

## 第二章 相關文獻探討

### 一、等速測力儀之應用

等速測力儀是普遍且簡易應用於評估優秀選手肌力及肌肉功能之工具，其研發於 1960 年代末期，可藉此了瞭解肌力與爆發力對運動表現的重要性及相關性，發展運動員肌力之型態，及做為訓練進度和傷後復健之監控 (Gore, 2000)。在許多研究中，已將此儀器廣泛的使用在評估下肢腿部肌群的肌力，並以最大力矩輸出的形式來描述髖、膝及踝關節肌群的肌力特質 (Tsiokanos, Kellis, Jamurtas & Spiros, 2002)。

等速測力儀主要是在預先設定的角速度 (angular velocity) 與運動範圍 (range of motion) 及適當的阻力下進行肌肉測試，其可快速且客觀的量化許多諸如最大力矩 (peak torque)、特定角度力矩 (angle specific torque)、功 (work)、功率 (power) 等等與肌肉功能有關的參數，其中最大力矩是最適宜代表等速肌力的測驗參數，也能作為研究比較及臨床醫學的參考指標 (Stocker, Nyland & Caborn, 1996)。對於復健及訓練計畫的設計方面，等速肌力的評估除了可提供有益的資訊 (Ellenbecker & Roetert,

1995 )，更是運動醫學與臨床研究應用於評估及訓練人體肌肉表現重要的工具 ( Heinrich, Perrin, Weltman, Giecl, & Ball, 1995 )。

等速測力儀的特點包括速度可以預先設定、拮抗肌可同時作訓練，更可控制速度，以利於功與功率的計算 (王顯智，2002)。在不同的肌肉收縮型態相較下，等速收縮的優點在於可測量單一特定肌群、安全性較高、客觀量化肌肉活動的功能性指標以及在整個關節動作範圍中，肌群皆能產生最大力量 ( Perrine, 1993 )。基於上述之特性與優點，等速測力儀因而廣為研究者接受及應用。對於測試的結果而言，主要是受到受試者相關因素及運動相關因素兩者所影響，而受試者相關因素包括年齡、體重、性別、訓練背景、身高、損傷情況及慣用肢段等；運動相關因素則有關節角度、肌肉活動 ( 向心，離心 ) 與測試模式 ( 等長收縮、持續負載、等速收縮 ) 等 ( Brown, 2000 )，

由上述文獻中可知，在確實控制影響變項的狀態下，等速測力儀為安全且客觀評估肌肉特質之工具。因此，本研究選擇此較具效益性之儀器來評估跳遠選手肌力之特性。

## 二、屈/伸肌比值 ( F / E ratio )

肌力平衡是預防傷害的重要參考指標 ( Chollet et al., 2003 )。其中屈肌/伸肌的平衡對膝關節肌肉穩定性來說是具有參考價值的資訊，因此在等速肌力變項數據中，F/E ratio 常做為膝關節傷害的評估與復健之參考( Grace et al., 1984 )。

過去文獻研究分析後，提出膝關節 F/E ratio 合理的平衡範圍。研究指出在不同運動中，60%的 F/E ratio 是廣被認可、接受的肌力比值 ( Bassa, Michailidis, Kotzamanilis, Siatras, & Chatzikotoulas, 2002; Burnie, 1987 )。Pochlle and Codine ( 2000 ) 則指出在不同角速度中，膝關節 F/E ratio 的範圍也不同，而在低角速度的比值為 50-60% ( 30°/s )；中角速度時為 60-70% ( 120-180°/s )；高角速度時則為 70-80% ( 180°/s 以上 )。此外，Aasaard, Simonsen, Magnusson, Larsson & Dyhre-Poulsen ( 1998 ) 指出，在慢的角速度下，若膝關節 F/E ratio 低於 60%，便可能會增加傷害的可能性。Knapik, Bauman, Jones, Harris, & Vaughan ( 1991 ) 研究認為在 180°/s 下膝關節之 F/E ratio 低於 75%時，會使運動員肌肉傷害的發生率提高。而 Alexander ( 1990 ) 也提出在高角速度下 ( 240°/s -300°/s )，F/E ratio 應該要接近於 80%才適當。

在 F/E ratio 的相關研究中，Chollet and Leroy (2002) 在等速向心肌力測試中，指出 F/E ratio 是肌力變項中常使用的參考值，主要是作為預防骨骼肌傷害的指標，同時也發現在所有的角速度下，伸肌的肌力較屈肌大，而 F/E ratio 為 63~66% 間。Calmels, Born, Nellen, Domenach, Minaire and Drost (1995) 發現，角速度對於 F/E ratio 有顯著影響，其比值會隨角速度提高而增加。

Gerodimos et al. (2003) 研究得到 12-17 歲籃球員的向心 F/E ratio 為 0.62-0.71；Siatras, Mameletzi & Kellis (2004) 以青少年的體操與游泳選手為研就對象，結果顯示體操選手的 F/E ratio 顯著高於游泳選手。

李水碧 (1996) 針對青少年田徑選手向心肌力進行分析，結果發現田徑選手 F/E ratio 常有偏低之傾向，可能是因為經過長期的訓練之後，伸肌的發達效果優於腿後肌而造成此現象，因此在訓練中應以漸進之方式增強屈肌向心的肌力，以免因屈肌與伸肌力的不平衡而導致傷害發生。

Ellenbecker and Roetert (1995) 以優秀青年網球選手為研究對象，探討等速向心肌力特性，結果得到 F/E ratio 的範圍為 59~69%。研究者也發現網球選手的 F/E ratio 低於其他文獻所得比

值的 15-30%，可能是因為優秀選手的伸肌肌力較佳，造成比值偏低的現象。

陳俊忠、吳昇光 (1991) 研究優秀舉重選手膝伸肌與屈肌之等速肌力，結果發現在角速度  $60^{\circ}/s$  下，男女慣用腳及非慣用腳平均值之範圍為 46.7~51.7%；在角速度  $180^{\circ}/s$  下，為 54.4~57.5%；在角速度  $300^{\circ}/s$  下，為 63~69.4%。相較之下，結果所得之 F/E ratio 明顯的比一般人低，因此建議舉重選手應加強膝屈肌之肌力訓練，其目的有二：(1) 降低膝關節轉動和脛骨前移的剪力和扭力以減少膝關節之運動傷害。(2) 增加膝關節的穩定性，以提高試舉之成功率。由此說明，肌力的平衡對於運動項目而言，除了會影響運動表現外，亦是監控及預防傷害發生的重要參考因素。

整合上述文獻發現，F/E ratio 會受年齡、性別、活動型態 (李水碧, 1996)、訓練年齡以及競技層級等因素所影響 (Siatras et al., 2004)。此外，重力校正、實驗方法等的不同也會造成 F/E ratio 評估上的誤差 (李水碧, 1993)。因此，進行 F/E ratio 檢測時必須要注意到上述之影響因素，並有效控制變項誤差的產生。

F/E ratio 提供有效的資訊來檢視肌力的不平衡，亦幫助建立安全的肌肉等速復健治療的參考指標 (Siatras et al., 2004)。拮抗肌與作用肌肌群之間的平衡是關節穩定度的重要因素，對於不同

運動項目選手也可預防關節與肌肉的傷害 (Burkett, 1970 )。

Mameletzi and Siatras ( 2003 ) 也認為，F/E ratio 能夠提供對膝關節穩定度及預防傷害有關的重要訊息，特別是對持續處於高強度訓練的運動員更為重要。

統整上述之所有文獻觀點，皆指出肌力平衡與否對於運動表現及傷害發生有相當的影響，說明了 F/E ratio 對運動員的重要性。而許多研究也針對此議題進行深入之探討，對 F/E ratio 之相關研究整理如表一所示。

表一 膝關節 F/E ratio 之相關研究

研究者	受試者	性別	年齡(歲)	角速度	F/E ratio(%)
李水碧 (1993)	田徑選手	男	17.7	180°/s、300°/s	58
陳俊忠、吳昇光 (1991)	舉重選手	男女	19-21	60°/s、180°/s、300°/s	47-69
Ellenbecker & Roetert (1995)	網球選手	男	15-16	180°/s、300°/s	59-69
Calmels et al. (1995)	體操選手	女	11.3	60°/s、120°/s	54-62
Calmels et al. (1997)	健康者	男女	18-70	60°/s、120°/s、240°/s	55-63
Colliander & Tesch (1989)	健康者	男女	27	30°/s、90°/s、150°/s	58-69
Geradimos et al. (2003)	籃球選手	男	12-17	60°/s、180°/s	62-70.5
Gür et al. (1999)	足球選手	男	18-28	30°/s、180°/s、240°/s、300°/s	55-63
Holm et al. (1994)	健康者	男女	22.5	60°/s、240°/s	59-73
Jonhagen et al. (1994)	短跑選手	男	21	30°/s、180°/s、270°/s	55-104
Kellis et al. (1999)	足球選手	男	13	60°/s、120°/s、180°/s	63-73
Kramer et al. (1994)	健康者	男女	24.6	60°/s	90-95
Magalhaes et al. (2004)	排球、足球選手	男	21-25	90°/s、360°/s	50-82.5
Mameletzi & Siatras (2003)	游泳選手	男女	11	60°/s、120°/s、180°/s	62-69
Morris et al. (1983)	田徑選手	男	20.1	30°/s、60°/s、180°/s、240°/s、300°/s	63-87
Pontaga (2004)	籃球、手球選手	男	24.3	100°/s、200°/s	61-70
Stafford et al. (1984)	橄欖球選手	男	20.5	90°/s、180°/s、300°/s	67-85
Siatras et al. (2004)	體操與游泳選手	男	10.3	60°/s、120°/s、180°/s	68-88
Westing & Seger (1989)	體育系女學生	女	22.8	60°/s、120°/s、180°/s、240°/s、300°/s	61-78

### 三、慣用腳與非慣用腳肌力比值 ( Dominant Limb / Non-Dominant Limb )

肌力測量結果，左右肢體可相互比較，左右兩側相差在 10-15% 以內算是正常差異(林正常，1996)。Hageman, Gillapsie, & Hill ( 1988 ) 也指出慣用腳與非慣用腳間肌力的差異在 10% 以上，會使下肢傷害的危險性提高。此外，對於健康者或跑步選手而言，兩邊肌力差異太大時，可能容易造成運動時身體重心傾斜，久而久之下肢易造成慢性運動傷害，或影響跑步動作 ( 吳昇光，2000 )。因此，慣用腳與非慣用腳肌力差異之比較亦是不可忽視的重要課題。

在相關的研究中，Morris, Lussier, Bell, & Dooley ( 1983 ) 的研究探討中距離及長跑選手，發現中距離及長跑選手慣用腳與非慣用腳間伸肌的差異為 6-9%，屈肌的差異則為 8-11%。

Tourney-Chollet, Leroy, Léger & Beuret-Blanquart ( 2000 ) 分析足球選手膝關節之等速肌力表現，發現兩腳相同肌群的對稱比較之比值差異皆低於 10%，其伸肌力比值差異 ( E/E ratio ) 約為 2%，屈肌力比值差異 ( F/F ratio ) 則為 4-5%。

Magalhaes, Oliveira, Ascensao, & Soares ( 2004 ) 探討排球與足球選手股四頭與股二頭肌之等速向心肌力特性，比較慣用腳/非



慣用腳之相同肌群差異，發現排球選手的伸肌比值差異為 7-10%，屈肌比值差異則為 6-14%；足球選手之伸肌比值差異約為 7%，屈肌比值差異為 10-12%。

Tourney-Chollet et al. (2000) 以足球選手為研究對象，發現足球球員兩腳的伸肌力差異為 1.65-2.08%，屈肌肌力差異則為 0.9-1.3%。

Calmels et al. (1995) 以青年女子體操選手作為研究對象，結果顯示慣用腳與非慣用腳之最大力矩、總作功、屈伸肌最大力矩比或總作功比，無顯著差異。而 Chollet et al. (2000) 研究則發現足球選手的慣用腳於  $240^{\circ}/s$  向心肌力高於非優勢腳。

Housh et al. (1996) 研究也顯示，年輕足球選手的慣用腳與非慣用腳肌力有顯著差異。但男性正常年輕人與跑步選手慣用腳與非慣用腳之等速向心肌力最大力矩並無顯著差異。不過，男性正常年輕人在離心收縮與等長收縮上慣用腳有大於非慣用腳之趨勢。在向心收縮上顯示，跑步為兩邊伸肌力幾近相近，且兩腳向心肌力平均值差異皆在 10% 以下。

在一些非對稱的運動項目中（足球、網球），左右兩側的肌力可能會有顯著差異存在（林正常，1996），以及對稱肌群比值

不平衡的情況發生。而跳遠近似於非對稱運動項目之一，因此本研究便針對跳遠選手進行兩腳相對肌群肌力的平衡狀態之分析。

#### 四、最大力矩、屈/伸肌力比值與運動表現之相關

等速測力儀被廣泛的使用於評估不同角速度之肌力表現，其中探討最大力矩與運動表現之間的關係更是使用等速測力儀的一個重要課題（Tsiokanos, Kellis, Jamurtas, & Kellis, 2002）。而針對於此課題已有許多研究進行了相關的分析，包括等速最大力矩與垂直跳表現之相關研究（Blackbur and Morrissey, 1998；Destaso, Kaminski, & Perrin, 1997；Malliou, Ispirlidis, Beneka, Taxildaris, & Godolias, 2003）。

在各種的活動中，膝肌群肌力一直扮演著重要的角色，且對膝關節的功能、穩定度及預防膝關節傷害來說是非常重要的要素（Pääsuk, Ereline, & Gapeyeva, 2001）。許多研究也以此肌群肌力表現為研究方向，藉以了解膝肌群肌力對運動表現之影響，特別是垂直跳。Destasio et al. (1997) 研究便發現，等速離心和向心力矩與深蹲跳（drop jump）有高相關，且指出等速肌力的測量對於訓練的監測及復健的進展方面也有很大的益處。

過去針對等速最大力矩與運動表現研究中，皆證實兩者間有顯著的相關性。其中 Tsiokanos et al. (2002) 進行相關之研究，證實膝關節等速向心肌力與垂直跳有中到高的顯著相關。Malliou et al. (2003) 以 60°/s 和 180°/s 之等速肌力測試，探討最大力矩與垂直跳之相關，發現在不同角速度下之跳躍高度與膝關節力矩皆有顯著相關。Pääsuk et al. (2001) 以運動員與非訓練者為對象探討膝關節等速肌力與下蹲跳之相關，研究發現膝關節伸肌最大力矩與下蹲跳高度呈顯著相關， $r=.70\sim.82$ 。Negrete and Brophy (2000) 研究結果也證實等速肌力與垂直跳表現有顯著相關，其相關係數為  $r=.65$ 。

上述文獻僅探討最大力矩與運動表現的相關，而對於 F/E ratios 與運動表現間的相關性則尚無研究進行分析，因此值得未來的研究針對此課題做進一步的探究。

## 五、總結

等速測力儀是評估肌力之客觀且有效的工具，而肌群肌力比值的評估對於肌力不平衡之檢測、預防傷害或復健的監控更是重要之資訊。就如文獻所強調，F/E ratio 是預防傷害的重要參考指標，故訓練時必須注意到肌力之平衡才能夠保證關節的穩定以及

肌肉功能的健全。因此確實分析 F/E ratio，提供有效的資訊以檢視肌力的平衡與否，對所有運動項目而言是一重要之課題。是故，本研究採用等速測力儀來評估跳遠選手之膝關節等速肌肉功能，以提供有益之肌力比值的數值，作為跳遠選手肌力平衡檢測之參考指標，以及作為教練檢視訓練效益，防止運動傷害與作為傷後復健狀況之參考。