



不同跳躍訓練方向的增強式訓練對於運動員下肢跳躍能力與敏捷性的效果

¹吳宗訓、²周昆佑、¹張銘仁、¹許晃嘉、¹張曉昀*

¹中山醫學大學物理治療學系、²國立體育大學競技與運動教練研究所

投稿日期：2018 年 04 月；通過日期：2018 年 06 月

摘要

背景：增強式訓練 (Plyometrics) 是指運動時肌肉透過預先伸展的離心收縮，再產生快速而強力的向心收縮的肌肉訓練型態，以招募更多的動作單元收縮，進而促進運動表現。然而增強式訓練依動作的方向性又可區分為前後方向、左右方向以及垂直方向，但是不同訓練方向的效果並未被驗證。**目的：**本研究之目的是比較不同方向的增強式訓練對大學運動選手下肢跳躍能力與敏捷性的影響。**方法：**共有 24 位大學籃球及排球運動員參與，隨機分派分成三組 (控制組、前後與垂直向訓練組、左右與垂直向訓練組)，以增強式訓練的方式進行 5 週的訓練，在訓練前後進行測驗垂直跳高度、立定跳遠、敏捷測試、著地起跳反應時間、及身體素質評估，以重複量測二因子變異數分析進行統計分析。**結果：**三個組別之間的垂直跳高度、立定跳遠、敏捷測試、著地起跳反應時間之交互作用均未達顯著水準 ($p > .05$)。**結論：**無論前後向或左右向的增強式訓練其訓練效果類似。

關鍵詞：增強式訓練、伸展縮短週期、跳躍能力、敏捷性

壹、緒論

增強式訓練 (Plyometrics) 最初由前蘇聯與東德的教練在訓練過程中加入該訓練方法，在 1960 年代中期的田徑比賽中，展現出優異訓練的成果。當時並未正式定名，一直到 1968 年由蘇聯田徑教練 Yuri Verohoshanski 正式提出 (張木山、紀忠呈、董俊男，2004)。增強式訓練是指肌肉透過預先伸展的離心收縮，如此可將肌纖維、肌腱、結締組織的拉長以增加徵召的運動單位，隨後立即產生快而強力的向心收縮，由於徵召了更多的運動單位，所以在向心收縮時可產生更大的肌肉力量。因為肌肉具有彈性的特質，藉由深跳、跳躍、彈跳所預先產生的離心收縮動作而產生彈性能的儲存，能量釋放後而產生強力的向心收縮，目的在於連結力量與速度，產生瞬間爆發力的動作型態 (王哲彥、楊國煌、張曉昀，2008；高仁傑、沈啟賓、伍驊聖、林宜徵，2013)。

過去的研究指出，增強式訓練對於誘發肌力、爆發力成長與跳躍等運動表現有正面的效應，因此許多注重下肢跳躍的運動項目皆在訓練計畫中使用增強式訓練來強化下肢運動能力 (王冷、李鴻棋，2003；王哲彥等人，2008；林煉傑，2002；Michal, Ivona, & Milan, 2009)。更有研究指出，每週進行 2~3 次，持續 6~9 週，每次訓練 32~316 次跳躍的增強式訓練，對於身體的敏捷能力、改善動作學習以及提高牽張收縮等部分都有顯著的效益 (李成碩，2014)。籃球、排球等注重下肢能力的運動項目，敏捷能力、跳躍能力等是體能的基礎，專項的動作技術必須建構在這些基礎能力之上才能有所發揮，才能展現優越的技術水平。國內外已有許多籃球隊採用增強式訓練來增進選手下肢的爆發力以及敏捷能力，內容包括前後向、左右向以及垂直向的跳躍動作，並且以漸進的方式提升訓練強度及頻率，構成一個完整的訓練計劃 (王冷、李鴻棋，2003；林煉傑，2002；翁誌誼、陳樹屏、廖佳慶，2012；黃

*通訊作者：張曉昀 中山醫學大學物理治療學系

Email: yun1130@csmu.edu.tw

地址：台中市南區建國北路一段110號

俊宗, 2013)。此外, 排球運動所需具備的技術, 包括前後移動、左右橫移、快速啟動、跳躍力、攻擊、攔網及防守等, 皆可透過增強式訓練來提高運動員的表現, 包括提升敏捷能力、瞬間衝刺能力和垂直向上的跳躍能力等 (林政達、許國鐘, 2014; 林嘉鴻, 2014; 陳克舟, 2014; 楊明達、黃合庸、詹貴惠、盛世慧, 2011)。

至今為止, 增強式訓練依然被廣為運用在強化下肢能力的訓練上, 而且許多的研究皆指出增強式訓練對於下肢能力能有所助益 (王冷, 李鴻棋, 2003; 王哲彥等人, 2008; 林煥傑, 2002; 翁誌誼等人, 2012; 陳克舟, 2014; Michal et al., 2009)。然而增強式訓練還包括不同方向的訓練, 如額狀面 (frontal plane) 或矢狀面 (sagittal plane), King 與 Cipriani (2010) 研究結果指出, 矢狀面的增強式訓練可以提高籃球運動員立定垂直跳的表現, 但額狀面的增強式訓練卻沒有達到這樣的效果。對於下肢能力是否會因訓練方向的不同而有所差異, 到目前為止國內外研究的文獻不多, 並且尚未有明確的定論, 若能透過研究觀察出不同的運動訓練方向對於下肢的運動能力產生不同的影響, 即可提供運動訓練者因應其運動項目特性的需要, 從而選擇其所需要的增強式訓練內容。因此, 本研究的目的在瞭解不同方向的增強式訓練對大學運動員下肢跳躍能力與敏捷性的影響。

貳、方法

一、研究對象

研究共24位大學校隊籃球及排球運動員參與 (男生12位, 女生12位), 受測者基本資料如表一, 受測者之運動球齡為2~4年。所有運動員皆未接受過下肢增強式訓練, 且下肢沒有重大疾病或運動傷害病史 (如骨折、關節置換等), 以及任何會影響訓練之疾病 (神經、前庭相關疾病等)。再將24位受試者隨機抽籤分成三組, 分別為控制組、訓練A組 (進行前後向+垂直向的增強式動作訓練), 訓練B組 (進行左右向+垂直向的增強式動作訓練), 控制組則維持原本的球類專項訓練。受試者在實驗期間除了接受本身的球類專項訓練外, 訓練A組和B組分別另外進行每週3次持續5週的下肢增強式訓練。另外, 所有受試者均未曾接受正式的增強式訓練課表。實驗過程中, 控制組和訓練B組各有一位女性受測者因故無法完成實驗, 最終完成測驗者為22位; 控制組在體脂比、水分比、肌肉比、骨骼重的測驗項目上, 由於一位男性受測者儀器感應不到, 所

以這些項目上人數少一位。在實驗前受試者均同意接受評估及了解測試流程並取得實驗同意書。

表一、受測者基本資料

組別	人數 (男生: 女生) 單位: 位	年齡 單位: 歲	身高 單位: 公分
控制組	7 (4 : 3)	20.57±0.54	165.43±7.04
訓練A組	8 (4 : 4)	20.00±0.00	168.44±6.32
訓練B組	7 (3 : 4)	20.25±0.71	169.50±9.84
F _(2,20)	--	2.341	.522
p	--	.122	.601

二、測驗方法

在訓練開始前以及訓練後, 每位受試者皆需進行四項測驗 (垂直跳高測驗、立定跳遠測試、六角形敏捷測試、著地起跳反應時間的測試) 及測量身體素質 (體重、體脂肪、身體水分、肌肉重、骨骼重) 的情況, 作為訓練是否有效果的依據。四項訓練測驗的過程為, 受測者依照順序完成第一次測驗後再依順序完成第二次測驗依此類推, 同一位受測者在兩次測驗之間休息約為5-10分鐘。

1. 垂直跳高測試 (圖一):

此項測驗的目的主要作為在垂直向的跳躍能力指標。所需設備包括黑色海報紙、白粉筆灰、皮尺。測驗時會請受試者右手沾粉筆灰, 雙腳與肩同寬, 側身面向牆壁, 與牆壁距離一個拳頭寬, 請受測者盡力向上跳到最高, 然後在最高點用食指沾粉筆灰點在海報紙上。再以皮尺測量高度, 測量三次, 取最大值為最終數值。

2. 立定跳遠測試 (圖二):

此項測驗的目的主要作為前向的跳躍能力指標。所需設備為皮尺。測驗時以線當作0起始線, 雙手向後擺, 雙腳下蹲, 雙手向上帶並向前跳, 請受試者盡力跳到最遠, 向前跳之後取在地面上較後側的腳作為該次跳遠距離。再以皮尺量測跳遠距離, 測量三次, 取最大值為最終數值。

3. 六角形敏捷測試 (hexagon agility test) (圖三):

此項測驗的目的主要作為敏捷能力的指標。所需設備為24吋長棉線、粉筆、膠布、哨子。測驗時的起始位置在正六角形中心和前線的中間位置, 聽到哨音即開始計時, 並請受試者用最快的速度依序順時針跳進跳出六角形的六個邊, 最後跳回起始點。紀錄完成

所需的時間，測試三次，取最佳值為最終數值。

4. 著地起跳反應時間的測試 (圖四)：

此項測驗的目的主要作為反應速度的指標。所需設備為40公分高的木箱、攝影機。測驗時請受試者雙腳從40cm高的木箱上跳下，雙腳同時著地並雙手後擺向上跳到最高，並且用最快速度跳起。使用攝影機(JVC Evrio GZ-MG275，平均影像採樣速率為5.5, VBR)紀錄受試者的動作，再用自由開源軟體Kinovea (Free open source Kinovea 8.15, France) 來抓取腳尖著地到腳尖離地的時間。測試三次，取三次平均為最終數值。

5. 身體素質測量：

此項測驗的目的在測量身體素質及組成的比例。所使用之設備為德國博依體脂計 (Beurer BG 21, Beurer GmbH & Co, Germany)，可量測體重、體脂率、水分率、肌肉率、骨骼重量、活動代謝率AMR、基礎代謝率BMR與身體質量指數BMI。測驗時請受試者上完廁所後坐下休息10分鐘，並在脫鞋及脫襪後，靜止站立在體脂計上，紀錄儀器上所呈現之數值為最終數值。

三、下肢增強式訓練

訓練 A 組和 B 組為有介入訓練的組別，其訓練課表如表二所示，增強式訓練課表在受測者原有的專項訓練中額外加入，執行的訓練內容包含了前向、左右向、垂直向的增強式訓練動作，訓練強度逐漸遞增，第 1-5 次為低強度；第 6-10 次為中強度；第 11-15 次為高強度，而訓練次數總共為 15 次，一週訓練 3 次，每次約為 20-30 分鐘，訓練開始前先進行熱身後才進行訓練，訓練內容參考 Ratamess (2011) 的訓練課表。

四、統計方法

以 SPSS 18.0 統計分析軟體進行分析，先使用單因子變異數分析比較三組之基本資料 (身高及年齡)，再使用重複量數混合設計二因子變異數分析比較控制組、A 組、B 組之垂直跳高度、立定跳遠距離、六角形敏捷性時間、著地起跳反應時間、體脂計測量之體重、體脂率、水分率、肌肉率、骨骼重量的前後測數據之差異值，本研究 p 值小於等於 0.05 代表有顯著性差異。

表二、下肢增強式訓練課表

組別	訓練階段	訓練項目	訓練量 (set x repetition)	
A 組 訓練表	第 1-5 次訓練 (踏地次數：86)	Jump and reach	2 x 5	
		Squat jump	2 x 10	
		Cone hops	2 x 20	
		Standing long jumps	2 x 8	
		Tuck jump	2 x 10	
	第 6-10 次訓練 (踏地次數：125)	Multiple box jump	5 趟	
		Double leg hops	2 x 20	
		Triple jump	5 趟	
	第 11-15 次訓練 (踏地次數：158)	Single-leg vertical jump	3 x 5	
		Depth jump and variation	3 x 10	
		Tuck jump	2 x 10	
		Single-leg hops	3 x 13	
		Jump and reach	2 x 5	
	B 組 訓練表	第 1-5 次訓練 (踏地次數：86)	Squat jump	2 x 10
			Side to side double leg hop (1.5 倍肩寬)	2 x 18
Side to side jump			2 x 10	
Tuck jump			2 x 10	
第 6-10 次訓練 (踏地次數：126)		Multiple box jump	5 趟	
		Side to side jump	4 x 14	
		Single-leg vertical jump	3 x 5	
第 11-15 次訓練 (踏地次數：160)		Depth jump and variation	3 x 10	
		Tuck jump	2 x 10	



圖一、垂直跳高測試



圖四、著地起跳反應時間的測試



圖二、立定跳遠測試



圖三、六角形敏捷測試

參、結果

控制組、A 組和 B 組，三組之間在訓練前後的測驗數據及變化率如表三所示。結果顯示，考驗三個組別之間的垂直跳高度、立定跳遠距離、六角敏捷性時間、著地反應時間之交互作用均未達顯著水準 ($p > .05$)，因此不進行主要效果的比較 (垂直跳高度: $F = 1.802, p = .192$ ；立定跳遠距離 $F = 1.144, p = .340$ ；六角敏捷性時間 $F = .775, p = .475$ ；著地反應時間 $F = .644, p = .536$)，結果顯示三個組別之間在垂直跳高度、立定跳遠距離、六角敏捷性時間、著地反應時間項目上沒有差別。在訓練前後測驗的結果發現，無論是控制組、A 組和 B 組在垂直跳高度、立定跳遠距離和六角敏捷性時間項目上，後測的結果皆顯著優於前測 ($p < .05$)。但在著地反應時間項目上，三個組別的前後測並無顯著差異 ($p > .05$)。

在考驗三個組別之間的體重、體脂比、水分比、肌肉比、骨骼重項目之交互作用未達顯著水準 ($p > .05$)，因此不進行主要效果的比較 (體重 $F = .397, p = .678$ ；體脂比 $F = .288, p = .753$ ；水分比 $F = .298, p = .746$ ；肌肉比 $F = .572, p = .574$ ；骨骼重 $F = .549, p = .587$)，結果顯示組別間在體重、體脂比、水分比、肌肉比、骨骼重項目上沒有差別。在訓練前後測驗的結果發現，無論是控制組、A 組和 B 組在體脂比和骨骼重項目中，後測的結果顯著高於前測 ($p < .05$)；在水份比和肌肉比的項目中，後測的結果顯著小於前測 ($p < .05$)。

表三、各組間訓練前後測驗數據與變化率

測驗項目	組別	訓練前 (Mean±SD)	訓練後 (Mean±SD)	訓練前 後變化 率 (%)
垂直跳 高度 (cm)	控制組	256.14±7.94	260.21±7.68*	1.59
	A 組	261.38±7.42	264.13±7.18*	1.05
	B 組	268.86±7.94	269.43±7.68*	0.21
立定跳遠 距離 (cm)	控制組	191.14±14.49	198.14±14.00*	3.66
	A 組	193.75±13.56	206.88±13.10*	6.78
	B 組	204.86±14.49	210.00±14.00*	2.51
六角敏捷 性時間 (sec)	控制組	5.30±0.25	4.53±0.18*	-14.56
	A 組	5.01±0.23	4.48±0.17*	-10.57
	B 組	5.02±0.25	4.62±0.18*	-7.89
著地反應 時間 (sec)	控制組	0.450±0.020	0.447±0.029	-0.64
	A 組	0.477±0.019	0.450±0.027	-5.76
	B 組	0.481±0.020	0.493±0.029	2.39
體重 (kg)	控制組	62.20±3.76	63.09±3.86*	1.43
	A 組	57.35±3.52	58.83±3.61*	2.58
	B 組	61.23±3.76	61.96±3.86*	1.19
體脂比 (%)	控制組	22.82±2.10	23.37±2.08*	2.41
	A 組	16.24±1.82	17.30±1.80*	6.53
	B 組	16.81±1.94	17.66±1.92*	5.05
水分比 (%)	控制組	56.33±1.53	55.59±1.51*	-0.67
	A 組	61.15±1.32	60.39±1.31*	-1.24
	B 組	60.74±1.42	60.13±1.40*	-1.00
肌肉比 (%)	控制組	41.00±1.88	40.73±1.86*	-0.66
	A 組	43.64±1.63	43.06±1.61*	-1.33
	B 組	43.61±1.74	43.26±1.72*	-0.80
骨骼重 (kg)	控制組	7.75±0.81	7.78±0.81*	0.39
	A 組	7.38±0.70	7.49±0.70*	1.49
	B 組	7.91±0.75	7.99±0.75*	1.01

*訓練前後達到顯著差異 ($p < .05$)。

肆、討論

本研究結果顯示,比較三個組別之間的訓練效果,在垂直跳高度、立定跳遠距離、六角敏捷性時間和著地反應時間項目中,結果皆未達顯著水準 ($p > .05$),表示不同方向的增強式訓練對於下肢的運動能力並未產生效果上的差異。在比較增強式訓練介入前後,無論是額狀面還是矢狀面的增強式訓練,對於垂直跳、立定跳遠、敏捷性的能力都能有所提升,並達顯著水準;但是在著地反應時間項目則是未有顯著的提升。過去King與Cipriani (2010) 的研究招募32位高中籃球選手,並隨機分成2組(額狀面增強式訓練組和矢狀面增強式訓練組),分別執行6週的增強式訓練,並且在訓練前、訓練三週、訓練六週測量兩組的跳躍高度,結果顯示,矢狀面訓練組在跳高的能力有達到顯著差異,而額狀面訓練組則沒有顯著差異,表示矢狀面訓練對於跳高能力的進步優於額狀面訓練組。這樣的結果與本研究結果不同,雖然同為比較矢狀面與額狀面增強式訓練的差異,但兩個研究之間的訓練內容差異頗大,在本研究的訓練中,額狀面的訓練內容包含垂直方向的訓練,是否因為訓練內容的差異而產生研究結果上的不同,則需要進一步的探討。另外Ramírez等 (2015) 研究招募40位年紀10到14歲青少年足球員,將40位受試者分成4組(控制組、水平訓練組、垂直訓練組、水平加垂直訓練組),分別執行不同方向之增強式訓練6週,每位受測者分別在訓練前、後一週進行垂直跳高、立定跳遠、短跑、平衡等測試,結果顯示,在垂直跳高測試中,垂直訓練組和水平加垂直訓練組在訓練後比訓練前有顯著提升,表示垂直方向的增強式訓練可以改善垂直跳躍能力;在立定跳遠測試中,水平訓練組、垂直訓練組、水平加垂直訓練組在訓練後皆比訓練前有顯著的提升;而水平訓練組、水平加垂直訓練組相較於控制組也達到顯著差異。這樣的結果與本研究結果類似之處在於,本研究的兩個增強式訓練組在立定跳遠以及垂直跳高項目兩個項目上,後測相較於前測皆能有顯著的提升,本研究與Ramírez等人的研究也都有評估水平加垂直方向的增強式訓練效果,結果皆表示水平加垂直方向的增強式訓練能夠有效提升下肢跳躍的能力。Ramírez等人的研究與本研究相異之處在於,本研究的三個組別間皆無顯著差異。本研究結果顯示,增強式訓練組(左右向加垂直向和前後向加垂直向)相較於控制組並無法有效提升下肢跳躍能力的表現,推論會產生這樣的結果,可能是因為本研究進行期間屬於運動員的訓練期,

控制組按照原本球隊的訓練課程訓練，增強式訓練組則在原有的訓練課程中再加入增強式的訓練，由於本研究受測者的運動專項（籃球及排球）訓練中可能包含與增強式訓練相似的內容，因此導致增強式訓練效果相較於控制組並不顯著，這個因素已在研究限制當中說明。

過去Beekhuizen、Davis、Kolber與Cheng (2009) 的研究顯示，敏捷測試是一個適合作為運動員的運動表現及下肢敏捷能力的評估工具，並廣為應用在不同的運動項目，做為測試下肢能力改變的依據。本研究結果顯示增強式訓練後不論是A組或B組均有進步，A組進步幅度10.57%，B組進步幅度7.89%，然而控制組也有進步，進步幅度14.56%。推測這樣的結果可能是因為控制組在訓練之前的初始能力較差，並且在受測者的專項訓練課程中包含類似增強式訓練的內容所致，但是本研究是採取隨機分組方式，並未依照測驗能力去分組，所以也會造成這樣的結果，未來可採取隨機化區組設計 (Randomized Blocks Design) 的方式進行研究，將能力類似的選手分在一起。

依據Phillips與Flanagan (2015) 的研究，因便利性的緣故，選擇較接近45公分的跳箱作為本研究的測試工具。而過去研究也顯示，要能以最快速度離開地面的關鍵在於給予的口令，要求受測者「落地後用最快速度跳起」，但以最快速度跳起的副作用則是地面對於下肢產生的地面反作用力較大，因此必須考量受測者是否能夠接受這樣的衝擊力，以避免產生不必要的傷害。本研究結果顯示，無論是控制組或實驗組，訓練前後以及組間都沒有顯著差異。這樣的結果與原本預期的有所不同，推測在測驗時應對跳箱的高度做個人化的區別，因為受測者的肌肉力量有所差異，相同的跳箱高度對於肌肉力量較差者而言負荷過大，導致訓練的結果無法有效地展現。然而三個組別當中以A組的5.76%進步幅度為最佳，推測與A組訓練項目 (Depth jump and variation)、執行的動作方向和型態相似有關，因此相較於左右跳的增強式訓練，前後跳的增強式訓練模式更符合著地起跳反應時間測驗的測驗模式所致。

此外，本研究中追蹤體重、體脂比、水分比、肌肉比、骨骼重等項目，主要是觀察身體組成比例在介入訓練前後是否改變，目的在於根據身體組織變化的狀況，來推估對於下肢能力改變的可能原因。研究結果顯示，實驗組與控制組在體重、體脂比項目上，訓練後皆比訓練前提高，這與預期的結果有所不同，推

測由於本研究並未對受測者進行飲食的管控，在訓練量增加的情況下可能隨之導致飲食量也增加，造成體重及體脂比不減反增的情況。這樣的結果，提供了選手、教練和想要控制體重的個人而言，想透過運動訓練來進行體重控制時，同時必須配合適當的飲食內容才能達到減脂、減重的效果。在水份比和肌肉比的項目上，經過訓練後控制組與實驗組皆顯著的減少。由於在訓練的過程中會大量的流汗，尤其在增加訓練量的情況下，訓練當下若沒有適當的補充水分，訓練後也沒能補充足夠的水分，都是可能造成訓練後水分比減少的情況，這樣的結果說明了運動員應該在運動前、中、後適量的補充水分，以維持體內水分比例。在經過五週的訓練後，出現受測者的肌肉量不增反減的情況，確切的原因還需進一步的調查。但合理的推測是，增強式訓練的目的及效果並非聚焦於肌肉量的提升，而是透過刺激肌肉單元及神經傳導的機制，以達到提升運動表現結果。加上在訓練過程中並未特別強調增加蛋白質的攝取，所以增強式訓練後肌肉量沒有提升的結果也是合理的。本研究中無論控制組或實驗組，經過五週的訓練後對於骨骼重量能夠顯著的提升。過去系統性回顧的研究中曾經提出，對於兒童及青少年可透過增強式跳躍運動來增加骨礦物質含量、密度和結構性質 (Gómez, Matute, González, Casajús, & Vicente, 2017)，這樣的結果與本研究結果類似，說明了增強式運動訓練能夠有效的刺激骨骼的生長。

經由上述論述可歸納出本研究在執行上的限制和未來研究的方向，包括：(1) 受試者人數較少，因此無法明顯看出組間的差異，同時人數不足導致各組在測驗項目上的原始能力有落差，可能會影響訓練後的結果；(2) 訓練週期並未針對飲食做管理，導致身體組成比例呈現出來的數據無法進行更精確地分析；(3) 對於身體組成比例的測量，建議可以用更精準的儀器來測量身體組織的變化量；(4) 由於測驗期間正值球隊訓練期，因此控制組也會參與其運動專項訓練（籃球及排球），然而其專項訓練動作也可能造成增強式訓練的效果，因此導致控制組的結果受到影響，未來可尋求非籃球或排球專項之運動員做為對照組。

伍、結論與建議

本研究結果顯示，不論是前後向或是左右向的增強式訓練對於運動員下肢跳躍能力和敏捷性皆能有效的提升。但是兩種不同方向的增強式訓練對於垂直跳高度、立定跳遠距離、六角敏捷性時間、著地反應時

間、及身體組成(體重、體脂比、水分比、肌肉比、骨骼重)並無太大差異。本研究結果可以提供未來跳躍性運動項目選手及教練訓練課程的參考,藉由增強式訓練模式提高運動員的下肢運動能力。

致謝

本研究感謝科技部大專學生研究計畫經費支(計畫編號 MOST 104-2815-C-040-049-H)。

陸、引用文獻

- 王冷、李鴻棋 (2003)。增強式訓練對大專女子籃球選手彈跳能力之影響。*大專體育學刊*,5(1),231-237。
- 王哲彥、楊國煌、張曉昫 (2008)。增強式訓練對運動員下肢爆發力的影響。*臺中教育大學體育學系系刊*, (3), 98-103。
- 李成碩 (2014)。增強式訓練提升敏捷性效益之提昇。*運動教練科學*, (34), 61-69。
- 林政達、許國鐘 (2014)。增強式訓練對增進排球選手攔網技巧的影響。*嘉大體育健康休閒期刊*,13(2), 301-309。
- 林煉傑 (2002)。八週增強式訓練對高中籃球選手垂直跳能力之影響(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學, 台北市。
- 林嘉鴻 (2014)。八週增強式訓練對男童排球選手下肢水平爆發力的影響。*文化體育學刊*, (17), 25-36。
- 高仁傑、沈啟賓、伍驊聖、林宜徵 (2013)。增強式訓練對下肢爆發力之影響。*兩岸運動訓練科學研討會論文集*, 69-73。
- 翁誌誼、陳樹屏、廖佳慶 (2012)。增強式訓練對籃球隊男童爆發力、速度及敏捷性之影響。*運動教練科學*, (27), 17-29。
- 張木山、紀忠呈、董俊男 (2004)。不同動作型態被動反覆衝擊式訓練法效果訓練之研究。*大專體育學刊*, 6(3), 133-143。
- 陳克舟 (2014)。增強式訓練對男子排球選手防守敏捷能力之影響。*國立臺灣體育運動大學學報*, 3(1), 1-12。
- 黃俊宗 (2013)。增強式訓練對青少年籃球隊員速度、爆發力與無氧動力之影響。*臺南大學體育學報*, (8), 40-51。
- 楊明達、黃合庸、詹貴惠、盛世慧 (2011)。組合增強式訓練對籃球選手下肢肌力與爆發力的影響。*大專體育學刊*, 13(4), 427-435。

- Beekhuizen, K. S., Davis, M. D., Kolber, M. J., & Cheng, M. S. (2009). Test-retest reliability and minimal detectable change of the hexagon agility test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 2167-2171.
- Gómez, B. A., Matute, L. Á., González, A. A., Casajús, J. A., & Vicente, R. G. (2017). Plyometric exercise and bone health in children and adolescents: A systematic review. *World Journal of Pediatrics*, 13(2), 122-121.
- King, J. A., & Cipriani, D. J. (2010). Comparing preseason frontal and sagittal plane plyometric programs on vertical jump height in high-school basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2109-2114.
- Michal, L., Ivona L., & Milan, E. (2009). Changes in speed and strength in female volleyball players during and after a plyometric training program. *Acta Gymnica*, 39(1), 59-65.
- Phillips, J. H., & Flanagan, S. P. (2015). Effect of ankle joint contact angle and ground contact time on depth jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(11), 3143-3148.
- Ratamess, N. (2011). ACSM's foundations of strength training and conditioning. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ramírez, R., Gallardo, F., Henriquez, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C., Caniquero, A., Cadore, E. L., & Izquierdo, M. (2015). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29 (7), 1784-1795.



Comparison of Different Jumping Direction of Plyometric Training on Lower Limbs Jumping Ability and Agility for Collegiate Athletes

¹Tsung-Hsun Wu, ²Kun-Yu Chou, ¹Ming-Jen Chang, ¹Huon-Jia Hsu, ¹Hsiao-Yun Chang*

¹ Department of Physical Therapy, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan

² Graduate Institute of Athletics and Coaching Science, National Taiwan Sport University, Taoyuan, Taiwan

Accepted : 2018/06

ABSTRACT

Background and Purpose: Plyometrics are defined as short, explosive movements activating the stretch-shortening cycle to develop eccentric strength, elasticity, and explosiveness. According to movement patterns and jumping direction of plyometrics, it can be divided into vertical, medial-lateral, anterior-posterior direction. However, the effect of different training directions has not been verified. Therefore, the purpose of this study was to determine the effect which jumping direction of plyometrics would enhance the lower limbs jumping ability and agility. **Methods:** A total of 24 college basketball and volleyball players participated and were randomly assigned to three groups (control group, anterior-posterior plus vertical plyometrics training groups, medial-lateral plus vertical plyometrics training groups) for 5 weeks-training. Before and after 5 weeks-training, the test of vertical jump height and standing long jump, hexagon agility test, landing take-off reaction time, and body composition assessment were being executed. A repeated measurement of two-factor analysis of variance analysis was used for statistical analysis. **Results:** The results were shown that no significant interaction different was found in all measured variables ($p > .05$). **Conclusion:** No matter which jumping direction of plyometric training, the training effect is similar.

Keywords: plyometric, stretch-shortening cycle, jumping ability, agility