交感神經活性(Akselrod et al., 1981)。由於自律神經系統調控許多重要生理功能，故心率變異能反應出整體生理與病理狀態，作為健康狀況及健康風險的評估指標(European et al., 1996)。HRV量測的數據能當作慢性疾病患者發生急重症的預警指標，例如透過短期RR間期的差異性，檢測糖尿病患者的自主神經病變(Ewing et al., 1985)；急重症預後的評估管理，例如心肌梗塞之後的死亡風險的評估(Wolf et al., 1977)；以及妊娠後期或臨產過程的胎兒窘迫檢測，透過心跳間距(IBE)及早發現胎兒的危急狀況(Hon et al., 1965)。

為研究較低的HRV與罹患心臟病風險間之關聯性，Tsuji等以大社區內臨床上沒有明顯的冠心病或充血性心臟衰竭的居民為對象，運用動態心電圖評估其HRV。總計有2501位年齡平均53歲的受測者，追蹤3年半內發生心絞痛、心肌梗塞、冠心病死亡，或是

充血性心臟衰竭等心臟病之人數。收集之數據以比例風險回歸分析來評估 5 個頻域與 3 個時域 HRV 測量值與罹患心臟病風險之關聯 (Tsuji et al., 1996)。追蹤期間有 58 位受測者發生上述心臟疾病，調整年齡、性別、吸菸、糖尿病、左心室肥厚以及其他相關風險因子後，所有 HRV 的測量值，除了低頻與高頻功率比值外，皆與罹患心臟病風險具有顯著的關聯 ($P = .0016$ to $.0496$)。以 RR intervals 之標準偏差為例，降低 1 個標準偏差值，罹患心臟疾病的危險比率為 1.47(95%的信賴區間介於 1.16 與 1.86 之間)。

Dekker 等研究 HRV 用於預測罹患冠狀動脈性心臟病 (coronary heart disease, CHD) 與特定因素死亡之能力 (Dekker et al., 2000)。特定因素死亡者依據死亡證書記載，死因為心血管疾病及癌症 (cardiovascular disease, CVD; ICD-9 codes 390 to 459) and cancer (ICD-9 codes 140 to 240)。研究對象為社區內 14672 位沒有冠心病，年紀約 45~65 歲男女，在 1987 年到 1989 年間，記錄 2 分鐘的心律數據。到 1993 年為止，隨機抽樣 900 名受試者，所有罹患冠心病者 (395 例) 與所有死亡者 (443 例)，取得其 HRV 的時域參數。使用卜瓦松回歸 (Poisson regression)，計算於三個 HRV 區間，發生冠心病事件和死亡的相對比率。發現較低 HRV 會提高 CHD 和死亡發生的風險。根據研究結果，Dekker 等提出較低的 HRV 可以成為不健康的警告標示。

為了研究異常的 HRV 是否有較高罹患 CHD 或非 CHD 死亡的風險，Liao

等從社區研究中選出 11654 位年紀介於 45~64 歲間的男女來檢測 HRV 與 CHD，非 CHD 死亡間的關聯性。採用臥姿，休息狀態下的兩分鐘心跳數據，依此計算各項 HRV 參數，包含高頻和低頻功率、LF/HF 比值、SDNN (SDNN, normal-to-normal RR intervals)、MSSD 等 (Liao et al., 2002)。在八年追蹤期間有 635 人罹患 CHD (包括 346 個心肌梗塞與 82 個致死性冠心病)，623 人非因 CHD 死亡。分析顯示，對於有糖尿病的患者而言，HRV 較低者，罹患 CHD 之風險較高。

為研究中老年及老年人 HRV 之變化是自然老化過程或是因為疾病所致，Jandackova 等最初在英國於 1997 到 1999 年選出 44 至 69 歲的 3176 位男性與 1238 位女性，在 10 年間選取三個時間點紀錄短期的頻域及時域 HRV 參數 (Jandackova et al, 2016)。結果發現在不同族群間，男性 HRV 較女性低，有心臟代謝問題和回報使用非 β 受體阻滯劑等藥物者 HRV 也較低。縱向分析顯示，不論男女，隨著年齡增加 HRV 的數值會顯著下降，且越年輕者，下降速率越快。此外 HRV 下降趨勢與心臟疾病及藥物使用並沒有直接關聯性，社會經濟狀況，種族及體能活動等也沒有顯著的影響。此研究結果顯示年齡的增長會使 HRV 數值呈現較標準範圍低，但是若罹患心臟疾病或是使用藥物後，HRV 的數值將會更低，表示測量出的數據並不能只比對標準平均值，而是可以針對個人年紀與健康用藥情形去做參考。

為了研究心律變異可否預測老年人

之猝死性心臟病，Timo 等人在十年間隨機挑選 325 位年紀皆大於等於 65 歲且有全面性心臟風險之受試者，紀錄 10 年之實驗檢查數據與 24 小時動態心電圖之數據(Timo et al., 2001)。追蹤期間有 164 人死亡，其中有 71 位是死於心臟疾病，29 人被定義為心臟病性猝死。Timo 等發現短期內 HRV 突然下降，則心臟病死亡風險會增加，特別是老年人口中的心臟性猝死。此研究顯示記錄老年人 HRV，可有效預測心臟病發作時間，及早進行醫療措施。

Dietrich 等隨機選擇 1742 位 50 歲參與者，紀錄 24 小時心電圖數據。經由多變量回歸分析發現，跟男性比較起來，女性的 SDNN 有 6.1%較低的標準偏差、11.4%較低的總功率，以及 27.2%較低的低頻功率(LF, low-frequency power)。當 BMI 增加 1 個單位，SDNN 便減少 0.7%，總功率則減少 1.2%。和血壓正常者相比，罹患高血壓患者有 9.2%較低的低頻功率；當前吸菸者比從不抽菸者有 15.5%較低的低頻功率。另外每小時的劇烈運動能增加 2.0%的 SDNN，3.6%的高頻功率和 4.2%的低頻功率 (Dietrich et al., 2006)。

雖然 HRV 可用預測急性心肌梗塞後的風險分層，但在作為預測缺血性心臟病病患發生心源性猝死的應用性仍須進一步研究。Kenneth 等回顧性分析 179 位罹患充血性心衰竭退伍軍人接受心律不整治療患者之心電圖數據，探討 SDNN intervals 能否用於預測總死亡率與猝死。為辨別高風險患者，Kenneth 等將 HRV 最低四分位數的患

者與其餘患者的數值做比對，其中共計 127 位患者符合納入標準，多變量模型分析顯示，SDNN 小於 65.3 ms 為單一獨立的存活預測因子。另外 Cox 比例風險模型分析顯示每增加 10 ms 的 SDNN，死亡風險降低 20%。此外，SDNN 小於 65.3 ms 的患者的猝死率有顯著增加。由此可知 HRV 在預測總死亡率與猝死具顯著相關(Kenneth et al., 2002)。

HRV 能反映人體整體健康狀況，在醫療照護領域可作為罹患疾病風險評估與急重症預後管理之重要指標。對年長者與一些慢性疾病患者，更是重要掌握健康狀況及預防急重症發生之有效預警指標。隨著各種穿戴式裝置日漸普及，這些裝置大多具有量測 HRV 之功能，為研究 HRV 參數是否能夠用於個人健康管理，本專題進一步探討 HRV 用於個人健康管理之可行性。

3. 專題進行方式

脈診儀是一種多功能且為非侵入性的檢查儀器，其量測參數包括收縮壓、舒張壓、心跳、HRV(自律神經功能總活性指標)、LF%(交感神經活性)、HF%(副交感神經活性)、LF/HF(交感/副交感神經平衡)，及 5 分鐘內不規則心跳次數(台灣科學地(股)公司，2014)。脈診儀參數中的 HRV(自律神經功能總活性指標)不僅可以當作罹患疾病風險評估與急重症預後管理之重要指標之一，對年長者與一些慢性疾病患者，如高血壓、心臟病、冠狀動脈硬化及糖尿病等，更是重要掌握健康狀況及預防急重症發生之有效預警指標。

本研究應用脈診儀長期收集四位受測者的各項 HRV 參數，及量測時的環境因子、身心狀況與生理狀況等，探討 HRV 與個人健康之相關性。長期收集之數據以統計方法計算平均值、標準偏差及 95%信賴區間。本研究首先運用正常狀態下所測得之數據，建立個人化的 HRV 參數正常範圍參考值，同時以變方分析探討個人間之差異。接著將異常狀態之數據與個人正常範圍參考值作比較，探討身心狀況與 HRV 參數之關聯性。

測量 HRV 參數時，同時記載測量環境與身心狀況，用於探討個人健康狀況與 HRV 之關聯(表三)。測量環境記載量測 HRV 參數時之天氣、空氣品質、量測姿勢及其他因子等；測量時心理狀況記載各種情緒；測量時生理狀況記載當時之身體狀況、有無慢性病及從事的活動等。心理狀況反映個人當時情緒以及發生情緒的原因；生理狀況反映生理期、感冒或身心疲憊時的狀態。

表三、HRV 測量及相關身心狀況

I. 測量者代號

II. 測量環境

1. 天氣：晴 雨 陰 雪 霧

2. 氣溫：_____℃

3. 濕度：_____%

4. 空氣品質 PSI：0-50 51-100 101-199 200-299 ≥300

5. 地點：_____

6. 空調：有_____℃ 無

7. 量測姿勢：坐 臥

8. 背景音樂：有 無

III. 心理狀況

情緒：平常心 喜悅 憤怒 悲傷 恐懼 興奮 其他_____

情緒源：_____

IV. 生理狀況

1. 身體狀況：良好 尚可 差，說明：_____

2. 慢性病：無 有

高血壓 糖尿病 主動脈血管瘤 肝硬化 肌肉萎縮症

其他：_____

3. 活動(activity)

運動 坐式生活型態：長期臥床或無法自主性活動者

輕度身體活動：家事 一般行走 唱歌 其他：_____

中度身體活動：球類運動 騎自行車 慢跑 其他：_____

費力身體活動：游泳 快跑 有氧舞蹈 其他：_____

4. 主要成果

本研究首先建立個人化的 HRV 參數正常範圍參考值，運用長期於身心狀況正常下所測得之數據，計算平均值、標準偏差，以 95%信賴區間為個人標準參考值，搭配文獻所載標準參考值，評估 HRV 於個人化健康管理之應用性(表四)。所謂身心狀況正常是指無已知的外力影響身心狀態，外力包含生理(如生病、生理期)、心理(如壓力、情緒起伏)及環境(飯後、極冷熱之氣候、颱風、淹水)等因素。

表四、四位受測者各項 HRV 參數正常範圍參考值之 95%信賴區間與平均值*

HRV 之 95% 信賴區間 (平均值)	LF% 之 95% 信賴區間 (平均值)	HF% 之 95% 信賴區間 (平均值)	LF/HF 之 95%信賴 區間 (平均值)

文獻參考值	25.00~70.00 (40.00)	40.00~60.00 (50.00)	40.00~60.00 (50.00)	0.60~2.50 (1.20)
受測者 A	59.94~72.32 (66.13)	56.84~72.51 (64.68)	27.49~43.16 (35.32)	2.23~4.34 (3.29)
受測者 B	35.54~44.13 (39.83)	59.23~67.68 (63.46)	32.32~40.77 (36.54)	1.50~2.57 (2.03)
受測者 C	39.33~49.23 (44.28)	43.86~60.03 (51.94)	39.97~56.14 (48.16)	0.89~1.86 (1.38)
受測者 D	35.12~48.88 (42.00)	63.86~78.54 (71.20)	21.46~36.14 (28.80)	2.49~5.58 (4.04)

* 計算受測者 HRV 參數正常範圍參考值之樣本大小依序為 31, 24, 18, 20。

根據表四所示，在身心皆正常的狀態下，也就是在平常心、身體感覺無異狀時，受測者 A 的 HRV 平均值為 66.13，與文獻參考值做比較，有較高的平均值，表示受測者 A 的自律神經總活性較高，但是還在標準範圍內。LF% 平均值為 64.68，與文獻參考值做對照，發現較其平均值高出一些，也超出其標準範圍，表示受測者 A 的交感非常的活躍。HF% 平均值為 35.32，與文獻參考值做對照，發現較其平均值低，也低於其標準範圍，可能表示受測者 A 的睡眠較差、消化功能較弱等。LF/HF 平均值為 3.29，與文獻參考值做對照，發現較其平均值高，也高於其標準範圍，可能表示受測者 A 的戰鬥力、企圖心較高(張育彰, 2008)。

在身心正常的情況之下，受測者 B 的 HRV 平均值為 39.83，與文獻參考值相當接近，這代表受測者 B 的自

律神經總活性與一般大眾接近。但 LF% 平均值為 63.46、LF/HF 平均值為 2.03，比文獻參考值高，表示受測者 B 的交感神經比較活躍。這可能與受測者 B 在平日熬夜，容易處於緊張、亢奮等心情狀態有關。另一方面較低的 HF% 表示受測者 B 容易發生疲勞、虛弱等狀況。

受測者 C 在身心正常的狀態下，HRV 平均值為 44.28、LF% 平均值為 51.94、HF% 平均值為 48.16 及 LF/HF 平均值為 1.38，與文獻參考值對照後，發現每項數值的平均值皆與文獻參考值接近。這顯示受測者 C 自律神經總活性與一般大眾接近，交感與副交感神經系統平衡良好。

在身心正常的狀態下，受測者 D 的 HRV 平均值為 39.4，與文獻參考值相當接近，顯示受測者 D 自律神經總活性與一般大眾接近。LF% 平均值為 71.2、LF/HF 為 4.04，比文獻參考值高，表示交感神經比較活躍。這可能反應受測者 D 平日精神狀態較亢奮，容易緊張，生理上有心悸及腸胃蠕動減緩所造成消化不良的症狀等。較低的 HF%，表示令精神和緩的副交感神經作用並不活躍，也導致精神上的緊張感無法獲得紓解，而副交感神經持續低靡造成受測者 D 在平日生活中容易有倦怠感。

綜合前述，在身心正常的狀態下，個人 HRV 參數之表現不全然相同，本研究進一步以變方分析(ANOVA)評估 HRV 在身心狀況正常下，個人間是否有顯著的差異，結果如表五所示。

表五、四位受測者正常狀態之 HRV 變方分析

Source of variation	df	SS	MS	Fs
Among groups	3	12414.04	4138.01	21.55***
Within groups	89	17092.43	192.05	
Total	92	29506.47		

F(0.05)[3,89]=2.72 ; F(0.01)[3,89]=4.04 ;
F(0.001)[3,89]=5.99

分析結果顯示在身心正常的狀態下，個人 HRV 平均值之差異性非常顯著(p<0.001)，這表示在正常的狀態下，個人 HRV 平均值及對應之正常範圍參考值，會因體質差異而不同。從這個觀點來看，除了參考公定標準，也需建立個人化之正常範圍參考值，作為判斷健康是否出現警訊之依據。

為研究受測者在不同的環境因子與身心狀況下，對 HRV 參數的影響，本研究將環境與身心狀況進行分類，例如生理期期間、感冒期間、身心疲憊時等。再利用收集之數據，計算平均值、標準偏差，並與本身的正常範圍參考值做比較，藉此評估 HRV 參數反映個人健康狀況之能力，結果如表六至表九所示。

表六、受測者 A 的 HRV 參數之 95%信賴區間與平均值

	HRV 之 95% 信賴區間 (平均值)	LF% 之 95%信 賴區間 (平均值)	HF% 之 95% 信賴區間 (平均值)	LF/HF 之 95%信賴 區間 (平均值)
文獻 參考 值	25.00~70.00 (40.00)	40.00~60.00 (50.00)	40.00~60.00 (50.00)	0.60~2.50 (1.20)
身心 正常	59.94~72.32 (66.13)	56.84~72.51 (64.68)	27.49~43.16 (35.32)	2.23~4.34 (3.29)

興奮 狀態	84.72~97.08 (90.90)	57.72~85.48 (71.60)	14.52~42.28 (28.40)	2.03~5.70 (3.87)
年 假 期 間	81.67~116.33 (99.00)	88.07~96.43 (92.25)	3.57~11.93 (7.75)	5.21~21.12 (13.17)
暑 假 期 間	70.38~95.73 (83.05)	62.80~80.35 (71.58)	19.65~37.20 (28.42)	2.57~5.59 (4.08)
心 情 焦 慮	104.36~130.97 (117.67)	68.48~86.86 (77.67)	13.14~31.52 (22.33)	2.17~5.89 (4.03)
情 緒 低 落	99.62~132.38 (116.00)	34.05~89.95 (62.00)	10.05~65.95 (38.00)	-0.16 ^a ~4.33 (2.09)
身 心 疲 憊	37.23~40.10 (38.67)	-20.44 ^a ~106.44 (43.00)	-6.44 ^a ~120.44 (57.00)	-1.83 ^a ~4.03 (1.10)
生 理 期	72.24~100.38 (86.31)	51.81~84.34 (68.08)	15.66~48.19 (31.92)	2.25~6.83 (4.54)
感 冒 期 間	45.80~115.87 (80.83)	77.94~88.06 (83.00)	11.94~22.06 (17.00)	3.43~7.17 (5.30)

a 95%信賴區間出現負值，是由於 sample size 太小，標準偏差通常會比較大，同時臨界值 t 一定會變大，才導致此現象。

在興奮狀態、年假、暑假期間、心情焦慮、生理期及感冒期間，受測者 A 的 HRV 平均值、LF% 平均值與 LF/HF 平均值會升高，而 HF% 平均值會降低。在年假及暑假期間，受測者 A 反映出假期症候群，使 HRV、LF% 與 LF/HF 隨之升高。另外，根據 HRV 臨床論文顯示，女性的月經週期與 HRV 是有關連性的，從濾泡期到黃體期，HRV、LF% 與 LF/HF 會上升，HF 則會下降(Bai et al., 2009)。而在感冒期間，

可能因服用感冒藥的關係，導致 HRV、LF% 與 LF/HF 也會上升。在情緒低落時，受測者 A 的 HRV 平均值與 HF% 平均值會上升，而 LF% 平均值與 LF/HF 平均值會下降。在身心疲憊時，受測者 A 的 HRV 平均值、LF% 平均值與 LF/HF 平均值會降低，反之，HF% 平均值會升高。由此可知，HRV 的確能反映個人的心裡與生理健康狀況，也能給個人作警示與預防的效果。變方分析結果顯示，HRV 平均值於不同身心狀況下，的確有顯著的差異。

表七、受測者 B 的 HRV 參數之 95% 信賴區間與平均值

	HRV 之 95% 信賴區間 (平均值)	LF% 之 95% 信賴區間 (平均值)	HF% 之 95% 信賴區間 (平均值)	LF/HF 之 95% 信賴區間 (平均值)
文獻參考值	25.00~70.00 (40.00)	40.00~60.00 (50.00)	40.00~60.00 (50.00)	0.60~2.50 (1.20)
身心正常	35.54~44.13 (39.83)	59.23~67.68 (63.46)	32.32~40.77 (36.54)	1.50~2.57 (2.03)
生病期間	-66.33~53.11 (32.50)	-61.27~208.27 (73.50)	-108.27~161.27 (26.50)	-17.76~23.96 (3.10)
暑假期間	28.57~43.43 (36.00)	53.28~78.43 (65.86)	21.57~46.72 (34.14)	0.54~4.45 (2.49)
生理期	39.43~51.82 (45.63)	53.98~68.02 (61.00)	31.98~46.02 (39.00)	1.00~2.39 (1.70)
考試期間	-40.36~121.36 (40.50)	-8.39~117.39 (54.50)	-17.39~108.39 (45.50)	-1.85~4.27 (1.21)

整體而言受測者 B 異常狀態各項參數之平均值接近身心正常的平均值 (HRV 平均值變方分析在統計上不顯著)，但是生病期間及暑假期間 LF/HF

均比身心正常高，顯示該受測者的自律神經總活性在表列狀況下沒顯著差異，但是生病期間及暑假期間，有較高的交感神經活性。

表八、受測者 C 的 HRV 參數之 95% 信賴區間與平均值

	HRV 之 95% 信賴區間 (平均值)	LF% 之 95% 信賴區間 (平均值)	HF% 之 95% 信賴區間 (平均值)	LF/HF 之 95% 信賴區間 (平均值)
文獻參考值	25.00~70.00 (40.00)	40.00~60.00 (50.00)	40.00~60.00 (50.00)	0.60~2.50 (1.20)
身心正常	39.33~49.23 (44.28)	43.86~60.03 (51.94)	39.97~56.14 (48.16)	0.89~1.86 (1.38)
生理期	40.27~49.23 (44.75)	37.46~58.71 (48.08)	41.29~62.54 (51.92)	0.49~2.01 (1.25)
疲倦時	36.52~51.48 (44.00)	24.12~61.54 (42.83)	38.46~75.88 (57.17)	-0.05~2.06 (1.00)
生病期間	23.98~51.35 (37.67)	-14.69~117.36 (51.33)	-17.36~114.69 (48.67)	-3.83~7.62 (1.89)

與身心正常比較，受測者 C 於生理期、疲倦時、生病期間各項 HRV 參數之差異不大。雖然生病期間 HRV 平均值稍微降低，但 HRV 變方分析結果顯示受測者 C 的正常狀態與生病期間的 HRV 平均值沒有顯著的差異。代表受測者 C 受到上述外因的影響時，HRV 參數之變化不大。

表九、受測者 D 的 HRV 參數之 95% 信賴區間與平

均值

	HRV 之 95% 信賴區間 (平均值)	LF% 之 95% 信賴區間 (平均值)	HF% 之 95% 信賴區間 (平均值)	LF/HF 之 95% 信賴 區間 (平均值)
文獻 參考 值	25.00~70.00 (40.00)	40.00~60.00 (50.00)	40.00~60.00 (50.00)	0.60~2.50 (1.20)
身心 正常	35.12~48.88 (42.00)	63.86~78.54 (71.20)	21.16~36.14 (28.80)	2.49~5.58 (4.04)
生病 期間	21.53~25.31 (23.42)	71.91~90.92 (81.42)	9.08~28.09 (18.58)	4.51~8.75 (6.63)
身心 疲憊	23.08~26.46 (24.77)	60.96~76.57 (68.77)	23.43~39.04 (31.23)	2.29~4.68 (3.49)

在生病期間，受測者 D 之 HRV 平均值明顯降低，LF/HF 則比正常狀態下高，顯示出在感冒期間交感神經是非常活躍的，此狀況與常人認知上生病期間較為虛弱相反。根據楊維邦博士所研究之交感神經升高的可能原因包含病原體入侵所致，由於體內病原體侵入，生理機制上是對抗病原體的狀態下將會導致交感神經升高。而副交感神經下降也將導致倦怠感、無法緩和生心理，讓生病期間休息狀態下仍不舒適。在身心疲憊的狀態下，所測結果 HRV 平均值下降情形與感冒類似，但 LF% 與 HF% 變化不大。變方分析結果顯示，HRV 平均值於不同身心狀況下，的確有顯著的差異。

5. 評估與展望

HRV 參數與健康狀況間之關聯，的確會因個人而有差異。藉由此觀點，與其只利用公定標準來判讀，未

來希望在測量健康指標時，加入受測者的身心狀況及環境因子之紀錄，建立個人化之標準參考值，做為個人健康管理之依據。如此一來，HRV 不僅能提供慢性病病患監控病情，也能用在個人健康管理上，提供預防及警示之功能。

6. 結語

具非侵入性與容易量測之 HRV 能反映自律神經系統功能，是人體整體健康狀況的指標，應用於醫療照護領域可作為罹患疾病風險評估與急重症之預後管理。對年長者與一些慢性疾病患者，更是重要掌握健康狀況及預防急重症發生之有效預警指標。隨著量測 HRV 之各種穿戴式裝置日漸普及，本研究進一步探討 HRV 用於個人健康管理之可行性。本研究經由長期收集四位受測者的各項 HRV 參數，及量測時的環境因子、身心狀況與生理狀況等，探討 HRV 與個人健康之相關性，主要結果如下：

- a. 經由紀錄測量 HRV 參數時之身心狀況，建立個人化之正常範圍參考值。
- b. 正常範圍參考值之變方分析結果發現，個人間之 HRV 參數正常範圍參考值有顯著性差異，這表示若只採用公定標準值做為健康管理之依據，就有可能因為忽略了個人體質，而做出不正確之判斷。
- c. 經由紀錄測量 HRV 參數時之身心狀況，建立在身心狀況異常時 HRV 參數之變化特性。
- d. 面對生理及心理壓力下，個人間之

HRV 參數之變化趨勢不全然相同，這表示當 HRV 參數超出正常範圍參考值時，需同時考慮個人 HRV 參數之變化趨勢，才能得到較正確之判斷。

參與本研究之個案雖然仍屬少數，但結果足以顯示個人健康狀況與生理訊號間會因體質差異而有相異的起伏變化。這表示同樣的生理訊號變化，對不同人而言，其代表之意義就可能不全然相同。從這個觀點來看，比起完全依賴公定標準，建立個人化健康資訊系統，長期收集平常狀態及異常狀態下之數據，作為判斷健康是否出現警訊依據之重要性不言而喻。

7. 銘謝

首先，感謝我們的專題指導老師-曾文慶老師。一開始的我們，對於專題一直都找不到方向，一片茫然。老師不但沒有指責我們，反而還藉由各種方式，試著幫助我們更清楚明瞭專題方向，如：老師本身的經驗談、歷年文獻等，真的衷心感謝老師在這陣子的照顧與陪伴！另外，要感謝的是彼此的戰友，這陣子要不是有大家的分工與互助，就沒有今日的成果，大家辛苦了！

8. 參考文獻

[1] Bai X, Li J, Zhou L, Li X.

Influence of the menstrual cycle on nonlinear properties of heart rate variability in young women. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2009; 297(2):H765-74.

[2] Camm et al., Heart rate variability: Standards of measurement,

physiological interpretation, and clinical use, *European Heart Journal* 1996 Mar;17(3):354-81.

[3] Dekker JM, Crow RS, Folsom AR, Hannan PJ, Liao D, Swenne CA, Schouten EG. Low heart rate variability in a 2-minute rhythm strip predicts risk of coronary heart disease and mortality from several causes: the ARIC Study. *Atherosclerosis Risk In Communities*. *Circulation*. 2000 Sep 12;102(11):1239-44.

[4] Felber D, Schindler C, Schwartz J, Barthélémy JC, Tschopp JM, Roche F, von Eckardstein A, Brändli O, Leuenberger P, Gold DR, Gaspoz JM, Ackermann-Liebrich U; SAPALDIA Team., Heart rate variability in an ageing population and its association with lifestyle and cardiovascular risk factors: results of the SAPALDIA study, *Europace*, 2006 Jul;8(7):521-9.

[5] Jandackova VK, Scholes S, Britton A, Steptoe A. Are Changes in Heart Rate Variability in Middle-Aged and Older People Normative or Caused by Pathological Conditions Findings From a Large Population-Based Longitudinal Cohort Study. *J Am Heart Assoc*. 2016 Feb 12; 5(2). pii: e002365. doi: 10.1161/JAHA.115.002365.

[6] Liao D, Carnethon M, Evans GW, Cascio WE, Heiss G. Lower heart rate variability is associated with the development of coronary heart

- disease in individuals with diabetes: the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. *Diabetes*. 2002 Dec;51(12):3524-31.
- [7] Mäkikallio TH, Huikuri HV, Mäkikallio A, Sourander LB, Mitrani RD, Castellanos A, Myerburg RJ. Prediction of sudden cardiac death by fractal analysis of heart rate variability in elderly subjects. *J Am Coll Cardio*. 2001 Apr;37(5):1395-402.
- [8] Maeder MT, Zurek M, Rickli H, Tobler D, Kiencke S, Suter T, Yoon SI, Julius B, Pfisterer ME, Brunner-La Rocca HP; TIME-CHF Investigators. Prognostic Value of the Change in Heart Rate From the Supine to the Upright Position in Patients With Chronic Heart Failure. *J Am Heart Assoc*. 2016 Aug 8;5(8). pii: e003524. doi: 10.1161/JAHA.116.003524.
- [9] Tsuji H, Larson MG, Venditti FJ Jr, Manders ES, Evans JC, Feldman CL, Levy D., Electrophysiology/Pacing: Impact of Reduced Heart Rate Variability on Risk for Cardiac Events: The Framingham Heart Study. *Circulation*. 1996; 94(11):2850-5.
- [10] 台灣科學地股份有限公司。心律大師 (ANSWatch)腕式生理監視器使用者手冊。2010。
- [11] 台灣科學地股份有限公司。ANSWatch Manager 操作手冊。2010。
- [12] 翁根本、何慈育、歐善福、林竹川、謝凱生。心律變動性分析。台灣醫界，52(6):12-15，2009。
- [13] 王復蘇。自律神經檢測均衡與調適。2016。
<http://www.fuyu.com.tw/files/dl/hrv-speak.pdf>
- [14] 台灣科學地(股)公司。台灣科學地-心律大師-ANSWatch。2014。
<http://www.taiwanscientific.com.tw/answatch.html>
- [15] 張育彰。什麼是「交感神經」與「副交感神經」？--KingNet 國家網路醫藥 | Second Opinion。2008。
<http://hospital.kingnet.com.tw/essay/essay.html?pid=18479>
- [16] 楊維邦、王復蘇。廿一世紀癌症防治大突破 - 自律神經調控法。2012。
<http://www.fuyu.com.tw/ContentList.asp?MainCatNo=109&SubCatNo=10901&SubAdvCatId=1090101&ContentId=1249>