

## 第壹章 文獻探討

### 第一節 引體向上相關文獻

#### 一、引體向上在肌群應用及動作分析相關文獻

在運動訓練法中，肌力訓練必需考量使用者年齡及身高，建議不宜過度負重，以顧及身體發展重要性，引體向上於上肢訓練法中適合多數年齡層採用。黃富元(1984)在小學單槓研究中指出，單槓運動是以槓為支點，利用雙臂支撐或懸垂體重來實施各種擺振或迴環的身體動作。對於體能發展和適應能力提升有很大幫助，茲分述其價值於(一)補強體力，增進體格之均衡發展；(二)發達上肢、胸、腰、腹、背、肩等肌力及肌耐力；(三)提高敏捷性、柔軟度及平衡感；(四)可訓練神經與肌肉之協調，增進適應環境之能力。潘文生、徐棟英(2004)為針對提升國軍引體向上測驗成績，將動作期區分為：懸垂姿勢期及拉引動作期，同時針對肌群輔助訓練劃分為：肩關節內收肌群(包含斜方肌、菱形肌、闊背肌、胸大肌、大圓肌、小圓肌、棘下肌及肱二頭肌)、肘關節屈肌群(包含肱肌、肱橈肌及旋前圓肌)及橈腕關節的屈、伸腕肌群(包含橈腕曲肌、尺腕曲肌、淺指屈肌、短拇伸肌、長拇伸肌、食指伸肌、長拇屈肌、深指屈肌及蚓狀肌)三大部分進行訓練，結果發現加入肌群輔助訓練及動作分析的引導，可達到測驗成績的提升。陳忠(2001)也提出反握引體向上可進一步訓練肱二頭肌、肱肌和前臂旋外肌群的力量，正握則是訓練到肱橈肌和前臂旋內的肌群力量，但由於正握引體向上肌群同步收縮的單位較少，故較費力，於訓練上較有其效果。本研究也將參考此動作分期及相關肌群進行動作分析，以便得知引體向上其肌群作用狀況為何；並使用肌電分析試圖得知其作用肌、拮抗肌及相關肌群作用有何差異。

此外，林正常(1998)認為肌力是指肌肉克服或抵抗阻力時，經收縮後所產生的張力，肌力與運動能力相關雖密切，但相當少運動是直接使用最大肌力的(如舉重)。因此在訓練上，肌耐力較為重要，所以若要以上肢為主要的訓練時，建議引體向上為肌耐力的評量向目之一。

雖然引體向上適合應用於上肢訓練法中，但握槓方式卻因人而異，握

槓距離及正、反握沒有一定標準，應用於肌力訓練法上似乎還有很大討論空間。許樹淵(1975)指出，在非體育系大專生 47 人及體育系暑期國中師資 42 人中發現，引體向上握法因人而異，有的正握，有的則喜好反握，從解剖學上來看，當人站立成自然姿勢時，雙手掌心向前，尺骨在內，橈骨在外，這姿勢於握槓時則為反握；當正握，橈骨成為內，尺骨為外，下尺橈關節向內翻轉，和反握成相反握勢，肌群則有闊背肌、後三角肌、肱二頭肌、肱前肌、肱橈肌、斜方肌和菱形肌參與作用。動作平均次數上則反握比正握多 1.5 次以上，經訓練後，正握比反握進步快。許樹淵(1975)建議，往後應利用科技進步之便，加以進行肌電圖及攝影法予以分析。

動作分析中，那樹森、劉靜民(1997)區分為擺動和靜止引體向上，他們以 100 名男性大學生進行測試，並進行兩動作間的力學分析結果發現：(一)靜上向上時，體重全集中在整體質心中垂線上，手臂拉力方向通過質心，忽略人體擺動時則會均速向上拉起(如圖 2-1)；擺動向上時則區分為二階段：1、利用身體變形和預備動作為第一階段；2、擺動後到最高位置，質心從 N 點擺動到 M 點與回擺一瞬間的切線加速度(a)為第二階段(如圖 2-2)。差別在於一個有位能，另一個則無。(二)由於肱二頭肌及肱三頭肌都屬雙關節肌，雙關節肌因能使動能轉換，較省力因素，擺動可使雙關節肌得到充分伸展情況下，因此，擺動會比靜止省力。固建議若增強肌肉力量和身體素質為目的時，則應以靜止引體向上為主要練習方法。

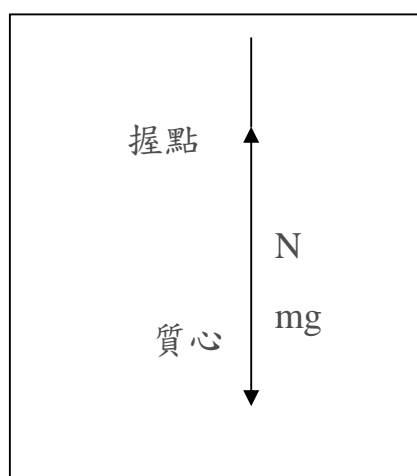


圖2-1 靜止引體向上動作分析圖

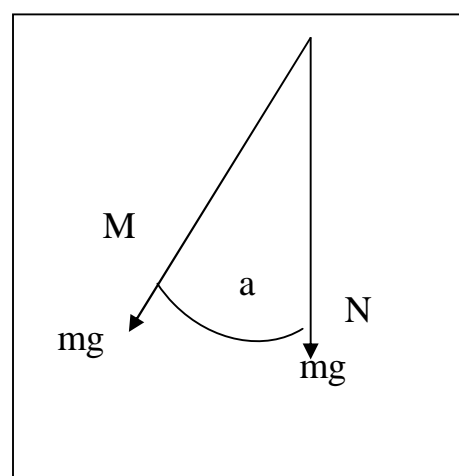


圖2-2 擺動引體向上動作分析圖

此外，許家銘(2005)以一名大專體育系男性進行正、反握槓，抓槓距離與肩同寬方式來觀察八個肌群的積分肌電及平均肌電振幅分析時發現，反握肌群的各項肌電值皆比正握高，以反握抓槓方式可訓練到較多的上肢肌群，但因受試人數少，還無法推估至大多數人。

## 二、引體向上應用於訓練法相關文獻

採用引體向上來進行上肢體能或技巧訓練是常見的，在文獻中也有多位學者提及。嚴慶田(1973)在肌力訓練之研究中提出，引體向上動作可分為一般及頸後引體向上兩種，可訓練闊背肌、大圓肌、肱二頭肌、前臂諸肌等。適用於體操、網球、角力、柔道、標槍、撐杆跳等之輔助運動。黃景鶴(2000)指出，柔道選手若上肢肌力足，在頸部傷害便可降低，胸大肌、肱二頭肌、肱三頭肌、三角肌及斜方肌的肌力訓練相當重要，不僅頸部肌力要夠，其周圍肌群肌力強也是必要的，可利用爬繩、爬布或單槓來加強訓練。謝和龍(2001)在室內拔河運動肌力訓練法中說明，拔河運動上肢肌群極需發展靜態肌力和肌耐力，成績進步與否，有賴於拉力的提升，而作用肌群主要有屈指肌群、斜方肌、菱形肌、胸大肌、胸骨側、闊背肌、圓大肌、後三角肌、肱三頭肌，建議在訓練方中可加入重量訓練器材的下拉動作、划船動作及單槓訓練。許弘恩與徐永憶(2003)提及中國大陸、法國、日本及俄羅斯等國優秀撐竿跳選手在運動訓練法中皆採用引體向上進行體能訓練，除可訓練上肢及軀幹相關肌群外，因單槓可讓選手固定練習騰空倒立，故亦有學習遷移之訓練效果。

因此我們可得知，引體向上在上肢肌力訓練法使用普遍，引體向上不僅可達練習肌力的目的外，還可以同時訓練到鄰近相關肌群，可謂是訓練肌群的範圍很廣，這是單一重訓器材所不及的。

## 三、上肢關節及肌群訓練相關文獻

邱榮基、張又文(2003)針對肩關節探討其生物力學與功能解剖之分析中提到，肩關節是(一)為人體活動度最大複合式關節(complex joint)；(二)

由肩關節及肩胛骨上的肌肉提供穩定構造。因此，肩關節可承受激烈運動及強大力量，不同運動項目其身體組織也不盡相同，運動傷害也有特定病理及病因。以往為提升運動表現會將肌力訓練納入訓練計劃中，但若只是將肌肉練大、練的更有力，則似乎較為沒有效率，因為肌肉變大，會是身體負擔一部分，包含耗氧量…等；然而運動表現的提升則是需要做整合性的考量，如肌肉收縮是藉助肌腱與韌帶等軟組織才能將力傳導至骨骼，若訓練只考量肌纖維，而忽略周圍組織在應用及應變的能力配合(如柔軟度)，便會使訓練效果降低，甚至運動傷害。單槓除訓練肌群肌力外，也可採活動設計，用於提升肩關節柔軟度訓練，以減少肩關節傷害。

此外，在向心及離心肌肉收縮文獻中，Jones and Rutherford (1987)指出，同樣工作量，離心收縮所產生力量比向心收縮高 45%，但向心收縮的代謝消耗卻是離心的六倍之多，故離心收縮比向心收縮更有力學效益。Komi and Buskirk(1972)進行等速測量儀做為測驗和訓練時發現，離心訓練提升肌力效果比向心訓練進步多，在離心訓練組中，其離心、向心和等長收縮的力量均有顯著提升；但向心訓練組僅離心和向心收縮有顯著提升。在引體向上動作中，作用肌群在上拉，或恢復懸垂姿勢，皆持續進行向心及離心作用的互相交換，肌力較強者可於身上增加附重，可提升向心肌群訓練效果；恢復懸垂姿勢時間拉長，亦可訓練離心肌群。

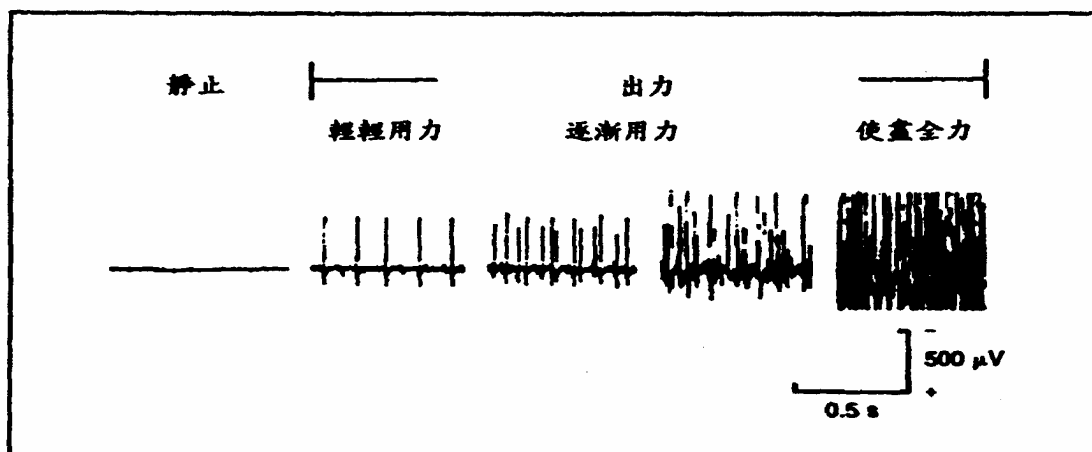
## 第二節 肌電圖應用之相關文獻

### 一、肌電原理

人會有想法、能思考、也有情緒變化，是因為大腦神經細胞活動結果；能跑、跳，也能做出各種肢體動作，則是因肌肉內運動單位(motor unit)活動結果。神經細胞的細胞膜在靜止狀況維持靜止膜電位(resting membrane potential)，約在-60 毫伏(mV)左右，但在受到刺激後，細胞膜電位往往會去極化(depolarization)，若膜電位超過閾值便會產生動作電位(神經衝動 action potential)。動作電位沿著軸突傳到神經末梢，促使末梢的突觸釋放神經傳導素(neurotransmitter)，並接合到突觸後的細胞受體。傳導素接合到受體後會影響細胞離子通透性進而改變突觸後的細胞電位。肌細胞平時也維持一種靜止膜電位約在-90 毫伏(mV)左右，而膜內外電位差存在約 60~90 毫伏(mV)上下，膜內為負值，膜外為正值。當肌纖維興奮時，會造成膜位極性改變，膜內為正，膜外為負。運動神經的動作電位傳導到神經末梢時，會促使乙醯膽鹼(acetylcholine)從神經肌肉連接處釋放出來，讓肌細胞去極化並產生動作電位。因為神經細胞和肌肉細胞都很容易產生動作電位，所以稱神經與肌肉的組織為易興奮組織(樓迎統、陳君侃、黃榮棋和王錫五，1996；Cram, Kasman, & Holtz, 1998；Robertson, Caldwell, Hamill, Kamen & Whittlesey, 2004)。在 EMG 活動電位影響下會有不同傳導速率，活動電位移動速率，提供頻率構成表面的 EMG。因此，了解影響傳導速率與力量關係也是很重要，因為活動電位是離子一個接一個產生，每個活動電位速率傳導沿著肌纖維，且在肌纖維內進行離子交換進而改變傳送速率，不同傳送速率一般認為是因每條肌纖維都有不同組織化學及構造上特有特色。肌纖維活動電位振幅趨大是纖維快速抽動。此外，急劇活動電位是快和慢肌纖維抽動不同造成，因為快速抽動纖維活動電位離子快於慢速抽動活動電位離子(包含退極化和恢復極化)。所以快速抽動纖維比慢速抽動纖維有較快的傳送速率。大直徑肌纖維總能製造比小肌纖維多的活動電位，原因是有較多的鈉在活動。

當骨骼肌因興奮活動時，藉由肌纖維動作電位傳導和擴佈，產生電位

變化。將這些電位變化加以引導、記錄所得到的圖形，稱為肌電圖 (Jeffrey, 1998 ; Robertson, 2004)。圖 2-3 為力量大小不同及肌電振幅波型變化之狀況，可顯而易見的是力量大小會改變振幅密度。



(陳威宏、謝松蒼，1999)

圖 2-3 力與肌電振幅密度圖

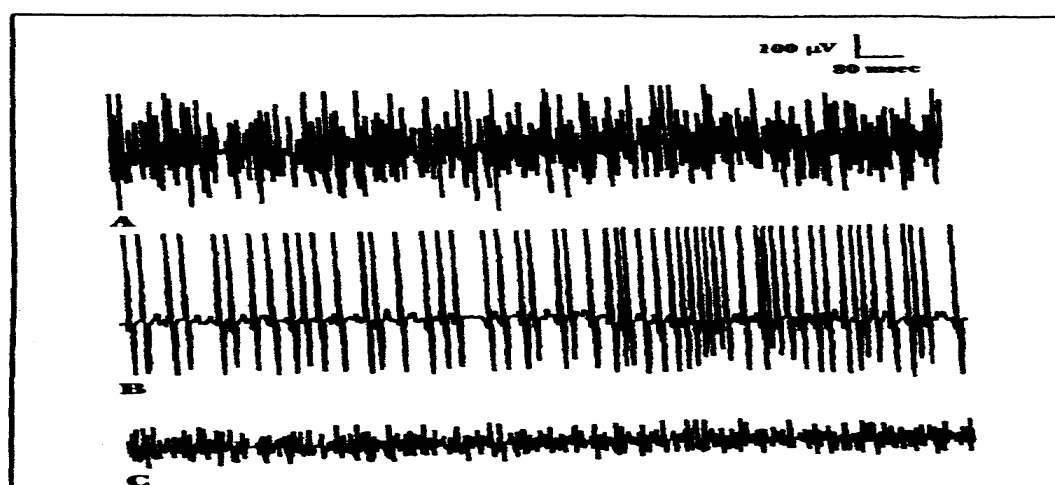
承上述，在取得肌電訊號後，林正常(1996)認為表面肌電圖最大用力收縮之 IEMG 值也會隨力量逐漸提昇而提昇且可用於評估力量訓練效果。陳家徽(2000)在肌電圖與肌肉研究運用中指出(1)肌張力與肌電圖的關係密切，利用肌電圖研究肌肉力量是一項精準的研究工具；(2)利用肌電圖振幅變化和頻譜分析可以深入研究肌肉疲勞問題，並可加以分析參與肌肉的關係。從 EMG 所獲得資料中得到肌纖維徵召運動單位情況，Mcardle, Katch and Katch(2003)指出，當力量小時只徵召少數運動單位，隨著力量增加，運動單位的徵召也隨之提升，直到肌肉進行最大用力時，則會活化所有運動單位，至疲勞為止。

## 二、肌電圖與肌肉力量相關研究

根據肌電訊號振幅，EMG 可以判定肌肉力量程度，例如：當人丟球時從那裡產生了力量，而所牽動肌肉又有哪些參與作用呢？這些解答需要我們對肌電振幅及肌肉力量之間關係有所了解才行。肌力產生有二種因素：

運動單位活性化的頻率及活性化的數量。活化的運動單位少，頻率慢，則動作較為不用力，需要爆發力時則反之(Robertson 等, 2004)。Pollak(1980)、Lawrence and Deluca (1983)及 Komi, Kaneko and Auro (1987)都指出積分肌電與肌肉張力在等長收縮時呈直線關係，當肌張力增加，肌電振幅也會增加，其肌電信號的積分值與肌力呈正比關係。Nigg and Herzog(1999)提到等長收縮時，肌肉力量之間關係通常是線性肌電振幅，線性漸強改變會造成肌肉力量漸強，改變這些肌電圖振幅增強是因為好幾個運動神經單位集結及運動神經單位起動率增強所造成，因此，肌電圖與肌肉力量之間關係分析需經過神經肌肉及運動特性評估，我們也要考量肌肉收縮時的形式(等長 vs 等張)，形式有所不同，牽動了肌肉範圍中拮抗肌及作用肌改變及代表著運動單元活性化的肌電圖記錄範圍。

而在相同單位時間內，肌電振幅表示不同運動單位的動作電位在去極化階段累加的結果。陳威宏、謝松蒼(1999)曾利用肌電圖振幅來指出肌肉無病正常人與有神經系統疾患者因神經傳導不一，導至肌肉表現出的肌電圖也完全不同，從圖 2-3 可看出 EMG 在肌群表現評估是一個依據，其中 A 為正常；B 為神經病變，所以 B 振幅之運動單元電位數目減少，而少數運動單元電位以高頻率放電，結果成不完全干擾；C 為肌肉病變，運動單元電位數目並未減少，干擾電位看起來正常，但運動單元電位都是小振幅與短波時之波型。



(陳威宏、謝松蒼，1999)

圖 2-4 正常與病變之振幅比較圖

向心收縮及離心收縮在 EMG 表現上有所差異，Moritani、Muramatsu and Muro(1988)提到，利用表面肌電圖測出離心收縮的肌電振幅、平均力量頻率與被激發的運動單位均小於向心收縮。Komi 等(1987)發現於相同負荷下，肌肉離心收縮時，肌電活動程度維持一定，但向心收縮時，收縮速度越快，肌電活動越明顯。

### 三、肌電圖訊號的標準化

從不同對象、肌肉、日期，擷取到的肌電訊號不可直接比較，肌電訊號收集會受到技術上或生理因素而改變，肌電訊號會因處理過程不一而產生變化，但將訊號標準化後，即可作為比較之依據。目前標準化技術，通常指受試者會被要求進行最大自主等長收縮，最大等長收縮取得可採靜態方式，依肌纖維收縮方向給予抵抗，利用最大等長收縮之肌電圖幅度進行標準化。其二則採動態收縮時，參考使用該肌群最大肌電圖活動數值，如在走路、步伐中，動作循環能分割為數個邏輯時段，而這些時段與步伐循環時期相符，然後最大肌電圖幅度就會呈現 100%，步伐循環的其他部分肌電圖幅度就會被標準化至這最大值。Chaffin(1980)曾將肌電訊號及 MVC 關係進行研究，其中提到最大肌力的 40% 以下強度時，肌力與肌電成線性關係；60% MVC 以上時，肌力與肌電也成線性關係；而當肌力在 40%~60% MVC 時，肌力與肌電則和工作負荷往往不呈線性關係。

### 四、肌電圖在運動訓練上的應用

Coutinho(2004)曾以一名台維斯盃國家代表隊網球選手進行網球平擊發球及上旋發球時上肢肌電形態研究，他以上肢八個肌群 IEMG 評估不同發球形態時肌群表現及作用肌和拮抗肌之間的協調情況。而李佳倫、林貴福(2004)也曾利用 IEMG 來進行八名釜山亞運射箭選手在拉弓時，伸展至放箭瞬間，八個相關肌群與三種不同距離表現之關係。因此，本研究也將利用肌電系統之肌電振幅、IEMG 來評估三種不同抓槓距離時，正、反握槓之引體向上與八個作用肌群之關係。

肌電訊號是來自於肌肉纖維膜的離子電荷，神經活化會造成短暫離子



濃度改變，使肌肉纖維之運動電位在肌纖維膜中傳導造成改變，電位頻率設定、放大器及分析技術可用來偵測小處理及描述訊號。使用者應注意有不少技術上的問題會影響肌電圖訊號特性。肌電圖應用領域的例子，如復健臨床醫學、牙科學、步伐分析、生物回饋控制、運動神控制、生物工程學以及疲乏分析都顯示出藉由肌電圖我們可以研究很多問題。

### 第三節 結語

基於為了將上肢各肌群有效率訓練，有利於成績提升，並可減少訓練中引發運動傷害，引體向上是訓練上肢肌力方法之一，但其效果及動員那些主要肌群則需進一步確認。另一方面，引體向上除可提供競技上的體能訓練外，亦是手臂體適能不可或缺項目之一，更應鼓勵推廣，可於往後建議，納入體適能測驗項目中缺少上肢測驗項目的不足。最後，利用 EMG 將可使我們更了解引體向上肌群作用情況，並以不同抓槓之引體方式訓練不同的運動項目，以利成績提升表現。