

八週專項訓練對於輕艇選手體脂肪與血漿瘦身蛋白的影響

李婷婷 蔡忠昌

國立彰化師範大學應用運動科學研究所

目的：輕艇訓練中必須著重選手無氧能力與耐力的提升以增進表現，因此強度大、時間長的訓練有其必要。只是，訓練過度常容易造成選手的消耗而影響表現。本研究針對輕艇運動員，觀察 8 週集訓期間選手身體組成及血液中瘦身蛋白的變化，以提供生理生化的評估數據作為將來教練規劃訓練內容之參考。方法：研究對象為 21 位台中市男性輕艇隊運動員（平均 18.4 歲），在 8 週的專項集中訓練期間，分別於前一週、第四週以及第八週進行測量，包括身體組成分析、血液瘦身蛋白濃度、以及利用藥球擲遠距離評估上半身肌力表現。結果：受試者體脂肪百分比與血液瘦身蛋白濃度有顯著正相關，訓練前、訓練第四週及訓練第八週的相關係數分別為 $r=0.65$ 、 $r=0.80$ 、 $r=0.53$ 。選手在訓練前、訓練第四週及訓練第八週的體脂肪百分比沒有顯著變化，分別為 $14.95\pm 5.78\%$ 、 $14.09\pm 6.14\%$ 、 $14.90\pm 5.56\%$ 。血液瘦身蛋白濃度微幅下降但未達顯著，分別為 4.47 ± 3.31 、 4.31 ± 1.54 、 3.73 ± 2.49 mg/ml。藥球投擲距離有顯著的進步，分別為 6.89 ± 1.48 、 7.56 ± 1.73 、 8.1 ± 1.77 m。結論：此一為期 8 週的輕艇專項訓練對於選手並未造成過大的壓力與負擔，而且選手上半身力量明顯增加。根據本研究結果，未來類似輕艇的專項訓練強度還有提高的空間，以求選手成績表現的提升。

關鍵詞：訓練強度，藥球

壹、緒論

一、前言

競速輕艇運動(canoeing)包括卡雅克式(kayak)和加拿大式(Canada)，目前在奧運會中設有 13 個比賽項目。2004 年雅典奧運，中國拿下輕艇雙人加拿大式 500 公尺的金牌，對亞洲輕艇運動無疑是一個最大的激勵，可見輕艇是東方選手可以努力的項目之一，值得政府與運動界重視。

奧運輕艇比賽中，男子有 500 公尺及 1,000 公尺兩種距離，女子則只有 500 公尺一種。傑出男子選手 500 公尺項目成績約在 1 分 45 秒左右，1,000 公尺則約 3 分 45 秒。根據運動時能量利用原理(Bishop, Bonetti, & Dawson, 2001)，500 公尺項目需利用較多無氧供能系統，而 1,000 公尺則需利用較多有氧供能系統。不過輕艇選手在起划以及終點衝刺時需要良好爆發力才能有好的表現。

基於上述，輕艇選手的專項訓練中必須著重無氧能力的加強，以使選手在短時間獲得能量，並具備忍耐高濃度乳酸的能力。此外，也需要相當份量的耐力訓練以提升整體的有氧能力。所以，強度大而且時間長的訓練對於輕艇選手不可避免，只是，訓練過度又容易造成選手生理與心理上的過度消耗而影響成績。因此，如何在兩者之間取得平衡是選手與教練必須面對的課題。

運動訓練必然造成壓力，因此選手的身體在生理生化上會產生變化，而這些變化便成為觀測選手身體狀況的指標。目前監測運動壓力的方法有許多，常見的包括運動表現測量、血乳酸測量、阿摩尼亞濃度、心跳率、呼吸交換率及荷爾蒙的變化等(Urhausen & Kindermann, 2002)，而近幾年來在划船選手的訓練壓力偵測研究中，血液瘦身蛋白(leptin)變化是研究的重點之一。Jürimäe, Purge, and Jürimäe(2006)的研究指出 6 位優秀划船選手與 5 位對照組，在經過 6 個月的耐力性訓練之後，兩者血液瘦身蛋白濃度皆下降，作者認為這與壓力有關。

Leptin 是一種由脂肪細胞中的肥胖基因(obese gene)製造出的 16kDa 的蛋白質，它提供體內脂肪組織的變化訊息至中樞神經系統，當身體脂肪量因攝食過多或消耗減少而增加時，脂肪細胞便分泌瘦身蛋白

作用到下視丘以抑制食慾，並增加細胞能量消耗，所以，血液瘦身蛋白的濃度和身體脂肪的含量高度相關（陳元和、林正常，2001），也和身體質量指數(body mass index, BMI)呈正相關(Hickey et al., 1996)。劉建恒、周芬碧、李水碧、李祖遠、方進隆（1997）以連續 2 週 6 小時中高強度的踏車運動，觀察運動減肥對血中瘦身蛋白濃度的影響，結果顯示 2 週後受試者體重減少 7.4%，BMI 值下降 6.8%。瘦身蛋白濃度也下降 63.5%，

長期高強度訓練下的運動員，若沒有適當的休息與恢復，正常的能量平衡機制將會受到擾亂，其神經內分泌的功能產生變化以因應訓練壓力(Urhausen & Kindermann, 2002)，這些變化會影響瘦身蛋白的分泌(Karamouzis et al., 2002; Nindl et al., 2002)。Noland et al.(2001)比較游泳運動員的血液瘦身蛋白濃度發現，在高強度集訓一段時間之後，血漿瘦身蛋白的濃度較集訓前為低。因此，瘦身蛋白的濃度變化不只反映了能量消耗及身體組成變化，同時也可利用作為偵測訓練壓力的指標。

二、研究目的

輕艇運動的專項訓練中包含強度大的無氧能力訓練以及時間長的有氧能力訓練，訓練過程中必須注意選手的身體狀況。本研究目的為檢驗現有輕艇專項訓練對於選手的影響，將觀察 21 位國內男子輕艇選手於 8 週集訓期間體脂肪比例及血液中瘦身蛋白的變化，以評估訓練課程的適切性，期望能夠作為將來教練規劃訓練內容之參考。

貳、方法

一、研究對象

本研究以台中市輕艇委員會之 21 位男性輕艇選手為受試者，基本資料如表一。

	平均數	Range
年齡（歲）	18.39 ± 2.66	14-23
身高（公分）	168.92 ± 9.28	148.5-189.5
體重（公斤）	65.79 ± 13.49	35.78-86.45
最大攝氧量(ml/min/kg)	56.31 ± 7.50	47.25-68.69

二、研究方法

所有受試者在 2007 年 7-8 月進行 8 週的專項集中訓練，三次測量分別於集訓前一週，集訓第四週以及第八週結束時進行，測量包括身體組成及以指尖刺血方式採取血液樣本，並以藥球擲遠距離評估上半身肌力表現。

主要訓練內容包括了水上專項訓練、陸上訓練、體能活動及重量訓練。一次練習約為 120 分鐘，一週練習 17 次。訓練內容整理列於表二。

種類	內容	強度	時間
有氧	16km 耐力划	60%	120 min
	10km 耐力划	70%	90 min
	10km 耐力划 + 1/2 帶阻	70%	120 min
	8km 耐力划	70%	80 min
	4km 耐力划	70%	40 min
	4000m（全力）	85%	22 min
	6km 公路跑	80%	30 min
	1km 熱身跑	40%	10 min
	無氧	2000m（全力）	90%
1100m（全力）		90%	5min
1000m（全力）		90%	4'30 min
600m（全力）		95%	2'35min
500m（全力）		95%	2'10min
300m（全力）		100%	70s

	200m (全力)	100%	40s	
	100m (全力)	100%	20s	
	50m (全力)	100%	15s	
	50m 帶阻 (全力)	100%	20s	
	2km 上坡跑步 (計時)	95%	10 min	
	100m 跑步衝刺	100%	12s	
	50m 跑步衝刺	100%	6s	
重量訓練	重	8~12RM	70 min	10 項 x3 循環
	輕	30~50RM	80 min	10 項 x3 循環

三、實驗儀器與樣本分析

身體組成利用生物電阻儀(BIA 101, Body Impedance Analyzer, Akern, Italia)測量。受試者先平躺 5 分鐘後以酒精棉球清潔 BIA 電極片貼處之皮膚，分別將電極片貼於身體同側之手腕上方、手背、腳踝及腳背。受試者雙腳打開約 45 度，雙手打開距離身體約 30 度測量 BIA 電阻，再以附屬電腦軟體估算其身體質量百分比(fat, free fat, muscle mess)。可測得數據包括 (一) 脂肪重(fat mass, FM)，(二) 去脂重(free fat mass, FFM)，亦稱為瘦體重(lean body mass)。

血液瘦身蛋白之測定使用酵素免疫分析法(DuoSet[®] ELISA Developmet System for human leptin, R & D Systems, USA)，每個測定盤均保留 36 孔做 leptin standenard 不同濃度的測量，每個濃度進行三重覆測定，再以不同濃度的瘦身蛋白分子與光度值做線性回歸求線性斜率，若 r 值高於.99，則測定盤之數據才予以採計。

藥球擲遠測量依據 Stockbrugger and Haennel(2001)的方法，使用工具包括 3 公斤藥球、皮尺、膠帶、臉盆等。丟擲以上手前投為主要測量動作，投擲前告知動作要領，並有 1-2 次練習機會，在練習後休息五分鐘以上再進行測驗。投擲前將球沾水，以便記錄準確的藥球落地位置。正式測驗時受試者站於起點處，雙腳平行不得彎曲，每種動作各投擲 3 次，取最遠距離為當次成績。

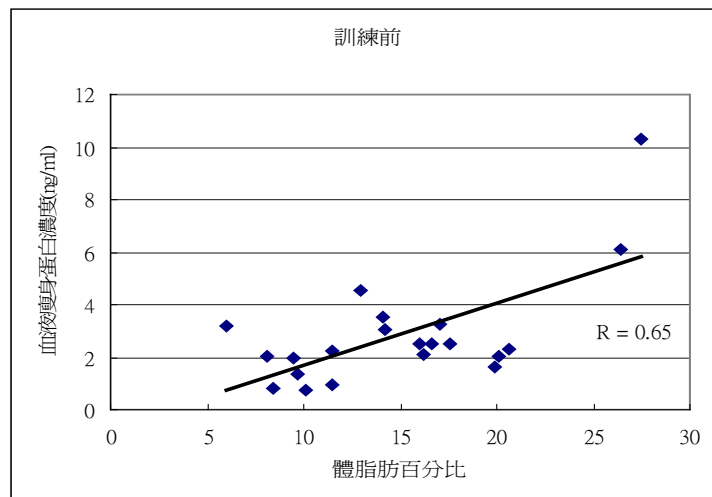
四、資料處理

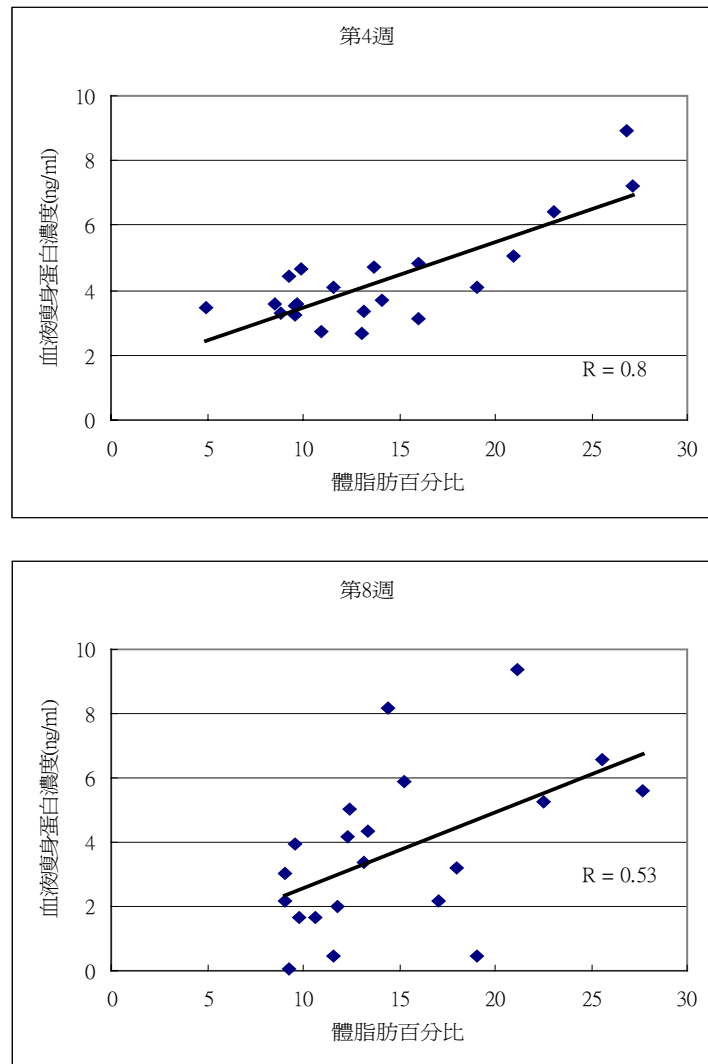
本研究所得數據以 SPSS 10.0 for Windows 套裝軟體進行資料分析。使用皮爾森積差相關(Pearson product correlation)，顯著水準定為 $\alpha=.05$ ，進行不同時期身體質量指數與血液瘦身蛋白濃度之間的相關性考驗；使用重複量數變異數分析(repeated measure analysis of variance)考驗三個月期間各項參數差異之顯著性，統計水準定為 $\alpha=.05$ 。

參、結果

一、身體組成與瘦身蛋白濃度之相關

體脂肪百分比與血液瘦身蛋白濃度值於訓練前($r=0.65, p<.05$)、訓練第四週($r=0.8, p<.05$)及訓練第八週($r=0.53, p<.05$)均有顯著正相關 (圖一)。





圖一 身體組成與瘦身蛋白濃度之相關

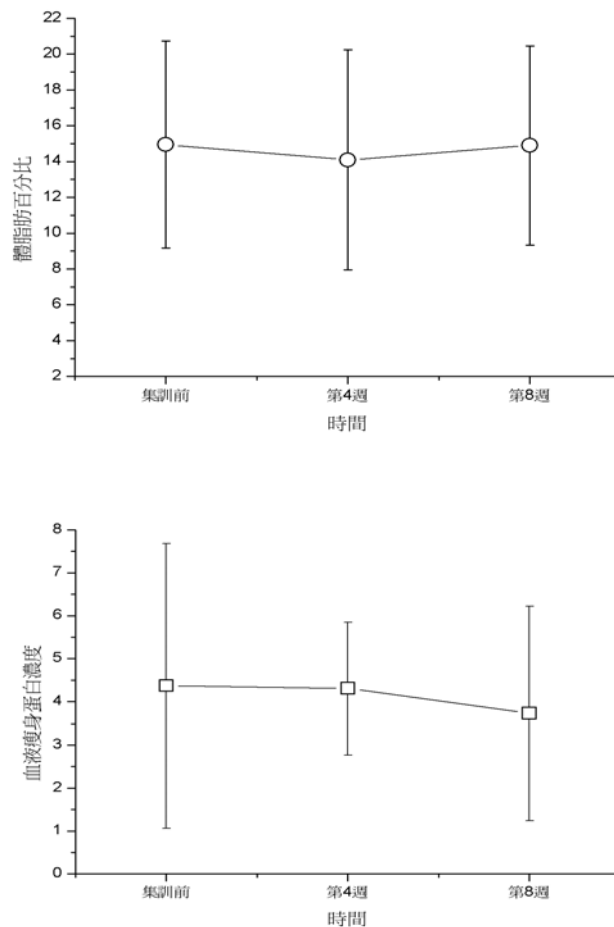
二、身體組成與血液瘦身蛋白濃度

21 位受試者在經歷二個月輕艇專項訓練之間所測量之身體組成與血液瘦身蛋白濃度值變化如圖二，訓練前與訓練 4 週後體重有些微下降，但並未達顯著差異水準，訓練 8 週後體重和訓練 4 週時比較則有顯著回升(63.63±12.86 vs. 64.37±13.18, $p < .05$)。另外，選手體脂肪百分比以及血液瘦身蛋白濃度值沒有明顯的變化，如表三所示。

表三 實驗期間受試者身體組成和血液瘦身蛋白濃度變化

	訓練前	第四週	第八週
體重 (公斤)	64.2 ± 13.55	63.63 ± 12.86	64.37 ± 13.18*
體脂肪百分比	14.95 ± 5.78	14.09 ± 6.14	14.90 ± 5.56
瘦身蛋白(ng/ml ⁻¹)	4.47 ± 3.31	4.31 ± 1.54	3.73 ± 2.49

* $p < .05$



圖二 實驗期間受試者體脂肪和血液瘦身蛋白濃度的變化

三、藥球投擲距離

藥球投擲距離的變化列於表四，投擲距離隨著訓練週數呈現明顯進步的情形($p < .05$)。

表四 實驗期間受試者藥球投擲距離

	訓練前	第四週	第八週
藥球投擲 (公尺)	6.89±1.48	7.56±1.73*	8.1 ±1.77*

* $p < .05$

肆、討論

本研究顯示在 8 週輕艇專項集中訓練過程當中，內容包含有氧、無氧及重量訓練等，選手的體重及體脂肪百分比並無顯著的變化($p < .05$)。雖然集訓開始後 4 週兩者均微幅下降，但變化幅度都並未達到顯著差異，而且都在 8 週後回升。另外，血液瘦身蛋白濃度雖有降低趨勢，但是同樣地未達統計顯著差異。這些數據顯示此一為期 8 週的輕艇專項訓練對於選手並未造成過大的壓力與負擔。而利用藥球擲遠評估上半身肌力表現的結果顯示，所有選手的投擲距離均顯著的增加，此一訓練內容對於選手有相當效果，可能對於其成績的表現有所助益。

分析訓練過程中受試者體脂肪百分比及血液瘦身蛋白濃度的相關結果，顯示兩者有顯著正相關，此結果和其他研究報告結果相符合。一般體脂肪比例較高之人類或嚙齒動物，其血液中均含有較高濃度的瘦身蛋白和胰島素（陳元和、林正常，2001）。本研究發現除了肥胖者之外，體脂肪比例相對較少的運動員，體脂肪百分比及血液瘦身蛋白濃度也具有同樣的相關性。

陳元和、林正常（2001）對高中超重女生進行 8 週減肥計畫的實驗結果顯示血清瘦身蛋白於實驗期

間三次測量之間也是呈現出先降後回升的現象，與本研究的結果相似。體重及體脂肪量些微下降原因可能是受試者由休息期進入集訓期運動量的突然增加而產生的暫時性不適應，而經由持續的訓練過後便恢復，可見受試者適應了長期大量的運動能量消耗後，經由適當的休息，體內調節能量平衡的機制已恢復正常。Kraemer et al.(2001)對青少年女性跑者運動員所做 7 週運動訓練介入，以及 Kraemer et al.(1999)針對中年肥胖女性所做訓練介入的實驗，受試者在心肺適能($\dot{V}O_2\max$)有顯著提升，但體脂肪量及血液瘦身蛋白都未有變化，此結果也與本實驗相符。然而，Ishigaki et al.(2005)的研究中觀察 13 位優秀長跑運動員經過 8 週高強度訓練後的血液瘦身蛋白濃度，發現集訓前後濃度沒有顯著差異，作者推測可能是由於這些優秀長跑運動員的體脂肪量已非常低，而瘦身蛋白濃度亦是，所以無法經由訓練達到改變的顯著差異。但本實驗中受試者的體脂肪量並不如長跑選手那麼低，所以血液瘦身蛋白沒有變化應不是體脂肪過低所造成。

許多研究都顯示出短期間的運動並不會對血液瘦身蛋白濃度造成影響，除非是身體脂肪量減少。但是長時間的運動及大量的能量消耗後，瘦身蛋白的分泌則大多會降低。Landt et al.(1997)研究 14 位男性跑者經過 162.5 公里（約 18-24 小時）的路跑過後血漿中的瘦身蛋白減少了 16%。Olive and Miller 在 2001 年發表在 60 分鐘的跑步機運動過後的 24 小時及 48 小時，血漿瘦身蛋白分別下降了 19%及 29%，而此運動的能量消耗達到 800 大卡。Essig, Alderson, Ferguson, Bartoli, and Durstine(2000)的報告中也指出，在跑步機上運動消耗了 800 大卡及 1,500 大卡的二組男性受試者，在運動過後 48 小時血漿瘦身蛋白分別下降 23%/及 22%。Jürimäe, Mäestu and Jürimäe 在 2003 年對 12 位國家等級的划船選手的研​​究，發現在整個集訓期間及賽前減量期間，選手血液瘦身蛋白濃度對於高強度訓練所產生的壓力有敏感的反映。這些證據顯示，血液瘦身蛋白濃度可以做為評估訓練壓力的生化指標。

上半身肌力對於輕艇選手的表現影響很大。上半身肌力的測量方法中，藥球擲遠由於其簡便的特性，近年來許多研究均用來作為間接測量上半身爆發力的指標(Salonia, Chu, Cheifetz, & Freidhoff, 2004)。Stockbrugger and Haennel(2001)及 Viitasalo(1982)的研究中都證實了藥球投擲測試對於評估運動員爆發力有其信度及效度，也因此應用在許多運動選手的相關研究中。Roertert and Ellenbecker 在 1999 年時使用藥球投擲來評估青少年及成人網球選手的上半身肌力，Sands et al.於 1994 年使用藥球擲遠的距離來評估 9-11 歲的青少年女子體操運動員的上半身力量。本研究中，所有受試者的要球投擲距離均有明顯的進步，可以間接證明此次的訓練有效的增進了輕艇選手的上半身力量。

綜合上述，雖然運動量與強度均高，但是此一 8 週的輕艇專項訓練對於選手並沒有造成有明顯的壓力及訓練過量反應，而且其上半身力量確實有顯著進步，可見此訓練計畫對於選手是適當而且有效果。從訓練實務上，本研究結果顯示未來請艇專項訓練的強度應該還有提高的空間，以求選手成績表現的提升。

參考文獻

- 陳元和、林正常 (2001)。八週減肥計畫介入對高中超動女生血清瘦身蛋白濃度之影響。《體育學報》，31 輯，305-316 頁。
- 劉建恒、周芬碧、李水碧、李祖遠、方進隆 (1997)。二週運動減肥對女性肥胖基因(ob gene)表現之影響。《體育學報》，23 輯，227-238 頁。
- Bishop, D., Bonetti, D., & Dawson, B. (2001). The effect of three different warm-up intensities on kayak ergometer performance. *Medicine Science Sports Exercise*, 33(6), 1026-1032.
- Essig, D. A., Alderson, N. L., Ferguson, M. A., Bartoli, W. P., & Durstine, J. L. (2000). Delayed effects of exercise on the plasma leptin concentration. *Metabolism*, 49, 395-399.
- Hickey, M. S., Considine, R. V., Israel, R. G., Mahar, T. L., McCammon, M. R., Tyndall, G. L., et al. (1996). Leptin is related to body fat content in male distance runners. *American Journal of Physiology*, 271, 938-940.
- Ishigaki, T., Koyama, K., Tsujita, J., Tanaka, N., Hori, S., & Oku, Y. (2005). Plasma leptin levels of elite endurance runners after heavy endurance training. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 24(6), 573-578.
- Jürimäe, J., Mäestu, J., & Jürimäe, T. (2003). Leptin as a marker of training stress in highly trained male rowers?

Journal of Applied Physiology, 90, 533-538.

- Jürimäe, J., Purge, P., & Jürimäe, T. (2006). Adiponectin and stress hormone responses to maximal sculling after volume-extended training season in elite rowers. *Metabolism*, 55(1), 13-19.
- Karamouzis, I., Karamouzis, M., Vrabas, I. S., Christoulas, K., Kyriazis, N., Giannoulis, E., et al. (2002). The effects of marathon swimming on serum leptin and plasma neuropeptide Y levels. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 40, 132-136.
- Kraemer, R. R., Acevedo, A. O., Synovitz, L. B., Hebert, E. P., Gimpel, T., & Castracane, V. D. (2001). Leptin and steroid hormone responses to exercise in adolescent females runners over a 7-week season. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 85-91.
- Kraemer, R. R., Kraemer, G. R., Acevedo, E. O., Hebert, E. P., Temple, E., Bates, M., et al. (1999). Effects of aerobic exercise on serum leptin levels in obese females. *European Journal of Applied Physiology*, 80, 154-158.
- Landt, M., Lawson, G. M., Helgeson, J. M., Davila-Roman, V. G., Ladenson, J. H., Jaffe, A. S., et al. (1997). Prolonged exercise decreases serum leptin concentrations. *Metabolism*, 46, 1109-1112.
- Nindl, B. C., Kraemer, W. J., Arciero, P. J., Samatallee, N., Leone, C. D., Mayo, M. F., et al. (2002). Leptin concentrations experience a delayed reduction after resistance exercise in men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 60-613.
- Noland, R. C., Baker, J. T., Boudreau, S. R., Kobe, R. W., Tanner, C. J., Hickner, R. C., et al. (2001). Effect of intense training on plasma leptin in male and female swimmers. *Medicine Science Sports Exercise*, 33(2), 227-231.
- Olive, J. L., & Miller, G. D. (2001). Differential effects of maximal- and moderate-intensity runs on plasma leptin in healthy trained subjects. *Nutrition*, 17(5), 365-369.
- Roetert, P., & Ellenbecker, T. (1998). *Complete conditioning for tennis* (pp. 19-22). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Salonia, M. A., Chu, D. A., Cheifetz, P. M., & Freidhoff, G. C. (2004). Upper-body power as measured by medicine-ball throw distance and its relationship to class level among 10- and 11-year-old female participants in club gymnastics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 695-702.
- Sands, W. A., Major, J. A., Irvin, R. C., Barber, R. L., Marcus, R. L., Paine, D. D., et al. (1994). Physical abilities profiles: U.S. Men's National Team, May 1993. *Technique*, 13(5), 34-37.
- Stockbrugger, B. A., & Haennel, R. G. (2001). Validity and reliability of a medicine ball explosive power test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 431-438.
- Urhausen, A., & Kindermann, W. (2002). Diagnosis of overtraining: What tools do we have? *Sports Medicine*, 32, 95-102.
- Viitasalo, J. T. (1982). Anthropometric and physical performance characteristics of male volleyball players. *Canadian Journal of Sport Science*, 7, 182-188.

Influence of Eight-Weeks Training on Body Fat and Plasma Leptin Level of Canoe/Kayak Athletes

Ting-ting Lee & Jong-chang Tsai

Graduate Institute of Applied Sports Science, National Changhua University of Education

Abstract

For canoe/kayak athletes, excellent anaerobic power and endurance are critical for their performance. Highly intensive and long-lasting exercises hence are common in canoe training. However, as the training intensity and volume increase, over-training should be noticed for its detrimental effects on athletes. This study aimed to evaluate the influence of a specific 8-weeks training on body fat and plasma leptin of canoe athletes and provide physiological and biochemical basis for designing optimal training for this sport. 21 male athletes from Tai-chung City were invited to attend this study. During the training period, three measurements including body composition analysis, plasma leptin and medicine ball throwing were conducted in the week before the beginning, the 4th, and the 8th week, respectively. The data show the percentage of body fat and plasma leptin are positively correlated in each measurement, the correlation factors (r) are 0.65, 0.80, and 0.53, respectively. The body fat doesn't change significantly, as the percentage are $14.95 \pm 5.78\%$, $14.09 \pm 6.14\%$, $14.90 \pm 5.56\%$. Plasma leptin slightly decreases but not significantly, the concentration are 4.47 ± 3.31 , 4.31 ± 1.54 , 3.73 ± 2.49 mg/ml. Distance of 3 kg-medicine ball throwing increases significantly, from 6.89 ± 1.48 m, 7.56 ± 1.73 m, to 8.1 ± 1.77 m. The results indicate the highly intensive 8-weeks training didn't exert stress overly on the canoe athletes participated. Moreover, the upper body strength of these athletes improve. It would be suggested that this training protocol can be modified by increasing intensity and volume for canoe athletes to achieve better performance.

Key words: training intensity, medicine ball