

樓梯運動對中高齡女性休息心率變異度之影響

謝忠展^{1,2} 傅思凱² 鄭鴻文² 陳書芸² 曾國維^{2*}

¹ 國立臺灣師範大學

² 臺北市立大學

* 通訊作者：曾國維

通訊地址：111 臺北市士林區忠誠路二段 101 號

E-mail: fossil0405@yahoo.com.tw

DOI: 10.6167/JSR/2016.25(1)1

投稿日期：2016 年 1 月 接受日期：2016 年 5 月

摘 要

緒論：近年來隨著老年人口逐漸增加，對中老年人的健康越來越受到重視，規律的運動對於心血管系統及自律神經活性的控制有好處。而不少研究也發現運動有助於提昇自律神經的活性。故本研究主要利用心率變異度的方法探討 6 週上、下運動訓練對中老年女性休息時心率變異度的影響。方法：招募 16 名 55 歲以上中高齡女性，並隨機分成：下樓梯組和上樓梯組 (n = 8 人/組)。進行 6 週漸增負荷之樓梯運動，並於過程中穿戴 Polar 心率錶，記錄心跳率 (heart rate, HR)。也在進行 6 週樓梯運動前和後，各穿戴 Polar 心率錶記錄休息時心率，做為心率變異度頻域分析：low frequency power (LF)、標準化 LF (LF norm)、high frequency power (HF)、標準化 HF (HF norm)、LF/HF。每次完成樓梯運動後立即使用運動自覺量表 (rating of perceived exertion, RPE) 評估疲勞反應，並記錄心跳率反應。所有結果以二因子混合設計變異數分析進行比較。結果：上、下樓梯組 (64.8 ± 6.5 歲) 經過 6 週運動介入後，休息心率、LF norm、HF norm、LF/HF 未優於前測 ($p > .05$)。然而上樓梯組 LF (249.9 ± 186.2 vs. 614.8 ± 455.6, $p < .05$) 和下樓梯組 LF (197.2 ± 175.7 vs. 480.1 ± 359.7, $p < .05$)，上樓梯組 HF (113.6 ± 105.6 vs. 447.1 ± 394.8, $p < .05$) 和下樓梯組 HF (75.2 ± 72.7 vs. 296.1 ± 299.5, $p < .05$) 後測成績明顯優於前測，但是不同二組之間並無統計差異 ($p > .05$)。6 週上樓梯運動強度 (HR: 103.3 ± 21.5 bpm) 明顯大於 ($p < .05$) 下樓梯運動方式 (HR: 82.9 ± 8.9 bpm)。而不同二組之間 RPE 無統計差異 ($p > .05$)。結論：本研究結果發現，進行 6 週上、下樓梯運動介入之後，均能有效增加中高齡女性 LF、HF 值，未來可做為推廣中高齡女性改善心率變異度運動之一。其中又以下樓梯方式所產生的生理耗能較小。

關鍵詞：離心運動介入、副交感神經活性、自律神經系統、中高齡女性

壹、緒論

近年來隨著老年人口逐漸增加，對中老年人的健康越來越受到重視。預測心血管疾病危險性更是中老人預防醫學中重要的工作之一。規律運動為大眾普遍用來維持身體健康的方法，規律的運動對於心血管系統及自律神經活性的控制有好處 (Lan, Chen, Lai, & Wong, 1999)。然而常以心跳率的快慢來評定身體健康的標準，甚至使用心跳率來判斷運動量的多寡或強度的大小 (王顯智、黃美雪, 2007)。

正常的心跳並非以固定速率在跳動，心臟跳動受心臟竇房結節律細胞的固定放電頻率及自律神經系統的調控，形成週期性的變化。由於交感神經系統與副交感神經系統兩者間的相互拮抗作用，使心臟跳動表現出不同程度之變異性，即使在穩定狀態下也會有相當程度的變化，這種變異程度，我們將之稱為心率變異度 (heart rate variability, HRV)。心率變異度的分析具有非侵體性和操作簡單容易的特性，是目前被公認評估自律神經最佳的方法之一。心率的訊號可以經過特殊的分析方法，進而用來評估自律神經系統的活性，這類分析心率變異度的主要方法有兩種：一種為時域分析，適用於長時間 (24 小時) 分析。另一種是頻域分析，適用於短時間分析，並利用快速傅立葉將其轉換成頻譜，以作為心律變異度的分析 (陳淑如、蔡月霞、

羅映琪、蔡宜珊、鄭綺, 2005)。如果心率變異度越大，意指自律神經的調控機能越好，反之亦然 (林嘉慶、黎俊彥, 2008)。當人體在從事活動時，心率會隨著運動強度增加而加快，而休息時，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與副交感神經系統交互作用的影響，較高的 HRV 活性顯示人體具有良好的自律神經系統調控機轉與功能，而較低的 HRV 活性，則顯示人體心臟自律神經系統之副交感神經系統活性降低，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 (Takahashi, Okada, Hayano, & Tamura, 2001)。

研究發現 HRV 受遺傳、身體姿勢與藥物控制的影響外，性別的差異、疾病與老化、肥胖等有密切的關係 (Carpeggiani et al., 2005; Chacko et al., 2008)。年齡是影響心率變異的原因之一。由於自律神經會隨年齡的增長而功能逐漸成熟，在成年時達到顛峰狀態，隨之會因老化而逐漸衰退 (Silvetti, Drago, & Ragonese, 2001)。性別對心率變異的影響，男性通常有較強的交感神經活性，而女性有較強的副交感神經活性 (Antelmi et al., 2004)。儘管在男性和女性有明顯的不同，但有研究指出，從事規律運動對自律神經調控有正向的改變，尤其在女性更年期停經後，更能大幅降低心血管疾病之危險因子 (Malfatto et al., 1998)。規律運動者休息時副交感神經活性會比無運動習慣者高，而在運動訓練後，休息時的副交感神經活性有增強

的作用 (Carter, Banister, & Blaber, 2003; Macor, Fagard, & Amery, 1996)。

然而，許多運動方式常常因為需要特殊的場地、器材和技巧等因素的影響，使人們較不容易去執行，所有運動中以行走運動最具方便性，而上樓梯或下樓梯運動於居家環境中即可實行，且不需特殊工具或器材，不僅如此，已有許多研究證實樓梯運動可以改善心肺耐力 (Boreham, Wallace, & Nevill, 2000)、降低總膽固醇 (Boreham et al., 2000)、增加下肢肌力 (Theodorou et al., 2013) 等優點。

運動訓練的介入，除了身體適能的提昇，還能增進自律神經活性，在過往的研究中，運動的強度、種類及持續時間，對 HRV 的影響效益不同，Melanson 與 Freedson (2001) 以 11 位年輕男性進行 16 週，每週 3 天，每次 30 分鐘的中高強度的耐力訓練，結果顯示 HF 在第 12 週訓練後即有顯著提昇，因此該研究建議 12 週高強度運動可有效改善個體 HRV 功能。Figuroa, Kingsley, McMillan, and Panton (2008) 針對 10 位患有肌肉無力症的成年婦女 (年齡介於 27 至 60 歲)，實施為期 16 週的全身中等強度阻力訓練，結果發現阻力訓練對於副交感神經活性的改善是有效果的。綜合以上文獻結果來看，長時間 (12 週 ~ 6 個月) 的耐力訓練和阻力訓練均可以有效改善休息時自律神經活性。

然而，我國目前在樓梯運動對於中老年人心率變異的生理反應上少有研究，且部分研究均指出長時間的運動訓練對改善心率變異度有幫助，較少研究探討短期運

動訓練是否能改善心率變異度。上、下樓梯運動同時具備了耐力訓練和阻力訓練。下樓梯時屬於離心運動，上樓梯則屬於向心運動 (Theodorou et al., 2013)。本研究根據以上文獻導出之研究假設為：經過 6 週漸增式上、下樓梯訓練之後，休息時心率變異度會顯著優於前測值。因此，本研究目的針對上述研究假設所提出之問題做探討。

貳、方法

一、研究對象

本研究招募 20 位 55 歲以上之健康中高齡女性為研究對象，在實驗前先填寫「受試者健康調查表」以確認受試者沒有影響心率變異度之疾病，例如：心臟血管疾病、氣喘、糖尿病及心律不整者，也無吸菸或服用任何種類的藥物之習慣。且須填寫「受試者知情同意書」，透過說明使受試者了解本研究目的、流程、施測方法，以保障受試者自身權益。

20 位受試者將隨機分為上樓梯組 10 位和下樓梯組 10 位。然而，由於前測值差異過大，因此上、下樓梯組分別排除 2 位離散值過大受試者以確保兩組間受試者的同質性。因此本研究收案人數為上樓梯組 8 位和下樓梯組 8 位，平均年齡 64.8 ± 6.5 歲。這二組之間的受試者基本資料無統計差異。受試者於研究前須經醫師檢查及過去 1 年無任何下肢骨骼、肌肉和神經等傷害或疾病之紀錄，且無嚴重之糖尿病、高血壓或其他足以影響運動安全之心血管疾病。並規定於實驗前 1 週及受試期間避免進行激

烈運動，並請醫師做膝關節檢查，確認身體現況是符合以及自願參與本研究。

二、實驗流程與步驟

上、下樓梯組皆進行為期 6 週每週 2 次的漸進式樓梯運動 (第 1 週: 10 層樓、第 2 週: 20 層樓、第 3 週: 30 層樓、第 4 週: 40 層樓、第 5 週: 50 層樓、第 6 週: 60 層樓; 每層樓共計 22 階, 每階 14.5 公分; 總供完成 210 層 = 66,990 公尺), 每週 2 次訓練的間隔, 統一訂在週一與週四進行。上樓梯組和下樓梯組均以 5 層樓為 1 個循環, 每完成 5 層樓之後, 需搭乘電梯回到起點。為了能反應至日常生活情境, 本研究讓受試者以自己覺得舒適速度進行樓梯運動, 每 10 層樓約花費 5 分鐘完成。第 1 週之後每週運動總量增加 10 層樓, 直到第 6 週每次進行 60 層樓之階梯運動。

運動過程中所有受試者都穿戴 Polar 心率錶 (Polar RS800CX, Polar Electro, Finland) 全程記錄上與下樓梯運動過程的心跳反應情形。此外, 在每位受試者完成樓梯運動後立即使用伯格運動自覺量表 (RPE) 評估其對樓梯運動的疲勞反應 (Borg, 1970; Chen, Nosaka, Lin, Chen, & Wu, 2009)。

上樓梯組和下樓梯組在進行 6 週樓梯運動介入前以及介入後, 穿戴 Polar 心率錶呈坐姿, 進行休息時心率變異度頻域分析, 並測量安靜心率。在檢測心率變異度前 24 小時告知受試者試驗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。對於心率變異度頻域分析測量指標, 選取 LF、LF norm、HF、HF norm、LF/HF。

本研究使用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 (Essner et al., 2006)。

三、統計方法

本研究各項檢測數值, 以敘述統計 (平均數 \pm 標準誤) 做呈現。以獨立樣本 *t* 檢定, 考驗上樓梯組與下樓梯組在介入前與後之間 LF、LF norm、HF、HF norm、LF/HF 之變化。並以混合設計二因子變異數分析考驗兩組的心率變異度參數是否有顯著差異。顯著水準統一設定為 $\alpha = .05$ 。

參、結果

一、六週上與下樓梯運動介入時之反應

上與下樓梯組完成六週訓練的樓層都為 210 層, 其總距離都為 66,990 公尺。在進行 6 週上樓梯運動時的心跳明顯 ($p < .05$) 比下樓梯運動型式來得大 (表 1)。進一步分析生理耗能指數 (運動時平均心跳扣除休息時心跳, 再除以行走速度得之; 計算出來的數值越大, 代表消耗更多能量) (吳政勳, 2007; Villiot-Danger, 2009), 發現上樓梯組也明顯 ($p < .05$) 比下樓梯組來得大 (表 1)。然而, 上、下樓梯組之間 RPE 未達顯著差異 ($p > .05$)。

表 1 上樓梯組和下樓梯組進行 6 週樓梯運動介入時之變化情形

	上樓梯組	下樓梯組	<i>p</i>
心率	103.3 ± 21.5*	82.9 ± 8.9	.04
RPE	9.3 ± 2.3	7.8 ± 1.2	.08
運動時平均心跳	116.4 ± 14.7*	93.8 ± 10.3	.01
運動時間	2,282.5 ± 327.2	2,213.1 ± 325.0	.34
生理耗能指數	1.3 ± 0.4*	0.6 ± 0.4	.00

資料來源：本研究整理。

註：RPE: rating of perceived exertion。*：代表上樓梯組顯著大於下樓梯組 ($p < .05$)。

二、六週上與下樓梯運動介入對心率變異度之影響

經過 6 週漸進式上樓梯或下樓梯運動介入之後，發現二組在 LF (上樓梯組：614.8 ± 455.6、下樓梯組：480.1 ± 359.7)、HF (上樓梯組：447.1 ± 394.8、下樓梯組：296.1 ± 299.5) 有明顯 ($p < .05$) 比前測 LF (上樓梯組：249.9 ± 186.2、下樓梯組：197.2 ± 175.7)、HF (上樓梯組：113.6 ± 105.6、下樓梯組：75.2 ± 72.7) 進步，但是不同二組之間無統計差異 ($p > .05$; 表 2)。皆未達交互作用，組別因子的主要效果也未達顯著差異 ($p > .05$)。然而，

休息心率其他心率變異度指標在訓練之後，都無明顯比前測進步 ($p > .05$) (表 2)。

肆、討論

本研究受試者進行 6 週樓梯訓練產生的運動生理、壓力，上樓梯方式明顯大於下樓梯方式 (表 1)。這些結果支持先前文獻 (Bassett et al., 1997; Gray & Chandler, 1989; Teh & Aziz, 2002) 的論點，Teh 與 Aziz (2002) 針對 152 位健康成年人，比較 180 層之上樓梯和下樓梯運動，結果發現下樓梯運動所需要的能量消耗明顯比上樓梯運動來得低之優點。Bassett et al. (1997)

表 2 上樓梯組和下樓梯組進行 6 週介入前後對心率變異度分析測量指標之變化情形

	上樓梯組			下樓梯組		
	前測	後測	<i>p</i>	前測	後測	<i>p</i>
休息心率	77.1 ± 7.8	73.4 ± 10.5	.06	77.6 ± 14.9	74.0 ± 11.9	.12
LF	249.9 ± 186.2	614.8 ± 455.6*	.02	197.2 ± 175.7	480.1 ± 359.7*	.02
LF norm	0.7 ± 0.2	0.6 ± 0.1	.18	0.7 ± 0.2	0.6 ± 0.2	.08
HF	113.6 ± 105.6	447.1 ± 394.8*	.03	75.2 ± 72.7	296.1 ± 299.5*	.02
HF norm	0.3 ± 0.2	0.4 ± 0.1	.18	0.3 ± 0.2	0.4 ± 0.2	.08
LF/HF	312.7 ± 202.4	181.3 ± 115.4	.08	419.7 ± 421.7	222.1 ± 167.5	.10

資料來源：本研究整理。

註：LF: Low frequency power；LF norm：標準化 LF；HF: High frequency power；HF norm：標準化 HF；LF/HF: Low frequency power/High frequency power。*：代表後測顯著優於前測 ($p < .05$)。

比較上樓梯和下樓梯運動，透過問卷填寫，估算出上樓梯平均耗氧量為 $30.2 \pm 1.4 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，下樓梯平均耗氧量為 $10.1 \pm 1.1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。Gray 與 Chandler (1989) 比較 40 次股四頭肌的離心運動和向心運動，結果發現向心運動比離心運動更容易造成肌肉疲勞。因此，以上這些文獻結果都支持本論文的發現，顯示本研究採用的下樓梯訓練方式的確比上樓梯方式產生較小的生理耗能之優點。

為探討樓梯運動訓練對中老年女性休息時心率變異度的影響，本研究進行為期 6 週，每週 2 次漸增式上、下樓梯運動。研究主要結果發現：在進行 6 週上樓梯和下樓梯運動介入之後，本研究發現，在進行 6 週上和下樓梯運動訓練之後，均可使 LF、HF 成績明顯優於前測值，卻不會因樓梯運動介入方式不同而有所差異 (表 2)。然而，進行 6 週上和下樓梯運動訓練後，無法有效提升休息心率、LF norm、HF norm、LF/HF (表 2)。

心率變異度受遺傳、身體姿勢與藥物控制，性別的差異、疾病與老化的影響，如果心率變異度越大，意指自律神經的調控機能越好，在生理表現方面，交感神經的功能包括：心跳加快、血管收縮、瞳孔放大、排汗量增加、肝醣轉換成葡萄糖、增強肌肉力量等，其結果是應付緊急狀況。反之，副交感神經與個體復原機能有關，包括：心跳變慢、瞳孔縮小、排汗量減少、肝醣合成、肌肉放鬆等，其結果是提供血管組織的修復。與交感神經活性有關的為 LF norm；與副交感神經活性有關的為 HF

與 HF norm；與整體自律神經活性有關的為 LF，而 LF/HF ratio 則是反映交感與副交感神經活化後，趨於穩定的交互關係 (陳高揚、郭正典、駱惠銘，2000；陳淑如等人，2005)。

在過往的研究中，大部分研究結果皆是認為經過長期耐力運動，可以減低安靜心跳率與非最大運動心跳率，並改善 HRV (林順萍、黃國禎、陳俊忠、郭博昭，2006；Schuit et al., 1999)。林順萍等人 (2006) 比較了 14 名太極拳練習者 (年齡 67.8 ± 5.7 歲，拳齡為 3.5 ~ 15 年，每週練習至少 3 次，每次 1 小時以上)，14 名一般男性 (年齡 67.7 ± 5.5 歲)，與 14 名高血壓男性患者 (年齡 67.4 ± 5.5 歲)，結果發現長期接受耐力訓練者 LF 顯著優於一般男性和高血壓患者。Schuit et al. (1999) 以 51 位老年人為對象，進行 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 LF 顯著增加約 15%，顯示規律運動可顯著增加老年人之 HRV 參數。雖然大部分心率變異度的研究，都傾向於耐力運動為主，但以健康的觀點而言，阻力訓練仍是相當重要的。Figuroa et al. (2008) 針對 10 位患有肌肉無力症的成年婦女，實施為期 16 週的全身中等強度阻力訓練，結果發現阻力訓練對於副交感神經活性的改善是有效果的。

運動對心血管系統產生保護效應，可能是來自於增加心率變異度，負責調節 HRV 的自律神經系統，是維持身體健康的重要關鍵 (Dietrich et al., 2008)。心臟副交感神經興奮，可降低心跳和血壓，使心臟

負荷降低。長期的持續運動可以增加 HRV 及副交感神經活性，同時降低交感神經的興奮，因此降低安靜時及非最大運動時的心跳率，對心臟具有保護效應 (Dietrich et al., 2008)。Macor et al. (1996) 探討耐力訓練對自律神經調控與血壓控制的影響，結果發現規律運動者 HF 顯著較常人高。Jensen-Urstad, Saltin, Ericson, Storck, and Jensen-Urstad (1997) 探討優秀長跑選手安靜時的 HRV，結果發現選手有較低心率，並反映出較強的迷走神經調控。Shin, Minamitani, Onishi, Yamazaki, and Lee (1997) 也發現運動員休息時 HF 較高。運動能改善增強副交感神經活性，並減緩或降低交感神經的部分。然而，自律神經活性會因運動習慣而發生改變，一旦個體中斷從事規律運動，其神經的效用性 (neural efficacy) 會隨著時間而遞減。所以，培養長期且規律的運動，對維持健康與減少疾病是必要的 (Yamamoto, Miyachi, Saitoh, Yoshioka, & Onodera, 2001)。

然而老年人放棄運動的主要原因，是因為大多數類型的運動需要特別去執行，以及花費太多的力氣和需要特殊的技巧。所有運動中以行走運動最具方便性，而上樓梯或下樓梯運動相較於其他運動方式是更容易執行，又不需特殊工具或器材。本研究結果發現，上、下樓梯運動僅需 6 週即可有效改善休息時心率變異度，其中又以下樓梯訓練方式比上樓梯方式產生較少的生理耗能之優點。

有關樓梯運動介入能有效改善中高齡者之心率變異度可能機轉，還有待後續研

究做探討才能釐清。此外，未來研究可探討 6 週以上的樓梯運動介入對中高齡者心率變異度之效果，甚至可建立出樓梯運動介入的最佳處方，供我國政府做為未來推動中高齡族群運動促進健康政策時之參考與應用。

伍、研究限制

- 一、本研究使用無線心率監測器 (Polar RS800CX) 作為量測心率變異度之儀器，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 (Essner et al., 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：low frequency power (LF)、標準化 LF (LF norm)、high frequency power (HF)、標準化 HF (HF norm)、LF/HF 等參數，其他參數不在本次研究的探討範圍。
- 三、本研究只選擇沒有骨骼、肌肉和神經等傷害或疾病，並無嚴重之糖尿病、高血壓或其他足以影響運動安全之心血管疾病之健康老年人，其他慢性疾病並不在本次實驗限制內。
- 四、受試者沒有接受飲食及運動控制，是否因參與本實驗而改變生活型態、飲食習慣或日常運動狀態，非屬本次運動訓練之研究範圍。

參考文獻

1. 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。doi: 10.6223/qcpe.2103.200709.1801
2. 吳政勳 (2007)。正常成人行走的生理耗能指數。《特殊教育與復健學報》，**17**，1-19。
 3. 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。
 4. 林嘉慶、黎俊彥 (2008)。規律運動訓練對心率變異性之影響。《中華體育季刊》，**22**(4)，13-22。doi: 10.6223/qcpe.2204.200812.1702
 5. 陳高揚、郭正典、駱惠銘 (2000)。心率變異度：原理與應用。《中華民國急救加護醫學會雜誌》，**11**(2)，47-58。
 6. 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。doi: 10.6540/NTJN.2005.1.001
 7. Antelmi, I., De Paula, R. S., Shinzato, A. R., Peres, C. A., Mansur, A. J., & Grupi, C. J. (2004). Influence of age, gender, body mass index, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease. *American Journal of Cardiology*, *93*(3), 381-385. doi:10.1016/j.amjcard.2003.09.065
 8. Bassett, D. R., Vachon, J. A., Kirkland A. O., Howley E. T., Duncan G. E., & Johnson, K. R. (1997). Energy cost of stair climbing and descending on the college alumnaus questionnaire. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *29*(9), 1250-1254.
 9. Boreham, C. A. G., Wallace, W. F. M., & Nevill, A. (2000). Training effects of accumulated daily stair-climbing exercise in previously sedentary young women. *Preventive Medicine*, *30*(4), 277-281. doi: 10.1006/pmed.2000.0634
 10. Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, *2*, 92-98.
 11. Carpeggiani, C., Emdin, M., Bonaguidi, F., Landi, P., Michelassi, C., Trivella, M. G., ...L'Abbate, A. (2005). Personality traits and heart rate variability predict long-term cardiac mortality after myocardial infarction. *European Heart Journal*, *26*(16), 1612-1617. doi: 10.1093/eurheartj/ehi252
 12. Carter, J. B., Banister, E. W., & Blaber, A. P. (2003). Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports Medicine*, *33*(1), 33-46. doi: 10.2165/00007256-200333010-00003
 13. Chacko, K. M., Bauer, T. A., Dale, R. A., Dixon, J. A., Schrier, R. W., & Estacio, R. O. (2008). Heart rate recovery predicts mortality and cardiovascular events in patients with type 2 diabetes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *40*(2), 288-295. doi: 10.1249/mss.0b013e31815c4844
 14. Chen, T. C., Nosaka, K., Lin, M. J., Chen, H. L., & Wu, C. J. (2009). Changes in running economy at different intensities following downhill running. *Journal of Sports Sciences*, *27*(11), 1137-1144.
 15. Dietrich, D. F., Ackermann-Liebrich, U., Schindler, C., Barthélémy, J. C., Brändli, O., Gold, D. R., ...von Eckardstein, A. (2008). Effect of physical activity on heart rate variability in normal weight, overweight and obese subjects: Results from the SAPALDIA study. *European Journal of Applied Physiology*, *104*(3), 557-565. doi: 10.1007/s00421-008-0800-0
 16. Figueroa, A., Kingsley, J. D., McMillan, V., & Panton, L. B. (2008). Resistance exercise

- training improves heart rate variability in women with fibromyalgia. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 28(1), 49-54.
17. Gray, J. C., & Chandler, J. M. (1989). Percent decline in peak torque production during repeated concentric and eccentric contractions of the quadriceps femoris muscle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 10(8), 309-314. doi: 10.2519/jospt.1989.10.8.309
 18. 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. doi: 10.1111/j.1600-0838.1997.tb00152.x
 19. Lan, C., Chen, S. Y., Lai, J. S., & Wong, M. K. (1999). The effect of Tai Chi on cardiorespiratory function in patients with coronary artery bypass surgery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(5), 634-638. doi: 10.1097/00005768-199905000-00002
 20. 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. doi: 10.1055/s-2007-972828
 21. Malfatto, G., Facchini, M., Sala, L., Branzi, G., Bragato, R., & Leonetti, G. (1998). Effects of cardiac rehabilitation and beta-blocker therapy on heart rate variability after first acute myocardial infarction. *American Journal of Cardiology*, 81(7), 834-840. doi: 10.1016/S0002-9149(98)00021-6
 22. 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. doi: 10.1007/s004210100479
 23. Schuit, A. J., Van Amelsvoort, L. G., Verheij, T. C., Rijnke, R. D., Maan, A. C., Swenne, C. A., ...Schouten, E. G. (1999). Exercise training and heart rate variability in older people. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(6), 816-821. doi: 10.1097/00005768-199906000-00009
 24. 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. doi: 10.1097/00005768-199711000-00015
 25. Silvetti, M. S., Drago, F., & Ragonese, P. (2001). Heart rate variability in healthy children and adolescents is partially related to age and gender. *International Journal of Cardiology*, 81(2-3), 169-174. doi: 10.1016/S0167-5273(01)00537-X
 26. Takahashi, T., Okada, A., Hayano, J., & Tamura, T. (2001). Influence of cool-down exercise on autonomic control of heart rate during recovery from dynamic exercise. *Frontiers of Medical and Biological Engineering*, 11(4), 249-259. doi: 10.1163/156855701321138914
 27. Teh, K. C., & Aziz, A. R. (2002). Heart rate, oxygen uptake, and energy cost of ascending and descending the stairs. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 695-699. doi: 10.1097/00005768-200204000-00021

28. Theodorou, A. A., Panayiotou, G., Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Kyparos, A., Mademli, L., ...Vrabas, I. S. (2013). Stair descending exercise increases muscle strength in elderly males with chronic heart failure. *BMC Research Notes*, 6, 87. doi: 10.1186/1756-0500-6-87
29. Villiot-Danger, E. (2009). Un test d'escalier dans l'évaluation des patients atteints de BPCO *Revue des Maladies Respiratoires. Revue des Maladies Respiratoires*, 26(5), 530-536. doi: 10.1016/S0761-8425(09)74672-8
30. Yamamoto, K., Miyachi, M., Saitoh, T., Yoshioka, A., & Onodera, S. (2001). Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(9), 1496-1502. doi: 10.1097/00005768-200109000-00012

Effect of Stair Exercise on the Resting Heart Rate Variability of Middle-Aged and Older Women

Chung-Chan Hsieh^{1,2}, Szu-Kai Fu², Hon-Wen Cheng², Su-Yun Chen², Kuo-Wei Tseng^{2*}

¹National Taiwan Normal University

²University of Taipei

*Corresponding author: Kuo-Wei Tseng

Address: No. 101, Sec. 2, Zhongcheng Rd., Shilin Dist., Taipei City 111, Taiwan (R.O.C.)

E-mail: fossil0405@yahoo.com.tw

DOI: 10.6167/JSR/2016.25(1)1

Received: January, 2016 Accepted: May, 2016

Abstract

Introduction: Since the recent increase in the population of older people, the health of middle-aged and older people has garnered increasing attention. Numerous studies have indicated that regular exercise benefits the activities of the cardiovascular and autonomic nervous systems. This study investigated the effect of a 6-week stair exercise intervention on the resting heart rate variability (HRV) of middle-aged and older women. **Methods:** The participants of this study were 16 women aged 55 years and older, who were randomly assigned to the down-the-stairs and up-the-stairs groups (n = 8 participant per group). A 6-week incremental stair exercise intervention was administered, and a Polar heart rate (HR) monitor was attached to each participant to measure her HR during the exercise. In addition, the resting HR of the participants was recorded using the monitors before and after the exercise to analyze the frequency domains of the HRV, namely the low frequency power (LF), LF norms, high frequency power (HF), HF norms, and LF/HF. After each type of stair exercise was completed, the fatigue and HR responses of the participants were evaluated using the ratings of perceived exertion (RPE) scale. All the results were compared through a two-way mixed analysis of variance. **Results:** No substantial difference was observed between the baseline and postintervention in the heart rate, LF norm, HF norm, and LF/HF in either group ($p > .05$). Significant difference ($p < .05$) was observed between the baseline and postexercise in the LF of the stair-ascending (249.9 ± 186.2 vs. 614.8 ± 455.6) and descending groups (197.2 ± 175.7 vs. 480.1 ± 359.7), and HF of the stair-ascending (113.6 ± 105.6 vs. 447.1 ± 394.8) and descending groups (75.2 ± 72.7 vs. 296.1 ± 299.5), without any

significant difference between the two groups ($p > .05$). The postexercise HR of the up-the-stairs group (103.3 ± 21.5 bpm) were significantly higher than those of the down-the-stairs group (82.9 ± 8.9 bpm, $p < .05$). No significant difference was observed between the two groups in their RPE scores ($p > .05$). Conclusion: This study shows that both stair-ascending and descending exercise interventions improved LF、HF in middle-aged and older women; however, the exercise intensity were lower during the stair-descending exercise than during the stair-ascending exercise. Thus, the stair-descending exercise may be provided to the elderly population as an efficient exercise for increase HRV in the future.

Keywords: eccentric exercise, parasympathetic nervous system activity, autonomic nervous system, middle-aged and older woman