

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

優秀手球運動員的肌力與爆發力診斷：生物力學觀 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2410-H-028-005-
執行期間：98年08月01日至99年07月31日
執行單位：國立臺灣體育學院體育研究所

計畫主持人：陳重佑

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：冉茂萍
碩士班研究生-兼任助理人員：戴偉勳
碩士班研究生-兼任助理人員：游晴惠

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 11 月 06 日

優秀手球運動員的肌力與爆發力診斷：生物力學觀

(計畫編號：NSC98-2410-H-028-005)

主持人：陳重佑（國立臺灣體育學院體育研究所）

研究助理：戴偉勳、冉茂萍、游晴惠

壹、前言

肌力是人體運動產生的根源，所以，肌力也是各項競技運動的基礎，在運動競技水平要求日益提昇的現代國際運動比賽場，想要突破運動表現，肌力與爆發力訓練與其診斷已是運動員角逐於競技場，根本的重點強化工作。從肌力訓練的科學觀點，肌力訓練除了強化肌肉工作的功能以提高競技運動表現外，肌力的提昇將有助於降低運動傷害發生的機率，更可以根據肌力表現增加運動訓練時的負荷或強度。因此，通過肌力與爆發力診斷的測驗方法與日常肌力訓練工作緊密結合，從各專項運動的工作特點建立高效率的肌力表現長程追蹤機制，以提昇肌力此一項運動基本素質訓練的水平。

單就人體運動係為骨骼肌工作而引發的活動觀點，其外在可以測量的力、力矩、功率、功或運動速度等力學參數，就可以視為是這骨骼肌的工作表現；此外，骨骼肌工作係由神經支配而引發，並產生力量，所以，肌力診斷也可以反應運動員神經肌肉系統工作與運動的功能。在高競技運動水準的要求下，運動員為了追求更高、更快、更遠，就生物力學的觀點就是需要在動作技術完成後，產生更高的速度變化量，依據牛頓第二定律所發展出來的動量-衝量定理($\int F(t)dt = m\Delta v$ ， $F(t)$ 為合力對時間曲線、 m 為物體或肢體質量、 Δv 為物體或肢體速度變化量)，就會將肌力表現的外在作用結果與時間因素相互結合（劉宇，1998），Schmidtbleicher（1992）與劉宇、江界山與陳重佑（1996）就引用德國 Beyer 主編的《運動科學辭典》，以生物力學的觀點專業的定義「肌力為神經肌肉系統產生衝量的能力」，而爆發力則定義為「神經肌肉系統在有限時間內，最大限度產生衝量的能力」，這些專業的、更細緻的對肌肉工作表現進行定義，就凸顯了肌力與爆發力診斷的專業需求。

研究者的生物力學研究室在行政院體育委員會的專案補助下，成立了臺灣中部地區乃至於全國運動相關學術機構的專屬肌力診斷相關單位，特別是針對競技運動設置專屬於肌力檢測的系統性評估，其診斷的指標除了傳統的最大肌力（等長工作、向心工作）、肌耐力、爆發力（力量與速度的乘積）之外，因為肌肉工作產生的力量並非是一個定值，力量 $F(t)$ 表現出的是隨著時間變化的函數，所以這一物理量 $F(t)$ 的生物力學分析，則成為本研究室在肌力診斷專業機構提供運動專項服務的專責機構。因此，通過生物力學專業數值分析的技術，將測得的力量進行微分或積分處理，將可以進一步提供競技運動關於肌肉工作的許許多多參數指標，這將包括：最大發力率（rate of force development）、快速肌力指數（speed strength index）、初始發力率（initial rate of force development）、達到最大力量所需的時間（time to peak force）、力量對作用力量時間的積分等。

就跑走的運動過程特徵看來，下肢的主要工作肌群（伸肌）會由於碰撞初期必須減速以緩衝向下位移的趨勢，再隨即縮短以加速人體的向上推蹬離地，這種肌肉先被拉長再縮短的牽張-縮短循環（stretch-shortening cycle，簡稱 SSC），就常常被彈簧-質量模型簡化而解釋之，Ferris, Liang, and Farley（1999）也將跑步腳著地壓縮下肢的這一前階段視為彈簧壓縮階段，支撐的後階段則被視為是彈簧反彈階段，所以，這一壓縮與反彈的下肢形變程度與支撐階段的地面反作用力關係

可以由下肢勁度 (leg stiffness) 予以整體反應。Ferris 等人在研究中也指出人體的下肢勁度有隨著跑步的表面勁度不同而調整的趨勢，而這種調整就是人體為了以固定的垂直勁度進行跑走，所以，在相對勁度較大的運動表面上跑步（表面的形變量較小），將會調整降低下肢勁度；而在相對勁度較小的運動表面上時（表面的形變量較大），也就是說，人體跑步的勁度調控乃是使得表面勁度與下肢勁度的總和為固定值的方式而進行調控。除了這些指標以外，Bosco and Komi (1980) 就曾經針對 4 歲至 73 歲的實驗參加者進行 SJ 與 CMJ 的比較，並指出由於肌肉被牽張帶來的彈性能儲存與反射動作機制，使得 SSC 的工作隨著年齡的增加提昇動作的表現持續至 20-30 歲，而這種機制將並將於 20-30 歲後逐漸減弱，其研究也針對兒童 CMJ 動作較 SJ 動作相對增加了 20% 的表現，而成人僅增加 15% 的表現結果，指出兒童較成人有較大應用 SSC 機制的相對能力。Harrison and Gaffney (2001) 也針對 22 名 23 歲成人與 20 名 6 歲兒童進行 CMJ-SJ 離地速度比值的探討，結果顯示雖然兒童的 CMJ 表現均呈現優於 SJ 的表現，說明 6 歲兒童已經可以有效的利用 SSC 機制，但是其動作的變異性卻是相當地高，這主要是兒童的 SJ 動作變異較大使得研究在計算 CMJ-SJ 離地速度比值產生了較大的變異原因使然。

垂直跳摸高測驗 (jump-and-reach test) 在過去身體動作能力的研究中，就經常被視為是短程肌肉爆發力 (short term muscle power, STMP) 的指標依據 (Van Praagh & Doré, 2002)，而這 STMP 測驗的指標則總是與年齡、性別、運動時間、使用的肌肉群等息息相關。可是，Sayers, Harackiewicz, Harman, Frykman, and Rosenstein (1999) 以垂直跳摸高預測跳躍爆發力 (power) 的結果，指出性別因子則不須要作為預測變項。Van Praagh and Doré 特別提及 STMP 不同於無氧動力測驗 (aerobic power measurement)，也較少關於性別差異 (gender-related difference) 的研究資料，不過，仍有 Davies and Young (1984) 通過等速肌力測量系統、Doré, Diallo, Franca, Bedu, and Van Praagh (2000) 和 Doré, Bedu, Franca, and Van Praagh (2001) 通過腳踏車測功儀探討 STMP 能力的性別差異，結果指出其關鍵期約發生在 10 歲到 11 歲期間。此外，也有研究者使用等速肌力測量系統比較肌肉離心工作和向心工作的反覆速度，而探討 SSC 效果的性別差異，以解釋肌肉彈性能 (elastic energy) 的儲存與利用在年齡與性別的效應，而發現女生比同年齡的男生較能利用 SSC 的肌肉功能，這種現象在 70 歲族群中也經常是同樣的結果 (Lindle et al., 1997)。

手球運動是一項全面性、開放性的運動，球員本身必須要具備身體的柔軟性、高度的敏捷性、良好的速度、爆發力、耐力及熟練的技術、準確而有力的射門動作及高大的身材和寬大的手掌等條件之外，更應把失誤降到最低，進而提升射門的成功率。一場比賽可分成攻擊和防守兩大部分，「防守就是最好的攻擊」，這個不變的道理適用於任何的競技運動，運動選手除了本身應具備良好的體型之外，基本動作及團隊的攻擊技術，默契的配合也是極為重要 (林輝雄, 1997)。在每一次的防守當中，採取積極且壓迫性的防守能增加對方攻擊的困難度，進而造成對方攻擊上的失誤。在手球競賽中射門就是這種積極性的表現，射門得分是屬於所有攻擊活動的最後目的，射門的成功與否會直接影響比賽勝負的得失。邱慶宏、黃欽永 (1994) 指出一場手球競賽中攻擊最終目的在於取得有利的攻擊位置，並以優勢的射門機會取得分數，據此獲得比賽的最後勝利，這也說明射門的準確性對於手球運動極為重要。Bayios, Boudolos, and Georgiadis (1998) 也指出在手球比賽中，射門的準確度與球速是致勝的兩個因素，這也說明射門準確率對於手球運動極為重要，比賽當中選手如果在應得分的情況下而失誤，這不僅失去得分的機會，很有可能製造對方得分的機會，且手球比賽常以一分之差落敗，任何項目

的競賽若是以比賽的進球數為勝負依據時，射門的準確性將會影響進球數，也顯示準確性的重要性。渡邊慶壽、大西武三、川上整司（1997）也在「實戰手球」一書中為手球運動中之射門其重要性做詮釋，指出即使有敏捷的行動，以及純熟的傳球技術，但決定最後勝敗關鍵的乃強烈射門，如果不是具有高度技巧的射門，便無法得分，即使是好不容易才建立起來的團隊默契、隊形，都會成為泡影。因此，擁有強而有力的射門能力是現代選手不可缺少的基本能力。Wit, Fizycznego, and Poland（1998）也指出在手球比賽中，球速往往是射門得分的關鍵點，球速越快，守門員截球的機會越少。更有 Bayios, Anastasopoulou, Sioudris, and Boudolos（2001）針對比賽得分最多的頂級選手做上肢肌力、球速與射門得分的相關探討，也提出相同的論點。

為了建構一具國際級專業水平、可以提供競技運動專項服務的肌力與爆發力診斷單位，厚植臺灣運動競技的實力，是以提出本應用性的運動科學服務計畫。國立臺灣體育學院的手球隊是團體球類運動最具有競技能力的隊伍之一，因為其運動特性總合了跑、跳、投擲等複雜的基本運動能力，所以，除了技戰術、心肺耐力等專項能力的全面提昇以外，教練員與運動員對於肌力與爆發力素質的監控，就成為運動專業隊伍必須嚴格掌握的指標。

貳、研究目的

本研究計畫的主要目的乃就生物力學的觀點，通過縱貫式手段追蹤檢測國立臺灣體育學院手球隊運動員的肌力與爆發力表現，並進一步比較各訓練階段的肌力改變趨勢，以作為教練員運動訓練的參考。

參、方法與步驟

1. 實驗參加者

本研究以國立臺灣體育學院手球運動員男生 28 名與女生 18 名為實驗參加者，其年齡為 18 歲至 23 歲。實驗參加者的招募乃透過運動代表隊執行教練與運動員協商參與本研究，實驗參加者將填寫實驗參加同意書後，進行基本資料的調查，方進行資料的收集。

2. 實驗儀器

研究進行肌力測驗的主要設備為 Biodex 4 Pro 等速肌力測量系統。

3. 實驗步驟與流程

本研究係屬縱貫式研究的手段，在實驗參加者參與實驗前，則必須先告知實驗參加者研究的目的，與必須配合的實驗時間。並於正式檢測後，每隔二個月即進行一次上肢與下肢的等速肌力檢測，等速肌力測驗的內容包括：

- 肘關節屈伸向心工作肌力/爆發力（30 度/秒、60 度/秒、120 度/秒）
- 膝關節屈伸向心工作肌力/爆發力（30 度/秒、60 度/秒、120 度/秒）

4. 資料處理與分析

實驗參加者進行左右側之肘關節與膝關節肌力測驗後，經 Biodex 系統計算出最大力矩、平均力矩、爆發力等參數。本研究並將 2009 年 9 月（暑訓結束）、2010 年 1 月（學期結束前）與 2010 年 4 月（大專手球賽前）之肌力測驗結果進

行統計比較，統計方法為重複量數單因子變異數分析、HSD 事後比較，顯著水準設定為 $\alpha = .05$ 。

肆、結果

1. 男子運動員的下肢肌力

在 30deg/s 的負荷下，僅有膝關節右側伸肌的最大力矩顯著降低， $F(2, 54) = 4.53, p < .05, \eta^2 = .14$ ，其他參數則沒有顯著的改變；且膝關節的右側屈肌、左側伸肌、左側屈肌等肌力參數，均沒有顯著的改變 ($ps > .05$)，見表 1。在 60deg/s 的負荷下，則有膝關節左側屈肌的最大力矩顯著降低， $F(2, 54) = 4.15, p < .05, \eta^2 = .14$ ，其他參數則沒有顯著的改變，且膝關節的右側伸肌、右側屈肌、左側伸肌等肌力參數，均沒有顯著的改變 ($ps > .05$)，見表 2。在 120deg/s 的負荷下，則膝關節的右側伸肌、右側屈肌、左側伸肌、左側屈肌等肌力參數，均沒有顯著的改變 ($ps > .05$)，見表 3。

表 1. 男子手球運動員膝關節在 30deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	234.0	61.7	216.0	57.3	201.3	67.2	4.53	.02
爆發力	61.7	16.6	60.3	14.5	57.7	17.0	0.94	.40
平均力矩	197.5	55.7	182.9	48.8	179.9	51.1	2.23	.12
右側屈肌								
最大力矩	103.7	32.5	102.4	43.7	100.5	30.8	0.10	.90
爆發力	28.7	10.7	28.1	8.2	29.5	10.1	0.32	.73
平均力矩	85.0	29.5	82.8	25.2	86.7	28.6	0.35	.70
左側伸肌								
最大力矩	210.3	60.4	205.8	58.9	188.7	56.0	2.54	.09
爆發力	58.7	18.0	57.6	16.3	54.0	15.9	1.54	.22
平均力矩	182.8	59.2	178.3	53.5	165.7	53.5	1.61	.21
左側屈肌								
最大力矩	102.0	33.8	97.7	28.0	95.9	30.4	0.64	.53
爆發力	29.7	12.1	28.0	9.5	28.6	10.5	0.44	.65
平均力矩	86.5	30.7	81.6	26.2	81.9	27.9	0.60	.55

表 2. 男子手球運動員膝關節在 60deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	188.9	60.2	192.4	59.9	187.6	57.4	0.09	.91
爆發力	99.5	34.7	101.6	30.0	97.2	31.4	0.22	.81
平均力矩	163.8	59.0	166.8	53.7	162.8	54.7	0.07	.93
右側屈肌								
最大力矩	84.1	34.5	86.1	26.0	85.0	32.0	0.06	.95
爆發力	43.9	22.7	44.6	15.7	44.9	20.0	0.04	.96
平均力矩	68.9	32.3	72.5	24.6	73.1	31.0	0.30	.75
左側伸肌								
最大力矩	68.9	6.1	72.5	4.6	73.1	5.9	0.21	.81
爆發力	95.2	34.2	96.1	29.0	90.2	26.4	0.69	.51
平均力矩	154.9	52.7	154.6	51.3	148.5	49.3	0.30	.75
左側屈肌								
最大力矩	103.4	36.0	89.2	29.0	83.7	26.5	4.15	.02
爆發力	53.0	24.6	47.4	16.6	46.4	16.3	1.37	.26
平均力矩	85.0	34.3	75.4	25.9	73.1	25.0	1.85	.17

表 3. 男子手球運動員膝關節在 120deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	163.6	45.5	173.4	43.3	176.7	32.4	1.26	.29
爆發力	133.6	41.3	137.1	35.7	138.5	30.5	0.22	.80
平均力矩	123.4	37.4	132.4	37.5	132.8	29.3	0.96	.39
右側屈肌								
最大力矩	80.1	30.3	80.4	25.1	81.4	24.8	0.03	.97
爆發力	52.9	23.3	53.1	21.1	56.2	21.5	0.33	.72
平均力矩	50.7	19.9	54.8	20.2	55.9	20.9	0.80	.45
左側伸肌								
最大力矩	154.2	36.1	166.5	45.7	159.7	45.8	0.88	.42
爆發力	130.1	35.4	135.6	36.9	128.4	38.0	0.48	.62
平均力矩	119.2	30.5	128.2	35.0	122.6	37.7	0.76	.47
左側屈肌								
最大力矩	78.3	23.3	81.3	24.7	74.5	22.5	0.91	.40
爆發力	54.9	20.9	54.1	19.1	53.8	22.7	0.05	.96
平均力矩	53.3	16.2	54.1	16.9	54.3	19.7	0.06	.94

2. 男子運動員的上肢肌力

在 30deg/s 的負荷下，僅有肘關節左側屈肌的爆發力顯著降低， $F(2, 54) = 6.32$, $p < .05$, $\eta^2 = .19$ ，其他參數則沒有顯著的改變；且肘關節的右側伸肌、左側伸肌、左側屈肌等肌力參數，均沒有顯著的改變 ($ps > .05$)，見表 4。在 60deg/s 的負荷下，則有肘關節左側伸肌的爆發力顯著降低， $F(2, 54) = 3.78$, $p < .05$, $\eta^2 = .12$ ，其他參數則沒有顯著的改變，且肘關節的右側伸肌、右側屈肌、左側屈肌等肌力參數，均沒有顯著的改變 ($ps > .05$)，見表 5。在 120deg/s 的負荷下，則肘關節的右側伸肌、右側屈肌、左側伸肌、左側屈肌等肌力參數，均沒有顯著的改變 ($ps > .05$)，見表 6。

表 4. 男子手球運動員肘關節在 120deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	31.5	9.2	31.0	7.9	30.9	9.8	0.06	.94
爆發力	26.3	9.9	24.4	7.9	24.3	8.3	0.10	.38
平均力矩	24.8	6.1	24.3	6.3	23.7	6.3	0.32	.73
右側屈肌								
最大力矩	29.6	7.3	29.2	5.4	29.7	5.4	0.10	.91
爆發力	21.1	6.2	20.8	5.7	21.2	5.6	0.10	.90
平均力矩	21.3	5.3	21.3	5.0	22.4	5.3	0.88	.42
左側伸肌								
最大力矩	36.3	6.5	33.9	7.7	35.2	11.5	0.65	.53
爆發力	27.3	8.0	25.4	9.1	26.8	8.8	0.79	.46
平均力矩	27.5	5.9	26.0	6.5	25.7	7.1	.87	.43
左側屈肌								
最大力矩	29.2	6.4	29.8	6.1	29.9	6.7	0.18	.83
爆發力	20.2	6.1	20.2	5.3	20.3	5.3	0.00	.10
平均力矩	21.8	5.6	21.8	5.3	21.7	4.7	0.01	.10

表 5. 男子手球運動員肘關節在 60deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	36.7	10.0	34.9	10.0	33.8	7.6	1.89	.16
爆發力	2.2	7.7	18.5	6.4	18.3	5.8	2.23	.12
平均力矩	31.4	9.0	29.2	7.8	28.6	6.8	2.76	.07
右側屈肌								
最大力矩	35.7	8.1	34.7	6.2	32.7	5.4	2.69	.08
爆發力	19.2	6.2	19.2	5.3	18.4	4.8	0.77	.47
平均力矩	29.6	8.2	29.1	6.5	28.6	5.5	0.46	.63
左側伸肌								
最大力矩	39.2	8.2	36.0	11.4	36.8	10.1	1.75	1.8
爆發力	21.0	6.4	18.0	7.2	19.9	6.7	3.78	.03
平均力矩	33.6	8.4	30.3	9.9	30.9	8.5	2.38	.10
左側屈肌								
最大力矩	34.1	7.2	33.7	7.7	33.7	7.4	0.06	.94
爆發力	19.5	5.0	18.0	4.9	18.2	5.0	2.27	.11
平均力矩	30.1	7.2	28.9	6.7	28.9	6.9	0.61	.55

表 6. 男子手球運動員肘關節在 120deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	31.5	9.2	31.0	7.9	30.9	9.8	0.06	.94
爆發力	26.3	9.9	24.4	7.9	24.3	8.3	0.10	.38
平均力矩	24.8	6.1	24.3	6.3	23.7	6.3	0.32	.73
右側屈肌								
最大力矩	29.6	7.3	29.2	5.4	29.7	5.4	0.10	.91
爆發力	21.1	6.2	20.8	5.7	21.2	5.6	0.10	.90
平均力矩	21.3	5.3	21.3	5.0	22.4	5.3	0.88	.42
左側伸肌								
最大力矩	36.3	6.5	33.9	7.7	35.2	11.5	0.65	.53
爆發力	27.3	8.0	25.4	9.1	26.8	8.8	0.79	.46
平均力矩	27.5	5.9	26.0	6.5	25.7	7.1	.87	.43
左側屈肌								
最大力矩	29.2	6.4	29.8	6.1	29.9	6.7	0.18	.83
爆發力	20.2	6.1	20.2	5.3	20.3	5.3	0.00	1.00
平均力矩	21.8	5.6	21.8	5.3	21.7	4.7	0.01	1.00

3. 女子運動員的下肢肌力

在 30deg/s 的負荷下，膝關節的右側伸肌、右側屈肌、左側伸肌、左側屈肌等肌力參數，均沒有顯著的改變 ($ps > .05$)，見表 7。在 60deg/s 的負荷下，則有膝關節右側屈肌的爆發力顯著增加， $F(2, 34) = 3.47, p < .05, \eta^2 = .17$ ，其他參數則沒有顯著的改變，而膝關節的右側伸肌、左側伸肌、左側屈肌等肌力參數，均沒有顯著的改變 ($ps > .05$)，見表 8。在 120deg/s 的負荷下，則膝關節的右側屈肌最大力矩沒有顯著的改變 ($p > .05$)，其他參數則都顯著的增加 ($p < .05$)，且右側伸肌、左側伸肌、左側屈肌等肌力參數，都顯著的呈現增加的情況 ($ps > .05$)，見表 9。

表 7. 女子手球運動員膝關節在 30deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	123.0	33.2	119.2	27.1	118	23.3	0.52	.60
爆發力	33.1	9.7	33.8	8.3	31.8	7.9	0.86	.43
平均力矩	105.5	31.0	102.8	25.7	101.4	21.4	0.38	.69
右側屈肌								
最大力矩	56	18.1	57.1	16.9	56.5	12.6	0.04	.96
爆發力	14.5	5.6	15.7	5.1	15.0	4.3	0.75	.48
平均力矩	44.2	16.4	45.5	12.6	45.7	11.9	0.17	.85
左側伸肌								
最大力矩	116.1	39.2	111.3	23.5	114.6	22.7	0.30	.75
爆發力	32.0	10.3	32.6	7.6	32.1	6.5	0.06	.94
平均力矩	101.5	31.6	98.1	19.9	99.7	20.9	0.22	.80
左側屈肌								
最大力矩	48.3	16.3	50.7	11.5	51.8	13.6	0.53	.59
爆發力	12.8	6.6	14.9	4.9	13.9	4.3	1.30	.29
平均力矩	38.9	16.3	42.8	10.9	43.0	11.6	1.07	.35

表 8. 女子手球運動員膝關節在 60deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	100.3	35.2	107.5	32.6	104.8	25.6	1.11	.34
爆發力	48.7	18.7	55.5	16.9	51.4	12.2	2.90	.07
平均力矩	82.6	32.1	87.8	29.2	88.6	21.6	0.86	.43
右側屈肌								
最大力矩	40.4	19.0	53.0	24.2	47.0	12.2	3.41	.05
爆發力	19.1	10.5	26.5	11.0	23.8	10.2	3.47	.04
平均力矩	32.9	17.2	42.5	17.3	38.6	12.1	3.33	.05
左側伸肌								
最大力矩	32.9	4.1	42.5	4.1	38.6	2.9	1.11	.34
爆發力	46.0	19.6	52.8	15.7	52.6	12.2	2.03	.15
平均力矩	78.7	32.6	85.5	25.9	86.6	20.7	1.14	.33
左側屈肌								
最大力矩	24.3	17.2	46.9	10.1	47.1	13.8	1.16	.33
爆發力	19.1	11.1	24.0	7.6	22.7	7.0	2.48	.10
平均力矩	33.3	14.0	39.9	10.0	38.7	11.0	2.37	.11

表 9. 女子手球運動員膝關節在 120deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	77.1	31.2	93.3	23.3	90.0	31.3	4.26	.02
爆發力	56.4	29.7	77.2	21.2	71.5	17.2	8.60	.00
平均力矩	55.8	28.4	72.0	21.8	71.6	18.2	7.78	.00
右側屈肌								
最大力矩	30.9	17.5	42.1	19.6	39.7	16.1	4.23	.23
爆發力	17.3	14.2	26.3	12.5	23.6	8.81	5.89	.00
平均力矩	18.4	12.6	26.7	10.4	26.5	10.7	6.84	.00
左側伸肌								
最大力矩	73.7	34.4	91.8	29.1	91.0	25.8	8.85	.00
爆發力	57.7	31.1	73.1	23.1	71.6	17.0	5.77	.00
平均力矩	56.4	28.2	70.1	24.1	69.8	19.8	8.03	.00
左側屈肌								
最大力矩	29.4	16.0	39.2	13.5	36.8	11.3	4.78	.01
爆發力	18.4	16.4	27.3	11.7	23.4	10.1	3.68	.04
平均力矩	19.7	13.0	28.6	9.7	26.0	10.2	5.20	.01

4. 女子運動員的上肢肌力

在 30deg/s 的負荷下，僅有肘關節左側屈肌的肌力參數沒有顯著差異 ($p > .05$)，而右側伸肌、右側屈肌、左側伸肌等所有的肌力參數則呈現肌力下降的現象 ($ps < .05$)，見表 10。在 60deg/s 的負荷下，則有肘關節右側屈肌的平均力矩、左側伸肌最大力矩、左側伸肌平均力矩出現顯著降低的情況 ($ps < .05$)，其他左右側的伸肌與屈肌參數則沒有達顯著改變 ($ps > .05$)，見表 11。在 120deg/s 的負荷下，則有右側屈肌的平均力矩、左側伸肌的最大力矩、左側伸肌平均力矩略有顯著降低的情況 ($ps < .05$)，其他的右側屈肌肌力參數、左側伸肌爆發力等則沒有顯著的差異 ($ps > .05$)，肘關節的右側伸肌、左側屈肌等肌力參數，則均沒有顯著的改變 ($ps > .05$)，見表 12。

表 10. 女子手球運動員肘關節在 30deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	24.6	5.2	25.4	5.7	20.1	4.3	10.32	.00
爆發力	6.5	1.9	6.7	1.8	5.1	1.2	10.48	.00
平均力矩	20.1	4.8	20.7	4.5	16.1	2.8	14.45	.00
右側屈肌								
最大力矩	22.5	4.8	23.4	3.9	20.6	3.3	4.44	.02
爆發力	6.9	1.9	6.9	1.3	6.1	1.3	4.66	.02
平均力矩	19.2	4.4	20.1	2.9	18.2	3.0	2.50	.10
左側伸肌								
最大力矩	24.7	5.6	22.9	4.3	20.6	3.5	6.71	.00
爆發力	6.4	1.9	6.1	1.7	5.2	0.9	5.67	.01
平均力矩	20.3	5.6	18.9	3.9	16.6	2.4	7.94	.00
左側屈肌								
最大力矩	21.8	5.1	21.9	4.3	21.8	3.7	0.01	.99
爆發力	6.5	1.9	6.5	1.4	6.3	1.3	0.32	.73
平均力矩	18.7	5.0	19.2	4.1	19.0	3.4	0.14	.87

表 11. 女子手球運動員肘關節在 60deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	19.3	4.3	20.9	4.5	19.4	2.9	1.98	.16
爆發力	9.0	3.7	10.2	3.8	8.6	2.0	2.22	.12
平均力矩	15.5	5.0	17.4	4.7	14.7	2.9	2.98	.06
右側屈肌								
最大力矩	18.9	4.6	20.8	4.6	20.6	3.3	3.21	.05
爆發力	9.7	3.6	10.9	3.3	9.9	2.2	2.62	.09
平均力矩	15.6	4.4	18.0	4.1	16.6	3.0	4.55	.02
左側伸肌								
最大力矩	21.8	6.6	20.7	4.5	17.8	2.9	7.42	.00
爆發力	9.9	4.0	10.3	3.1	8.8	1.9	3.06	.06
平均力矩	18.0	6.1	18.1	4.3	15.3	2.7	5.19	.01
左側屈肌								
最大力矩	18.9	6.0	19.2	5.2	19.9	4.3	0.31	.74
爆發力	9.9	3.7	10.4	3.2	10.3	2.4	0.31	.74
平均力矩	16.5	5.3	17.1	4.9	17.1	3.6	0.28	.76

表 12. 女子手球運動員肘關節在 120deg/s 負荷的肌力 (Nm) 與爆發力 (W)

	第一次		第二次		第三次		F	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
右側伸肌								
最大力矩	15.7	6.3	18.1	5.5	15.6	5.0	1.51	.24
爆發力	10.7	5.3	13.1	5.8	11.5	4.6	2.33	.12
平均力矩	12.6	4.6	14.0	3.9	11.8	4.3	1.96	.16
右側屈肌								
最大力矩	16.0	3.8	17.8	3.6	16.5	5.4	1.10	.35
爆發力	10.0	4.1	12.6	4.7	11.1	4.0	3.43	.05
平均力矩	12.1	3.1	14.6	2.9	12.7	4.0	3.51	.04
左側伸肌								
最大力矩	19.0	5.8	20.4	3.9	17.3	3.1	4.01	.03
爆發力	13.4	6.1	14.2	4.8	11.9	2.9	2.08	.14
平均力矩	14.9	5.5	15.9	3.1	13.4	2.7	4.13	.03
左側屈肌								
最大力矩	16.2	4.8	16.9	3.6	17.4	3.7	0.51	.60
爆發力	10.6	4.2	12.1	3.9	11.4	3.1	1.11	.34
平均力矩	12.5	3.7	13.7	3.2	13.8	3.0	1.02	.37

伍、討論

本研究主要通過縱貫性的手段對於國立臺灣體育學院手球運動員進行肌力的診斷，並通過即時回饋的方式，提供教練員與運動員肌力測量的訊息，以落實運動科學服務運動隊伍的工作。因此，在執行研究的過程中，提供每一位參與者或運動員肌力表現現況與比較過去肌運動表現特徵，是為本研究的重要工作。而為了呈現肌力診斷的全隊狀態，本研究使用暑訓結束（第一次，9月）、學期結束前（第二次，1月）、全國手球賽前（第三次，4月）等三次測驗的結果進行統計分析。下肢肌力方面，低負荷的下肢肌力結果，顯示男子手球運動員的左右兩側伸肌與屈肌肌力、爆發力，在三次測試中均能維持一定的表現；30deg/s 與 60deg/s 的負荷情境時，除了單一側的伸肌或屈肌最大力矩略為減退以外，其他的肌力與爆發力則未有顯著的改變。在上肢的肘關節肌力表現方面，男子手球運動員的三個測驗階段也多沒有顯著差異（除了 30deg/s 左側屈肌與 60deg/s 左側伸肌的爆發力有些微減退以外），表示男子手球運動員尚能維持基本的肌力表現水準。

研究的女子手球運動員方面，在 30deg/s 與 60deg/s 負荷情境下，膝關節左側與右側的伸肌、屈肌肌力參數（最大肌力與平均肌力）沒有明顯改變，而 60deg/s 的右側屈肌爆發力則有顯著增加的現象，此外，根據 120deg/s 負荷的肌力測驗結果顯示，大部分的左右側伸肌與屈肌之肌力和爆發力均都明顯提高了，說明了近半年的手球訓練課程，女子運動員的低負荷膝關節肌力都顯著增加了。從上肢肘關節的肌力診斷結果，除了左肘關節屈肌的肌運動表現沒差異以外，30deg/s 與 60deg/s 的重負荷肌力表現略有降低的現象，但是，對於負荷相對較輕的 120deg/s 肌運動表現，就沒有因為測驗的時程不同而有差異。雖然重負荷的肌運動與手球的射門動作不盡相同，可是教練員表示運動員為了在攻防過程中的卡位與戰術的應用，都需要與對手相互推擠以創造最佳化的傳街球位置或空間，所以，重負荷的肌力特徵就相應的重要了許多，然而女子運動員的肘關節肌力降低，就有需要教練員與運動員深入探究其原因了。

除了追蹤運動員在各訓練階段的肌力與爆發力表現的狀況外，本研究還就運動員上肢與下肢的伸肌與屈肌肌力進行比較，結果顯示手球運動員的雙側上肢肌力與爆發力表現，伸肌與屈肌的肌力約略相等，但是，下肢的肌力與爆發力表現卻出現伸肌高於屈肌肌力約 2.5 倍以上，也就是說，男女手球運動員的股四頭肌群的肌力約為腿後肌腱群肌力的 2.5 倍以上，過強健的股四頭肌肌力對於前十字韌帶（ACL）的傷害問題，就需要教練員和運動員確實注意此一現象，並審慎檢視運動訓練的內容，以降低運動傷害發生的風險。

引用文獻

- 邱慶宏與黃欽永（1994）。本校男子手球隊參加大專院校八十二學年度手球錦標賽攻擊技術分析。《臺大體育》，25，33-44。
- 林輝雄（1997）。《手球技術報告書》。未出版碩士論文，國立體育學院，桃園縣。

- 渡邊慶壽、大西武三、川上整司 (1997)。實戰手球。臺北市：聯廣圖書。
- 劉宇、江界山、陳重佑 (1996)。肌力與肌力診斷的生物力學基礎。臺灣師大體育研究，2，151-179。
- 劉宇 (1998)。生物力學原理。於許樹淵編，運動力學 (pp. 69-78)。臺北市：中華民國體育學會。
- Bayios, I. A., Anastasopoulou, E. M., Sioudris, D. S., & Boudolos, K. D. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 229-235.
- Bosco, C., & Komi, P. V. (1980). Influence of ageing on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 45, 209-219.
- Davies, C. T. M., & Young, K. (1984). Effects of external loading on short-term power output in children and young male adults. *European Journal of Applied Physiology*, 52, 351-354.
- Doré, E., Bedu, M., Franca, N. M., & Van Praagh, E. (2001). Anaerobic cycling performance characteristics in prepubescent. *European Journal of Applied Physiology*, 84, 476-481.
- Doré, E., Diallo, O., Franca, N. M., Bedu, M., & Van Praagh, E. (2000). Dimensional changes cannot account for all differences in short-term cycling power during growth. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 360-365.
- Ferris, D. P., Liang, K., & Farley, C. T. (1999). Runners adjust leg stiffness for their first step on a new running surface. *Journal of Biomechanics*, 32, 787-794.
- Harrison, A. J., & Gaffney, S. (2001). Motor development and gender effects on stretch-shortening cycle performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(4), 406-415.
- Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N., & Rosenstein, M. T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 572-577.
- Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power events. In P. V. Komi (Ed.), *Strength and power in sport* (pp. 381-395). Oxford, UK: Blackwell Scientific.
- Van Praagh, E., & Doré, E. (2002). Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports Medicine*, 32, 701-728.
- Wit, A., Fizycznego, A. W., & Poland, W. (1998). A three-dimensional kinematic analysis of handball throws. *ISBS'99-SCIENTIFIC PROCEEDINGS* (pp. 281-284).

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2010/11/06

國科會補助計畫	計畫名稱: 優秀手球運動員的肌力與爆發力診斷: 生物力學觀
	計畫主持人: 陳重佑
	計畫編號: 98-2410-H-028-005- 學門領域: 運動生物力學
無研發成果推廣資料	

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：陳重佑		計畫編號：98-2410-H-028-005-				計畫名稱：優秀手球運動員的肌力與爆發力診斷：生物力學觀	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	6	4	100%	人次	研究預期可以訓練研究助理人員約4人，但是因為執行過程中，許多研究生深感研究的意義，而加入研究的協助工作，致使更多研究人員參與本研究，並獲得訓練。
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>本研究提供肌力診斷的運動科學服務，為手球運動隊的訓練進行訊息的回饋，使得運動隊伍的教練員和運動員確實掌握了肌力表現的狀況，其中女子手球運動員有 7 人也當選 2010 年亞運會的國家代表隊運動員。</p>
--	---

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

本研究的初步成果已在進行成果之撰寫，並準備投稿台灣一級體育學術刊物。

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究嘗試性地為專業手球運動隊進行縱貫式的肌力診斷，研究期間提供的肌力訊息，為手球運動隊的教練員與運動員的訓練狀況進行深入記錄。然而，研究的實務服務工作仍有延續的必要，以為專業的運動隊伍記錄或評估肌力的現況，進而落實運動科學在運動訓練的功能與價值。