

連續三天費力跑步運動刺激的壓力反應

陳著¹、林貴福^{1*}

摘要

目的：觀察連續實施三天費力跑步運動（80% HRR，20分鐘跑步）的血管及可體松壓力反應。**方法：**10位年輕男性大學生（年齡 23.1 ± 2.7 歲，身高 171.90 ± 5.15 公分，體重 69.32 ± 5.75 公斤）。經最大努力運動測試後，實施三天費力跑步運動。運動前後包含30分鐘的安靜值及恢復期測量。以重覆量數單因子與二因子變異數分析，分別比較心跳率及血壓連續三天運動的平均安靜值與恢復期差異；以及比較三天運動之間可體松濃度增加百分比的差異。**結果：**心跳率及血壓的安靜值、恢復期以及運動後可體松濃度增加百分比三天之間皆無顯著差異（ $p > .05$ ），而運動後可體松濃度顯著大於運動前（ 0.134 ± 0.078 vs. 0.092 ± 0.061 微克／合升， $p < .05$ ）。**結論：**連續實施三天費力跑步運動，身體的壓力反應程度皆維持相同。

關鍵詞：心跳率、血壓、可體松

The Stress Responses of 3 Consecutive Days of Vigorous Running Exercise Stimulus

Chu Chen¹, Kuei-Fu Lin^{1*}

Abstract

Purpose: Observe changes of cardiovascular and hormone (cortisol) stress responses during 3 consecutive days of vigorous running exercise (D1, D2 & D3). **Methods:** The present study recruited 10 healthy young males (age 23.1 ± 2.7 yrs, height 171.90 ± 5.15 cm, weight 69.32 ± 5.75 kg) from the department of physical education and requiring all of subjects completed a $\dot{V}O_{2\max}$ test before taking part in 3 times of vigorous running exercise (20-minute 80%HRR treadmill exercise), with 24-hour rest between each exercise. Measure heart rates and blood pressures during 30 minutes before and after (1, 3, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 min after exercise) each exercise. Cortisol were measured after 30 min seated rest and exercise. Data analyses were conducted by repeated measured one-way ANOVA for cardiovascular responses. Compared the responses differences between each exercise. Two-way ANOVA was used to compare the differences of the percentage increase in cortisol level between 3 days. **Results:** There were no significant differences with respect to changes of heart rates and blood pressures between D1, D2 and D3, regardless of pre- or post-exercise ($p > .05$). The average cortisol level of post-exercises are significantly greater than pre-exercises (0.134 ± 0.078 vs. 0.092 ± 0.061 $\mu\text{g}/\text{dl}$, $p < .05$). But there were no significant differences between 3 days' percentage increases ($p > .05$). **Conclusion:** The cardiovascular and hormonal responses to the 3 days of vigorous running exercise

Submitted for publication: 2016.9; Accepted for publication: 2017.3

1 國立新竹教育大學體育學系；Department of Physical Education, National Hsinchu University of Education

* Corresponding author: 林貴福 E-mail: steve@mail.nhcue.edu.tw

do not vary significantly from one another which shows that 3 consecutive days of vigorous running exercise do not affect the magnitude of stress responses.

Keywords: heart rate, blood pressure, cortisol

壹、問題背景

壓力可定義為不和諧的狀態或是體內平衡受到威脅，而這些日常生活中威脅體內平衡的刺激則被稱為壓力源（Kyrou & Tsigos, 2009）。壓力與許多疾病有顯著關係，包括憂鬱症及心血管疾病（Gandy, Sharpe, & Perry, 2012; Lee, Lee, & No, 2010）。遭遇生活中的壓力源刺激時，人體會產生心理與生理的反應，心理的反應包括興奮（正向）、焦慮或緊張（負向）的情緒，生理的反應則可能有心跳率、血壓上升及可體松（cortisol）濃度增加。當壓力源被認為是正面時，如工作升遷、結婚或嬰兒出生，反映情緒可能為正向的；如果面臨考試及公開演講等主觀認定是負面情境時，反映情緒則可能是負向的（Radstaak, Geurts, Brosschot, Cillessen, & Kompier, 2011）。不管壓力源的方向為何，受到刺激時生理的反應皆有心跳率增加、血壓上升及可體松等荷爾蒙的濃度增加（Dowd, Zautra, & Hogan, 2010; Waugh, Panage, Mendes, & Gotlib, 2010）。研究指出，如果長期暴露於壓力源中，除了可能導致動脈粥狀硬化（Roemmich et al., 2011），提高心臟病及高血壓（Esler, Schwarz, & Alvarenga, 2008）罹患機率之外，長期壓力也會加速心血管疾病形成（Globe & Grande, 2008）。慶幸的是，參與規律身體活動或運動能降低壓力源刺激的生理反應（Webb et al., 2013），且有助於降低罹患心血管疾病的風險（Rankovic et al., 2012）。因此，後續研究開始持續關注運動對於壓力反應的效果。

過去有關人體面臨心理或生理壓力刺激所產生反應的研究，觀察範疇包括比較不同族群，例如：不同有氧適能者（Crews & Lander, 1987）或不同訓練程度的研究對象（如職業運動員、業餘運動員、規律

運動者、無規律運動者與坐式生活者）（Norlander, Bood, & Archer, 2002; Rimmel et al., 2007）。或是單次運動後的反應（Alderman, Arent, Landers, & Rogers, 2007）以及運動介入期間或介入後的壓力反應（Alghadir, Gabr, & Aly, 2015; Carter, Banister, & Blaber, 2003）。觀察變項則包括心血管系統的心跳及血壓反應，神經內分泌系統的荷爾蒙反應（包括腎上腺素、正腎上腺素或可體松等），以期瞭解並找出運動降低壓力反應的最佳效果與方式。研究結果傾向認為，心肺適能越佳者〔更高的最大攝氧量（ $\dot{V}O_{2max}$ ）〕，遭遇相同刺激時所產生的壓力反應會越小（Zschucke, Renneberg, Dimeo, Wüstenberg, & Ströhle, 2015）。然而，目前研究觀察人體對壓力刺激的反應並不一致（Bouchard et al., 2012）。觀察到正面效果的研究，比較運動前後的差異，以每週三次，每次45至60分鐘70%-90%最大心跳率進行12週跑步訓練，結果顯示訓練後研究對象的壓力反應小於訓練前（Carter et al., 2003）。同樣運動頻率及強度，每次30分鐘的12週間歇訓練，結果也顯示出訓練後研究對象有較低的心血管反應（Heydari, Boutcher, & Boutcher, 2013）；而Ray and Carter（2010）將運動組與控制組進行比較，介入八週腳踏車或跑步訓練，頻率設定為一週四次，強度為80%最大心跳率，持續時間則為第一週20分鐘接續每週增加5分鐘至最後一週60分鐘，發現有氧適能提升後心血管反應並未與控制組產生差異。觀察過去有關過度訓練研究，Halsen et al.（2002）利用兩週連續七天，最長65分鐘70%-95%最大心跳率的腳踏車介入造成研究對象過度訓練狀態。Hough, Corney, Kouris, and Gleeson（2013）利用連續11天，每天90分鐘75%攝氧量峰值的腳踏車介入也同樣造成研究對象過度訓練狀態，結果顯示訓練前後心跳反應並未改變，但過度訓練狀態

下壓力荷爾蒙—可體松的反應出現異常。有關單次運動刺激的研究，Shojaei, Jafari, and Farajov (2011) 利用45分鐘50% $\dot{V}O_{2max}$ 的腳踏車運動，引發可體松及其它發炎指標（IL-6、IL-10與 C 反應蛋白）顯著提升。另外 Stokes, Gilbert, Hall, Andrews, and Thompson (2013) 則利用單次30分鐘的阻力、衝刺與耐力（70% $\dot{V}O_{2max}$ 的腳踏車運動）運動，發現衝刺及耐力運動後可體松濃度顯著大於運動前。單次的運動即足以引發身體壓力反應，比對訓練研究與過度訓練研究設計，所使用運動強度皆為費力運動範疇，目的在於利用連續實施單次運動刺激累積壓力反應，進而造成身體狀態產生變化。從每週三次、每週四次至連續實施，對身體壓力反應所造成的影響似乎不盡相同，壓力反應改變的現象，是否因連續執行方式所導致，目前尚未清楚。根據美國運動醫學會（American College of Sports Medicine, ACSM）建議，為達成運動促進適能的效果，每天從事費力運動（60-90%HRR）的時間應介於20至60分鐘（ACSM, 2013），每週至少三次。若以連續三天方式執行最低建議量的費力跑步運動，是否可能造成身體壓力反應變化則無法得知。

費力運動介入的成效可能因實施方式不同而產生不確定結果。鑑於近期研究開始關注運動訓練降低壓力反應的效果（Dittrich, Lucas, Maioral, Diefenthaler, & Guglielmo, 2013），其運動訓練的過程也應被充分瞭解。因此，本研究比較連續三天費力跑步運動的壓力反應，觀察連續實施運動時，身體壓力反應的變化。

貳、研究方法

一、研究對象

本研究招募10名體育系無規律運動（經調查後確認停止訓練一年以上，每週參與健身運動頻率小於2次）的健康男性大學生為研究對象（平均年齡 23.1 ± 2.7 歲，身高 171.90 ± 5.15 公分，體重 69.32 ± 5.75 公斤，身體質量指數為 23.44 ± 1.11 公斤/公尺²；詳細資料如表

一）。告知實驗目的及流程後簽署研究對象知情同意書。接續告知實驗須知，實驗開始前三天及所有實驗期間，應避免從事激烈運動訓練、熬夜、飲酒及飲用含咖啡因飲品。每次實驗前2小時禁止飲食。

二、實驗流程

本研究採重覆量數設計，10名健康男性大學生進行連續三天的費力跑步運動，間隔24小時。正式實驗前須進行一次最大努力運動測驗，測驗中記錄研究對象的最大心跳率及最大攝氧量，用以換算費力跑步運動負荷。使用工具包含心率記錄器（Polar RS800CX, Finland）、原地跑步機（Fullvision Inc. TMX425CP, USA）、電子血壓計（Omron IA1, Japan）、酵素免疫分析儀（Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA, Biochrom EZ Read 800 Plus, UK）及氣體分析儀（Cortex Metamax 3B, Germany）。最大努力運動參考Machado, Kravchychyn, Peserico, da Silva, and Mezzaroba (2013) 測驗流程，測驗進行方式：設定原地跑步機起始速率為每小時8公里及坡度1%，以二分鐘為一階段。每增加一階段速率增加每小時1公里。坡度則全程維持1%。在原地跑步機上，研究對象以此方式進行最大努力運動直到衰竭。最大努力運動測驗中則以心跳率介於預估最大心跳率 ± 10 次範圍內、呼吸交換率大於1.1及自覺努力程度大於18等三項指標，同時達到兩項

表一 研究對象基本資料

項目	平均值	標準差
年齡（歲）	23.10	2.66
身高（公分）	171.90	5.15
體重（公斤）	69.32	5.75
身體質量指數（公斤/公尺 ² ）	23.44	1.11
最大心跳率（次/分）	196.00	10.42
安靜心跳率（次/分）	67.77	7.94
80%HRR（次/分）	170.13	8.93
安靜收縮壓（毫米汞柱）	107.17	5.87
安靜舒張壓（毫米汞柱）	61.57	5.12
最大攝氧量（毫升/公斤/分鐘）	54.72	3.19
呼吸交換率	1.15	0.06

以上時作為判定最大努力運動測驗的標準。

最大努力運動測驗後一週，研究對象開始實施三天費力跑步運動（D1、D2 及 D3）正式實驗，三天皆依照以下相同步驟實施。每天費力跑步運動前，皆須先進行心跳率、血壓及唾液中可體松濃度安靜值的量測。測量前，研究對象須配戴心率記錄器及電子血壓計，並告知研究對象過程中應保持清醒。量測時以坐姿安靜休息30分鐘，擷取後20分鐘的安靜心跳率及血壓，血壓則每五分鐘測量一次。第30分鐘時採集唾液樣本，用以分析可體松濃度的安靜值。費力跑步運動根據美國運動醫學會建議60%-90%保留心跳率（heart rate reserve, HRR）的強度範圍，以及跑步等有氧運動型態須持續10分鐘以上才可達到刺激效果作為依據，並強調每天從事費力運動應介於20至60分鐘（ACSM, 2013），因此以連續20分鐘80%HRR，作為最低建議量的費力跑步運動。運動前，研究對象配戴心率記錄器，在跑步機上先行實施5分鐘慢跑熱身，熱身結束後待安靜心跳率恢復至低於每分鐘100次，接續實施連續20分鐘的跑步機運動。運動結束後，研究對象隨即進入30分鐘坐姿安靜恢復期，期間測量心跳率、血壓及可體松值。心跳率及血壓測量時間點分別為恢復期第1、3、5、10、15、20、25及30分鐘，第30分鐘同時採集唾液樣本，所採集唾液樣本皆儲存於-20℃環境中，利用生化分析的三明治法，以酵素免疫分析儀測量唾液中的可體松濃度，使用試劑為Salimetrics item no. 1-3002，測量450nm波長吸光值。

三、資料處理與統計方法

利用描述統計以平均數（means, M）及標準差（standard deviation, SD）呈現研究對象基本資料及測量數據。心跳率及血壓以重複量數單因子變數分析（repeated-measure one-way ANOVA）分別比較三天之間的安靜值以及恢復期差異。重複量數二因子變異數分析（repeated-measure two-way ANOVA），則用於比較三天運動之間及運動前後可體松

值的差異，若產生顯著交互作用，則以杜凱法（Tukey HSD）進行事後比較；若無顯著交互作用，則進行三天可體松濃度增加百分比〔（運動後-運動前）／運動前〕的重覆量數單因子變異數分析，比較三天之間變化的差異，再以重複量數 t 考驗比較前測的三天平均值與後測的三天平均值差異。統計水準訂為 $\alpha = .05$ 。

參、結果

一、心跳率反應

（一）安靜心跳率

D1、D2 與 D3 運動前的安靜心跳率分別為 65.42 ± 8.76 、 63.89 ± 9.38 及 66.50 ± 8.04 次／分，三天之間無顯著差異（ $F = .224, p > .05$ ）。

（二）平均運動心跳率

D1、D2 與 D3 的平均運動心跳率分別為 175.45 ± 8.39 、 172.75 ± 8.98 及 173.58 ± 8.47 次／分。三天之間無顯著差異（ $F = .232, p > .05$ ）。

（三）恢復期心跳率

D1、D2 與 D3 運動後恢復期第 1、3、5、10、15、20、25 及30分鐘的心跳率如圖一所示，三天運動恢復期的平均心跳率分別為D1： 104.24 ± 15.31 、D2： 100.44 ± 14.59 及D3： 102.64 ± 15.02 次／分，三天之間無顯著差異（ $F = 1.298, p > .05$ ）。

二、血壓反應

（一）血壓安靜值

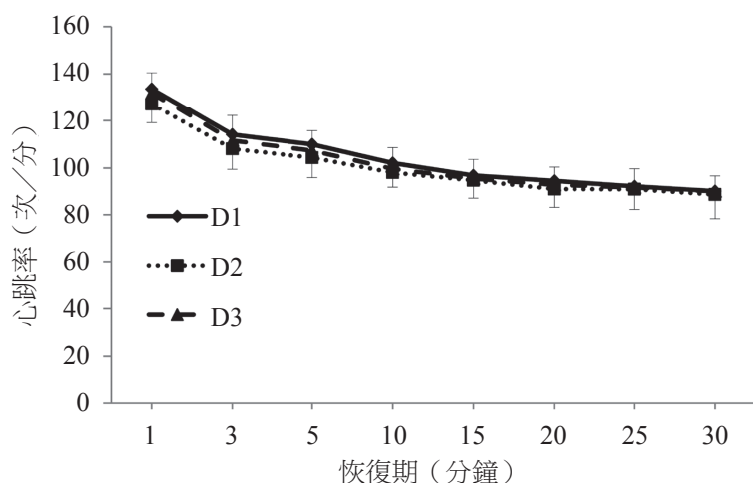
三天費力跑步運動前的收縮壓及舒張壓安靜值分別為 D1： 109.35 ± 6.45 、D2： 109.02 ± 4.29 及 D3： 109.63 ± 5.42 毫米汞柱；D1： 63.53 ± 5.98 、D2： 63.22 ± 6.26 及 D3： 64.42 ± 5.47 毫米汞柱。收縮壓及舒張壓三天運動之間皆無顯著差異（ $F = .032; F = .110, p > .05$ ）。

(二) 恢復期血壓

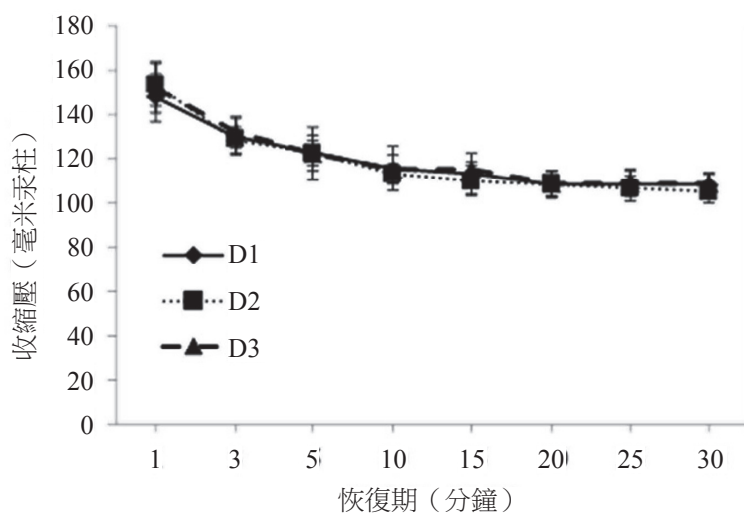
費力跑步運動後，每次恢復期第 1、3、5、10、15、20、25 及 30 分鐘的收縮壓及舒張壓如圖二及圖三。三天運動整體恢復期收縮壓平均值分別為 D1：119.39 ± 15.61、D2：118.61 ± 16.81 及 D3：120.56 ± 15.79 毫米汞柱；舒張壓則為 D1：62.73 ± 6.64、D2：63.83 ± 6.05 及 D3：63.34 ± 5.43 毫米汞柱。收縮壓三天恢復期之間均無顯著差異（ $F = .298; p > .05$ ），舒張壓也呈現相同結果（ $F = .668, p > .05$ ）。

三、可體松反應

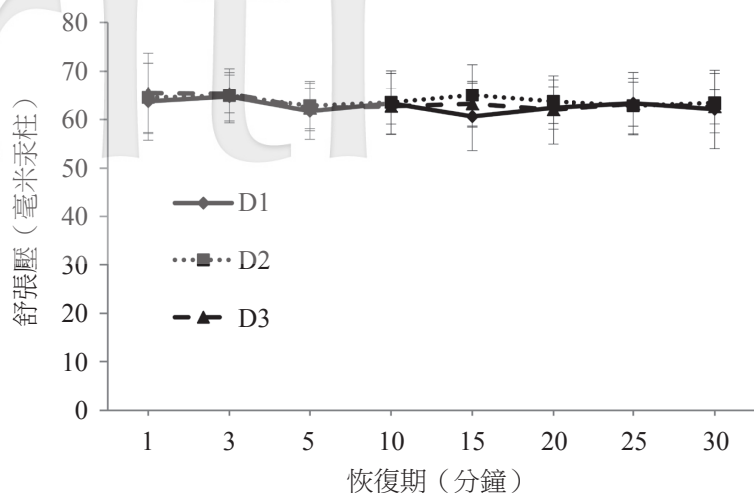
可體松 D1、D2 及 D3 運動前後濃度為 0.075 ± 0.050 vs. 0.126 ± 0.066 ; 0.104 ± 0.071 vs. 0.125 ± 0.087 ; 0.096 ± 0.054 vs. 0.150 ± 0.073 微克／合升（如圖四）。重覆量數二因子變異數分析結果顯示，三天運動與前後測之間無交互作用（ $F = .573; p > .05$ ），後續以單因子變異數分析比較三天運動之間，濃度增加百分比的差異，結果顯示三天之間皆無顯著差異（ $9.21 \pm 18.49\%$ vs. $8.86 \pm 26.68\%$ vs. 9.82



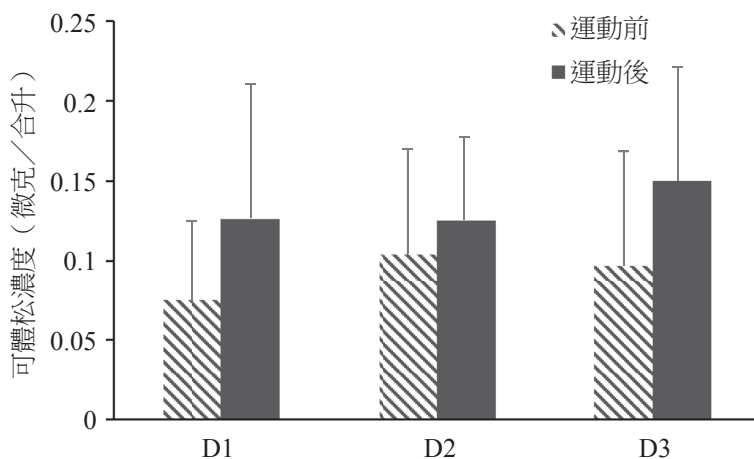
圖一 恢復期心跳率



圖二 恢復期收縮壓



圖三 恢復期舒張壓

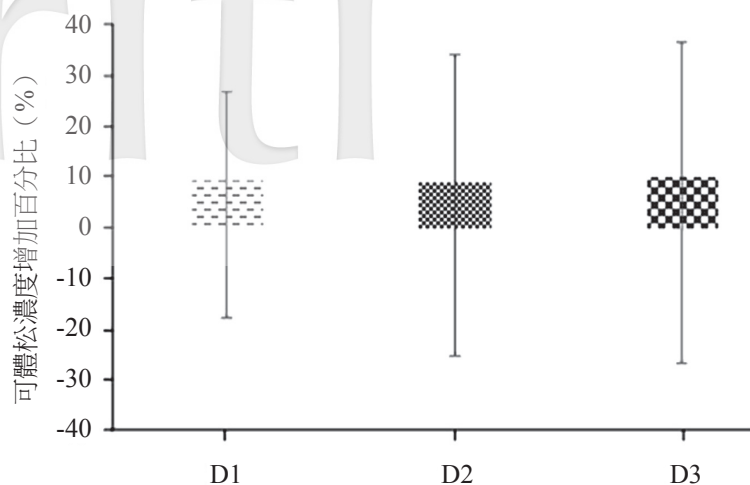


圖四 三天運動前後的可體松濃度

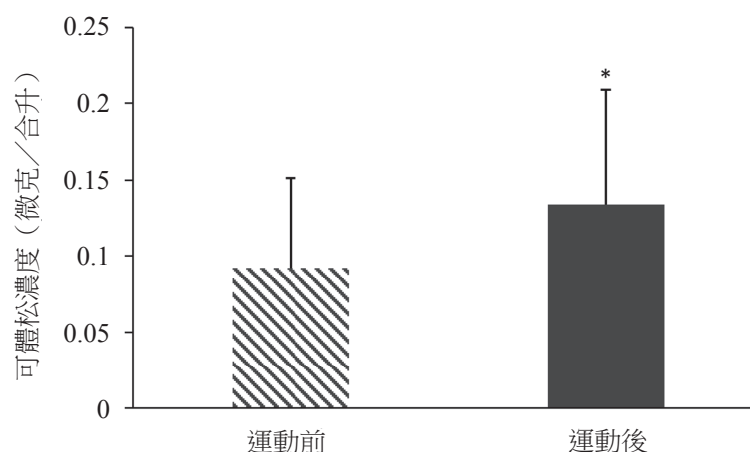
$\pm 28.14\%$, $F = .004$; $p > .05$) (如圖五)。另外，由於標準差較大，因此再進行三天運動前的同質性考驗，確認研究對象運動前基準值是否相同，同質性考驗結果無顯著差異 ($p > .05$)，顯示三天運動前基準值為同質。最後，以重覆量數 t 檢定比較運動前後測之間，三天平均值的差異，結果呈現後測三天平均值顯著大於前測 (0.134 ± 0.078 vs. 0.092 ± 0.061 微克/合升, $p < .05$) (如圖六)。

肆、討論

本研究以連續三天的費力跑步運動，觀察每次運動後壓力反應的變化。結果顯示，心血管反應的心跳率及血壓，三天運動之間的安靜值及運動後反應皆未產生差異；可體松反應則是運動後顯著大於運動前，但三天的反應相近。三天費力跑步運動，研究對象皆達到所設定強度 (80% HRR)，而運動後心跳率、收縮壓及舒張壓皆呈現相似的恢



圖五 可體松濃度增加百分比的差異



圖六 可體松運動前後三天平均值的差異

註：*代表顯著大於運動前

復模式，顯示連續三天運動並未造成心血管的壓力反應發生改變。本研究設定運動強度屬於美國運動醫學會運動處方指引高強度運動（60%- < 90% HRR）的範疇（ACSM, 2013），過去研究則認為高強度運動（80% $\dot{V}O_2\max$ ）將顯著提升可體松的壓力反應（VanBruggen, Hackney, McMurray, & Ondrak, 2011），而引起交感神經系統反應的強度則為60% $\dot{V}O_2\max$ 以上（Huang, Webb, Zourdos, & Acevedo, 2013）。然而，本研究運動後身體壓力反應未發生改變，推測與研究對象的

體能狀態以及運動時間有關，先前研究已發現，壓力反應會隨研究對象的身體適能而有所差異（Norlander et al., 2002; Rimmelé et al., 2007），另有研究提出，相較於一般未受過訓練者，遭遇相同強度的刺激時，運動員產生的壓力反應較為和緩，由於運動員長期適應的結果，交感神經系統對刺激有較小的反應（Huang et al., 2013）。

三天運動前可體松安靜值皆維持相近水準，表示研究對象每天運動前的狀態相近，整體運動後的反應大於運動前，經過運動刺

激後壓力反應提升為可預期現象，但三天運動後濃度增加百分比都維持相同，顯示連續執行方式下，三天運動後可體松的反應程度皆一致。過去研究指出，連續刺激將增強研究對象的壓力反應（Webb et al., 2011），但其所介入的連續刺激間隔相對較短，皆在同一日內進行，當本研究將運動刺激間隔增加為 24 小時，其連續增強的效果即消失，推測研究對象已恢復至初始狀態，因此三天運動產生相同程度反應。

與其它研究招募研究對象體能狀態進行對照，本研究所招募研究對象的 $\dot{V}O_2\text{max}$ (54.72 ± 3.19 毫升／公斤／分鐘) 低於高度與經常訓練運動員 (72 ± 5 vs. 60 ± 5 毫升／公斤／分鐘) (Seiler, Haugen, & Kuffel, 2007)，相當於一般規律運動者 (53 ± 6 毫升／公斤／分鐘) (Stokes et al., 2013)，高於坐式生活者 (47.50 毫升／公斤／分鐘) (Zschucke et al., 2015)。顯示本研究對象雖為無規律運動者（非坐式生活者）應仍具備相關運動經驗與一定體能狀態，所給予運動刺激可能不足以造成研究對象的壓力反應產生改變。另一方面，本研究所採用運動時間為 ACSM 每週從事費力運動的最低建議量，所採用運動強度與過去研究雖相近 ($80\%HRR$ vs. $70\%\dot{V}O_2\text{max}$, $70\text{-}90\%HR\text{max}$)，但運動時間明顯較短，過去研究所執行時間多介於 30 至 60 分鐘甚至以上，而本研究則為 20 分鐘，推測可能因此降低刺激強度，加上研究對象屬於較年輕族群，因而認為連續三天的費力跑步運動，並不會造成該族群心血管與荷爾蒙指標的安靜值以及壓力反應程度發生改變。除此之外，近期研究顯示可體松唾液樣本採集的時間點出現分歧，本研究根據 VanBruggen et al. (2011) 的研究結果， 40% 、 60% 及 $80\%\dot{V}O_2\text{max}$ 的腳踏車運動組經過 30 分鐘運動後，認為測得唾液中可體松濃度峰值時間，至少為運動停止後 30 分鐘。因此，本研究設定運動後 30 分鐘為採取唾液樣本的時間點。然而，近期研究則指出不同結果，Powell, DiLeo, Roberge, Coca, and Kim (2015) 觀察最大運動以及長時間熱環境下

的運動，並測量運動後立即、運動後 15、30、45 及 60 分鐘血液及唾液中的可體松濃度，結果發現兩種運動，血液以及唾液中的可體松濃度峰值，皆在運動後立即測得，隨著恢復期進行濃度逐漸下降。另外，研究觀察高強度 ($100\%\dot{V}O_2\text{peak}$) 間歇運動以及穩定狀態 ($70\%\dot{V}O_2\text{peak}$) 的連續運動，總運動時間介於 30 至 42 分鐘，發現兩種運動血液中的可體松反應相似，並且同樣運動後立即測得峰值 (Cabral-Santos et al., 2015)。根據上述結果，本研究運動後 30 分鐘所測得唾液中的濃度可能已非峰值，影響測得結果真實性。造成峰值出現時間不同的因素，可能還需後續研究加以釐清。

研究指出，可體松反應提升有其運動強度閾值 (Hill et al., 2008)，依照同樣觀點，產生反應的時間與速率可能也受到運動成分的影響，而 Powell et al. (2015) 也提出，欲決定血液及唾液中可體松濃度的峰值時，應將其釋放與清除速率的特性以及運動的形態列入考量，未來研究應可嘗試釐清可體松反應變化與運動成分之間的關係。

伍、結論

本研究利用連續三天分別間隔 24 小時， $80\%HRR$ 連續 20 分鐘的費力跑步運動，觀察身體心血管及荷爾蒙的壓力反應。認為實施最低建議量的連續三天費力跑步運動，並未改變身體運動後壓力反應的程度。後續研究可觀察訓練實施過程中的改變，以瞭解長期實施的壓力反應變化。為避免可體松壓力反應的測量產生誤差，可體松的反應狀態及時間可能受到運動成分的影響，還需要進一步釐清。

參考文獻

- Alderman, B. L., Arent, S. M., Landers, D. M., & Rogers, A. J. (2007). Aerobic exercise intensity and time of stressor administration

- influence cardiovascular responses to psychological stress. *Psychophysiology*, 44, 759-766.
- Alghadir, A. H., Gabr, S. A., & Aly, F. A. (2015). The effects of four weeks aerobic training on saliva cortisol and testosterone in young healthy persons. *Journal of Physical Therapy Science*, 27, 2029-2030.
- American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (9th Ed). Pennsylvania, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Bouchard, C., Blair, S. N., Church, T. S., Earnest, C. P., Hagberg, J. M., Hakkinen, K., et al. (2012). Adverse metabolic response to regular exercise: Is it a rare or common occurrence? *Plos One*, 7(5), e37887. doi:10.1371/journal.pone.0037887
- Cabral-Santos, C., Gerosa-Neto, J., Inoue, D. S., Panissa, V. L. G., Gobbo, L. A., Zagatto, A. M., et al. (2015). Similar anti-inflammatory acute responses from moderate-intensity continuous and high-intensity intermittent exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(4), 849-856.
- 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, 1333-1340.
- Crews, D. J., & Landers, D. M. (1987). A meta analytic review of aerobic fitness and reactivity to psychosocial stressors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, 114-120.
- Dittrich, N., de Lucas, R. D., Maioral, M. F., Diefenthaler, F., & Guglielmo, L. G. A. (2013). Continuous and intermittent running to exhaustion at maximal lactate steady state: Neuromuscular, biochemical and endocrinal responses. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16, 545-549.
- Dowd, H., Zautra, A., & Hogan, M. (2010). Emotion, stress, and cardiovascular response: An experimental test of models of positive and negative affect. *International Society of Behavioral Medicine*, 17(3), 189-194.
- Esler, M., Schwarz, R., & Alvarenga, M. (2008). Mental stress is a cause of cardiovascular diseases: From scepticism to certainty. *Stress and Health*, 24(3), 175-180.
- Gandy, M., Sharpe, L., & Perry, K. N. (2012). Psychosocial predictors of depression and anxiety in patients with epilepsy: A systematic review. *Journal of Affective Disorders*, 140(3), 222-232.
- Globe, A., & Grande, M. L. (2008). Do chronic psychological stressors accelerate the progress of cardiovascular disease? *Stress and Health*, 24(3), 203-212.
- Halson, S. L., Bridge, M. W., Meeusen, R., Busschaert, B., Gleeson, M., Jones, D. A., et al. (2002). Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 93, 947-956.
- Heydari, M., Boutcher, Y. N., & Boutcher, S. H. (2013). The effects of high-intensity intermittent exercise training on cardiovascular response to mental and physical challenge. *International Journal of Psychophysiology*, 87(2), 141-146.
- Hill, E. E., Zack, E., Battaglini, C., Viru, M., Viru, A., & Hackney, A. C. (2008). Exercise and circulating cortisol levels: The intensity threshold effect. *Journal of Endocrinological Investigation*, 31, 587-591.
- Hough, J., Corney, R., Kouris, A., & Gleeson, M. (2013). Salivary cortisol and testosterone responses to high-intensity cycling before and after an 11-day intensified training period. *Journal of Sports Sciences*, 31, 1614-1623. do

- i:10.1080/02640414.2013.792952
- Huang, C. J., Webb, H. E., Zourdos, M. C., & Acevedo, E. O. (2013). Cardiovascular reactivity, stress, and physical activity. *Frontiers in Physiology*, 4(314), 1-13. doi: 10.3389/fphys.2013.00314
- Kyrou, L., & Tsigos, C. (2009). Stress hormones: Physiological stress and regulation of metabolism. *Current Opinion in Pharmacology*, 9, 787-793.
- Lee, S. A., Lee, S. M., & No, Y. J. (2010). Factors contributing to depression in patients with epilepsy. *Epilepsia*, 51, 1305-1308.
- Machado, F. A., Kravchychyn, A. C. P., Peserico, C. S., da Silva, D. F., & Mezzaroba, P. V. (2013). Effect of stage duration on maximal heat rate and post-exercise blood lactate concentration during incremental treadmill tests. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(3), 276-280.
- Norlander, T., Bood, S. A., & Archer, T. (2002). Performance during stress: Affective personality, age, and regularity of physical exercise. *Social Behavior and Personality*, 30, 495-508.
- Powell, J., DiLeo, T., Roberge, R., Coca, A., & Kim, J. H. (2015). Salivary and serum cortisol levels during recovery from intense exercise and prolonged, moderate exercise. *Biology of Sport*, 32(2), 91-95.
- Radstaak, M., Geurts, S. A. E., Brosschot, J. F., Cillessen, A. H. N., & Kompier, M. A. J. (2011). The role of affect and rumination in cardiovascular recovery from stress. *International Journal of Psychophysiology*, 81(3), 237-244.
- Rankovic, G., Djindji, N., Rankovi-Nedin, G., Markovi, S., Neji, D., Milii, B., et al. (2012). The effects of physical training on cardiovascular parameters, lipid disorders and endothelial function. *Vojnosanit Pregl*, 69(11), 956-960.
- Ray, C. A., & Carter, J. R. (2010). Effects of aerobic exercise training on sympathetic and renal responses to mental stress in humans. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 298(1), 229-234.
- Rimmele, U., Zellweger, B. C., Marti, B., Seiler, R., Mohiyeddini, C., Ehlert, U., et al. (2007). Trained men show lower cortisol, heart rate and psychological responses to psychosocial stress compared with untrained men. *Psychoneuroendocrinology*, 32, 627-635.
- Roemmich, J. N., Feda, D. M., Seelbinder, A. M., Lambiasea, M. J., Kala, G. K., & Dorn, J. (2011). Stress-induced cardiovascular reactivity and atherogenesis in adolescents. *Atherosclerosis*, 215(2), 465-470.
- Seiler, S., Haugen, O., & Kuffel, E. (2007). Autonomic recovery after exercise in trained athletes: Intensity and duration effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 1366-1373.
- Shojaei, E. A., Jafari, A., & Farajov, A. (2011). Effect of moderate aerobic cycling on some systemic inflammatory responses in young untrained men. *Science and Sports*, 26(5), 298-302.
- Stokes, K. A., Gilbert, K. L., Hall, G. M., Andrews, R. C., & Thompson, D. (2013). Different responses of selected hormones to three types of exercise in young men. *European Journal of Applied Physiology*, 113, 775-783.
- VanBruggen, M. D., Hackney, A. C., McMurray, R. G., & Ondrak, K. S. (2011). The relationship between serum and salivary cortisol levels in response to different intensities of exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 396-407.

- Waugh, C. E., Panage, S., Mendes, W. B., & Gotlib, I. H. (2010). Cardiovascular and affective recovery from anticipatory threat. *Biological Psychology*, 84(2), 169-175.
- Webb, H. E., Fabianke-Kadue, E. C., Kraemer, R. R., Kamimori, G. H., Castracane, V. D., & Acevedo, E. O. (2011). Stress reactivity to repeated low-level challenges: A pilot study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 36(4), 243-250.
- Webb, H. E., Rosalky, D. S., Tangsilsat, S. E., Mcleod, K. A., Acevedo, E. O., & Wax, B. (2013). Aerobic fitness affects cortisol responses to concurrent challenges. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(2), 379-386.
- Zschucke, E., Renneberg, B., Dimeo, F., Wüstenberg, T., & Ströhled, A. (2015). The stress-buffering effect of acute exercise: Evidence for HPA axis negative feedback. *Psychoneuroendocrinology*, 51, 414-425. doi:10.1016/j.psyneuen.2014.10.019