

具運動習性大學生維持高身體活動量與心率變異度變化及再測信度之關係

賴茂盛¹ 王宏宗^{2*}

¹ 臺北城市科技大學

² 臺北市立大學

*通訊作者：王宏宗

通訊地址：111 臺北市士林區忠誠路二段 101 號

E-mail: justin580817@gmail.com

DOI:10.6167/JSR.201906_28(1).0004

投稿日期：2018 年 5 月 接受日期：2018 年 8 月

摘 要

本研究旨在探討大學生於六週寒假期間與開學後六週期間身體活動度、心率變異度變化 (heart rate variability, HRV) 與心率變異度測量信度。本研究招募 21 位運動習慣之女性大專院校學生 (年齡：19.46 ± 0.52 歲；身高：165.15 ± 6.14 公分；體重：55.54 ± 4.67 公斤)，參與者在第一週 (學期結束)、第七週 (寒假結束)、第十三週 (開學六週後) 測量登階運動前與運動後仰臥姿安靜 HRV。參與者於每次測試時先仰臥姿休息 5 分鐘，然後再測量 10 分鐘安靜 HRV。隨後以三分鐘登階運動作為次最大運動壓力，再進行仰臥姿休息 5 分鐘，測量運動後 10 分鐘安靜 HRV。參與者每週填寫國際身體活動問卷 (International Physical Activity Questionnaire, IPAQ)。研究結果為寒假期間與開學前六週身體活動度、三次測試三分鐘登階心肺適能指數、三分鐘登階運動前與運動後相鄰正常心跳間期差值平方和的均方根 (root mean square of the successive differences, rMSSD)、低頻功率 (low-frequency power, LFP)、高頻功率 (high-frequency power, HFP)、高低頻功率比 (LFP/HFP ratio, LHR)、SD1、SD2 在統計比較上皆無顯著差異。再測試信度方面，只有第二次測試與第三次測試運動後 LHR 達到良好程度。本研究結論為大學生維持運動習慣，持續高身體活動度能擁有穩定的心率變異度。因此，能維持運動習慣對自律神經功能的穩定有實質性的幫助。重複測量心率變異度的信度會隨著十二週時間的發展而影響，有較差的測試信度。

關鍵詞：自律神經系統、國際身體活動問卷、三分鐘登階測試

壹、緒論

身體活動度與健康風險與慢性疫病的關係已獲得研究機構與政府相關單位重視，其中身體活動度的狀況與心血管疾病狀況有極度相關性。低身體活動度的生活型態伴隨著的心血管疾病高風險性與自律神經功能失調，長期從事運動者與一般人比較，有較低的安靜心跳率與較高的安靜心率變異度 (Sandercock, Hardy-Shepherd, Nunan, & Brodie, 2008)。Föhr et al. (2016) 調查 16,275 名芬蘭職場工作者日常身體活動度、工作壓力與安靜心率變異度的關係，研究結果發現長期身體活動度對體能改善與工作日之間身體睡眠恢復時間有極大的關連，較高的身體活動度伴隨著較低的身體質量指數、較低的工作壓力、較短的睡眠時間。

心率變異度可以用來解讀交感神經與副交感神經功能對心因性控制的機制，其解讀方式可以透過心跳間期與心跳頻率的改變來探討可能的影響機制。在研究上，記錄運動前與運動後自律神經系統對心臟迷走神經 (cardiac vagal) 與交感神經活性的調控方式，可以瞭解運動員心血管功能對運動訓練的適應性 (Sloan et al., 2009; Sloan et al., 2011) 與長期訓練中運動疲勞的監控 (Buchheit et al., 2013)。先前研究指出，有氧訓練後運動員副交感神經的活性增強伴隨著降低的安靜心跳率 (Sloan et al., 2009; Sloan et al., 2011)。比較業餘足球員與坐姿形態者安靜時的心率變異度，發現 60 分鐘臥姿休息後，業餘足球員迷走神經活性增強，同時交感神經的活性減少，

顯示心率變異的活性變化與體能表現有相關聯性 (Lu, Chen, & Kuo, 2015)。

測量心率變異度可以反應出自律神經活性與身體活動度以及健康狀況之間的關係。安靜心率變異度中，心跳間期與高頻功率的增加，代表運動員在安靜時有較強烈的迷走神經活化 (Sandercock, Bromley, & Brodie, 2005)。有研究指出，進行長時間低強度至中強度運動可以改善自律神經功能 (Tuomainen, Peuhkurinen, Kettunen, & Rauramaa, 2005)。相同的研究中更發現，心率變異度的改變量與換氣閾值有顯著正相關。此外，提高的身體活動度會產生較高的自律神經系統活性 (May, McBerty, Zaky & Gianotti, 2017)。May et al. (2017) 測量 82 名大專院校學生 5 分鐘安靜心率變異度以及週間中等強度與高強度身體活動量。迴歸分析結果發現高強度身體活動量的活動時間與安靜心率變異度時域與頻域參數有相關性。因此，日常生活中的身體活動量與心因性自律神經調控功能息息相關。

本研究主要目的在探討身體活動量的改變對大學生心率變異度的影響，我國大專院校學生於寒假期間累積運動時間相較於學期間與暑假期間少 (張宏亮等人, 2010)，所以寒假結束後身體活動量的減少情況，對心率變異度調控與測量結果勢必會產生影響。目前，我們尚未能知道具運動習慣大學生在非在學期間的心率變異度是否會隨著身體活動量的變化而有所改變，目前也尚未得知心率變異度的測試信度是否會受到身體活動量變化而改變。因

此，本研究目的為：一、觀察大學生寒假前後六週與學期間前六週身體活動量與心率變異度的變化；二、瞭解寒假前後六週與學期間前六週大學生心率變異度測量的信度值。

貳、方法

一、研究對象

本研究招募 21 位女性大學生，參與者納入條件為：（一）大專院校就學學生；（二）每週至少維持六小時中等強度以上身體活動。排除條件為：（一）目前有神經肌肉損傷；（二）心血管疾病患者。實驗進行第一次測試 21 位女性大學生皆參加，而完成第二次測試與第三次測試人數剩 15 名，其他參與第一次測試 6 名參加者中途退出實驗。15 名完成三次測試者，其中 2 名國際身體活動問卷 (International Physical Activity Questionnaire, IPAQ) 填寫未完全，因此不列入統計比較，參與者基本資料呈現於表 1。所有參與者於實驗開始前須完成知情同意，並填寫參與者同意書及身體健康問卷，進行實驗前 24 小時

表 1 參與者基本資料與三分鐘登階心肺適能指數

項目	平均數±標準差
年齡 (years)	19.46 ± 0.52
身高 (cm)	165.15 ± 6.14
體重 (kg)	55.54 ± 4.67
BMI (kg/m ²)	20.35 ± 1.10
第一週測試登階心肺適能指數	76.88 ± 10.09
第七週測試登階心肺適能指數	73.79 ± 10.04
第十三週測試登階心肺適能指數	77.35 ± 9.17

資料來源：本研究整理。

內不得攝取酒精、含咖啡因等刺激性飲品以及測試 2 小時前避免激烈身體活動。

二、研究步驟

本研究觀察參與者身體活動量與心率變異度變化，於第一週、第七週及第十三週，使用三分鐘登階測試作為運動壓力測試，測量運動前、運動後的心率變異度。參與者須於第一次實驗填寫與測量基本資料，每次實驗參與者先進行 5 分鐘仰臥姿休息，然後再測量 10 分鐘安靜心跳，隨後立即進行三分鐘登階有氧測試，參與者須依照節拍進行登階測試，測驗結束後須立即測量運動後心跳率恢復變化狀態，隨後進行 5 分鐘仰臥姿休息，再測量 10 分鐘安靜心跳。參與者分別在第一週、第七週及第十三週進行，完成三次的測試。

另外，收集第一週至第六週及第七週至第十二週的身體活動量，共二個階段各六週的身體活動量。參與者研究期間每週需填寫國際身體活動問卷，回答身體活動狀態，研究人員每週透過聯絡電話與通訊軟體提醒參與者填寫量表，並於第七週及第十三週繳回國際身體活動問卷（如圖 1）。

三、研究工具

（一）三分鐘登階測試

本研究以三分鐘登階測試作為有氧運動測試，登階測驗時間為 3 分鐘，測驗過程中，參與者須遵照實驗操作者的口令，以每分鐘 96 下的節奏進行登階運動，登階高度為 35 公分，登階運動 3 分鐘後，參與者須立即以坐姿進行恢復，如無法依照節

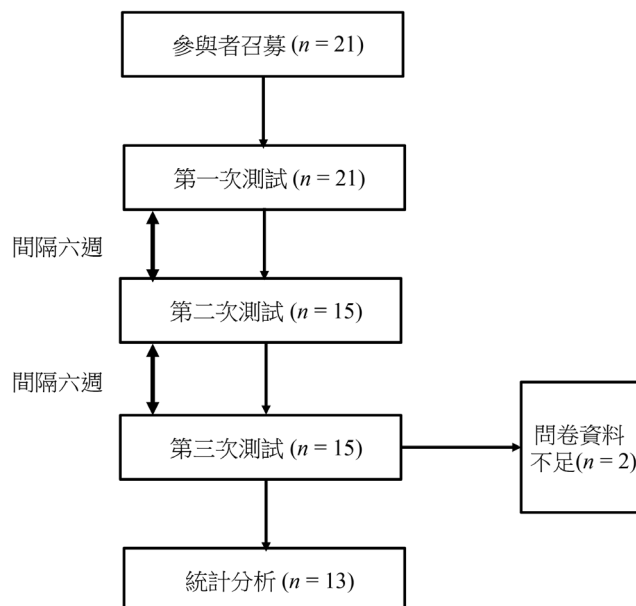


圖 1 研究流程圖

資料來源：本研究整理。

奏進行者，則以結束運動後立即進行坐姿的恢復，運動後恢復時間為 3.5 分鐘，計算運動後第 1 分至第 1 分 30 秒、運動後第 2 分至第 2 分 30 秒、運動後第 3 分至第 3 分 30 秒脈搏數量。計算公式為： $180 \text{ 秒} \times 100 \div (\text{運動後恢復時間三次脈搏數之總數} \times 2)$ (Chen et al., 2006)。

(二) 心率變異度

本研究測量運動前及運動後的心率變異度，參與者須於實驗開始前將 Polar 心率傳感器 (RS800CX, Polar Electro, Kempele, Finland) 佩戴於胸前，並確保胸帶的濕潤，以避免心跳率訊號不佳，實驗結束後，透過心率分析軟體 (Pro Trainer 5, Polar, Kempele, Finland) 使用紅外線傳輸將心跳率資料傳至電腦，並以 TXT 檔的格式輸出，於心率變

異度軟體 (Kubios HRV version 3.0, Kubios, Finland) 進行時域、頻域及非線性參數分析，本研究的心率變異度參數採用相鄰正常心跳間期差值平方和的均方根 (root mean square of the successive differences, rMSSD)、低頻功率 (low-frequency power, LFP)、高頻功率 (high-frequency power, HFP)、高低頻功率比 (LFP/HFP ratio, LHR)、SD1、SD2 作為心率變異度指標 (Lu, Chen, & Kuo, 2015)。

(三) 身體活動量

本研究使用國際身體活動問卷收集兩階段各六週的身體活動量數據，參與者須在第一週開始填寫前，經由受訓練的實驗操作人員，進行問卷的說明，以確保數據的真實性，每階段收集六週的身體活動量

數據，並於下次測驗時回收。本研究將身體活動以兩種方式分類：1. 依身體活動強度分類：激烈身體活動 (vigorous)、中等強度身體活動 (moderate)、走路 (walking)；2. 依身體活動種類分類：工作 (work)、交通 (transport)、居家園藝 (domestic & garden)、休閒 (leisure)。另外將每週坐姿時間納入統計分析中。本研究身體活動度分類與計分方式皆依照 IPAQ 所建議的準則進行 (International Physical Activity Questionnaire [IPAQ], 2005)。

五、統計方法

本研究以 Sigma Plot (version 13, Systat Software, San Jose, USA) 進行統計分析，所有數據以平均數 \pm 標準差呈現，本研究比較第一週、第七週、第十三週三次測驗的心率變異度差異，透過單因子重複量變異數分析 (one-way repeated measures of analysis of variance, ANOVA) 分別進行運動前以及運動後心率變異度比較，若有顯著差異，事後比較使用 Bonferroni 事後檢定法。另外，身體活動量以每週平均值的方式計算，透過成對樣本 *T* 檢定比較第一階段六週週平均值及第二階段六週週平均值的差異。最後我們以組內相關係數 (intraclass correlation coefficient, ICC) 比較三次測試的再測信度， $> .75$ 為良好； $.75 \sim .04$ 為中等； $< .04$ 為差 (Atkinson & Nevill, 1998)。統計顯著水準設定為 $p < .05$ 。

參、結果

一、三分鐘登階測試

參與者於第一週、第七週、第十三週測試登階心肺適能指數分別為 76.88 ± 10.09 、 73.79 ± 10.04 、 77.35 ± 9.17 ，統計結果顯示未達顯著差異 ($p > .05$) (表 1)。

二、身體活動量

身體活動量強度分類 (激烈運動強度、中等運動強度、走路)、身體活動量類別分類 (工作、交通、居家園藝及休閒)、平均每週總身體活動量與平均每週坐姿時間第一階段六週與第二段六週於統計比較上皆無顯著差異 (表 2)。

三、心率變異度

在心率變異度分析上，結果顯示運動前與運動後 rMSSD、LFP、HFP、LHR、SD1、SD2 等參數在三次測驗的比較上皆沒有顯著差異 (表 3)。

四、心率變異度再測試信度

三次測驗的再測試信度，只有在第一次測試與第二次測試安靜時 rMSSD、LHR、SD1 達到中等程度，第二次測試與第三次測試安靜時 LFP 與運動後 LHR 分別達到中等與良好程度，其他比較皆為差 (表 4)。

肆、討論

本研究探討具運動習慣之大學生身

表 2 國際身體活動問卷前六週與後六週的身體活動量

活動量	第一~六週 (METs)	第七~十二週 (METs)	<i>p</i> value
活動強度			
激烈運動強度	1312.82 ± 1602.63	2391.79 ± 3056.55	.271
中等運動強度	528.33 ± 533.49	673.85 ± 987.9	.645
走路活動強度	1373.73 ± 1988.42	1579.68 ± 2337.13	.811
活動類別			
工作類別	845.73 ± 1541.91	521.85 ± 949.12	.525
交通類別	696.44 ± 1201.35	717.19 ± 1249.69	.966
居家及園藝類別	229.36 ± 274.60	236.28 ± 374.87	.958
休閒類別	1443.35 ± 1163.38	3170.01 ± 3094.71	.072
平均每週總身體活動量	3214.88 ± 2186.12	4645.33 ± 3904.14	.260
平均每週坐姿時間	1750.00 ± 664.83	1893.72 ± 906.55	.649

資料來源：本研究整理。

表 3 三次測驗運動前與運動後心率變異度變化

參數	第一週	第七週	第十三週	<i>p</i> value
運動前心率變異度				
rMSSD (ms)	27.65 ± 4.68	27.37 ± 4.41	26.74 ± 4.27	.868
LFP (ms ²)	363.83 ± 184.58	412.93 ± 196.56	460.21 ± 205.42	.462
HFP (ms ²)	327.74 ± 96.48	296.95 ± 101.19	262.80 ± 89.58	.238
LHR	1.26 ± 0.83	1.66 ± 1.21	2.24 ± 1.95	.217
SD1 (ms ²)	19.56 ± 3.31	19.36 ± 3.12	18.92 ± 3.02	.868
SD2 (ms ²)	33.70 ± 6.23	34.97 ± 4.98	36.36 ± 4.58	.449
運動後心率變異度				
rMSSD (ms)	25.79 ± 4.71	23.66 ± 4.75	25.05 ± 5.00	.525
LFP (ms ²)	297.69 ± 128.48	330.41 ± 157.03	353.81 ± 194.60	.679
HFP (ms ²)	330.94 ± 243.47	239.43 ± 101.31	245.58 ± 93.40	.284
LHR	1.06 ± 0.46	1.66 ± 1.15	1.70 ± 1.27	.220
SD1 (ms ²)	18.24 ± 3.34	16.74 ± 3.36	17.72 ± 3.53	.525
SD2 (ms ²)	30.68 ± 4.28	31.62 ± 6.35	31.89 ± 5.62	.840

資料來源：本研究整理。

註：rMSSD：相鄰正常心跳間期差值平方和的均方根；LFP：低頻功率；HFP：高頻功率；LHR：高低頻功率比。

表 4 三次測驗運動前與運動後心率變異度測量信度值

參數	Typical Error		ICC		95% CI	
	測試 2-1	測試 3-2	測試 2-1	測試 3-2	測試 2-1	測試 3-2
運動前心率變異度						
rMSSD	3.30	3.73	0.51	0.28	2.31	2.61
LFP	176.80	160.12	0.15	0.40	123.59	111.94
HFP	84.09	79.36	0.30	0.34	58.78	55.48
LHR	0.80	1.50	0.44	0.17	0.56	1.05
SD1	2.34	2.64	0.51	0.28	1.63	1.85
SD2	5.32	4.53	0.12	0.11	3.72	3.16
運動後心率變異度						
rMSSD	4.25	4.33	0.21	0.23	2.97	3.03
LFP	176.29	165.76	-0.55	0.13	123.24	155.88
HFP	162.04	87.29	0.27	0.22	113.28	61.02
LHR	0.78	0.65	0.23	0.75	0.54	0.45
SD1	3.01	3.06	0.21	0.23	2.10	2.14
SD2	6.48	5.88	-0.47	0.04	4.53	4.11

資料來源：本研究整理。

註：rMSSD：相鄰正常心跳間期差值平方和的均方根；LFP：低頻功率；HFP：高頻功率；LHR：高低頻功率比。

體活動量與心率變異度的變化，發現前六週和後六週，各項身體活動量皆沒有顯著改變；三次測試之間的3分鐘登階心肺適能指與運動前、運動後rMSSD、LFP、HFP、LHR、SD1、SD2等心率變異度參數沒有顯著差異；心率變異度再測試信度在開學前六週的前後測試，LHR達到良好程度。

一、三分鐘登階測試

本研究於實驗期間第一週、第七週、第十三週測試登階心肺適能指數，用來推測研究期間心肺適能的變化，然而未發現三次檢測之間有顯著的差異。陳書芸、呂昱賢、賴威霖與陳永盛(2017)於一週內三個不同日期安排大專舞蹈專長生進行3分

鐘登階，心肺適能指數測試結果為 77.7 ± 11.4 、 76.4 ± 12.1 、 73.9 ± 11.5 ，與本研究三次測試指數 76.88 ± 10.09 、 73.79 ± 10.04 、 77.35 ± 9.17 相近，代表本研究具運動習慣的參與者心肺功能良好，並未在六週寒假期間而有明顯的差距。三分鐘登階測試為測量心肺功能簡易的工具，可用來評估大學生(蔡忠昌、陳怡瑜, 2009)、老年人(李佳倫、郭育瑄、黃馨葦、鄭景峰, 2015)、與心臟疾病患者(劉家豪、黃書群、王鐘賢, 2017)的心肺耐力。

二、身體活動量

從國際身體活動問卷數據來看，本研究參與者在第一到第六週(寒假期間)以及第七到第十二週(開學前六週)期間，

兩個時段平均每週激烈運動消耗皆超過 1,300 METs，而平均每週身體活動消耗也都超過 3,000 METs，在 IPAQ 的分類屬於高身體活動量 (IPAQ, 2005)。雖然，後六週的激烈身體活動度的消耗量高於前六週，但在統計上並無顯著差異，代表著本研究參與者平時具有規律的運動狀態及戶外活動生活型態，身體活動量不易隨著寒假期間而有明顯的改變。張宏亮等人 (2010) 調查我國 28,977 名大專院校學生運動習慣，發現大專院校學生於寒假期間累積運動時間相較於學期間與暑假期間少。而本研究參與者為具規律運動習慣之大學生，相較於一般大專院校學生，即使歷經寒假期間，皆能維持運動習慣。維持良好的身體活動度對心血管功能具有正面性的效益。

三、心率變異度

心率變異度是可以用來反應自律神經系統活性的工具，用來解讀交感神經與副交感神經功能對心因性機制的控制，其解讀方式可以透過心跳間期與心跳頻率的改變來探討可能的影響機制。安靜心率變異度可以用來瞭解自律神經系統調節功能與心血管健康狀況息息相關，而測量運動後心率變異度可以用來瞭解自律神經系統調節功能與體能。安靜心率變異度的活性會受到身體的活動狀況影響，研究發現中年公務機關工作人員每週從事中等強度與高強度身體活動量能夠有較高的安靜心率變異度 (Rennie et al., 2003)。透過配戴式加速規測量日常身體活動度，研究發現

高強度身體活動比中等強度身體活動對心率變異度改善程度更為明顯 (May et al., 2017; Soares-Miranda et al., 2011)。先前研究，指出日常生活中維持激烈的身體活動度能夠呈現較高的心率變異度。Soares-Miranda et al. (2011) 針對大專學生日常身體活動量對心率變異度調控的方式進行研究，結果發現高身體活動量比中等身體活動量有較高的 standard deviation of RR intervals (SDNN)、rMSSD、SD1、Sample entropy，代表迷走神經對心因功能調控的影響力提高。Lujan and DiCarlo (2013) 探討日常生活具高身體活動度者有較高的副交感神經活性與較低的 C-反應蛋白。因此，維持日常生活中高身體活動度能減少身體的發炎反應，能預防慢性疾病發生的機率。May et al. (2017) 測量 82 名大專院校學生 5 分鐘安靜心率變異度以及週間中等強度與高強度身體活動量。迴歸分析結果發現高強度身體活動量的活動時間與安靜心率變異度時域與頻域參數有正相關性，每週總身體活動量為激烈高強度活動較多者，可以預測出較佳的心率變異度，即每週高強度身體活動量高低影響心率變異度的變化。然而，本研究參與者的自律神經活性在研究期間歷經寒假期間與開學六週期間並沒有明顯的改變，我們在身體活動的資料中也發現參與者於寒假期間也能維持激烈的身體活動量，本研究在心率變異度測量上無明顯的改變可能與參與者本身具有良好的身體活動習慣有所關連。因此，維持高身體活動量的大學生，應擁有穩定的自律神經系統活性，心率變異度不易隨著時間而有巨大改變。

四、心率變異度信度

本研究以 ICC 比較心率變異度測量再測一致性，我們發現在經過寒假與開學期間，具運動習慣之大學生雖然在身體活動狀況與心率變異度沒有明顯的改變，但是在心率變異度在再測信度上則有很大的落差。可能與本研究參與者能夠在日常生活中維持高身體活動度的大學生有關，Winsley, Armstrong, Bywater, and Fawcner (2003) 探討 11 至 12 歲兒童心率變異度再測信度，發現在安靜與輕有氧運動後心率變異度再測信度皆低，此結果與本研究相似。在測試工具的選用上，再測信度越高者，則反覆測量的一致性越高，能夠作為重複比較的工具。我們認為本研究心率變異度再測信度因為個人身體條件的差異性與時間型態上的改變而造成低信度的結果。因此，日後研究者或體能訓練工作者必須注意，使用心率變異度測量來作為長期評估高身體活動度大學生自律神經功能改變的依據。應避免重複測量數據的判讀與評估上誤解的風險。

五、研究限制

本研究結果可能受限於幾種因素：

- (一) 本研究無法實驗測量日常身體活動量所產生的能量消耗，例如配戴加速規實驗測量身體活動狀況。
- (二) 本研究的設計方式可能無法觀察到大學生每週自律神經系統活性的改變狀態，也沒有分析每週身體活動度改變與自律神經活性的關係。

- (三) 本研究招募 21 名參與者，實際完成研究全程個案人數減為 13 名，較少樣本數可能影響研究檢力，增加研究上第二型錯誤的機率。因此，未來研究建議招募更多樣本數，以減少研究誤差的風險性。

六、結論與建議

本研究結論，大學生縱使歷經寒假六週期間，持續高身體活動度並具有固定的運動或戶外生活型態，能擁有穩定的心率變異度。因此，能維持運動習慣之對自律神經功能的穩定有實質地幫助。然而，測量心率變異度的信度會隨著十二週時間的發展而影響，有較差的測試信度。未來研究可進一步探討不同身體活動度的大學生，是否具有相似的自律神經系統活性，以及觀察具運動習慣之大學生長期的自律神經系統調控狀態。

參考文獻

1. 李佳倫、郭育瑄、黃馨葦、鄭景峰 (2015)。老年人三分鐘登階測驗的信度與效度。《運動生理暨體能學報》，20，33-45。doi:10.6127/JEPF.2015.20.04 [Lee, C.-L., Kuo, Y.-H., Huang, H.-W., & Cheng, C.-F. (2015). Reliability and validity of the three-minute step test in older adults. *Journal of Exercise Physiology and Fitness*, 20, 33-45. doi:10.6127/JEPF.2015.20.04]
2. 張宏亮、陳美燕、楊裕隆、王傑賢、林建勳、李俞麟 (2010)。臺灣大專院校學生運動習慣之分析。《大專體育學術專刊》，99，240-255。doi:10.6695/AUES.201005_99.0032

- [Chang, H.-L., Chen, M.-Y., Yang, Y.-L., Wang, J.-S., Lin, C.-H., & Lee, Y.-L. (2010). Analysis of sport habits of the students in universities and colleges in Taiwan. *Archives of University Education and Sports*, 99, 240-255. doi:10.6695/AUES.201005_99.0032]
3. 陳書芸、呂昱賢、賴威霖、陳永盛 (2017)。身體姿勢對舞者三分鐘登階運動後心率變異度與血流動力之影響。大專體育學刊, 19(1), 74-86。doi:10.5297/ser.1901.005
[Chen, S.-Y., Lu, Y.-X., Lai, W.-L., & Chen, Y.-S. (2017). Effects of body positions on heart rate variability and hemodynamics after a 3-min step test in dancers. *Sports & Exercise Research*, 19(1), 74-86. doi:10.5297/ser.1901.005]
 4. 蔡忠昌、陳怡瑜 (2009)。大學生性別、心肺功能與心率變異的相關性。大專體育學刊, 11(3), 143-153。doi:10.5297/ser.200909_11(3).0011
[Tsai, J.-C., & Chen, Y.-Y. (2009). Correlation among sex, cardiopulmonary capacity and heart rate variability in college students. *Sports & Exercise Research*, 11(3), 143-153. doi: 10.5297/ser.200909_11(3).0011]
 5. 劉家豪、黃書群、王鐘賢 (2010)。以三分鐘登階測試結合心率變異預測心臟病患之尖峰攝氧量。臺灣復健醫學雜誌, 45(2), 75-87。
[Liu, C.-H., Huang, S.-C., & Wang, J.-S. (2010). Prediction of peak oxygen consumption in patients with cardiac disease using a 3 minutes' step test combined with heart rate variability. *Taiwan Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 45(2), 75-87. doi:10.6315/2017.45(2)04]
 6. Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217-238. doi:10.2165/00007256-199826040-00002
 7. Buchheit, M., Racinais, S., Bilsborough, J. C., Bourdon, P. C., Voss, S. C., Hocking, J., ... Coutts, A. J. (2013). Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 550-555. doi:10.1016/j.jsams.2012.12.003
 8. Chen, S.-M., Wang, J.-S., Lee, W.-C., Hou, C.-W., Chen, C.-Y., Laio, Y.-H., ... Kuo, C.-H. (2006). Validity of the 3 min step test in moderate altitude: Environmental temperature as a confounder. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31(6), 726-730. doi:10.1139/h06-077
 9. Föhr, T., Pietilä, J., Helander, E., Myllymäki, T., Lindholm, H., Rusko, H., & Kujala, U. M. (2016). Physical activity, body mass index and heart rate variability-based stress and recovery in 16 275 Finnish employees: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 16, 701. doi:10.1186/s12889-016-3391-4
 10. International Physical Activity Questionnaire. (2005). *Guidelines for data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)—Short and long forms*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=5641f4c36143250eac8b45b7&assetKey=AS%3A294237418606593%401447163075131>
 11. Lu, W.-A., Chen, Y.-C., & Kuo, C.-D. (2015).

- Reduced room for cardiac vagal modulation to increase and cardiac sympathetic modulation to decrease by resting in football players. *Journal of Clinical and Experimental Cardiology*, 6, 372-378. doi:10.4172/2155-9880.1000372
12. Lujan, H. L., & DiCarlo, S. E. (2013). Physical activity, by enhancing parasympathetic tone and activating the cholinergic anti-inflammatory pathway, is a therapeutic strategy to restrain chronic inflammation and prevent many chronic diseases. *Medical Hypotheses*, 80(5), 548-552. doi:10.1016/j.mehy.2013.01.014
 13. May, R., McBerty, V., Zaky, A., & Gianotti, M. (2017). Vigorous physical activity predicts higher heart rate variability among younger adults. *Journal of Physiological Anthropology*, 36, 24. doi:10.1186/s40101-017-0140-z
 14. Rennie, K. L., Hemingway, H., Kumari, M., Brunner, E., Malik, M., & Marmot, M. (2003). Effects of moderate and vigorous physical activity on heart rate variability in a British study of civil servants. *American Journal of Epidemiology*, 158(2), 135-143. doi:10.1093/aje/kwg120
 15. Sandercock, G. R. H., Bromley, P. D., & Brodie, D. A. (2005). Effects of exercise on heart rate variability: Inferences from meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(3), 433-439. doi:10.1249/01.MSS.0000155388.39002.9D
 16. Sandercock, G. R. H., Hardy-Shepherd, D., Nunan, D., & Brodie, D. (2008). The relationships between self-assessed habitual physical activity and non-invasive measures of cardiac autonomic modulation in young healthy volunteers. *Journal of Sports Sciences*, 26(11), 1171-1177. doi:10.1080/02640410802004930
 17. Sloan, R. P., Shapiro, P. A., DeMeersman, R. E., Bagiella, E., Brondolo, E. N., McKinley, P. S., ... Myers, M. M. (2009). The effect of aerobic training and cardiac autonomic regulation in young adults. *American Journal of Public Health*, 99(5), 921-928. doi:10.2105/AJPH.2007.133165
 18. Sloan, R. P., Shapiro, P. A., DeMeersman, R. E., Bagiella, E., Brondolo, E. N., McKinley, P. S., ... Myers, M. M. (2011). Impact of aerobic training on cardiovascular reactivity to and recovery from challenge. *Psychosomatic Medicine*, 73(2), 134-141. doi:10.1097/PSY.0b013e31820a1174
 19. Soares-Miranda, L., Sandercock, G., Vale, S., Silva, P., Moreira, C., Santos, R., & Mota, J. (2011). Benefits of achieving vigorous as well as moderate physical activity recommendations: Evidence from heart rate complexity and cardiac vagal modulation. *Journal of Sports Sciences*, 29(10), 1011-1018. doi:10.1080/02640414.2011.568513
 20. Tuomainen, P., Peuhkurinen, K., Kettunen, R., & Rauramaa, R. (2005). Regular physical exercise, heart rate variability and turbulence in a 6-year randomized controlled trial in middle-aged men: The DNASCO study. *Life Sciences*, 77(21), 2723-2734. doi:10.1016/j.lfs.2005.05.023
 21. Winsley, R. J., Armstrong, N., Bywater, K., & Fawcner, S. G. (2003). Reliability of heart rate variability measures at rest and during light exercise in children. *British Journal of Sports Medicine*, 37(6), 550-552. doi:10.1136/bjism.37.6.550

Maintaining High Level Physical Activity and Heart Rate Variability and Test-Retest Reliability in University Students With Regular Physical Activities

Mao-Sheng Lai¹, Hung-Tsung Wang^{2*}

¹ Taipei City University of Science & Technology

² University of Taipei

*Corresponding author: Hung-Tsung Wang

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

E-mail: justin580817@gmail.com

DOI:10.6167/JSR.201906_28(1).0004

Received: May, 2018 Accepted: August, 2018

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of physical activity status on heart rate variability (HRV) in university students during 6-week winter vacation and first 6 weeks of semester. Twenty-one university female participants with habituation of exercise activities were recruited in this study (age: 19.46 ± 0.52 years, height: 165.15 ± 6.14 cm, weight: 55.54 ± 4.67 kg). The participants were assessed resting HRV in three occasions on 1st week (end of last semester), 7th week (after winter vacation), and 13th weeks (after first 6 weeks of semester) during the experiment. Resting HRV were measured for 10 min in supine position before and after 3-min step test. To understand the quantity of physical activities during winter vacation and first 6 weeks of semester, the participants were required to answer International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) each week during 12-week experiment period. The result showed that volume of physical activity, HRV indexes: root mean square of the successive differences (rMSSD), low-frequency power (LFP), high-frequency power (HFP), LFP/HFP ratio (LHR), SD1 and SD2 during pre-exercise and post-exercise were found no significant difference among the trials. For test-retest reliability of the HRV measurement, only post-exercise of LHR showed high reliability. We concluded that healthy university students with high physical activity can stabilize the pattern of HRV modulation. Thus, it is recommended that maintaining high level physical activity is positive to autonomic nervous regulation. The test-retest reliability of HRV measurement was poor during the 12-week period.

Keywords: autonomic nervous system, IPAQ, 3-min step test