

# 不同選手股四頭肌等速向心及離 心肌力的比較研究

張瑞豪 蘇金德  
黃明祥 李運來

## 摘 要

本研究的主要目的在探討不同選手左右足股四頭肌等速向心收縮及離心收縮最大力矩值及其比例。54名田徑、游泳、羽球男女選手（男32，女22），志願擔任本研究受試者。每位受試者以隨機方式，接受本研究使用KIN/COM肌力測試儀，以角度 $60^\circ / \text{sec}$ ，測試左、右足股四頭肌向心收縮及離心收縮，並記錄其最大力矩值。結果發現：各組受試者左右足離心收縮最大力矩值，均大於向心收縮最大力矩值。羽球男性受試者等速離心收縮最大力矩值，左足大於右足。羽球男女性受試者，左右足離心收縮與向心收縮最大力矩值之比值，均遠超過其他項目之受試者。

## 壹、前 言

在諸多競技運動項目中，肌力或無氧動力（anaerobic power）的大小，常被用來作為評估運動成績的決定因素<sup>(10)</sup>。運動生理學研究領域中，探討肌力、無氧動力及運動成績間之關係的研究不勝枚舉。由於資訊發達，訊息傳遞快速，加之以吾人對於資料蒐集處理等工具如光碟電腦等的善加利用，近年來，有關肌力方面的研究，有急劇增加的趨勢。此一趨向，除了可從一般常見的運動生理學期刊，如Journal of Applied Physiology, European Journal of Applied Physiology, Medicine and Science in Sports and Exercise, International Journal of Sports Medicine之中發現有關肌力研究論文所佔的比例頗具份量之外，一些以復健及診療醫學為主的期刊，如Physical Therapy, Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy, Experimental Neurology及Acta Orthopaedica Scandinavica等亦以刊載此一領域為重點。

肌力問題研究之所以蓬勃發展的另一個主因，是由於幾年來測試儀器（dynamometer）被大量製造，並逐漸擴大其功能之故。這些經精密設計的肌力測試儀器；例如Ariel, Arkon, Biodex, Cybex, KIN/COM, Lido, Merac等<sup>(17)</sup>共同特點是測試效度高，資料取得容易，並都兼具有評估、訓練、復健等多重功能。研究者很容易根據需要選用適當的功能的器材蒐集資料。這些已經問世的新產品又由於研究風氣鼎盛，為了配合市場的多樣化需求，常推陳出新。擬提出研究計畫者，也只

# A comparative study on isokinetic concentric and eccentric strength of quadriceps in various athletes

## Abstract

The purpose of this study was to investigate the concentric and eccentric strength of quadriceps at angular velocity of 60 degree/sec. 54 sprinters, swimmers and badminton players (32 males, 22 females) were tested, using a KIN/COM dynamometer. Peak torques for both concentric and eccentric contraction at angular velocity of 60 degree/sec. were measured. We found that, peak torque of eccentric strength was greater than that of concentric strength in all subject. The peak torque of isokinetic eccentric strength of left leg was found greater than that of right leg in badminton male players. the eccentric/concentric ratio was also greater than that of the other athletes in badminton male & female players.

有密切注意此一領域之動向，才能充份掌握研究的準確性及可靠性。

幾乎在所有移動身體的運動項目中，均與股四頭肌的收縮有關。傳統的肌力評估方式，均採等張(isotonically)、等長(isometrically)及等速(isokinetically)三種方式，且以向心收縮(concentric contraction)的研究居多。近年來由於測試器材功能的擴大，離心收縮(eccentric contraction)亦常被討論<sup>(4, 6, 9, 15, 18, 19, 20)</sup>。Komi<sup>(14)</sup>指出，伴隨離心收縮後之向心收縮，能顯著地提高向心收縮肌力。這種肌肉收縮方式常見於一般跑、跳、擲運動型態中。Curwin和Stanish<sup>(5)</sup>發現，將這種肌肉收縮型態；即快速作離心收縮，隨後立即作向心收縮；納入訓練計畫中，能顯著地增強肌腱力量。獲益於運動科學研究之助，許多教練均採用這樣肌肉收縮理念，作為肌肉動力(power)訓練的參考。

儘管在肌力這個領域的理論與實際已經被如火如荼地炒作。研究論著之推出以千篇計(有興趣者可查閱本校光碟資料)，然而，國內在有關肌力方面的研究仍待加強，而至於肌肉離心收縮的報告更是鳳毛麟角<sup>(1, 2)</sup>。有鑑於此，本中心乃嘗試以田徑、游泳、羽球等三種股四頭肌使用方式頗有差異之不同男女選手為對象，使用KIN/COM肌力測試儀器，蒐集受試者肌四頭肌(Quadriceps)在60°/sec，等速向心收縮(concentric contraction)及離心收縮(eccentric contraction)；最大肌力(牛頓·米)資料。比較三個項目之受試者，左右足等速向心收縮及離心收縮最大力矩值之差別及比例。

## 貳、材料與方法

(一)受試者：本研究是以國立臺灣體專54名田徑，游泳及羽球男女選手為受試對象。其中，在測試過程中，若發現有肌四頭肌及關節病變或傷害，則遞除該項資料，不列入統計處理。受試者之基本資料如表1。

表1. 本研究受試者基本資料表

項目	田徑(男n=6)	游泳(男n=11, 女n=9)	羽球(男n=15, 女n=13)
身高 (公分)	174.3±3.1	173.2±5.3	171.2±5.6
體重 (公斤)	66.2±4.7	68.4±6.8	64.2±7.2
年齡 (歲)	19.4±2.3	57.0±4.0	53.5±4.7
		19.2±2.1	19.3±1.5
		18.4±1.8	19.6±1.8

(二)使用之儀器及其操作原理



protocol經設定後，在整個研究期間，所有的測試，可直接由系統中將已設定的protocol叫出，節省時間，並可避免設定時發生錯誤。

#### (四) 實驗步驟

本研究受試者在接受測試之前，均經隨機抽樣決定測試左腳或右腳，進行10分鐘之熱身運動，內容包括慢跑及股四頭肌伸展運動。於正式測試前，並作4次非最大努力 (submaximal) 及1次最大努力伸膝運動。研究者同時講解測試時的操作要領。在正式測試時，研究者鼓舞受試者盡力而為，使真正獲致最大值。正式測試共施行5次；先作股四頭肌伸展動作；即向心收縮；經自動記錄成績後隨即作離心收縮，作完向心及離心收縮即完一次測試。每次測試之間休息一分鐘。

#### (五) 資料處理

本研究之測試資料，係採取每位受試者於5次測試中之最大向心收縮肌力及離心收縮肌力，求出各項目男女受試者左右足等速向心及離心收縮最大力矩 (牛頓·米) 之平均數 ± 標準差 ( $\bar{X} \pm SD$ )。

### 叁、結 果

圖1、2、3、4分別為本研究各項目受試者左右足等速向心及離心收縮最大力矩之比較圖。由圖1、2、3、4可以看出，徑賽男性受試者無論在左右足等速向心或離心收縮之最大力矩，均大於其他二項目之受試者。而從圖1及圖2可看出，游泳男女受試者左右足等速向心收縮最大力矩值均分別大於男女羽球受試者。然而，圖3及圖4卻顯示，左右足等速離心收縮最大力矩值，羽球男女受試者分別大於游泳男女受試者。

圖1：右足等速向心收縮最大力矩值 (牛頓·米)

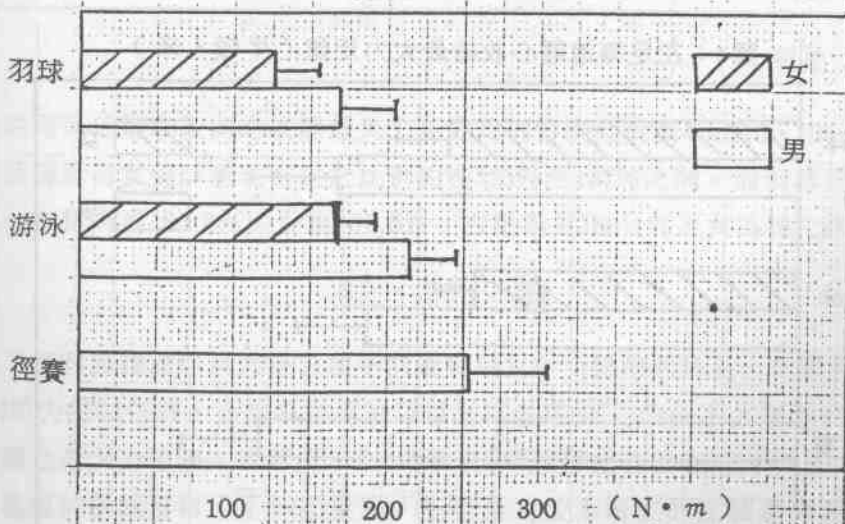


圖2：左足等速向心收縮最大力矩值（牛頓·米）

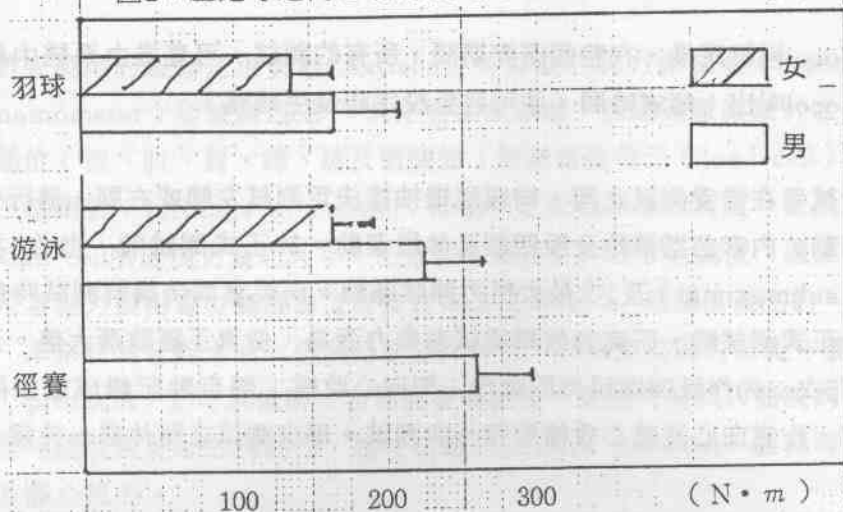


圖3：右足等速離心收縮最大力矩值（牛頓·米）

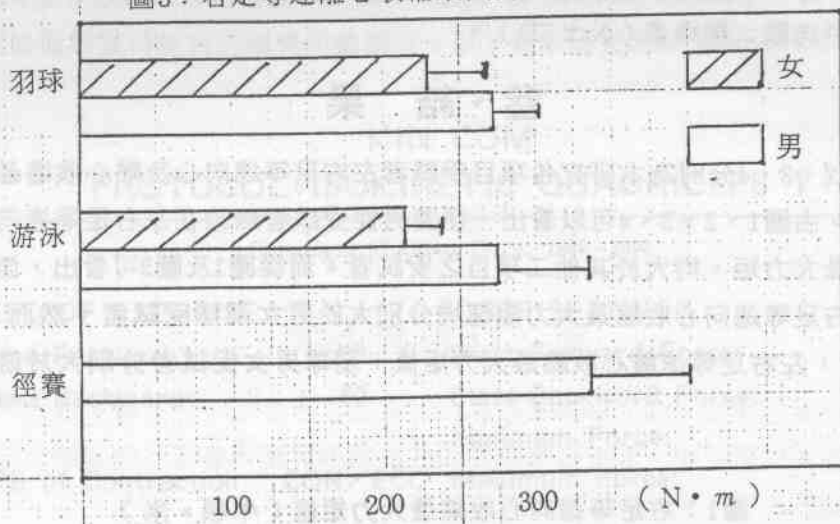


圖4：左足等速離心收縮最大力矩值（牛頓·米）

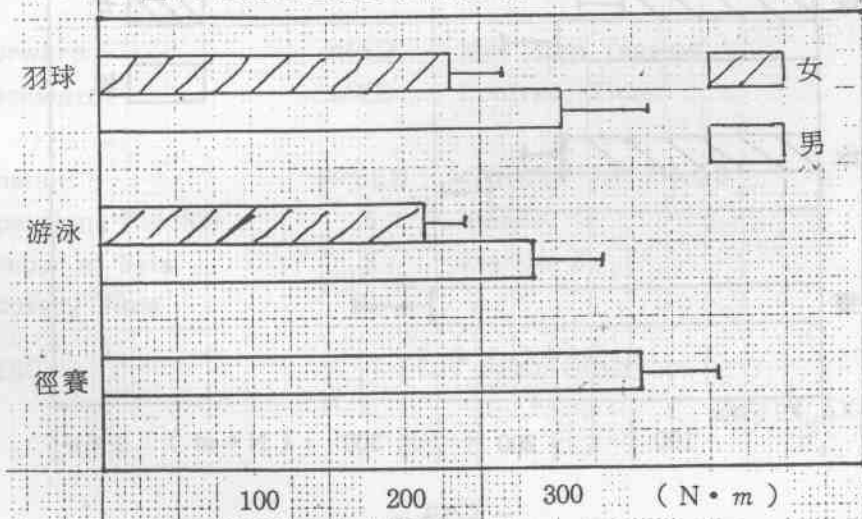


表2是本研究各項目受試者左右足等速向心收縮最大力矩之比較表，由其中數值可以看出，除了羽球女性受試者之外，其餘受試左右足向心收縮最大力矩值頗為一致。

表2：左右足等速向心收縮最大力矩比較表

項 目	左 足	右 足	左足／右足(%)
田 徑	259.7±35.0	254.2±56.1	102.1
游(男)	225.6±34.2	216.0±27.8	104.4
泳(女)	169.5±21.0	166.7±21.8	101.6
羽(男)	165.1±41.1	168.0±38.1	98.2
球(女)	138.3±23.9	127.8±29.8	108.2

單位：牛頓·米

由表3可以看出，左右足等速離心最大力矩值之差別稍大。其中尤以徑賽，游泳男性及羽球男性受試者較為明顯。

表3：左右足等速離心收縮最大力矩比較表

項 目	左 足	右 足	左足／右足(%)
田 徑	357.7±53.8	336.0±66.8	106.4
游(男)	285.5±41.8	269.0±64.5	106.1
泳(女)	213.5±26.6	214.0±23.3	99.7
羽(男)	303.5±56.0	269.0±32.0	112.8
球(女)	231.7±34.4	231.7±41.4	100

單位：牛頓·米

左右足等速離心及向心收縮最大力矩之比例分別列於表4及表5，由二表可看出，徑賽及游泳男女受試者左右足之比例約在125%至137%之間。而羽球男女受試者之差異，左足為男183.8%，女為167.5%，右足為男160.1%，女為181.2%。

## 肆、討 論

為了探討股四頭肌肌力在三種不同運動項目中所扮演的角色，本研究使用KIN/COM肌力測試儀器，蒐集三種運動項目受試者在60°/sec下，等速向心收縮及離心收縮之最大力矩值。本研究不以t考驗或F考驗檢定各組在統計學上的差異，而僅呈現各組的原始資料， $\bar{X} \pm SD$ 及%，主要是由於本研究的受試者來源均是自願

表4：左足等速向心及離心收縮最大力矩比較表

項 目	向 心 收 縮	離 心 收 縮	$\frac{\text{離心收縮}}{\text{向心收縮}} (\%)$
田 徑	259.7±35.0	357.7±53.8	137.7
游(男)	225.6±34.2	285.5±41.8	126.5
泳(女)	169.5±21.0	213.5±26.6	125.9
羽(男)	165.1±41.1	303.5±56.0	183.8
球(女)	138.3±23.9	231.7±34.4	167.5

單位：牛頓·米

表5：右足等速向心及離心收縮最大力矩比較表

項 目	向 心 收 縮	離 心 收 縮	$\frac{\text{離心收縮}}{\text{向心收縮}} (\%)$
田 徑	254.2±56.1	336.0±66.8	132.1
游(男)	216.0±27.8	269.0±64.5	124.5
泳(女)	166.7±21.8	214.0±23.3	128.3
羽(男)	168.0±38.1	269.0±32.0	160.1
球(女)	127.8±29.8	231.7±41.4	181.2

單位：牛頓·米

接受測試者。從變異同質性 (homogeneity) 的觀點看，使用t-test或F-test，可能徒增測驗結果解釋上的困擾。例如田徑組之受試者中長距離及短距離各佔3名，後者之等速向心及離心收縮最大力矩值遠超過前者。從表2、3、4、5中，田徑組於各項測試之標準差均高於其他各組，可說明組內受試者之變異相當大。然而，由圖1、2、3、4仍可看出，田徑組受試者，於左右足等速向心及離心收縮最大力矩值，均大於其他兩組。至於在統計學上的結果如何，有待在受試者之人數，同質性等方面考慮後，再作進一步之探討。

本研究僅單純比較左右足在 $60^\circ / \text{sec}$ 下向心及離心收縮最大力矩值，並觀察左足或右足兩種收縮最大力矩值的比例。發現雙足在向心收縮方向，除了女子羽球受試者外，其餘受試者之最大力矩值差別很小。造成女子羽球受試者左足之所以大於右足約8%之原因，可能是由於女子的羽球選手經常使用正拍繞頭擊回擊左後方高遠球，而造成左足股四頭肌向心收縮力的訓練效果所致。在雙足離心力之比較方

面，女子（游泳及羽球）幾乎沒有差別，而男子差別較大；6%以上。其中尤以羽球男子受試者差別最大，為12.8%。男子羽球快速後蹬移位、突停及躍起均與左足離心收縮肌力有關。然而，何以女子受試者反而左右足之差異不大，其原因有待再予探討。

一般而言，左、右足離心與向心收縮最大力矩比值約在120%。亦即離心收縮力遠大於向心收縮力，且速度增加，比值則加大<sup>(11, 13, 16)</sup>。本研究中，徑賽受試者及游泳男女受試者左、右足離心收縮與向心收縮最大力矩比值約在124%至137%之間，稍高於前人的研究結果<sup>(16, 18, 19, 20)</sup>。然而，羽球男女受試者左右足離心收縮及向心收縮最大力矩比值，分別為183.8%、167.5%及160.1%、181.2%，遠超過前人的研究。顯然是使用不同受試者，而導致不同的研究結果。其中最可能的理由是，羽球選手經常不斷地作急停前進或急停後退動作，造成股四頭肌離心收縮肌力的訓練效果所致。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

本研究三組不同運動項目受試者，在 $60^\circ / \text{sec}$ 下等速向心及離心收縮肌力之分析，得到以下結論：

- (一) 本研究各組受試者，左右足離心收縮最大力矩值均大於向心收縮最大力矩值。
- (二) 羽球男性受試者等速離心收縮最大力矩值左足大於右足。
- (三) 羽球男女性受試者，左右足離心收縮與向心收縮最大力矩之比值均遠超過受試者。

### 二、建議

- (一) 本研究僅以 $60^\circ / \text{sec}$ 探討左右足等速向心收縮及離心收縮肌力之關係，如能增加其它角速度，或增加對股二頭肌（hamstring）之測試資料之蒐集，則可能使一些疑問得到解釋。
- (二) 本研究使用受試對象之同質性未經嚴格考慮，如能對受試者數目及實驗控制之標準化再作斟酌，配合適當的統計處理，則可增加實驗之外在效度（external validity）。
- (三) 羽球項目男女受試者等速離心收縮最大力矩與向心收縮最大力矩之比值，遠較其他二組受試之比值為高，亦是相對地顯示其向心收縮肌力較為薄弱，應該多從事由高處跳落隨即跳至原高處之肌力訓練（stretch-shortening cycle）<sup>(9, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 16)</sup>或30公尺衝刺訓練，以增加股四頭肌向心收縮肌力。

## 陸、參考文獻

### 一、中文部份：

1. 吳昇光：男性網球選手股四頭肌等速向心及離心肌力分析，國立臺灣體育學院運動科學研究所，未出版。
2. 譚傳明：肌肉向心收縮及離心收縮機轉之探討，國立成功大學醫學工程研究所碩士論文，1990。

### 二、西文部份：

3. Alexander JL: Peak torque values for antagonist muscle groups and concentric and eccentric contraction types for elite sprinters. Arch. Phys. Med. Rehabil. 71: 334-339, 1990.
4. Bennett, J.G., and Stavber, W.T.: Evaluation and treatment of anterior knee pain using eccentric exercise. Med. Sci in Sport Ex. 18, 526-530, 1986.
5. Curwin S. Stanish W. D: Tendinitis: Its etiology and treatment. Lexington MA. Collamore Press, 1984.
6. Eloranta, V., and Komi, P.V.: Function of the quadriceps femoris muscle under maximal concentric and eccentric contractions. Electromyography and Clinical Neurophysiology, 20, 159-174, 1980.
7. Goubel. F.: Muscle mechanics-fundamental concept in stretch-shortening cycle International symposium on biological science in sport 1986.
8. Gollhofer, A., Komi, P.V., Miyashita, M., and Aura, O.: Fatigue in mechanical performance of human skeletal muscle. Int. J. Sports Med. 8: 71-78, 1987.
9. Hart, D. L., Miller, L.C., and Stauber, W.T.: Effect of cooling on force oscillations during maximal voluntary eccentric exercise. Experimental Neurology, 90, 73-80, 1985.
10. Hawley, J.A., and Williams, M.M.: Relationship between upper body anaerobic power and free style swimming performance. Int. J. Sports Med. 12:1-6, 1991.
11. Hortobagyi T, Lambert NJ, Kroll WP: Voluntary and reflex responses to fatigue with stretch-shortening exercise. Can. J. Sport Sci. 16:2, 142-150, 1991.
12. Komi PV: Neuromuscular function in exercise: experiences from in-vivo

- force measurements. *Int. J. Sports Med.* 12: 92, 1991. ( Abstract ) .
13. Komi PV: Relevance of in vivo force measurements to human biomechanics. *J. Biomech.* 23: Suppl 1:23-24, 1990. ( Abstract )
  14. Komi PV: The stretch-shortening cycle and human power output. *McMaster International Symposium on Human Muscle Power*, Hamilton, Canada, 1984.
  15. Komi PV: Relationship between muscle tension, EMG and Velocity of contraction under concentric and eccentric work. *New Developments in Electromyography and clinical neurophysiology*, vol 1, pp. 596-606, 1973.
  16. Kramer JF, BE: Lower extremity preference and knee extensor torques in intercollegiate soccer players. *Can. J. Spt. Sci.* 15: 180-184, 1990.
  17. MacDougall, J.D., Wenger, H.A., and Green, H.J., ( 2nd ED ) : physiological Testing of high-performance athletes Champaign, IL, Human Kinetics Books, pp. 29-36, 1990.
  18. Rizzardo M, Wessel J, Bay G: Eccentric and concentric torque and power of the knee extensor of females. *Can. J. Spt. Sci.* 13: 166-169, 1988.
  19. Westing SH, Seger JY: Eccentric and concentric torque-velocity characteristics, torque output comparisons and gravity effect torque corrections for the quadriceps and hamstring muscle in females. *Int. J. Sports Med.* 17: 30-34, 1989.
  20. Westing SJ, Seger YH, Karlson E, Ekblom B: Eccentric and concentric-torque-velocity characteristics of the quadriceps femoris in man. *Eur. J. Appl. Physiol.* 58: 100-104, 1988.