

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

陸上與水中增強式訓練對籃球選手下肢肌力、速度、爆發力及肌肉損傷之影響 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 97-2410-H-034-029-
執行期間：97年08月01日至98年07月31日
執行單位：中國文化大學運動教練研究所

計畫主持人：吳慧君
共同主持人：陳坤樟
計畫參與人員：講師級-兼任助理人員：羅興樑
講師級-兼任助理人員：林季嬋

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98 年 10 月 04 日

陸上與水中增強式訓練對籃球選手運動表現及 肌肉損傷之影響

羅興樑¹ 林季嬋¹ 吳慧君²

¹臺灣 臺北市 111 中國文化大學體育學系

²臺灣 臺北市 111 中國文化大學運動教練研究所

本研究目的在探討水中從事增強式訓練是否可以藉著水的浮力減少離心落地所帶來的衝擊力量，而又可以提供足夠的刺激，達到像在陸上一樣的生理效果及運動表現。方法是以 17 位甲一級男子籃球運動代表隊為研究對象，前測完成後將 17 位隊員隨機分成二組，展開為期 6 週，每週 2 次，每次 60 分鐘之水中或陸上增強式訓練；再於 6 週後施予後測。所得資料以混合設計二因子變異數分析，分析不同訓練方式對下肢最大肌力、爆發力、速度、無氧動力、無氧能力及肌肉損傷之影響。以 $\alpha=0.05$ 為顯著水準。結果發現，6 週之增強式訓練後，不論是陸上組亦或是水中訓練組，其半蹲最大肌力、落地垂直跳、30 公尺衝刺及 10 秒踏車無氧能力等運動表現，二組均有顯著進步($p<0.05$)，且無組間差異存在；此外，在肌肉損傷方面，陸上訓練組之肌肉損傷情形均較水中組來得嚴重($p<0.05$)。結論：6 週水中增強式訓練可以顯著提升大學男子籃球選手之下肢肌力、爆發力、速度及無氧能力，達到與陸上訓練相同之訓練效果，而又可減少肌肉損傷之情形發生。

關鍵詞：肌力，爆發力，速度，無氧能力

壹、緒論

一、研究背景

現今籃球競賽是朝高速度、高爆發力、高技巧、高空優勢及綜和多變的攻守激烈爭奪方向發展，在快速節奏進行中，場上技術動作，包括運球急停跳投、阻攻、及籃板球爭奪等，肌肉都必先離心收縮再快速作向心收縮來完成，因此，籃球運動員的肌力及爆發力的發展必須以增強式訓練來達成，以符合訓練的特殊性。

過去已有相當多的研究指出陸地上的增強式訓練，不論是針對運動員或非運動員均會增加肌力及爆發力(Matavulj, Kukolj, Ugarkovic, Tihanyi, & Jaric, 2001; Wilkerson et al., 2004)、關節功能及穩定度(Chimera, Swanik, Swanik, & Straub, 2004; Wilkerson et al., 2004)與增加跑步經濟性等(Turner, Owings, & Schwane, 2003)。甚至有更多的研究(Hammett &

Hey, 2003; Luebbers et al., 2003; Matavulj et al., 2001; Newton, Kraemer, & Hakkinen, 1999) 指出，用特殊跳躍式的增強式訓練法（如 depth jumps 或 drop jumps）可顯著提升垂直跳高的能力。一份針對 20 位 NBA 肌力與體能教練所做的問卷調查，顯示 20 位教練中有 17 位會安排週期訓練，19 位會使用 Olympic-style lifts，而所有的教練均會運用增強式訓練於運動員中(Simenz, Dngan, & Ebben, 2005)。相同的問卷內容也調查 21 位美國大聯盟肌力與體能教練，同樣也發現 21 位教練中有 20 位教練會利用增強式訓練；而只有 5 位教練使用 Olympic-style lifts (Ebben, Hintz, & Simenz, 2005)。

雖然增強式訓練能增進以上運動能力，也廣被運動教練所使用，然而由於此一能力的增加與肌肉伸張反射、高離心落地及增強式訓練型態之爆發本質有關(Newton et al., 1999)，容易造成急性肌肉酸痛甚或肌肉損傷等(Almedia, Williams, Shaffer, & Brodine, 1999; Jamurtas et al., 2000)。因此，有學者開始研究在游泳池或水中從事增強式訓練是否可以藉著水的浮力減少離心落地所帶來的衝擊力量，而又同樣可以提供足夠的刺激，達到像在陸上一樣的生理效果及運動表現(Martel, Harmer, Logan, & Parker, 2005; Stemm & Jacobson, 2007; Wilkerson et al., 2004)。

運動員在水中從事增強式訓練可以得到許多益處。因為水的浮力可以對抗地心引力，當運動員在水中作動作時可以承載體重(Suomi & Kocejka, 2000)。研究顯示：當水深及腰時，身體大約承載體重的 54%，及胸時是 35%，及頸時則浮力更大，身體只需承載體重的 8%(LePostollec, 2000)。

雖然水的浮力可以減少伸張反射及離心落地的力量，但運動員在水中卻也因為水阻力的關係，在從事向心動作時，必須對抗比在陸上更大的阻力。但也因為如此，有可能幫助運動員強化肌力。Miller, Berry, Bullard, and Gilders (2002)以大學男、女生為研究對象，比較了 8 週的陸上與水中增強式訓練後發現：爆發力只在水中訓練組有顯著的增加，而且屈膝之最大力矩雖二組都有顯著增加，但也只有在所測試的三個速度中的 $6.28 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ 時才達顯著。甚至，二組在垂直跳方面均未有顯著進步(Miller et al., 2002)。而造成此一結果，有可能是因為前 4 週之訓練強度不高，僅在“低”到“適中”之緣故。相對於 Miller et al.的研究，Robinson, Devor, Merrick, and Buckworth (2004)及 Stemm and Jacobson (2007)的研究結果較肯定水中增強式訓練成效。Robinson et al. (2004)以健康的大學女生為研究對象，同樣比較了 8 週的陸上與水中增強式訓練後發現：二組受試者垂直跳成績均較訓練前進步 30%，等速力矩及衝刺速度二組也均有顯著進步；而在肌肉酸痛部分，陸上組則顯著的較水中訓練組來得嚴重(Robinson et al., 2004)。此外，Stemm and Jacobson 亦以 21 位健康大學男生為研究對象，發現不論陸上組或水中組經過每週 2 次之 6 週增強式訓練後，其垂直跳成績均顯著進步，且二組間並無顯著差異。顯然，由 Robinson et al.及 Stemm and Jacobson 的研究，可看出水中增強式訓練同樣可以達到像在陸上訓練一樣的效果，而又可以減少肌肉損傷的情形發生。

過去有關水中增強式訓練之成效的文獻都是以一般健康大學生為研究對象，而最近的一篇 Martel et al. (2005)則是以運動員為對象，比較了女性排球運動員在經過 6 週的陸上柔軟度運動及水中增強式訓練後之情形，結果發現：二組在膝伸、屈肌之最大向心力矩均顯著進步；且水中增強式訓練組之垂直跳成績又優於陸上柔軟度訓練組。過去有關陸上增強式訓練的文獻已相當豐富且完整，而水中增強式訓練的研究自 1999 年開始雖亦見文獻發表，然多是水中增強式訓練與陸上其他訓練（如動態平衡、穩定性或柔軟度）之比較，缺乏針對相同增強式訓練計畫內容，於陸上或水中實施後之成效比較研究。因此，本研究以訓練中最常實施增強式訓練且最常發生膝關節傷害的大學籃球運動員為研究對象，結合季前訓練計畫實施 6 週相同增強式訓練內容，比較陸上及水中二組之影響情形。

二、研究目的

本研究目的在比較 6 週陸上及水中增強式訓練對大學籃球運動員下肢肌力（半蹲舉 1 RM）、垂直跳爆發力（箱上落地垂直跳 drop jump）、30 公尺衝刺跑、Quebec 10 秒無氧踏車動力及肌肉損傷之影響。

三、名詞操作型定義

- (一)增強式訓練：是利用含有伸展—短縮環(stretch-shortening cycle, SSC)在內的預先伸展反向動作，產生快而有力的動作，藉著肌肉與肌腱的自然彈性成分與伸展反射，增加後續動作的功率輸出。
- (二)增強式訓練動作：本研究之水中或陸地的增強式訓練動作共有 7 項：屬低強度的有兩側蹬踝跳躍(side to side ankle hops)、雙腳蹬踝跳躍(two foot ankle hop)、蹲跳(squat jump)；屬中強度的有雙腳蹦跳(double leg hops)、雙腳屈膝跳(double-leg tuck jump)；屬高強度的有單腳垂直跳(single leg vertical jump)、單腳蹦跳(single leg hops)等。
- (三)水中／陸上增強式訓練：本研究水中增強式訓練實施地點是於水深 120 公分、水溫 28-30℃之游泳練習池中進行；而陸上訓練地點則於籃球場。
- (四)肌力、速度、爆發力及無氧動力：本研究之肌力是指半深蹲 1 RM 之最大肌力；速度是 30 公尺衝刺時間；爆發力是箱上落地垂直跳距離及騰空時間，而無氧動力是指 Quebec 10 秒踏車測驗所得之最高無氧動力及無氧能力。
- (五)肌肉損傷：本研究肌肉損傷之檢測是於增強式訓練後的隔日清晨 6:00 晨操前採集指尖血液肌酸激酶(CK)濃度代表之。

貳、方法

一、受試對象與實驗地點

本研究受試者是以中國文化大學 17 位甲一級男子籃球運動代表隊為研究對象，受試者基本資料如表一。在瞭解研究目的（並同意除校隊練習外，不額外進行任何肌力與增強式訓練計畫）、方法與相關權益及潛在危險後簽署受試者同意書，本研究計畫亦經臺北市立體育學院人體受試委員會之審查通過。每位受試者分別接受 6 週陸上或水中增強式訓練，實驗地點於中國文化大學運動生理實驗室、游泳池及籃球場。

表一 受試者基本資料

	陸上組(n=8)	水中組(n=9)	全體(n=17)
年齡 (歲)	20.28±1.39	20.25±1.42	20.27±1.36
身高 (公尺)	1.77±0.08	1.82±0.09	1.80±0.09
體重 (公斤)	70.45±12.38	82.81±12.50	76.99±13.63
$\dot{V}O_2\max$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	53.13±4.26	54.29±7.76	53.74±6.20

二、實驗設計

所有前測項目（半深蹲 1 RM、Quebec 10 秒無氧動力踏車、落地垂直跳爆發力及 30 公尺衝刺跑等）均在季前期開始前一週內完成。前測完成後將 17 位隊員隨機分成水中及陸上增強式訓練二組，展開為期 6 週之季前期訓練計畫並依組別分別將一週 2 次，每次 60 分鐘之水中或陸上增強式訓練融入訓練計畫中。季前期訓練課程每週訓練 6 天，除晨操訓練 2 小時外，每天下午再連續訓練 2 小時(15:00-17:00)。其季前期訓練課程包含：體能訓練、重量訓練及團隊技戰術攻防演練等。在完成 6 週的水中／陸上增強式及季前期訓練後，再實施後測，所有後測之步驟、流程、儀器及測試人員均與前測相同。

(一)水中／陸上增強式訓練計畫

本研究水中增強式訓練地點是於中國文化大學體育館游泳練習池（水深 120 公分、水溫 28-30°C）中進行；陸上增強式訓練地點則在中國文化大學體育館籃球場上進行。訓練計畫為期 6 週、每週實施 2 天、每天 60 分鐘。具體 6 週增強式訓練計畫表詳見表二。

表二 六週增強式訓練計畫表

週數	增強式訓練項目	訓練強度	組數×反覆次數	訓練量	組間休息
1-2	兩側蹬踝跳躍	低	2×15	90	2 分鐘
	雙腳蹬踝跳躍	低	2×15		
	蹲跳	低	2×15		
3-4	兩側蹬踝跳躍	低	2×15	110	2 分鐘
	蹲跳	低	2×15		
	雙腳蹦跳	中	3×10		
	雙腳屈膝跳	中	4×5		
5-6	雙腳蹬踝跳躍	低	3×10	130	2 分鐘
	雙腳蹦跳	中	2×10		
	單腳垂直跳	高	4×10 (左右各 2 組)		
	單腳蹦跳	高	4×10 (左右各 2 組)		

(二)測驗項目及方法

為評估 6 週水中或陸上增強訓練之成效，所有受試者均須於 6 週訓練前一週（前測）、第 6 週（後測）接受以下生理評估：

1.半蹲舉 1 RM 最大肌力

一開始的重量是依個人的體重而定，再視其能力加槓鈴負荷，在每次增加負荷過程中，每位受試者均至少獲得 5 分鐘以上之充分休息，最後以僅能成功完成的一次最大負荷為依據，以公斤為單位。

2.箱上落地垂直跳爆發力

本研究箱上落地垂直跳爆發力測驗是以多功能運動數據測試儀(NewTest-300, USA)測試之。測試時先令受試者雙手叉腰直膝站立於箱上，於箱上自然落地於測力板上後再瞬間用力往上跳，最後再自然落地，全程雙手均叉腰，不可有擺臀動作，測驗二次取其最佳結果。記錄其與測力板接觸後之騰空時間(ms)及跳躍高度(cm)。

3.30 公尺衝刺跑

本研究 30 公尺衝刺跑測驗目的在測量受試者之 30 公尺衝刺完成之時間，以多功能運動數據測試儀測試之。將感應器(photocell gate)安置於起跑線，第二個則置於終點 30 公尺處，二個感應器高度都必需與受試者臀高相同，以避免因手臂擺動而誤判成績。正式測驗：受試者位於起跑線後，採站立式起跑，聞信號後全力衝刺 30 公尺，可測驗二次取最佳成績。記錄其 30 公尺完成時間（秒）。

4.Quebec 10 秒無氧踏車測驗

Quebec 10 秒無氧踏車測驗是以 Monark 839E 為實驗工具，剛開始的負荷是依受試者的體重而定。當“開始”口令發出後，受試者全力踩車 10 秒，以克服車輪的慣性；同時主試者在 2-3 秒內調整阻力至規定的負荷($N=0.098 \text{ kp/kg}$)。從“開始”口令發出後，受試者盡全力踩車 10 秒，是為 Quebec 10 秒無氧踏車測驗。休息 10 分鐘後再進行第二次測驗，求出最高無氧動力($N \cdot m \cdot s^{-1}$; W)及無氧能力(total work)($N \cdot m$; J)

5.肌肉損傷檢測

本研究之肌肉損傷是以血液肌酸激酶(CK)值代表之。採血時間是於每次實施水中／陸上增強式訓練後之隔日清晨 6:00 晨操前採集指尖血，以羅氏公司的乾式生化分析儀(Roche Diagnostic, Basel, Switzerland)測定之。

三、資料處理與統計方法

實驗測量所得資料以電腦 SPSS for Windows 12.0 中文版統計軟體進行以下分析：

(一)以混合設計重覆量數二因子（2 訓練方法×2 時間）變異數分析(two-way ANOVA)，

分析不同訓練方式對下肢最大肌力、爆發力、速度、無氧動力及無氧能力之影響情形；以 t-test 比較陸上與水中訓練對肌肉損傷之影響。

(二)以 $\alpha=.05$ 為顯著水準。

參、結果

一、陸上與水中增強式訓練對肌力、爆發力及速度之影響

表三顯示 6 週陸上與水中增強式訓練對半蹲舉 1 RM 最大肌力、落地垂直跳高度與騰空時間及 30 m 衝刺速度均有顯著進步的現象($p<.05$)；且無組間差異存在。

表三 陸上與水中增強式訓練對肌力、爆發力及速度之影響

變項	陸上		水中	
	前	後	前	後
半蹲舉 1RM(kg)	185.7±38.67	230.0±58.88*	180.0±39.5	228.3±34.88*
落地垂直跳高度(cm)	41.8±4.76	45.0±5.85*	40.2±5.14	44.9±3.48*
落地垂直跳騰空時間(msec)	583.1±33.11	604.9±39.0*	571.8±37.16	604.5±23.52*
30 公尺衝刺(sec)	4.35±0.15	4.18±0.16*	4.28±0.25	4.13±0.22*

* $p<.05$ 表後測成績顯著優於前測

二、陸上與水中增強式訓練對 10 秒無氧動力踏車測驗之影響

由表四可發現 6 週陸上增強式訓練對最高無氧動力及無氧能力均有顯著提升的現象($p<.05$)；而水中增強式訓練之效果只在無氧能力方面($p<.05$)，在最高無氧動力則未見顯著進步之情形。同表三一樣，二種訓練方式並無組間差異存在。

表四 陸上與水中增強式訓練對 10 秒無氧踏車測驗之影響

變項	陸上		水中	
	前	後	前	後
最高無氧動力(N. m. s ⁻¹ ; W)	14.63±1.41	16.27±0.88*	14.83±2.23	15.28±2.53*
無氧能力(N. m; J)	124.23±13.42	140.83±8.49*	125.91±17.61	132.51±20.51*

* $p<.05$ 表後測成績顯著優於前測

三、陸上與水中增強式訓練對肌肉損傷之影響

本研究肌肉損傷之指標是以 CK 值為依據。採血時間是在第 1、3、5 週〔即低(L)、中(M)、高(H)強度開始實施之第 1 週〕的二次訓練後之隔日清晨。所得資料以獨立樣本 t-test 分析。比較每次訓練後 24 小時之 CK 濃度，瞭解肌肉損傷之情形。由表五所示，陸上增強式訓練後，肌肉損傷的情形顯著的較水中訓練來得嚴重許多($p<.05$)，且變化亦大；相較之下，水中增強式訓練較不會造成肌肉之傷害。

表五 陸上與水中增強式訓練對血漿 creatine kinase 濃度之影響(IU·L⁻¹)

採血時間點	陸上	水中
L ₁	467.1±325.50*	240.7±97.61
L ₂	1558.5±2076.01*	209.1±127.21
M ₁	184.8±85.24	163.2±105.90
M ₂	655.4±713.63*	333.4±118.50
H ₁	477.3±251.82	274.9±120.73
H ₂	396.3±285.79*	213.1±83.78

* $p < .05$

肆、討論

一、陸上與水中增強式訓練對運動表現之影響

由結果得知大學籃球運動員經過 6 週之增強式訓練後，不論是陸上組亦或是水中訓練組，其半蹲舉最大肌力、落地垂直跳爆發力、30 公尺衝刺速度及 10 秒無氧動力踏車能力均有顯著進步($p < .05$)；除了 10 秒踏車測驗之最高無氧動力，陸上組有顯著進步，而水中組無以外，其餘各項並無陸上與水中之組間差異存在($p > .05$)，顯見，不論是陸上或是水中增強式訓練均可達到增進肌力、爆發力、速度及無氧能力之運動表現，且其訓練效果並無組間差異存在。此一結果與 Martel et al. (2005)及 Stemm and Jacobson (2007)的研究結果相一致。

Stemm and Jacobson (2007)以 21 位健康大學男生為研究對象，同樣施予 6 週每週 2 次之陸上與水中增強式訓練，結果發現 6 週後其垂直跳成績二組均有顯著進步，且也並無組間差異存在。而此一結果也同樣與以運動員為研究對象的 Martel et al. (2005)的研究結果相一致。Martel et al.是以女性排球運動員比較 6 週的柔軟度運動與水中增強式運動，結果發現水中增強式訓練組之垂直跳成績顯著優於陸上柔軟度運動組。顯然，水中增強式訓練並不會因水的浮力減少伸張反射及離心落地的力量，而影響爆發力之運動表現，因此，非常適合運動項目需要爆發力表現之運動員訓練之用。

二、陸上與水中增強式訓練對肌肉損傷之影響

本研究肌肉損傷之指標以 CK 為依據，採血的時間點是在第 1、3、5 週（即低、中、高強度開始實施之第 1 週）的二次訓練後之隔日清晨。結果發現陸上訓練組之肌肉損傷情形均較水中組來得嚴重許多($p < .05$)，此一結果與 Robinson et al. (2004)之研究結果相一致。

Robinson et al. (2004)以大學女生為研究對象，同樣比較了 8 週的陸上與水中增強式訓練對肌力、爆發力、速度及肌肉酸痛之影響，結果發現：二組受試者在等速力矩、垂直跳及衝刺速度方面均有顯著進步，且無組間差異存在；然而在肌肉酸痛方面，陸上組之 CK 值則顯著的高於水中訓練組。顯然，水中增強式訓練可以藉著水的浮力減少離心落地所帶來的衝擊力量，減少肌肉損傷，又可因水的阻力提供足夠的刺激，增加肌力，

達到與陸上訓練相同之訓練效果及運動表現(Martel et al., 2005; Wikerson et al., 2004)。

三、結論

6 週水中增強式訓練可以顯著提升大學男子籃球選手下肢肌力、爆發力、速度及無氧能力，達到與陸上增強式之相同運動表現，而又可減少肌肉損傷之情形發生。

致謝

本研究經費來源感謝國科會 NSC 97-2410-H-034-029 計畫補助。

參考文獻

- Almeida, S. A., Williams, K. M., Shaffer, R. A., & Brodine, S. K. (1999). Epidemiological patterns of musculoskeletal injuries physical training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 1176-1182.
- Chimera, N. J., Swanik, K. A., Swanik, C. B., & Straub, S. J. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal of Athletic Training*, 39, 24-31.
- Ebben, W. P., Hintz, M. J., & Simenz, C. J. (2005). Strength and conditioning practice of Major League Baseball strength and conditioning coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 538-546.
- Hammett, J. B., & Hey, W. T. (2003). Neuromuscular adaptation to short-term (4 weeks) ballistic training in trained high school athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 556-560.
- Jamurtas, A. Z., Fatouros, I. G., Buckenmeyer, P., Kokkinidis, E., Taxildaris, K., Kambas, A., & Kyriazis, G. (2000). Effects of plyometric exercise on muscle soreness and plasma creatine kinase levels and its comparison with eccentric and concentric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14, 68-74.
- LePostollec, M. (2000). Aquatic therapy research. *Advance for Physical Therapists and Physical Therapy Assistants*, 11(17), 8-10.
- Luebbers, P. E., Potteiger, J. A., Hulver, M. W., Thyfault, J. P., Capper, M. J., & Lockwood, R. H. (2003). Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 704-709.
- Martel, G. F., Harmer, M. L., Logan, J. M., & Parker, C. B. (2005). Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(10), 1814-1819.
- Mataulj, D., Kukoli, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric

- training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 159-164.
- Miller, M. G., Berry, D. C., Bullard, S., & Gilders, R. (2002). Comparisons of land based and aquatic-based plyometric programs during an 8-week training period. *Journal of Sports Rehabilitation*, 11, 268-283.
- Newton, R. U., Kraemer, W. J., & Hakkinen, K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 323-330.
- Robinson, L. E., Devor, S. T., Merrick, M. A., & Buckworth, J. (2004). The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 84-91.
- Simenz, C. J., Dugan, C. A., & Ebben, W. P. (2005). Strength and conditioning practices of National Basketball Association strength and conditioning coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 495-504.
- Stemm, J. D., & Jacobson, B. H. (2007). Comparison of land- and aquatic-based plyometric training on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 568-571.
- Suomi, R., & Kocejka, S. (2000). Postural sway characteristics in women with lower extremity arthritis. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 81(6), 780-785.
- Turner, A. M., Owings, M., & Schwane, J. A. (2003). Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 60-67.
- Wilkerson, G. B., Colston, M. A., Short, N. I., Neal, K. L., Hoewischer, P. E., & Pixley, J. J. (2004). Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training program. *Journal of Athletic Training*, 39(1), 17-23.

Effects of Land and Aquatic Plyometric Training on Athletic Performance and Soreness in Basketball Players.

Shin-Liang Lo¹, Chi-Chan Lin¹, and Huey-June Wu²

¹Department of Physical Education, Chinese Culture University, Taipei 111, Taiwan

and

²Graduate Institute of Sports Coaching Science, Chinese Culture University, Taipei 111, Taiwan

Abstract

The purpose of this study is to examine the effects of aquatic plyometric training (APT) on muscular strength, sprint velocity, power and muscle damage in basketball players. Methods: Seventeen male college basketball players are randomly assigned to perform 6 wk of APT or land exercise twice weekly, both in addition to traditional preseason basketball training. All baseline testing are completed one week before the beginning of preseason training. The testing are measured at baseline and after 6 wk. Analyses of variance (two-way ANOVA) with measures (2×2) are used to examine changes in muscular strength, power, speed, anaerobic capacity and muscle damage. All data are presented as mean ±SD with measure with a significance level of $\alpha = .05$. Results: After 6 weeks of aquatic or land plyometric training, significant improvements were found in muscular strength, drop jump, 30 m dash and anaerobic capacity ($p < .05$). The APT group showed significantly lower creatine kinase than the land group. Conclusion: The aquatic plyometrics can provide the same performance enhancement benefits as land plyometrics with significantly less muscle soreness.

Key words: aquatic plyometric training, muscular strength, speed, power, muscle damage

研究成果自評：

本研究計畫包含二部分，第一部分之研究成果已投稿於大專體育學刊，並將於 98 年 12 月刊登，題目為：陸上與水中增強式訓練對籃球選手運動表現及肌肉損傷之影響；另一部份將刊成本人指導學生之碩士畢業論文，題目為：水中增強式訓練對大學甲組籃球選手下肢肌力及爆發力之影響，該生亦將於今年（98 年）12 月畢業。所有研究內容與原計畫相符程度達 100%。在研究過程中，學生不僅學會等速肌力測試系統、攜帶式多功能數據測試儀及 CK 血清生化分析儀等貴重儀器之操作，亦熟悉陸上及水中增強式訓練法，而由於研究結果理想，本研究設計之 6 週水中增強式訓練計畫不僅可以顯著提昇肌力、爆發力、速度、無氧運動能力，又可以減少肌肉損傷之情形發生，因此，具有肌力及爆發力訓練之應用價值。

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

陸上與水中增強式訓練對籃球選手下肢肌力、速度、
爆發力及肌肉損傷之影響

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 97-2410-H-034-029-

執行期間：97年8月1日至98年7月31日

計畫主持人：吳慧君

共同主持人：陳坤檸

計畫參與人員：羅興樑、林季嬋

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中國文化大學

中 華 民 國 98 年 9 月 28 日

可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利 可技術移轉

日期：__年__月__日

國科會補助計畫	計畫名稱：陸上與水中增強式訓練對籃球選手下肢肌力、速度、爆發力及肌肉損傷之影響 計畫主持人：吳慧君 計畫編號：NSC 97-2410-H-034-029 學門領域：體育學																																																
技術/創作名稱	6週陸上與水中增強式訓練計畫表																																																
發明人/創作人	吳慧君																																																
技術說明	中文：6週增強式訓練計畫內容（如表二）。 表二 六週增強式訓練計畫表																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>週數</th> <th>增強式訓練項目</th> <th>訓練強度</th> <th>組數×反覆次數</th> <th>訓練量</th> <th>組間休息</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1~2</td> <td>兩側蹬踝跳躍</td> <td>低</td> <td>2×15</td> <td rowspan="3">90</td> <td rowspan="3">2分鐘</td> </tr> <tr> <td>雙腳蹬踝跳躍</td> <td>低</td> <td>2×15</td> </tr> <tr> <td>蹲跳</td> <td>低</td> <td>2×15</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">3~4</td> <td>兩側蹬踝跳躍</td> <td>低</td> <td>2×15</td> <td rowspan="4">110</td> <td rowspan="4">2分鐘</td> </tr> <tr> <td>蹲跳</td> <td>低</td> <td>2×15</td> </tr> <tr> <td>雙腳蹦跳</td> <td>中</td> <td>3×10</td> </tr> <tr> <td>雙腳屈膝跳</td> <td>中</td> <td>4×5</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">5~6</td> <td>雙腳蹬踝跳躍</td> <td>低</td> <td>3×10</td> <td rowspan="4">130</td> <td rowspan="4">2分鐘</td> </tr> <tr> <td>雙腳蹦跳</td> <td>中</td> <td>2×10</td> </tr> <tr> <td>單腳垂直跳</td> <td>高</td> <td>4×10（左右各2組）</td> </tr> <tr> <td>單腳蹦跳</td> <td>高</td> <td>4×10（左右各2組）</td> </tr> </tbody> </table>	週數	增強式訓練項目	訓練強度	組數×反覆次數	訓練量	組間休息	1~2	兩側蹬踝跳躍	低	2×15	90	2分鐘	雙腳蹬踝跳躍	低	2×15	蹲跳	低	2×15	3~4	兩側蹬踝跳躍	低	2×15	110	2分鐘	蹲跳	低	2×15	雙腳蹦跳	中	3×10	雙腳屈膝跳	中	4×5	5~6	雙腳蹬踝跳躍	低	3×10	130	2分鐘	雙腳蹦跳	中	2×10	單腳垂直跳	高	4×10（左右各2組）	單腳蹦跳	高	4×10（左右各2組）
	週數	增強式訓練項目	訓練強度	組數×反覆次數	訓練量	組間休息																																											
	1~2	兩側蹬踝跳躍	低	2×15	90	2分鐘																																											
		雙腳蹬踝跳躍	低	2×15																																													
蹲跳		低	2×15																																														
3~4	兩側蹬踝跳躍	低	2×15	110	2分鐘																																												
	蹲跳	低	2×15																																														
	雙腳蹦跳	中	3×10																																														
	雙腳屈膝跳	中	4×5																																														
5~6	雙腳蹬踝跳躍	低	3×10	130	2分鐘																																												
	雙腳蹦跳	中	2×10																																														
	單腳垂直跳	高	4×10（左右各2組）																																														
	單腳蹦跳	高	4×10（左右各2組）																																														
可利用之產業及可開發之產品	藉水之浮力減少離心落地對肌肉及關節所造成的衝擊。																																																
技術特點	本研究所設計之6週水中增強式訓練計畫不僅可以顯著提昇大學男子籃球選手下肢肌力、爆發力、速度及無氧能力，達到與陸上增強式訓練相同之運動表現，又可以減少肌肉損傷之情形發生。																																																
推廣及運用的價值																																																	

※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。

※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。

※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。