

熱水浸泡對不同內生性可體松濃度射箭選手運動表現之影響

洪大程¹ 何建德² 蘇福新³ 李麗珍^{4*}

¹ 實踐大學

² 大同技術學院

³ 黎明技術學院

⁴ 世新大學

* 通訊作者：李麗珍

通訊地址：116 臺北市文山區木柵路一段 17 巷 1 號

E-mail: mutsungchen@gmail.com

DOI: 10.6167/JSR/2014.23(2)5

投稿日期：2014 年 5 月 接受日期：2014 年 7 月

摘 要

先前研究發現，運動訓練導致內生性可體松濃度的上升與運動表現的降低有明顯關聯。本研究目的為探討常態性運動訓練搭配熱水浸泡對不同內生性可體松濃度射箭選手運動表現之影響。研究方法：10 位高中射箭選手以實驗介入前的唾液可體松濃度，依二分法分成低可體松濃度 (年齡：16.60 ± 0.40 歲，可體松濃度：0.23 ± 0.02 ug/dl) 與高可體松濃度 (年齡：16.40 ± 0.50 歲，可體松濃度：0.37 ± 0.03 ug/dl) 兩組。熱水浸泡介入總共 4 次，每次間隔 3 天，水溫約為 40 ~ 42°C。每回浸泡時間為 30 分鐘 (15 分鐘浸泡 + 5 分鐘休息 + 15 分鐘浸泡)，最後一次浸泡後 3 天再測量空腹狀態下之唾液可體松濃度、心律變異度及射箭運動表現。結果：低可體松濃度組在熱水浸泡前的唾液可體松濃度顯著低於高可體松濃度組，但在熱水浸泡介入後，兩組無明顯差異。兩組之射箭運動表現無論是在熱水浸泡前或介入後皆無明顯差異。在心律變異度部分，熱水浸泡對兩組之高頻值 (high frequency, HF)、低頻值 (low frequency, LF) 值及變異度值 (variance) 皆無顯著影響。結論：本研究結果顯示，內生性可體松濃度較高之射箭選手，並不會因運動訓練期間給予短期 (4 次) 熱水浸泡，而對射箭運動表現與可體松濃度產生較明顯的改善效果；然而，在不同運動項目或提高浸泡次數是否會產生較明顯之效應，仍需要進一步的探討。

關鍵詞：自主神經系統、壓力賀爾蒙、心律變異度

壹、緒論

射箭訓練或比賽時所產生的心理壓力(如焦慮、緊張)及疲勞現象往往是造成運動表現下降的主因之一,而上述壓力所造成身體表現功能降低已被證實與神經內分泌系統的調節有明顯關聯。當心理或生理壓力產生時會誘發腦下垂體前葉分泌出促腎上腺皮質素,以刺激腎臟皮質大量分泌出一種固醇類荷爾蒙——可體松(cortisol);此荷爾蒙在生理功能上主要為提高體內儲存能源的分解(肝醣、脂肪)能力,以做為身體調適壓力的一個策略,因此,可體松也被稱為是一種壓力荷爾蒙。先前研究發現,體能較佳的受試者在單次運動後的可體松濃度會明顯比體能較差的受試者低(Mathur, Toriola, & Dada, 1986),其他研究也指出,高可體松濃度者與負面消極情緒有明顯關聯(如:焦慮及沮喪)(Gold et al., 1986);反之,低可體松濃度者則是與正面積極情緒有關(如:自我效能提高)。另外,因過度訓練或比賽時所產生的心理壓力也會明顯提高體內可體松的濃度,進一步降低運動表現能力(Kraemer et al., 2004; O'Connor, Morgan, Raglin, Barksdale, & Kalin, 1989),基於此,體內可體松濃度的高低也被視為影響運動表現與疲勞恢復的重要指標。

射箭運動表現除了受到可體松分泌量高低所影響外,同時也會受到自主神經系統(交感神經與副交感神經活性)所調節。Landers et al. (1994)的研究發現,經過訓練後,射箭成績較佳者其出手前的心跳率明顯較低,此結果顯示精細的射箭動作控

制需有較佳的自主神經控制能力,才能提升射箭運動成績。事實上,人體心臟跳動過程中並非以固定速度方式進行,此不固定的節律跳動又稱為心律變異度(heart rate variability, HRV)。目前,個體心律變異度變化情形可利用非侵入性頻譜分析法進行評估,利用此測量方式可得到三個測量變項,分別為高頻值(high frequency, HF)、低頻值(low frequency in normalized unit, LF n.u.)與變異度(variance)。在生理意義上,高頻值可做為副交感神經活性代表,低頻值可做為交感神經活性代表、變異度可作為交感神經與副交感神經共同調節能力。先前研究觀察到優秀手槍射擊選手在扣板機前的心跳率,明顯低於手槍射擊新手(Tremayne & Barry, 2001)。此外,另一研究也發現,射箭選手在比賽時有較高的副交感神經活性者,射箭運動成績優於交感神經較高之選手(黃勝宏, 2008)。

在亞洲國家中,有許多人會利用熱水浸泡、桑拿浴等方法來降低日常之疲勞與壓力感。先前研究觀察 14 位年輕田徑選手在高強度運動訓練時給予溫水水療介入,結果發現溫水水療處理後明顯降低運動訓練所造成的延遲性肌肉痠痛感(Viitasalo et al., 1995)。Lee, Ishibashi, Shimomura, and Katsuura (2012)的研究以最大能力負荷執行 10 分鐘屈肘彎曲動作挑戰,再以 40°C 熱水浸泡 10 分鐘後發現明顯增加運動後作用肌肉的皮膚血流與帶氧血紅素濃度(Lee et al., 2012)。因此,利用熱水浸泡似乎可作為幫助肌肉疲勞恢復的一個可行策略。然而,是否對於射箭選手在正常規律訓練

中搭配短期熱水浸泡能產生降低身體壓力與提升運動表現的效果，目前尚不清楚。因此，本研究將 10 名射箭選手，以正常訓練狀態下的唾液可體松濃度分成低可體松濃度與高可體松濃度兩組，藉以觀察短期熱水浸泡對於兩組心律變異度與射箭運動表現之影響。

貳、方法

一、受試者

十位高中射箭選手依實驗進行前之空腹唾液可體松濃度，以二分法方式分成低可體松濃度 (年齡：16.60 ± 0.40 歲，可體松濃度：0.23 ± 0.02 ug/dl) 與高可體松濃度 (年齡：16.40 ± 0.50 歲，可體松濃度：0.37 ± 0.03 ug/dl) 兩組。所有受試者皆無明顯疾病與疾病史。本實驗在執行前會充分告知所有受試者研究目標與實驗流程，由家長簽屬同意書，並經由臺北市立體育學院人體受試委員會審核通過實施。

二、實驗設計

所有受試者在正式實驗前一週於早上空腹狀態下進行唾液收集、安靜狀態下之心律變異度與射箭運動表現測量，以作為實驗的前測基礎值與分組依據。前測基礎值測驗後三天開始進行為期兩週 (共四次，每次間隔三天) 的熱水浸泡介入。熱水浸泡介入時間為傍晚 17:00 ~ 18:00 之間，溫度約 40 ~ 42°C。每次 30 分鐘，其中包括浸泡 15 分鐘、休息 5 分鐘、再次浸泡 15 分鐘。在浸泡過程中，所有受試者允許補

充 600 毫升的礦泉水。浸泡方式以坐姿進行，水位高度以不超過坐姿時胸部高度為原則。最後一次浸泡後讓所有受試者休息 3 天，並於隔天早上收集受試者空腹狀態之唾液、測量安靜狀態之心率變異度與射箭運動表現。在整個實驗介入過程中，所有受試者皆接受教練所安排同樣的訓練課程。所收集到之唾液樣本將做為分析生理壓力指標可體松之用途。

三、心律變異度測量

心跳變異度測量使用 Autonomic Nervous System Analyzer (We Gene Technologies Corp., Hualien, Taiwan)，所有受試者統一於早上八點測量空腹狀態安靜時心率變異度，測量全程須於安靜、稍暗且保持於室溫的環境中進行，受試者抵達測驗地點後先靜坐 5 分鐘，再由檢測人員安裝相關檢測儀器。資料的收取為 5 分鐘。最後以頻域分析 (frequency-domain) 方式進行資料的呈現。通常以高頻 (HF) 代表副交感神經活性的指標，低頻功率 (LF) 代表交感神經活性的指標，variance 代表交感神經與副交感神經共同調節能力的指標。

四、唾液可體松分析

熱水浸泡介入前與介入後，在安靜狀態下所收集之唾液檢體，先以小型高速離心機於 4°C 下，以 3,000 rpm 進行 10 分鐘之離心分離，離心後的唾液樣本以酵素免疫分析法 (enzyme-linked immunosorbant assay, ELISA) 進行分析。

在酵素免疫分析儀 (TECAN Genios ELISA analyzer, Salzburg, Austria) 上進行光學密度 (optical density) 數值的讀取。可體松抗體來自實驗試劑配套元件 (ELISA assay kits, Salimetrics, LLC. State College, PA, USA)。

五、射箭運動表現評估

本研究之射箭運動表現評估採用國際射箭總會 (World Archery Federation, WA) 規定，以個人射箭成績加總方式進行。受試者必須在 30 公尺之距離分 6 回合方式射出 36 支箭，每射箭回合間需在 4 分鐘內把 6 支箭射出，回合間僅有拔箭休息時間約 2 分鐘，最後再計算 36 支箭的總和，即為總得分。

六、統計分析

本研究所得資料以 SPSS 11.0 統計軟體進行統計分析。使用獨立樣本 t 檢定 (independent t -test) 考驗兩組間各測量變項之差異，以相依樣本 t 檢定 (pair t -test) 考驗組內介入前後各測量變項之差異。各項指標之差異顯著水準訂為 $p < .05$ 。所有數值均以平均數 \pm 標準誤 (means \pm SE) 表示。

參、結果

低可體松與高可體松兩組在熱水浸泡前後之射箭運動表現表示於圖 1，無論是否有熱水浸泡，兩組之射箭運動表現無顯著差異。兩組在熱水浸泡前後之唾液可體

松濃度變化情形顯示於圖 2。熱水浸泡前，低可體松濃度組之唾液可體松濃度顯著低於高可體松濃度組，而在熱水浸泡後，兩組之可體松濃度無明顯不同。兩組之心律變異度改變情形顯示於圖 3。在熱水浸泡介入前與介入後，兩組之 HF 值 (代表副交感神經活性)、LF 值 (代表交感神經活性) 及 variance (代表交感神經與副交感神經共同調節能力) 皆無明顯差異。

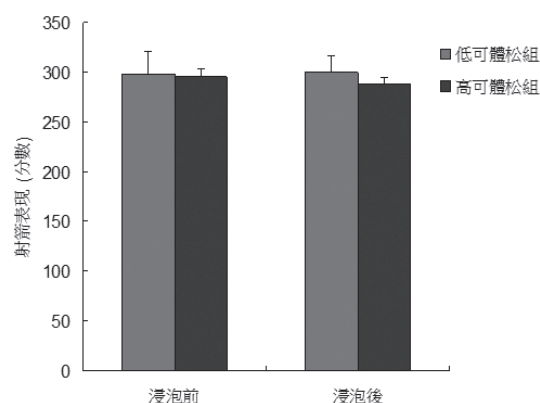


圖 1 熱水浸泡對兩組之射箭運動表現之影響

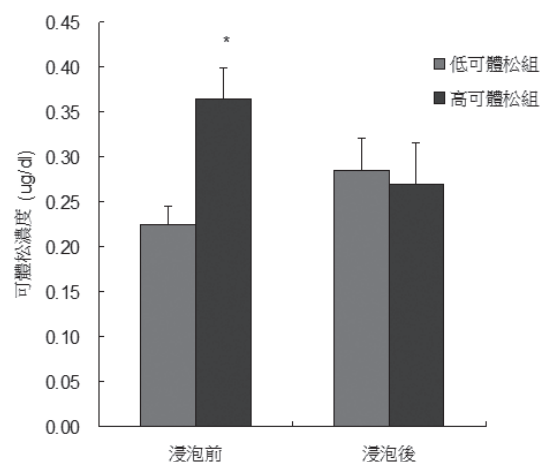


圖 2 熱水浸泡對兩組之唾液可體松濃度變化情形
註：* 表示與低可體松濃度組比較後達顯著差異。

熱水浸泡對不同內生性可體松濃度射箭選手運動表現之影響

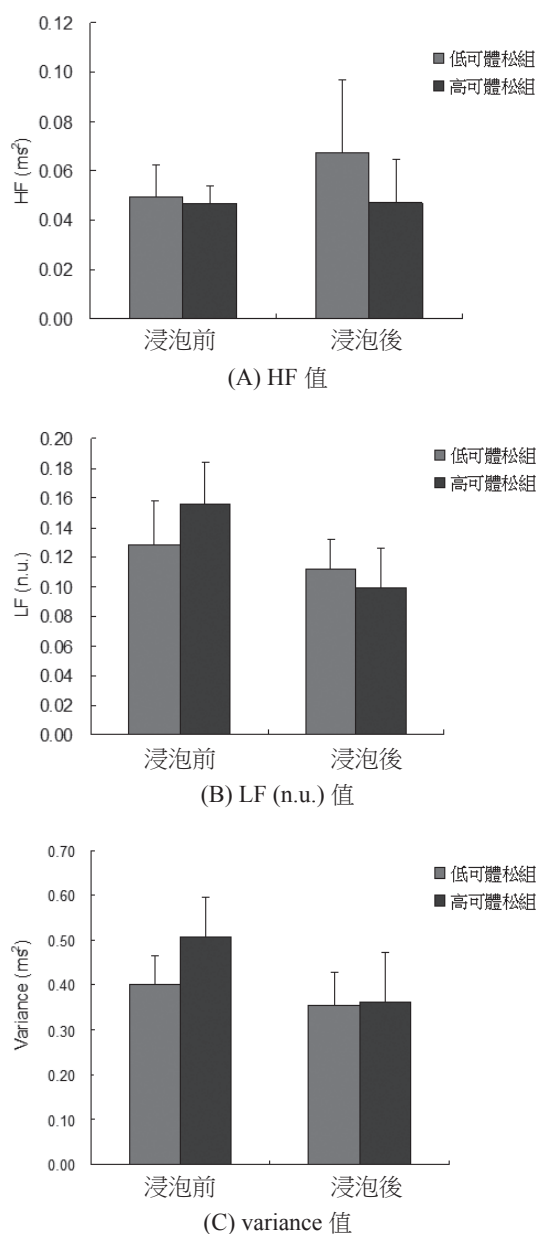


圖 3 熱水浸泡對兩組心律變異度變化情形

肆、討論

可體松為體內主要的異化性荷爾蒙，亦是生物體內重要的壓力荷爾蒙。當人體經過單次的熱水浸泡或熱環境暴露下，會明顯提高血液中的可體松濃

度 (Jurcovicová, Vígás, Palát, Jezová, & Klimes, 1980; Wang et al., 2009)，顯示熱水浴或熱刺激對人體會產生一定程度的生理壓力，導致壓力荷爾蒙分泌量增加。另一方面，許多研究亦顯示，經過熱水浸泡或進行桑拿浴、芬蘭浴後，會讓身體的疲勞感降低，同時產生舒適感 (Lee et al., 2012; Onaka, Tochiyama, Kubo, & Yamaguchi, 1995)。因此，我們假設射箭運動員本身唾液中內生性可體松 (endogenous cortisol levels) 較高者，當運動訓練期間進行重複性熱水浸泡可對射箭運動表現產生較佳的反應效果。本研究發現高內生性可體松組與低可體松組於熱水浸泡介入前，唾液可體松濃度呈現顯著差異；但經過兩週相同的運動訓練與四次重複性熱水浸泡後，雖然高可體松濃度組唾液可體松有下降的趨勢，但與低可體松濃度組唾液可體松濃度相比較後無明顯差異。此外，高可體松組與低可體松組，在射箭運動表現上與自主神經活性變化上，亦無明顯差異。我們的研究結果顯示，短期重複性熱水浸泡後並不會明顯改變體內可體松的濃度，同時對於射箭運動表現與自主神經活性也無顯著影響。

射箭運動是一種極要求注意力及穩定度的運動，影響該運動成績表現的主要因素為心理壓力的產生而影響生理表現。先前研究發現，此類型需要精細動作控制的競技運動，維持運動員的自主神經活性平衡與降低其生、心理壓力，對於維持運動成績有相當顯著的效應 (黃勝宏, 2008; Landers et al., 1994; Neumann & Thomas,

2009)。研究指出，當運動員於比賽或訓練期間承受生理或心理壓力時，會造成體內壓力荷爾蒙的分泌量顯著增加（主要為可體松）(O'Connor et al., 1989; Roberts, McClure, Weiner, & Brooks, 1993)，而血液中壓力荷爾蒙的濃度會與其運動表現呈現負相關的現象 (Kraemer et al., 2004)。由於先前研究發現疲勞時經過熱水浸泡後可能產生愉快感與消除疲勞，故本研究假設高內生性可體松濃度的射箭選手，於射箭專項運動訓練期間加入熱水浸泡作為疲勞恢復手段將有助於減少其生、心理壓力，進而正向影響射箭成績表現。有趣的是，我們的結果顯示經過熱水浸泡後，高內生性可體松組的可體松濃度略為下降，但並未達顯著差異；此外，經過熱水浸泡後，高可體松組的可體松濃度數值與低可體松組亦無顯著差異。先前研究顯示，雖然單次的熱水浸泡會導致血液中可體松濃度快速升高，表示單次熱水浸泡造成生理壓力快速上升 (Wang et al., 2009)，但本研究採用每三天浸泡熱水一次（每次兩回，每回 15 分鐘，中間休息 5 分鐘）的方式，並不會造成可體松濃度升高。因此，我們推論短期重複性的浸泡應可逐步降低熱水浸泡挑戰對身體的壓力反應，但此反應似乎並不足以影響射箭運動表現。

事實上，當身體產生焦慮或緊張感時，將明顯影響生理反應。目前瞭解，因心理壓力導致生理功能變化主要受神經內分泌系統所調節，其中以自主神經系統（交感神經與副交感神經）活性的改變最為明顯。實際上，自主神經系統在調節

心跳過程中並非以固定節律方式進行，而此不固定的心律跳動方式又稱為心律變異度。當個體暴露在熱環境或浸泡在熱水浴時，身體為了排除過多的體熱，將透過提高交感神經活性的機制，以增加心跳的速度而產生代償反應將大量的血液導向皮膚表層，而達到身體散熱的功能 (Coyle & Gonzalez-Alonso, 2001; Crandall, Etzel, & Farr, 1999; Lemaire & Murphy, 1977)。其他研究比較在不同水溫 (38°C 與 41°C) 下持續沖洗 15 分鐘後，觀察心律變異度變化情形，結果發現 41°C 水溫沖洗明顯比 38°C 水溫沖洗呈現較低的副交感神經活性，顯示越高的水溫沖洗或浸泡將可能明顯提高交感神經的活性 (Kataoka & Yoshida, 2005)。本研究結果發現，在正常訓練過程中搭配四次的熱水浸泡並不會影響兩組間的 HF 值、LF 值以及 variance 值，顯示短期的熱水浸泡似乎對於射箭選手的心律變異無產生明顯影響。我們的研究跟上述的研究有不一致的結果。值得注意的是，先前的研究大多是觀察單次或急性熱暴露後對心律變異度之立即影響；然而，我們的研究觀察心律變異度變化情形的時間點是在四次熱介入後，因此，本研究測量時間點與介入次數與先前研究不同可能是導致本研究無法觀察到心律變異度有明顯改變的原因。

大部分探討心律變異度與運動表現的研究中，主要著重在精細或精準度的動作表現（如射箭、射擊與高爾夫球等）上。Mullen, Hardy, and Tattersall (2005) 的研究發現，當有外在干擾的情況下進行高爾

夫推桿動作時，心律變異度中的高頻值(代表副交感神經活性)較高者，其專注力與動作表現較為流暢。而國內的研究也發現，射箭選手在進行兩兩對抗賽時，在執行射箭動作前呈現較高的副交感神經活性的選手，其射箭成績較佳；而執行射箭動作前有較高的交感神經活性的選手，射箭成績明顯較差(黃勝宏, 2008)。由上述的研究我們不難發現，副交感神經活性的增加在提升需高精準度的運動項目中扮演非常重要的角色。然而，在本研究結果中發現，無論是低可體松濃度組或是高可體松濃度組，在進行兩週四次的熱水浸泡後皆無法明顯改變交感與副交感神經的活性，推測此現象的發生可能是造成兩組在射箭運動表現結果上無明顯差異的原因之一。

目前，對於各種競技運動的疲勞恢復策略相當多元；然而，許多疲勞恢復方法並未得到科學性的驗證，同時對不同運動專項之恢復策略亦有不同的考量。雖然，先前研究證據顯示，經過熱水浸泡或進行桑拿浴、芬蘭浴後，可能會降低身體或肌肉的疲勞感，同時產生舒適感(Lee et al., 2012; Onaka et al., 1995)。但根據本研究結果，我們發現在規律訓練中加入重複性熱水浸泡，對需要透過精細控制的射箭動作似乎沒有產生明顯改善效果。因此，未來的研究仍需進一步釐清熱水浸泡時間長短與次數和單次浸泡後所持續維持效應的時間，是否對需要精細動作調控的運動項目產生不同的影響。

結論

本研究發現無論是高可體松濃度與低可體松濃度之高中射箭選手，在兩週的運動訓練期間給予四次的熱水浸泡，並不會改變體內可體松的濃度，且對於射箭運動表現與自主神經活性也無顯著影響。本研究結果顯示，內生性可體松濃度較高之射箭選手，不會因為運動訓練期間給予四次熱水浸泡而對射箭運動表現與可體松濃度產生較明顯的改善效果；然而，在不同運動項目或提高浸泡次數是否會產生較明顯之效應，仍需要進一步的探討。

致謝

感謝實踐大學(計畫編號：100-05-03001)經費補助本研究執行與論文撰寫，以及臺北市立大學運動科學研究所相關實驗儀器設備的支援。

參考文獻

1. 黃勝宏(2008)。射箭選手的運動表現與心率變異度之關係研究(未出版之碩士論文)。臺北市立體育學院，臺北市。
2. Coyle, E. F., & Gonzalez-Alonso, J. (2001). Cardiovascular drift during prolonged exercise: New perspectives. *Exercise Sport Science Review*, 29(2), 88-92. doi: 10.1097/00003677-200104000-00009
3. Crandall, C. G., Etzel, R. A., & Farr, D. B. (1999). Cardiopulmonary baroreceptor control of muscle sympathetic nerve activity in heat-stressed humans. *American Journal of Physiology -- Heart and Circulatory*

- Physiology*, 277(6), H2348-H2352. doi: 10.1152/ajpheart.00618.2003
4. Gold, P. W., Loriaux, D. L., Roy, A., Kling, M., Calabrese, J., Kellner, C., ...Chrousos, G. P. (1986). Response to corticotropin-releasing hormone in the hypercortisolism of depression and Cushing's disease. *New England Journal of Medicine*, 314, 1329-1335. doi: 10.1056/NEJM198605223142101
 5. Jurcovicová, J., Vidas, M., Palát, M., Jezová, D., & Klimes, I. (1980). Effect of endogenous GH secretion during hyperthermic bath on glucose metabolism and insulin release in man. *Endocrinology Experiment*, 14(3), 221-226.
 6. Kataoka, Y., & Yoshida, F. (2005). The change of hemodynamics and heart rate variability on bathing by the gap of water temperature. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 59, S92-S99.
 7. Kraemer, W. J., French, D. N., Paxton, N. J., Hakkinen, K., Volek, J. S., Sebastianelli, W. J., ...Knuttgen, H. G. (2004). Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(1), 121-128. doi: 10.1519/00124278-200402000-00018
 8. Landers, D., Han, M., Salazar, W., Petruzzello, S., Kubitz, K., & Gannon, T. (1994). Effects of learning on electroencephalographic and electrocardiographic pattern in novice archers. *International Journal of Sport Psychology*, 25, 56-70.
 9. Lee, S., Ishibashi, S., Shimomura, Y., & Katsuura, T. (2012). Physiological functions of the effects of the different bathing method on recovery from local muscle fatigue. *Journal of Physiological Anthropology*, 31(1). Retrieved from <http://www.jphysiolanthropol.com/content/31/1/26>
 10. Lemaire, C., & Murphy, E. L. (1977). Heart rate and core temperature as indicators of heat stress during deep underwater activity. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 48(2), 146-148.
 11. Mathur, D., Toriola, A., & Dada, O. (1986). Serum cortisol and testosterone levels in conditioned male distance runners and non-athletes after maximal exercise. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 26(3), 245-250.
 12. Mullen, R., Hardy, L., & Tattersall, A. (2005). The effects of anxiety on motor performance: A test of the conscious processing hypothesis. *Journal of Sport Exercise and Psychology*, 27(2), 212-225.
 13. Neumann, D. L., & Thomas, P. R. (2009). The relationship between skill level and patterns in cardiac and respiratory activity during golf putting. *International Journal of Psychophysiology*, 72(3), 276-282. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2009.01.001
 14. O'Connor, P. J., Morgan, W. P., Raglin, J. S., Barksdale, C. M., & Kalin, N. H. (1989). Mood state and salivary cortisol levels following overtraining in female swimmers. *Psychoneuroendocrinology*, 14(4), 303-310. doi: 10.1016/0306-4530(89)90032-2
 15. Onaka, T., Tochihara, Y., Kubo, M., & Yamaguchi, C. (1995). Physiological and subjective responses to standing showers, sitting showers, and sink baths. *Applied Human Science*, 14(5), 235-239.

16. Roberts, A. C., McClure, R. D., Weiner, R. I., & Brooks, G. A. (1993). Overtraining affects male reproductive status. *Fertility and Sterility*, *60*(4), 686-692. doi: 10.1016/0020-7292(94)90343-3
17. Tremayne, P., & Barry, R. J. (2001). Elite pistol shooters: Physiological patterning of best vs. worst shots. *International Journal of Psychophysiology*, *41*(1), 19-29. doi: 10.1016/S0167-8760(00)00175-6
18. Viitasalo, J. T., Niemelä, K., Kaappola, R., Korjus, T., Levola, M., Mononen, H. V., ...Takala, T. E. (1995). Warm underwater water-jet massage improves recovery from intense physical exercise. *European Journal of Applied Physiology*, *71*(5), 431-438. doi: 10.1007/BF00635877
19. Wang, J.-S., Chen, S.-M., Lee, S.-P., Lee, S.-D., Huang, C.-Y., Hsieh, C. C., & Kuo, C.-H. (2009). Dehydroepiandrosterone sulfate linked to physiologic response against hot spring immersion. *Steroids*, *74*(12), 945-949. doi: 10.1016/j.steroids.2009.06.011

Effect of Hot Water Immersion on Exercise Performance in Archery Athletes with Different Endogenous Cortisol Levels

Ta-Cheng Hung¹, Chien-Te Ho², Fu-Hsin Su³, Li-Chen Lee^{4*}

¹Shih-Chien University

²Tatung Institute of Commerce and Technology

³Lee-Ming Institute of Technology

⁴Shih-Hsin University

*Corresponding author: Li-Chen Lee

Address: No.1, Aly. 17, Sec. 1, Muzha Rd., Wenshan Dist., Taipei City 116, Taiwan (R.O.C.)

E-mail: mutsungchen@gmail.com

DOI: 10.6167/JSR/2014.23(2)5

Received: May, 2014 Accepted: July, 2014

Abstract

Previous evidence has demonstrated that exercise training-induced endogenous cortisol release was closely associated with decline in the exercise performance. The main purpose of this study was to investigate the effect of hot water immersion on exercise performance in archery athletes with different endogenous cortisol levels. Ten high school archery athletes were assigned into either high-cortisol group (age: 16.60 ± 0.40 yrs; cortisol: 0.23 ± 0.02 ug/dl) or low-cortisol group (age: 16.40 ± 0.50 yrs; cortisol: 0.37 ± 0.03 ug/dl) based on their endogenous cortisol levels prior to the study. The hot water immersion procedure (temperature: $40 \sim 42^{\circ}\text{C}$; duration: 15 min immersion + 5 min rest + 15 min immersion; each immersion session was repeated for every 3 days) was performed during the regular archery exercise training. The circulating cortisol levels, heart rate variability (HRV) and archery performance were evaluated 3 days after the last immersion session. At the beginning endogenous cortisol levels in subjects with low- and high-cortisol groups were significantly different ($p < .05$), whereas no differences were observed between groups after 4 times hot-water immersion. Moreover, there were no differences in archery performance, high frequency (HF), low frequency (LF), and heart rate variance between low- and high-cortisol groups. Our results demonstrated that the cortisol levels and archery performance in athletes with higher-cortisol level could not be influenced by the hot water immersion during

specific archery-training in high school archery athletes. However, hot-water immersion and its benefits in other sports remains need further investigation.

Keywords: autonomic nervous system, stress hormone, heart rate variability

