

Journal of Physical Education in Higher Education
Chinese Taipei University Sports Federation
Vol. 2, No. 1, pp. 145~155 (2000)

大專體育學刊
中華民國大專院校體育總會
第二卷第一期，145~155頁(2000)

三種不同下跳高度深跳練習的地面垂直反作用力曲線之比較

林政東、陳全壽

國立體育學院

劉宇

中國文化大學

趙峻郁

大仁技術學院

呂宏進

行政院體育委員會

摘要

本研究探討肌肉牽張縮短循環 (stretch-shortening-cycle, SSC) 中 20、40 和 60 公分不同高度深跳練習 (drop jump, DJ) 的地面垂直反作用力曲線的發展，以了解不同牽張速度下 SSC 練習的力量發展。受試者 11 名，平均年齡為 23.18± 2.64 歲，身高為 173.0± 4.03 公分，體重為 64.31± 5.97 公斤。本次實驗以 AMTI 測力板和 Penny 電子關節角度計測量受試者地面垂直反作用力和膝關節角位移的變化。統計方法採用 SPSS 統計軟體，以重覆量數單因子變異數分析 ($\alpha = .05$) 檢驗這些變數之差異，達顯著差異後再用薛費氏法進行事後比較。

三種不同下跳高度 DJ 的地面垂直反作用力，離心階段初期，DJ 動作產生的被動力量隨著 DJ 下跳高度的增加而增加，但離心後半階段的主動力量發展卻隨著 DJ 下跳高度的增加而減少，最後使得三種不同高度 DJ 所產生的離心末期力量趨於一致。面對 SSC 高強度動作時，除了可以產生較大的被動力量，必需具備足夠的肌力，才能克服牽張初期負荷並且快速的重新結合橫橋，如同低負荷 DJ 一樣的發展主動力量，則可以獲得最大離心末期力量。

由於三種不同高度 DJ 所產生的離心末期力量差異不大，向心平均力量和騰空高度等運動表現，雖然皆為 DJ40 > DJ60 > DJ20，但差異很小。

關鍵詞：牽張縮短循環，PK2 力量，保留發力率，離心末期力量。

主要聯絡者：林政東，台北縣淡水鎮水源街一段 143 巷 1 號 2 樓 國立體育學院教練研究所

壹、緒論

爆發力是競爭性運動的一項重要素質，舉凡鉛球、鏈球、跳遠、跳高、空手道、柔道、足球、排球、籃球...等運動都需要爆發力。牽張縮短循環 (stretch-shortening-cycle)，簡稱 SSC (Komi, 1984)，是一種先離心收縮然後馬上向心收縮的肌肉作用方式，在彈性能和牽張反射機制的雙重影響下，能夠增進力量，產生較大爆發力。以 SSC 機制為基礎所發展出的訓練方法，至今，已成為爆發力訓練中非常重要的一環 (劉宇等人, 1996)。

在不同高度 DJ 運動表現的研究中，對於何種 DJ 高度可以跳出較佳成績的看法並不一致 (Asmussen & Bonde-Peterson, 1974; Komi & Bosco, 1978; Bedi, 1987; Bobbert, 1987)，其中造成的原因可能很多，如跳躍的技術、受試者的差異等等，本實驗藉由了解地面垂直反作用力曲線，試著解開這些差異之謎。

檢測著地動作時，地面垂直反作用力所產生的第一峰值 (PK1)、第二峰值 (PK2) 最常被用來探討離心初期力量發展的代表 (Nigg, 1985)，對於不同高度著地動作 (landing) 的研究中，張英智等人 (1994) 發現 PK1 被動力量 (passive force) 隨下跳高度的增加而增加。李書維、黃長福 (1995) 則發現 PK1 和 PK2 力量隨下跳高度的增加而增加。Rack & Westbury (1974) 發現離心初期所產生的力量與牽張速度有關，牽張速度愈快則離心初期產生的力量愈大，反之，則力量愈小。因此，離心初期力量曲線應該與牽張速度有關，為了証實此一關係，本實驗檢查三種不同下跳高度深跳練習 (drop jump, DJ) 所產生的 PK1 和 PK2 力量。由於本實驗地面反作用力曲線上的第一峰值不是很明顯，但產生的時間靠近 25ms，所以 25ms 產生的力量代替第一峰值。

SSC 練習是預先離心收縮再向心收縮的動作，離心末期力量 (向心起始力量) 會影響向心力量，爲了提高向心力量，離心階段的目標是盡量的提升離心末期力量。Nigg (1985) 指出牽張開始後 0 至 50 毫秒~75 毫秒的力量是屬於被動力量，無法主動緩衝，所以離心力量發展可分爲兩個階段，即離心初期的被動力量和 75 毫秒後主動縮的力量，故提高離心末期力量可從這兩種力量著手：首先引發較高的離心初期力量和發力率，即產生 PK1 和 PK2 等被動力量和發力率；其次，75 毫秒後，維持主動力量的發展，即盡量不使主動力量發力率下降，因爲 Rack & Westbury (1974) 和 Flitney & Hirst (1978) 認爲離心收縮時，肌肉被拉長超過最適長度之後，肌節產生「退讓」(give) 現象，此時肌凝蛋白和肌動蛋白的橫橋作用數量減少，力量增加率 (發力率) 開始下降，橫橋分離的數目開始增加；另一方面，分離的橫橋又重新結合，結合的速率愈快，則發力率下降的愈少 (Flitney & Hirst, 1978)，有助於提高離心末期力量；反之，橫橋結合的速率愈慢，則發力率下降愈多，將不利於離心末期力量的發展。

所以離心階段的力量發展有兩個重要階段，一爲離心初期 25 毫秒、PK2 所產生的力量和發力率，這些力量應該由動作強度 (牽張速度) 所決定；另一階段爲離心後半期的力量發展，此一階段力量增加率稱爲主動發力率，其意義爲，除了主動收縮之外，由於離心收縮超過最適肌肉長度，發力率下降 (Rack & Westbury, 1974; Flitney & Hirst, 1978)，我們的作法是盡量減少主動力量發力率的下降，以獲得最大力量。主動發力率的計算方式 = [(離心末期力量 - PK2) / 單位時間]，此一發力率影響著離心末期力量的大小，下降幅度愈少，則可以累積較多的離心末期力量；否則，下降幅度愈大，無法發展較大力量，離心末期力

量就相對的減少。SSC 是預先離心收縮再向心收縮的動作，離心階段的目標在使離心末期力量極大化，藉由此一力量，提升向心力量，進而跳出最佳的騰空高度。本實驗藉由觀察三種不同下跳高度 DJ 練習的 25ms、PK2、離心末期力量、主動力量發力率、向心平均力量和騰空高度，以了解不同牽張速度 DJ 練習的離心階段之力量發展及運動表現。

貳、研究方法與步驟

一、實驗對象

本次實驗受試者為跳部選手和短跑選手共 11 名，其平均年齡為 23.18 ± 2.64 歲，身高為 173.0 ± 4.03 公分，體重為 64.31 ± 5.97 公斤。

二、實驗儀器設備與儀器的架設

本次研究的實驗儀器與設備，主要包括 AMTI 測力板一台、關節角度計一個、微型放大器兩個、A/D 類比-數位訊號轉換器、16 頻道的訊號接收器、DASY Lab 4.0 版軟體、586 筆記型電腦一套和 20、40 和 60cm 跳台

本實驗以有線的方法傳輸，測力板和貼於身上的關節角度計，連線經由通道訊號接收器和 A/D 類比-數位訊號轉換器，連接筆記型電腦，共同使用 Dasy Lab System 軟體，以收集所需的資料。

三、實驗動作和程序

本實驗的動作為 DJ20、DJ40 和 DJ60，是指從 20、40 和 60 公分處往下跳，將測力板視為滾燙的鐵板，隨即垂直往上跳，整個過程雙手插腰。其程序為受試者首先進行完全的熱身和軟身，然後進行實驗動作，每個動作五次，每組動作之間休息 3 至 5 分鐘，並以受試者自覺狀況來決定是否繼續。

四、操作性定義和研究假定

操作性定義

1. 牽張速度：本實驗指離心平均角速度。
2. 牽張幅度：SSC 動作中，不同的牽張幅度會產生不同的生理機制與表現，所以需把牽張幅度控制在一範圍內。小範圍牽張幅度的動作可以產生較符合 SSC 機制 (Bosco 等人, 1981; Rack & Westbury, 1974)，所以本研究採小範圍牽張幅度的動作，以期獲得更正確的結果。
3. PK2：即離心初期所產生的第二峰值力量。
4. 主動發力率：此一變數的計算方式 = [(離心末期力量 - PK2) / 單位時間]。

研究假定

本實驗研究假定為牽張速度愈快，則離心初期的動作負荷與強度愈大，即下跳高度愈高，則 25ms 和 PK2 的力量愈大，但隨下跳高度的增加，離心後半階段的發力率卻愈小，最後使得不同高度離心末期力量趨於一致，所產生的離心末期力量，進而影響向心力量和騰空高度。

五、資料收集與處理

關節角度計和測力板所收集的類比訊號轉成數位信號存於個人電腦內，採樣頻率為 1000 樣本點/秒，10 赫茲低通濾波後，以所求的關節角位移和地面垂直反作用力資料，依操作性定義截取牽張幅度，25ms、PK2 力量和離心末期力量、主動力量發力率、向心平均力量和騰空高度。

由 SPSS 系統對本實驗資料進行統計分析，首先計算不同 DJ 高度跳法的實驗變數之平均值，再以重覆量數單因子變異數分析 ($\alpha = .05$) 檢驗這些變數之差異，達顯著差異後再用薛費氏法進行事後比較。

參、結果與討論

本研究以 DJ20、DJ40 和 DJ60 為實驗動作，受試者各跳五次。為了從原始的五次資料中選擇一最佳騰空高度的資料，資料選定後進行處理，其結果可分為四個主要部分加以探討：

一、SSC 動作的牽張幅度和支撐時間

牽張幅度的大小也會影響運動強度和表現的優劣 (Bosco 等人, 1981; Rack & Westbury, 1974)，所以須控制在一範圍內，本實驗的牽張幅度是指離心角位移，受試者以最快速度進行 DJ，以致於無法跳出某一特定角位移，只能告訴受試者把測力板視為滾燙的鐵板，跳下接觸測力板後馬上垂直向上跳，所以每位受試者跳出不同角位移，在不分 DJ 高度的情形下，全體總平均牽張幅度為 70.4 度，標準差為 4.9 度。不同 DJ 高度的牽張幅度的大小為 DJ60 > DJ40 > DJ20 (表一)，這是由於受試者隨下跳高度而增加牽張幅度以緩衝較強的負荷。至於不同高度所花費的著地後至騰空剎那前的支撐時間，如表一所示。

表一、三種不同高度 DJ 的牽張幅度與支撐時間

變數		高度		
		DJ20	DJ40	DJ60
牽張幅度 (度)	平均數	67.3	70.5	73.4
	標準差	3.0	4.7	4.9
支撐時間 (毫秒)	平均數	381.5	379.2	405.0
	標準差	38.3	39.8	42.6

二、動作強度與離心初期力量描述與探討

本實驗中 DJ 時所產生的離心最大速度和離心平均速的大小皆為 DJ60 > DJ40 > DJ20 (表二)，所以牽張速度會隨 DJ 下跳高度的增加而增加。本實驗藉由 DJ 的下跳高度來控制牽張速度，下跳高度愈高則落體速度愈快，進而影響牽張速度，此時離心平均速度和離心最大速度也是隨下跳高度的增加而增加。在同質量下，牽張速度愈快，表示動作的強度愈大，不同的牽張速度將產生不同的運動強度和運動表現。

表二、三種不同下跳高度 DJ 的牽張速度

變數 \ 高度		DJ20	DJ40	DJ60
最大離心角速度 (度/秒)	平均數	469.4	574.2	659.6
	標準差	80.7	92.2	94.5
離心平均角速度 (度/秒)	平均數	238.2	264.2	285.3
	標準差	29.5	41.0	41.5

表三、不同高度 DJ 的離心初期力量發展

變數 \ 高度		DJ20	DJ40	DJ60
25ms 力量 (體重倍率)	平均數	0.56	0.91	1.32
	標準差	0.14	0.16	0.21
25ms 發力率 (體重倍率/秒)	平均數	22.1	35.0	52.2
	標準差	5.55	6.45	9.38
PK2 力量 (體重倍率)	平均數	2.11	3.08	3.66
	標準差	0.36	0.39	0.40
PK2 發力率 (體重倍率/秒)	平均數	27.3	42.0	53.6
	標準差	7.47	8.61	8.88
PK2 發生時間 (毫秒)	平均數	79.5	74.9	68.9
	標準差	10.8	9.2	6.0

表四、不同高度 DJ 的離心初期力量單因子變異數分析

變數	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較達到顯著差異的組別
25ms 力量	3.156	2	1.578	52.54	H1-H2
	0.901	30	0.030	*	H1-H3, H2-H3
	4.058	32			
25ms 發力率	5009.5	2	2504.7	46.87	H1-H2
	1603.3	30	53.4	*	H1-H3, H2-H3
	6612.8	32			
PK2 力量	13.44	2	6.721	45.51	H1-H2
	4.43	30	0.148	*	H1-H3, H2-H3
	17.87	32			
PK2 發力率	3845.3	2	1922.7	27.63	H1-H2
	2087.5	30	69.6	*	H1-H3, H2-H3
	5932.8	32			

25ms 力量* $p < .05$, 25ms 發力率* $p < .05$,

PK2 力量* $p < .05$, PK2 發力率* $p < .05$

註：20 公分以 H1 表示，40 公分以 H2 表示，60 公分以 H3 表示

本研究實驗變數中，25ms 和 PK2 的力量皆為 DJ60 > DJ40 > DJ20，且達顯著差異（表三、表四）。探討地面反作用力的負荷經常使用的變數有 PK1 與 PK2，本實驗中鑑於 PK1 不易分辨，但接近 25ms，所以採 25ms 代替 PK1。Nigg (1985) 指出牽張開始後 0 至 50 毫秒~75 毫秒的力量是屬於被動力量，無法主

動緩衝，而 25 毫秒是此一時間的中間值，可視為被動力量的一個指標。離心收縮時被動力量結束於 50~75ms (Nigg, 1985)，本實驗 PK2 出現於 68~79ms，因此可為牽張時被動力量結束（主動啓始力量）的代表。PK2 出現的時機隨著下跳高度的增加而提早出現，這可能是 PK2 為肌肉的最適長度，DJ 隨下跳高度的增加則牽張速度愈快，當速度較快，PK2 當然提早出現了。本實驗的結果為 25ms 和 PK2 所產生的力量隨下跳高度的增加而增加，即離心初期力量隨動作強度（牽張速度）的增加而增加，此一結果與張英智等人（1994）、李書維 & 黃長福（1995）和 Rack & Westbury（1974）的發現一致。

三、主動發力率和離心末期力量

三個不同下跳高度 DJ 產生的離心力末期力量沒有差異（表五、表六）。在保留發力率方面，經過計算，三種不同高度下，PK2 至離心末期之間的力量發展（主動發力率），DJ20 為 8.89 體重倍/秒，DJ40 為 0.59 體重倍/秒，DJ60 為 -4.76 體重倍/秒，即每一秒所產生的力量，DJ20 的主動發力率為每秒 8.89 倍體重，DJ40 為 0.59 倍體重，DJ60 為 -4.76 倍體重（表五、表六）。雖然 DJ20 的 PK2 力量最低，但產生最高主動發力率；DJ40 的 PK2 力量為中間值，而主動發力率也是不高不低；DJ60 的被動力量是最高的，但主動發力率是最低的。換句話說，本實驗中，被動力量隨下跳高度的增加而增加，但主動發力率卻隨下跳高度的增加而下降，結果使三個不同高度的離心末期力量趨於一致。

表五、不同高度 DJ 的離心後期力量發展的平均值

變數		高度		
		DJ20	DJ40	DJ60
主動發力率 (體重倍/秒)	平均數	8.89	0.59	-4.76
	標準差	4.65	4.34	3.40
離心末期力量 (體重倍)	平均數	3.04	3.09	2.96
	標準差	0.35	0.42	0.39
離心末期力量發生時間 (毫秒)	平均數	192.7	203.3	205.6
	標準差	26.0	29.8	30.4

表六、不同高度 DJ 離心後期力量發展的單因子變異數分析

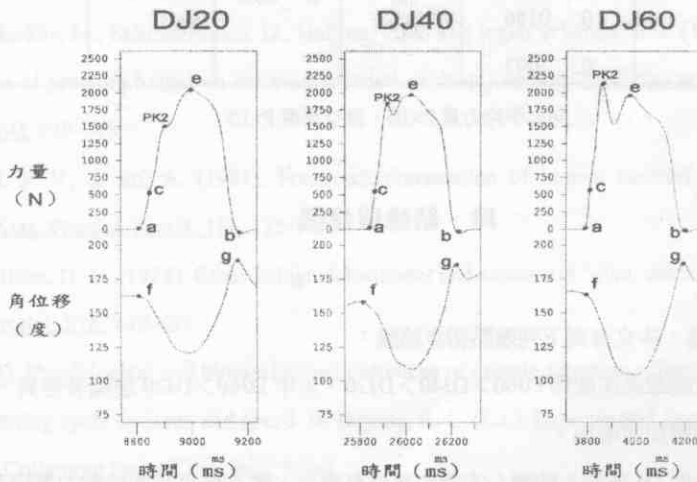
變數	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較達到顯著 差異的組別
主動發力率	1.783	2	0.892	32.24	H1-H2
	0.830	30	0.027	*	H2-H3, H1-H3
	1.613	32			
離心末期力量	0.092	2	0.046	.304	
	4.545	30	0.152		
		32			

主動發力率*P<.05，離心末期力量 P>.05

註：20 公分以 H1 表示，40 公分以 H2 表示，60 公分以 H3 表示

我們已經知道離心末期力量是被動力量和主動發力率所決定，牽張速度則影響被動力量，即 DJ 下跳高度愈高，牽張速度愈大，則產生愈大被動力量。主動發力率方面，低強度的 DJ20 情形下，身體力量由於能夠克服動作負荷，主動發力率可獲得正向發展（圖一）；但是，如果動作強度太強（DJ60），一方面牽張速度快，使得最適長度提前出現，二方面身體力量為了緩衝負荷，必須花費較多的時間，因此拉長肌肉進行緩衝，肌肉緩衝長度很快就超過最適長度，導至力量下降。此一情形下，如果沒有具備較高肌力，能夠在短時間內克服負荷，減少緩衝作用，則地面垂直反作用力因下降而呈現負值，雖然低點之後會重新發展力量，仍然無法產生令人滿意的發力率（圖一）。

導致主動發力率下降，可能是肌肉牽張超過最適長度後，肌肉拉長使較多的橫橋分離，但是分離的橫橋會重新組合，組合速率會影響發力率的增減，即橫橋快速組合會減緩發力率下降，否則，加速發力率下降，無法產生較大力量。MacDougall (1983) 和 Atha (1981) 認為橫橋結合速率與肌力有關，肌力愈大，橫橋組合速率愈快，肌力愈小，橫橋組合速率愈慢。另一方面，Abernethy 等人 (1994) 和 Tesch (1988) 也認為肌力訓練主要是刺激快縮肌，愈多快縮肌參與作用，則肌肉收縮的速率愈快，所以肌力提升有利於肌肉收縮速率，能夠克服高強度動作和快速重新結合橫橋，防止發力率的下降。受試者面對高強度動作時，此時，需要快速的肌肉收縮能力，(Flitney & Hirst, 1978)，即需要更大的肌力，承受高強度動作而減少緩衝作用和快速重新結合橫橋，防止發力率下降。所以，進行高強度 SSC 動作時，必須具備足夠的肌力，防止發力率下降，如同低負荷 DJ 一樣，克服負荷和發展力量，再加上高強度動作引發的高水準離心初期力量，則可以產生較大的離心末期力量。



圖一、動作強度曲線圖，其中 a 點為著地點，c 點為著地後的 25 毫秒所產生的力量，d 點則為離心末期力量。

四、不同下跳高度深跳練習的運動表現

不同下跳高度 DJ 所產生的向心平均力量和騰空高度的運動表現，雖然都是 DJ40 > DJ60 > DJ20，但沒有達到顯著差異（表七、表八）。SSC 是預先離心收縮再向心收縮的動作，其中離心階段的目標在提高離心末期力量，藉由此一力量，提升向心力量。騰空高度是由衝量所決定，而衝量由力量和支撐時間所決

定，在支撐時間大致相同的情形下，衝量幾乎可以說決定於力量。離心末期力量也是向心起始力量，自然會影響向心平均力量和騰空高度，如今三種不同下跳高度 DJ 離心末期力量差異很小，所以三種不同下跳高度 DJ 向心平均力量和騰空高度的差異也不大。

表七、不同高度 DJ 運動表現的平均值

變數		高度		
		DJ20	DJ40	DJ60
向心平均力量 (體重倍率)	平均數	2.35	2.39	2.29
	標準差	0.12	0.21	0.20
騰空高度 (公分)	平均數	39.09	40.67	39.73
	標準差	3.62	3.28	3.48

表八、不同高度 DJ 的運動表現單因子變異數分析

變數	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較達到顯著差異的組別
向心平均力量	0.050	2	0.025	.764	
	0.996	30	0.033		
	1.046	32			
騰空高度	0.0071	2	0.0003	.579	
	0.0186	30	0.0006		
	0.093	32			

向心平均力量 $P>.05$ ，騰空高度 $P>.05$

肆、結論與建議

一、結論

總結上述結果與討論，本文得到下列幾點初步結論：

- (一)三種不同的高度的牽張速度為 $DJ60 > DJ40 > DJ20$ ，其中 $DJ60 > DJ20$ 達顯著差異，顯示牽張速度隨著下跳高度的增加而增加。
- (二)三個不同下跳高度 DJ 所產生的離心末期力量沒有差異，雖然牽張初期被動力量隨著 DJ 下跳高度的增加而增加，但 PK2 至離心末期的力量發展，卻隨 DJ 下跳高度的增加而減少，最後，使得不同 DJ 下跳高度的離心末期力量趨於一致。由以上的事實得知，高負荷動作在離心初期產生的高力量，並不意味著離心末期也可發展較大的力量，而是必須具備足夠的肌力，能夠承受高強度動作而減少緩衝作用和快速重新結合橫橋，防止發力率下降，如同低負荷 DJ 一樣的克服負荷和發展力量，再加上所產生的較高 PK2 力量，則可以產生較大的離心末期力量。

(三)在離心末期力量的影響之下，對於三種不同下跳高度 DJ 所產生的向心平均力量和騰空高度，雖然皆為 DJ40 > DJ60 > DJ20，但差異很小。

二、建議：

SSC 是訓練爆發力重要方法之一，DJ 是 SSC 的典型動作，面對動作負荷較大的 DJ，則需具備較大的肌力，才能夠保持發力率，提高離心末期力量。

參考文獻

- 張英智、黃長福、趙國斌(1994)：三個不同高度著地動作的生物力學分析。體育學報，18期，195~206頁。
- 李書維、黃長福(1995)：不同高度赤腳著地動作之生物力學分析。體育學報，20期，213~224頁。
- 劉宇、江界山、陳重佑(1996)：肌力與肌力診斷的生物力學。臺灣師大體育研究，2期，151~179頁。
- Abernethy, P., Jurimae, J., Logan, P. A., Taylor, A. W., & Thayer, R. E.(1994). Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance exercise. Sport Medicine, 17, 22-38.
- Asmussen, E., & Bonde-Peterson, F. (1974). Storage of elastic energy in skeletal muscle in man. Acta Physiologica Scand., 91, 385-392.
- Atha, J. (1981). Strengthening muscle. Exercise and Sport Science Reviews, 9, 1-73.
- Bedi, J. F., Cresswell, A. G., Engel, T. Y., & Nichol, S. M. (1987). Increase in jumping height associated with maximal effort vertical depth jumps. Research Quarterly for Exercise and Sport, 58(1), 11-15.
- Bobbert, M. F., Mackay, M., Schinkelshoek, D., Huijing, P., & Van Ingen Schenau, G. J. (1987). Drop Jumping II. The influence of jumping height on the biomechanics of drop jumping. Medicine and Science in Sports and Exercise, 19(4), 339-346.
- Bosco, C., Komi, P. V., & Ito, A. (1981). Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. Acta. Physiol. Scand., 111, 135-140.
- Flitney, F. W., & Hirst, D. G. (1978). Cross-bridge detachment and sarcomere 'give' during stretch of active frog's muscle. J. Physiol., 276, 449-465.
- Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. In Terjung, R. L. (Ed.), Exercise and Sport Sciences Reviews, 12, 81-121. The Collamore Press. Lexington, Mass.
- Komi, P. V., & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscle by men and women. Medicine and Science in Sports and Exercise, 10(4), 261-265.
- MacDougall, J. D. (1983). Morphological changes in human skeletal muscle following strength training and immobilization. In Jones, N. L., McCartney, N., & McComas J. (Eds). Human muscle power. (pp.269-285). Champaign, IL: Human Kinetics.

Nigg, B. M. (1985). Biomechanics, load analysis and sport injuries in the lower extremities. Sports Medicine, 2, 367-379.

Rack, P.M.H., & Westbury, D. R. (1974). The short range stiffness of active mammalian muscle and its effect on mechanical properties. Journal of Physiology, 240, 331-350.

Tesch, P. A. (1988). Skeletal muscle adaptations consequent to long-term heavy resistance exercise. Medicine Science in Sports and Exercise, 20, S132-S134.

投稿日期：89年03月
 審查日期：89年05月
 接受日期：89年06月

THE ANALYSIS OF VERTICAL GROUND REACTION FORCE OF THREE DIFFERENT HEIGHTS OF DROP JUMPS

Jeng-Dong Lin & Chuan-Show Chen

National College of Physical Education and Sports

Yu Liu

Chinese Culture University

Chun-Yu Chao

Tajen Institute of Technology

Horng-Jinn Leu.

NSPFS, Executive Yuan.

ABSTRACT

This experiment used methods of sport biomechanics to investigate the vertical ground reaction force of drop jumps in order to understand the differences on force development and exercise performance under three different heights of drop jumps. DJ20, DJ40 and dj60 were performed by 11 subjects of jumpers and sprinters with average ages 23.18 ± 2.64 years, heights 173.0 ± 4.03 cm and weights 64.31 ± 5.97 kg. AMIT force-platform and Penny electrical goniometer were used to record ground reaction forces and knee joint angular displacements. The selected variables were tested by one-way repeated ANOVA ($\alpha = .05$) and scheffe method posterior comparisons.

The higher DJ height the larger passive force developed during the beginning of eccentric phase, but the higher DJ height the less active rate of force development during the period of PK2 to the end of pre-stretch. As a result, the force developed at the end of pre-stretch are not different among the three heights of drop jump. As we face the high intensity of SSC movement, the strong strength was required to overcome the high exercise intensity and to reattach the cross bridge as soon as possible which maintain the active rate of force development, and finally increase the force developed at the end of pre-stretch.

Because the force of eccentric end are not different among the three heights of drop jumps, the concentric average force and flight heights are also not different among the three heights of drop jumps.

Key words : SSC, drop jump, force, rate of force development, flight height.