

國立臺灣體育運動大學
競技運動學系暨碩士班碩士學位論文

抓舉試舉成功與失敗之生物力學分析

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE SUCCESSFUL
AND UNSUCCESSFUL SNATCH LIFTS



研究生：莊銘修 撰

指導教授：張立羣 副教授

中華民國 102 年 7 月

抓舉試舉成功與失敗之生物力學分析

摘要

本研究目的為比較抓舉試舉成功與失敗動作之差異，並探討試舉失敗的原因，以 8 名國立臺灣體育運動大學男子舉重隊員為研究對象，試舉個人最佳成績 90% 的重量三次，藉由兩部數位攝影機拍攝抓舉動作表現。選取每位受試者的試舉成功與失敗動作，利用動作分析系統進行三度空間數位化處理與資料修勻後，再計算各項運動學資料；最後經由相依樣本 t 檢定考驗試舉成功與失敗動作之差異。研究發現，試舉成功與失敗在槓鈴運動學上，第一次拉結束點的垂直速度、槓鈴最大垂直高度與標準化最大垂直高度達顯著差異 ($p < .05$)；在肢體動作上，離地瞬間的上臂與垂直軸之夾角、第一次拉結束點的上臂與軀幹之角度、第二次拉結束點的上臂與前臂之夾角的角速度、第二次拉結束點的髖關節角度、髖關節最大角度、膝關節與踝關節最大角速度、身體重心“近”運動型態之水平位移、槓鈴-身體重心最大垂直高度差，皆達顯著差異 ($p < .05$)。造成試舉失敗的原因，為選手將槓鈴拉離地面時的上臂與垂直軸之夾角過大以及第一次拉結束點的上臂與軀幹之夾角過大，使得槓鈴在第一次拉的垂直速度較慢，而身體重心向前移動接近垂直參考線，加上第二次拉階段的下肢伸展不足，造成槓鈴最大垂直高度較低，使得下蹲支撐空間的不足，造成試舉失敗。

關鍵詞：舉重、槓鈴、上肢、下肢、身體重心

Biomechanical Analysis Of The Successful And Unsuccessful Snatch Lifts

Abstract

The purpose of this study was to compare the difference of the technique performance between the successful and unsuccessful snatch lifts, and to investigate the case of the unsuccessful snatch lifts. The study was performed on 8 weightlifters of the National Taiwan University of Physical Education and Sport. Two cameras were used to record the three lifts at 90% of 1 RM. Subsequently, for 3-dimensional kinematical data were selected the first lifts both of the successful and unsuccessful snatch lifts on the same lifter, and then to digital and filter the raw data by using the motion analysis system. Finally, the differences between the successful and unsuccessful lifts during the snatch technique were analyzed the t-test for dependent sample. The results showed that the vertical velocity of the barbell at the ends of the first pull, the maximum vertical height of the barbell and normalized maximum vertical height of the barbell were significantly difference ($p < .05$) at the barbell kinematics between the successful and unsuccessful snatch lifts. At the limb of the motion, the angular of the upper-arm relation to the vertical axis at the lift-off moment at the frontal plane, the angular of the upper-arm relation to the trunk at the ends

of the first pull, the angular of the upper-arm relation to the forearm at the ends of the second pull, the angular of the hip joint at the ends of the second pull, the maximum angular of the hip joint, the maximum angular velocity of the knee joint and maximum angular velocity of the ankle joint, the toward of the horizontal displacement on the body of CM, the difference by the maximum vertical height of the barbell-body CM were significantly difference ($p<.05$) between the successful and unsuccessful snatch lifts. The causes of the unsuccessful lifts were performed the wide range of the maximum angular of the upper-arm relation to the vertical axis at the lift-off moment at the frontal plane, and then to increased the upper-arm relation to the trunk at the ends of the first pull. On the contrary, it was making the slow of vertical velocity of the barbell at the ends of the first pull. And unable to obtain the effective of the initial velocity when the barbell was lift-off the floor, and to caused the body of CM to moving forward the vertical reference line. Finally, due to the lower limb motion are performed poor, and to cause the maximum vertical height of the barbell and lead to the distance of the support the barbell was unable to obtain in it.

Key Words: Weightlifting, Barbell, Upper limb, Lower limb, CM of Body.

誌謝

俗話說『玉不琢，不成器；人不磨，不成“氣”』，這句話應驗了我在碩士班的四年生活，在這期間最要感謝的是亦師亦友的指導教授 張立羣老師，他的雕琢與磨練，是成就玉器與氣候的最重要關鍵。除此之外，老師總是在百忙之中抽空與我討論實驗的方向，並且給予我們獨立思考的空間來規劃期刊寫作、研討會發表，更為重要的是老師永遠以極細心與耐心來指導我們，也在時常關心學生們生活上的一切，老師謝謝您。此外，也要感謝我的口試委員 邱宏達老師與吳鴻文老師，你們在百忙之中抽空替學生釜閱論文，並給予論文寶貴意見與精闢見解，使得論文更推向完美的光彩因子，謝謝老師。

我們的競技運動學系的大家長 方世華主任、林華韋老師、我的兩位導師 吳昇光老師與石佑翎老師、莊艷惠老師以及授業知識的各位教授，有你們的關懷、照顧與知識上的賦予更使我成長、茁壯與堅強，謝謝各位老師；此外，也謝謝 佩欣學姐在系辦的指導與關心，並且抽空校正論文格式，真的非常感謝您；還有我的 Partner：羿蓁、偉達、芸蔓、柏坊、漢城、俊瀚，以及少不了的老吳、崇富、小軍、凱涵、予藍，還有 98 級碩士班全體同學、學妹竺穎與 XS，有你們這群「甘心兼換貼」的朋友與祝福，讓 銘修 獲得更大動力繼續往前邁進。另外，如果沒有臺體大舉重隊蘇文仁總教練、屠國華教練、王信淵教練以及全體隊員的幫忙，我的論文則無法完成，在此致上最真誠的心，謝謝你們。

爸、媽：謝謝您們的勞心勞力與夜以繼日的苦心換得兒

子在求學路上，而無後顧之憂；我知道您們永遠覺得我的事情很多也好像忙不完的樣子，但是請您們放心，兒子更加確定未來的方向該如何走，並且會比現在更加努力來回報您們的養育與栽培之恩；另外，小弟：謝謝你陪老哥談天說地、運動與忙碌資料到半夜，我真的很榮幸可以有你這位弟弟，謝謝你。

銘修 僅以這份喜悅與薄薄的論文來感謝各位師長、朋友與家人，並分享此時此刻的榮耀於你們，沒有你們的關懷與包容就不會有站在這裡的銘修。

“Life is like riding a bicycle. To keep your balance you must keep moving” – By Albert Einstein.

銘修 僅誌

中華民國一〇二年七月二十二日於
國立臺灣體育運動大學競技運動學系暨碩士班

目錄

中文摘要	I
英文摘要	II
誌謝	IV
目錄	VI
表目錄	VIII
圖目錄	XI
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究目的	4
第三節 研究假設	4
第四節 研究範圍	5
第五節 研究限制	5
第六節 名詞解釋與操作性定義	5
第貳章 文獻探討	8
第一節 抓舉動作特徵	8
第二節 抓舉之槓鈴運動特徵	11
第三節 抓舉之上肢、下肢運動型態	23
第四節 試舉成功與失敗動作之比較	25
第五節 文獻總結	27
第參章 研究方法	28
第一節 研究對象	28
第二節 實驗時間與地點	29
第三節 實驗儀器與設備	30
第四節 實驗流程與步驟	31

第五節 資料處理	34
第六節 資料分析	42
第肆章 結果	43
第一節 抓舉試舉成功與失敗動作之動作時間	43
第二節 抓舉試舉成功與失敗動作之槓鈴運動表現	44
第三節 抓舉試舉成功與失敗動作之肢體動作表現	50
第伍章 討論	71
第一節 抓舉試舉成功與失敗動作之動作時間	71
第二節 抓舉試舉成功與失敗之槓鈴運動表現	73
第三節 抓舉試舉成功與失敗動作的肢體動作表現	77
第陸章 結論與建議	80
參考文獻	83
附錄一 受試者實驗同意書	90
附錄二 受試者資本資料	92

表目錄

表 2-1	抓舉各動作階段時間與總時間	10
表 2-2	三種槓鈴軌跡型態之使用率	13
表 2-3	槓鈴”近”、”遠”水平位移與軌跡水平移動範圍	16
表 2-4	槓鈴垂直變量	18
表 2-5	槓鈴垂直變量之百分比值	20
表 3-1	受試者基本資料表	29
表 3-2	人體肢段參數表	35
表 4-1	試舉成功與失敗之各階段的動作時間	43
表 4-2	試舉成功與失敗之各階段的動作時間佔總時間的 比率	44
表 4-3	三種槓鈴軌跡型態在試舉成功與失敗之槓鈴軌跡 型態之出現次數、使用率、成功率與失敗率	45
表 4-4	試舉成功與失敗之槓鈴軌跡型態的變化	45
表 4-5	試舉成功與失敗之槓鈴在各階段結束點的水平位 置	46
表 4-6	試舉成功與失敗之槓鈴”近”、”遠”水平位移運動 型態與槓鈴水平移動範圍	46
表 4-7	試舉成功與失敗之槓鈴在各階段結束點之垂直位 置	47
表 4-8	試舉成功與失敗之標準化槓鈴最大垂直高度	47
表 4-9	試舉成功與失敗之槓鈴在各階段結束點的水平速 度	48
表 4-10	試舉成功與失敗之槓鈴在各階段結束點之垂直速 度	48

表 4-11	試舉成功與失敗之槓鈴最大水平速度、最大垂直速度與最大速度出現時間	49
表 4-12	試舉成功與失敗動作之各階段結束點下肢關節角度	51
表 4-13	試舉成功與失敗動作之下肢關節最大角度與最大角度出現時間	52
表 4-14	試舉成功與失敗動作之下肢關節最大角速度與最大角速度出現時間	54
表 4-15	試舉成功與失敗動作在各階段結束點之 BCH 角度與角速度	55
表 4-16	試舉成功與失敗動作之 BCH 角度的最小角度、最大角速度出現時間	56
表 4-17	試舉成功與失敗動作在各階段結束點之上臂與軀幹之夾角的角度與角速度	58
表 4-18	試舉成功與失敗動作之上臂與軀幹之夾角的最大角速度與出現時間	59
表 4-19	試舉成功與失敗動作在各階段結束點之上臂與垂直軸之夾角的角度與角速度	61
表 4-20	試舉成功與失敗動作之上臂與垂直軸之夾角的最大最大角速度與出現時間	62
表 4-21	試舉成功與失敗動作在各階段結束點之上臂與前臂之夾角的角度與角速度	64
表 4-22	試舉成功與失敗動作之上臂與前臂之夾角的最小角度、最大角速度與最小角度出現時間、最大角速度出現時間	65
表 4-23	試舉成功與失敗動作之身體重心在各階段結束點	

	的水平位置與垂直位置	67
表 4-24	試舉成功與失敗動作之身體重心在各階段結束點 的水平速度與垂直速度	68
表 4-25	試舉成功與失敗動作之身體重心近-遠運動型態的 水平位移、身體重心最大垂直高度以及槓鈴-身體 重心最大垂直高度差	69
表 4-26	試舉成功與失敗之身體重心最大垂直速度、最大 垂直負速度與身體重心最大垂直速度出現時間、 最大垂直負速度出現時間	70
表 5-1	本研究與過去研究之試舉成功與失敗的時間	72

圖目錄

圖 2-1 膝關節屈、伸變化之抓舉動作分解圖	9
圖 2-2 槓鈴經過身體位置之抓舉動作分解圖	9
圖 2-3 三種槓鈴軌跡路線圖	12
圖 2-4 單峰與雙峰型態之槓鈴速度曲線圖	21
圖 2-5 下肢關節伸展與屈曲之曲線圖	25
圖 3-1 實驗流程圖	31
圖 3-2 場地佈置圖	32
圖 3-3 人體標記點位置與人體肢段劃分模型	36
圖 3-4 槓鈴”近-遠-近”之水平位移計算示意圖	38
圖 3-5 上臂與垂直軸之夾角示意圖	40
圖 4-1 受試者 B 的試舉成功與失敗之槓鈴水平與垂直速度曲線圖	50
圖 4-2 受試者 B 的試舉成功與失敗動作之下肢關節角度曲線圖	52
圖 4-3 受試者 B 的試舉成功與失敗動作之下肢關節角速度曲線圖	53
圖 4-4 受試者 B 的試舉成功與失敗動作之 BCH 角度曲線圖	56
圖 4-5 受試者 B 的試舉成功與失敗動作之 BCH 角速度曲線圖	57
圖 4-6 受試者 B 的試舉成功與失敗動作的上臂與軀幹之夾角的角度曲線圖	58
圖 4-7 受試者 B 的試舉成功與失敗動作的上臂與軀幹之夾角的角速度曲線圖	59

圖 4-8 受試者 B 的試舉成功與失敗動作的上臂與垂直軸之 夾角的角度曲線圖	60
圖 4-9 受試者 B 的試舉成功與失敗動作的上臂與垂直軸之 夾角的角速度曲線圖	62
圖 4-10 受試者 B 的試舉成功與失敗動作的上臂與前臂之 夾角的角度曲線圖	65
圖 4-11 受試者 B 的試舉成功與失敗動作的上臂與前臂之 夾角的角速度曲線圖	66

第壹章 緒論

第一節 研究背景

競技舉重(Olympic Weightlifting)競賽是由抓舉(Snatch)與挺舉(Clean & Jerk)兩個項目所組成，比賽名次判定乃依據兩項之最佳成功試舉重量加總，當選手的成績相同時，則以該量級之體重越輕者為冠軍。抓舉是比賽的第一個項目，且選手只有三次試舉的機會，當這三次試舉都失敗時，則無法參加挺舉的比賽。若是技術動作表現無法有效掌握，也會影響到後續的挺舉動作發揮，最後直接影響到成績的表現（白雪嶺、王洪生、張希安、季文婷、魏高峰與王成焘，2009；李文川，2010）。

抓舉動作是屬於一個連貫性高且速度快的技術特徵。此動作是將帶有負荷重量的槓鈴以一個連續且快速的動作將槓鈴提拉至一個高度，隨後選手快速向下蹲且做出肩關節外旋的動作來支撐與穩定下落的槓鈴，最後舉起槓鈴站起完成動作。在抓舉技術動作的研究上，研究者藉由抓舉動作不同階段的時間表現（莊銘修、張立羣，2010）、人體關節角度與角速度變化情形（湯文慈、鴻宗穎與陳柏揚，2009；Campos, Poletaev, Cuesta, Pablos, & Carratala, 2006；Gourgoulis, Aggelousis, Mavromatis, & Garas, 2000；Gourgoulis, Antoniou, Charistoforids, Mavromatis, & Garas, 2002；Gourgoulis, Aggelousis, Kalivas, Antoniou, & Mavromatis, 2004；Okada, Iijima, Fukunaga, Kikuchi, & Kato, 2008）、槓鈴運動軌跡（邱宏達、梁日蕾與吳再富，2009；Chiu, Cheng &

Wang, 2007; Chiu, Wang & Cheng, 2010; Isaka, Okada, & Funato, 1996)、機械功與功率(Garhammer, 1981, 1985, 1991, 1993, 2001)等各項指標來評價選手的抓舉表現。過去研究發現到，槓鈴運動軌跡有較小的前後偏移、在第一次拉的作用時間比第二次拉時間長且作功較大、而第二次拉的槓鈴速度快、動作時間短，則有很大的功率表現、抓舉過程中下肢髖、膝、踝三個關節在第二次拉期間達到最大伸展角度，此時與槓鈴到達最大垂直速度的時間幾乎同時發生。

上述這些研究結果都專注在分析世界級優秀舉重選手試舉成功的動作特徵。然而，有關試舉失敗動作的研究卻相當少，目前的文獻僅發現一篇比較試舉成功和失敗動作之研究。Gourgoulis, Aggeloussis, Garas, & Mavromatis (2009)研究希臘菁英男子舉重選手，結果發現到試舉成功與失敗的運動學與動力學參數大多無顯著的差異，唯一有差異的是試舉失敗的槓鈴離地到第一次拉期間的槓鈴合加速度與垂直線之間所形成的夾角顯著大於試舉成功；此外，Chiu & Liang (2010)、Chen & Chiu (2011)針對抓舉動作特徵與一個新的研究參數”BCH 角度”（即槓鈴中心與頸椎第七節之連線和頸椎第七節與髖關節之連線在矢狀面的投影所形成之角度）的變化情形進行探討選手向前跳躍與向後跳躍接槓的差異以及試舉成功與失敗的差異，其結果發現到向前跳躍與向後跳躍接槓、試舉成功與失敗動作之 BCH 角度並無顯著差異，但是優秀選手與一般選手在伸展髖關節將槓鈴推離身體瞬間以及槓鈴最遠離身體位置瞬間的 BCH 角度達顯著差異，其中優秀選手所呈現出來的 BCH 角度較一般選手小。

雖然上述研究中並未發現到試舉成功與失敗的差異性，

但是發現到優秀選手與一般選手的動作差異性。此外，過去研究以槓鈴重心與選手身體重心在抓舉過程中的運動表現，其結果發現到槓鈴重心若偏離選手身體重心，會導致動作不穩定而增加試舉失敗的可能性，因此身體重心的下降速度比槓鈴重心下降速度來的快，才能提升接槓的穩定性(王金成、許高魁，1991；張躍、蔡國均、盧青、王雲德與盧德明，1991；劉北湘、龍望春、覃憲勳與戴偉，2008)；然而，上述的研究結果並無法完整解釋造成試舉失敗的原因。

競技舉重競賽規則規定判定試舉失敗為選手在試舉時若雙臂出現屈伸（即二次推）動作、腳掌以外的身體觸碰舉重檯、上舉過程中其槓鈴碰觸頭部與下蹲接住槓鈴後未站起者等原因，但是在比賽中最常造成試舉失敗的動作為選手下蹲接住槓鈴時，因槓鈴太過向前或向後偏移，而導致槓鈴向前方掉落或向後方掉落。張守忠、王志鵬與馮狄（2009）指出槓鈴向前方掉落的原因主要是預備姿勢不正確、身體重心向前偏移、槓鈴上升高度不夠、兩臂向前移動、兩臂在下蹲接住槓鈴時沒有作出肩關節內旋動作與下肢力量不足而造成站立時向前掉落；而影響槓鈴向後方掉落的原因則是槓鈴遠離身體太遠、下蹲支撐之身體重心過於偏後、下蹲支撐的力量不足；但上述有關試舉失敗的原因尚未經過研究的證實。

因此探究抓舉試舉成功與失敗的原因能瞭解試舉失敗的動作特徵，不僅可以使優秀選手注意自身動作表現，更能夠改善時常造成試舉失敗之選手的技術表現。

第二節 研究目的

本研究旨在為比較抓舉試舉成功與失敗動作之差異，並探討試舉失敗的原因。其細項如下：

- 一、比較抓舉動作在各階段的動作時間表現。
- 二、比較槓鈴運動在各階段的運動表現。
- 三、比較髖、膝、踝關節在各階段的運動學表現。
- 四、比較上肢關節在各階段的運動表現。
- 五、比較 BCH 角在各階段的運動表現。
- 六、比較抓舉動作過程中，身體重心在各階段的位置變化情形。

第三節 研究假設

本研究假設選手在抓舉試舉成功與失敗動作之：

- 一、各階段動作時間的表現有差異。
- 二、槓鈴運動在各階段的運動表現有差異。
- 三、髖、膝、踝關節在各階段的運動學表現有差異。
- 四、上肢關節在各階段的運動表現有差異。
- 五、BCH 角在各階段的運動表現有差異。
- 六、身體重心在各階段的位置變化情形有差異。

第四節 研究範圍

本研究參考 Gourgoulis 等 (2009)所提出的抓舉動作五個階段進行分析：第一次拉、轉換階段、第二次拉、翻轉階段與接槓階段等動作進行研究；並以該位選手最近三個月內，抓舉最佳成績之 90%的重量，作為選手試舉的重量。

第五節 研究限制

本研究之實驗並非於真實比賽情境下進行拍攝，所以每位選手所試舉之重量可能無法達到個人最理想的試舉成績。

第六節 名詞解釋與操作性定義

- 一、抓舉(Snatch)：選手以一個較寬的握姿握住槓鈴並以一連貫動作將槓鈴拉離地面至兩臂完全伸直於頭頂以上，隨後由下蹲姿勢站起直到裁判發出信號 (International Weightlifting Federation, 2009)。
- 二、RBM 指數(Relative barbell-mass index)：相對於槓鈴重量與體重之比值，優組別： $RBM > 1.63$ 、中組別： $1.28 < RBM < 1.63$ 、差組別： $RBM < 1.28$ (Chiu 等, 2010)。
- 三、垂直參考線(Vertical Reference Line)：以槓鈴中心為原點，假設一條垂直地面向上延伸的線，以此線來評估槓鈴運動時的前後位移之依據(Garhammer, 1985)。
- 四、槓鈴近-遠-近(Toward-away-toward)指標：槓鈴離地瞬間位置到接近選手位置的垂直位移、槓鈴最大向前位置距

離垂直參考線的水平位移、槓鈴從最大垂直高度後開始下降位置距離垂直參考線的水平位移 (Garhammer, 1981; 1985)。

五、身體重心”近”與”遠”之水平位移：此為身體重心在槓鈴”近”時，距離垂直參考線的水平位移、身體重心在槓鈴”遠”時，距離垂直參考線的水平位移。

六、水平移動範圍 (Horizontal travel range, HTR)：槓鈴從”近”到”遠”之間的水平位移 (Isaka, Okada, & Funato, 1996)。

七、標準化槓鈴最大垂直高度：將 (槓鈴最大垂直高度除以受試者身高) $\times 100\%$ 。

八、第一次拉 (1st pull)：從槓鈴離地瞬間到第一次膝關節最大伸展時 (Gourgoulis 等, 2009)。

九、轉換階段 (Transition phase)：從第一次膝關節最大伸展到第一次膝關節最大屈曲時 (Gourgoulis 等, 2009)。

十、第二次拉 (2nd pull)：從第一次膝關節最大屈曲到第二次膝關節最大伸展時 (Gourgoulis 等, 2009)。

十一、翻轉階段 (Turnover phase)：從第二次膝關節最大伸展到槓鈴達到最大垂直高度時 (Gourgoulis 等, 2009)。

十二、接槓階段 (Catch phase)：從槓鈴到達最大垂直高度到槓鈴下降至最低點瞬間 (Gourgoulis 等, 2009)。

十三、髖關節角度：肩峰、髂前上棘之連線與髂前上棘、脛骨上端之連線在三度空間所形成的角度。

十四、膝關節角度：髂前上棘、脛骨上端之連線與脛骨上端、脛骨內踝之連線在三度空間所形成的角度

十五、踝關節角度：脛骨上端、脛骨內踝之連線與脛骨內踝

- 與第一趾骨之連線在三度空間所形成的角度。
- 十六、上臂與垂直軸之夾角：肩峰、髂前上棘之連線與垂直軸（Z軸）在額狀面(X-Z Plane)的外展動作。
- 十七、上臂與軀幹之夾角：肩峰、髂前上棘之連線與肩峰、橈骨頭之連線在三度空間所形成的夾角。
- 十八、上臂與前臂之夾角：肩峰、橈骨頭之連線與橈骨頭、橈骨莖突之連線在三度空間所形成的夾角。
- 十九、BCH角：即頸椎第七節、槓鈴末端之連線與頸椎第七節、髖關節之連線在矢狀面的投影所形成的角度(Chiu & Liang, 2010; Chen & Chiu, 2011)。
- 二十、身體重心(Center of Mass)：任何一物體均由無數的質點所形成，而每一質點因受地心引力的影響均有其質量，將所有的力量加以組合集中到一點稱之；以肢體縱軸上的質心位置到肢體近端或遠端的距離與肢體縱長度的比例來表示（何維華，2008）。

第貳章 文獻探討

抓舉動作可以用快速、連續、穩定來表示技術的整體重心，因此選手必須要經由上肢與下肢的連續動作與快速變換來完成動作。此外，舉重選手的基本條件是力量並且經由連貫的技術動作加以配合才有可能將自身體重 1.5~2.5 倍的槓鈴舉起。本章針對過去的文獻將其分為五個部分進行探討：第一節、抓舉動作特徵；第二節、抓舉之槓鈴運動特徵；第三節、抓舉之上肢、下肢運動型態；第四節、試舉成功與失敗之比較；第五節、文獻總結。

第一節 抓舉動作特徵

抓舉動作是將帶有負荷重量的槓鈴以一個連續且快速的動作將槓鈴提拉至一個高度，隨後選手快速下蹲並作出肩關節內旋的動作來支撐與穩定下落的槓鈴，最後舉起槓鈴站立完成動作。研究者為了有效的進行動作分析，乃依據膝關節屈、伸變化情形 (Baumann, Gross, Quada, Galbierz, & Schwirtz, 1988; Campos 等, 2006; Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004, 2009; Isaka 等, 1996; Okada 等, 2008) 與槓鈴經過身體位置之瞬間 (邱宏達等, 2009; Chiu 等, 2007, 2010) 兩種方式來進行動作階段的劃分。

依據膝關節屈、伸變化情形劃分的五個動作階段有：第一次拉：槓鈴離地瞬間到第一次膝關節最大伸展(圖 2-1 A-B)、轉換階段：第一次膝關節最大伸展到第一次膝關節最大屈曲(圖 2-1 B-C)、第二次拉：第一次膝關節最大屈曲到第二次

膝關節最大伸展（圖 2-1 C-D）、翻轉至槓鈴下方：第二次膝關節最大伸展到槓鈴到達最垂直高度（圖 2-1 D-E）、接槓：槓鈴到達最大垂直高度到槓鈴在頭頂上方接住槓鈴位置（圖 2-1 E-F）。

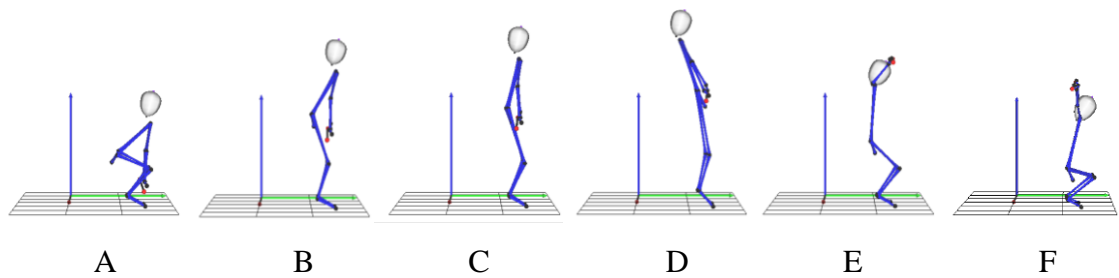


圖 2-1 膝關節屈、伸變化之抓舉動作分解圖

而依據槓鈴經過選手身體位置之瞬間，可劃分為六個動作事件(event)：槓鈴離開地面瞬間（圖 2-2 A）、槓鈴橫越過選手膝關節瞬間（圖 2-2 B）、選手伸展髖關節將槓鈴推離身體瞬間（圖 2-2 C）、伸展髖關節將槓鈴推離身體（圖 2-2 D）、槓鈴到達最大垂直高度位置（圖 2-2 E）與選手在頭頂上方接住槓鈴（圖 2-2 F）。

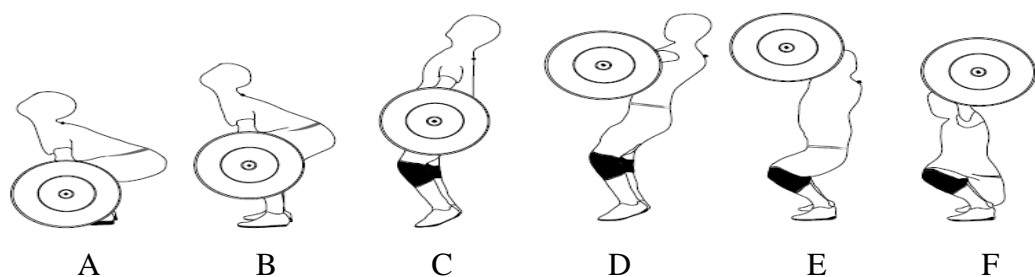


圖 2-2 槓鈴經過身體位置之抓舉動作分解圖

資料來源：取自”青年女子舉重運動員抓舉槓鈴運動特性之分析”。邱宏達、梁日蕾、吳再富，2009，華人運動生物力學期刊，1，頁 25。

雖然有兩種動作階段的劃分方式，但是不難發現到在動作過程中，下肢的伸展與屈曲都是給予槓鈴更加接近身體方向的動作，也是產生能量來源的主要動作。這是因為槓鈴靠近髖關節處時，其下肢的髖、膝、踝關節會以一個爆發性的迅速伸展至最大角度並做出推髖的動作（邱宏達等，2009；Gourgoulis 等，2000），由於下肢關節完全的伸展、軀幹向後仰以及推髖動作，使槓鈴獲得向上的動力，隨後上肢的聳肩與提肘動作，讓槓鈴更加往上移動與靠近身體（劉于詮、楊美子，2001；湯文慈等，2009），隨後快速下蹲來接住槓鈴並作出肩關節內旋動作來穩定槓鈴受重力因素而增加槓鈴快速下降的因素。

表 2-1 抓舉各動作階段的時間與總時間

作者（年代）	第一次拉 (s)	轉換階段 (s)	第二次拉 (s)	翻轉階段 (s)	接槓階段 (s)
Baumann 等 (1988)	0.49		0.17		
Gourgoulis 等 (2000)	0.47	0.15	0.16	0.23	
Gourgoulis 等 (2002)	0.45	0.15	0.16	0.23	
Gourgoulis 等 (2004)	0.48	0.14	0.15		0.24
Gourgoulis 等 (2004)	0.51	0.13	0.26		0.46
Campos 等 (2006)	0.51	0.13	0.16	0.22	0.14
Gourgoulis 等 (2009)	0.51	0.15	0.17	0.24	
Hadi 等 (2012)	0.46	0.13	0.12	0.23	
Harbili 等 (2012)	0.55	0.12	0.13	0.24	0.32

作者整理（依文獻年份排序）

由於抓舉動作期間的動作非常之快速，所以要具備有效率且最短的時間來完成抓舉動作。透過過去研究可以發現到，世界級舉重選手、希臘菁英舉重選手、歐洲青年男子冠軍舉重選手與土耳其菁英舉重選手在第一次拉的時間約 0.45~0.55 秒、轉換階段的時間約 0.12~0.15 秒、第二次拉的時間約 0.12~0.26、翻轉至槓鈴下方的時間約 0.22~0.24 秒、接槓階段的時間約 0.14~0.46 秒 (Baumann 等, 1988; Campos 等, 2006; Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004, 2009; Harbili, 2012)，且全部動作時間約 1.04~1.44 秒間（見表 2-1）。因此，動作時間的長短可以用來評價選手的動作執行程度與技術表現。

此外，以第一種動作階段劃分方式必需要以精準的量化方式來獲得，因此較常被研究用於瞭解選手的動作特性，相對的較耗費時間；第二種動作階段劃分方式適合教練與選手在比賽中或者訓練中，藉攝影機所拍攝的影片直接給予技術校正，因此可以較為省時與便利性。

第二節 抓舉之槓鈴運動特徵

槓鈴的運動特徵，可經由槓鈴軌跡型態、槓鈴”近-遠-近”運動型態、槓鈴垂直速度曲線型態等三種指標，以此來評價選手的技術動作表現。

就槓鈴軌跡型態而言，過去研究發現到槓鈴軌跡有三種不同軌跡路徑（圖 2-3）：A 型態、B 型態、C 型態 (Garhammer, 1998; Schilling, Stone, O'bryant, Fry, Coglianesi, & Pierce, 2002; Rossi, Buford, Smith, Kennel, Haff, & Haff, 2007)。

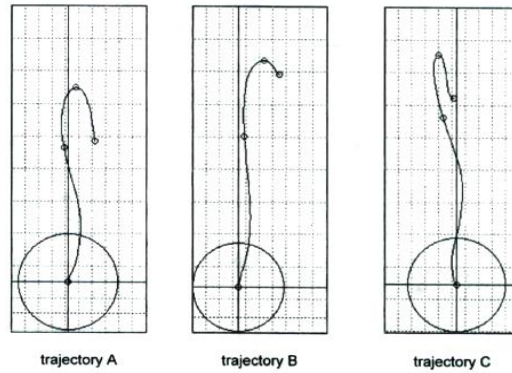


圖 2-3 三種槓鈴軌跡路線圖

資料來源：擷取自”Bilateral comparison of barbell kinetics and kinematics during a weightlifting competition”. Rossi, Buford, Smith, Kennel, Haff, & Haff, 2007, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), pp.151.

Rossi 等(2007)指出 A 型態與 B 型態的槓鈴在第一次拉的移動軌跡是接近舉重選手，而在第二次拉的時候會遠離選手。這兩種型態的不同之處在第二次拉結束的地方，其中 A 型態的槓鈴上升過程中因為槓鈴被推離至最遠處，此時產生的環狀”Loop”會橫越過垂直參考線，然而 B 型態則沒有橫越過垂直參考線。C 型態的槓鈴軌跡在離地後會先橫越過垂直參考線，此時產生一個較小的環狀，但是槓鈴仍會接近選手身體方向，此時遠離垂直參考線，隨後槓鈴被推離後再次的橫越過垂直參考線，並且產生一個較大的環狀，之後在下蹲接住槓鈴時，其位置是在垂直參考線的左方。

表 2-2 三種槓鈴軌跡型態之使用率

作者 (年份)	分析 年份	性別 - 層級	選手 人數	型態使用率 (%)		
				A	B	C
Garhammer (1998)	1978~1984	男 -WC	67 [#]	55.0	45.0	0.0
Garhammer (1998)	1987	女 -WC	16 [#]	62.0	31.0	6.0
Isaka 等 (1996)	1993	男 -AC	6	16.7	83.3	0.0
Chiu 等 (2007)	2006	男 -TWE	4	25.0	75.0	0.0
Okada 等 (2008)	2006	女 -JPE	7	14.3	71.4	14.3
Okada 等 (2008)	2006	女 -WC	7	0.0	71.4	28.6
Ikeda 等 (2012)	2008	女 -JPE	5	20.0	40.0	40.0
Ikeda 等 (2012)	2008	女 -AC	5	0.0	100.0	0.0
邱宏達等 (2009)	2009	女 -TWE	12	16.7	33.3	50.0
Akkus (2012)	2010	女 -WC	7	14.3	71.4	14.3
Harbili (2012)	2010	男 -WL	9	11.1	77.8	11.1
Harbili (2012)	2010	女 -WL	9	22.2	66.7	11.1

作者自行整理 (依分析年份排序)

備註：WC：世界冠軍；WL：世界級選手；AC：亞洲冠軍；
TWE：臺灣菁英；JPE：日本菁英；#包含上搏(Clean)
的軌跡型態。

Garhammer (1998)在 1978 年到 1987 年間，統計男子冠軍選手與紀錄保持者、世界級女子舉重選手共 83 次抓舉與挺舉，其結果發現到 A 型態(男子：55%、女子：62%)較為廣泛使用，其次為 B 型態(男子：45%、女子：31%)，以 C 型態最為少數(女子：6%)；基於如此，本文依照此方式將過去文獻

當中所列出的槓鈴軌跡型態加以整理自表 2-2。其結果發現到，1993 年至 2010 年間，其槓鈴軌跡型態以 B 型態最高使用率，其次為 A 型態，而 C 型態明顯較 1978 年到 1987 年間增加許多。然而，首次以三度空間的攝影方式分析 1985 年世界舉重錦標賽中 82 位選手，其結果雖然未列出其槓鈴軌跡型態，但此研究則指出以 B 型態的使用率使用最為廣泛且有較高的試舉成功率，而 Isaka 等 (1996) 分析參與 1993 年日本國際友誼錦標賽的 6 位亞洲冠軍選手，其結果發現到有 5 位選手之槓鈴軌跡路徑圖呈現 B 型態，並且也有較高的試舉成功率；此外，有關試舉成功率的研究僅有一篇，是以 1998 年美國大專舉重錦標賽的 25 位男子舉重選手為研究對象，其結果共分析 74 次試舉成功的表現，並發現到有 24 次試舉成功為 B 型態且佔全體的 32%，而試舉成功率佔全體之 66.7% (Schilling 等, 2002)。因此，透過表 2-2 與 Shilling 等 (2002) 的研究發現，可以知道 B 型態有較高使用率與的試舉成功表現。

Baumann 等 (1998) 研究指出，B 型態有較高的試舉成功率，主要是因為選手在提拉 (Pull) 技術上的改變，而 B 型態的技術能夠儲存較多的彈性能量，使得選手能作最大向上伸展並將能量轉換至槓鈴上 (Gourgoulis 等, 2000; Isaka 等, 1996)，此時軀幹必須向後仰並後跳下蹲接住槓鈴 (Garhammer, 1985)，來緩衝槓鈴從高處落下所帶來的衝擊力與有更多的時間來接住槓鈴。

雖然槓鈴有三種不同的軌跡型態，但槓鈴在矢狀面上都會以“近-遠-近”運動型態來完成抓舉動作。“近-遠-近”運動型態主要是以垂直參考線為中心點，藉此來評估槓鈴在水平方

向的運動表現之評估，而”近”為槓鈴離地瞬間位置到接近選手位置的水平位移、”遠”為槓鈴最大向前位置距離垂直參考線的水平位移、”近”為槓鈴從最大垂直高度後開始下降位置距離垂直參考線的水平位移 (Garhammer, 1981, 1985)。過去研究將槓鈴”近-遠-近”運動型態描述為：「槓鈴離地後至最接近選手身體方向，隨後經由髖關節將槓鈴推離後至最遠處的水平位移，並且於槓鈴最大垂直高度至接槓瞬間又再次的接近選手身體方向」(Garhammer, 1981, 1985; Baumann 等, 1988; Isaka 等, 1996; Gourgoulis 等, 2000; Hoover, Carlson, Christensen, & Zebas, 2006; Chiu 等, 2007, 2010; Akkus, 2012)。

然而，過去研究最常用以”近”、”遠”與水平移動範圍 (Horizontal Travel Range, HTR) 來評估槓鈴的運動表現，本文將其整理至表 2-3。其結果發現到，槓鈴接近選手身體方向的範圍在 3~8 公分左右，而槓鈴到達最遠離位置距離垂直參考線的水平位移範圍約 -9.2~10 公分左右，且槓鈴水平移動範圍在 0.3~9 公分左右。透過表 2-3 可以發現到，1978 年的世界級選手將槓鈴朝身體方向拉近約 8.4 公分且大於 1984 年至今的選手，且奧運冠軍選手、世界冠軍選手、亞洲冠軍選手與美國菁英選手有很大的槓鈴水平移動範圍 (Garhammer, 1981, 1985; Isaka 等, 1996)，其範圍在 7~9 公分左右，並且以希臘菁英選手將槓鈴推離至最遠處的位置距離垂直參考線有更遠離”近”的水平位移，這主要是因為選手有很大程度的向後跳躍動作所造成 (Baumann 等, 1988; Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004, 2009; Isaka 等, 1996; Schilling 等, 2002)。

表 2-3 槓鈴”近”、”遠”水平位移與槓鈴水平移動範圍

作者 (年份)	對 象	分 析 年 份	人 數	性 別	近 (cm)	遠 (cm)	HTR (cm)
Garhammer (1981)	WC	1978	9	男	8.4	0.1	8.3
Garhammer (1985)	OC	1984	7	男	5.6	-3.8	9.4
王金成、許高魁 (1991)	WC	1990	1	男	3.7	2.8	0.9
王金成、許高魁 (1991)	WS	1990	1	男	5.3	5.6	0.3
Isaka 等 (1996)	AC	1993	6	男			8.4
Stone 等 (1998)	USAE	1996	42	男	5.3	2.5	7.8
Gourgoulis 等 (2000)	GRE	1998	12	男	6.2	9.4	3.2
Gourgoulis 等 (2002)	GRE	2002	6	男	6.3	10.2	3.9
Gourgoulis 等 (2004)	GRE ¹	2004	9	男	6.0	7.6	1.6
Gourgoulis 等 (2004)	GRE ²	2004	14	男	5.6	7.7	2.1
Chiu 等 (2010)	TWE ¹	2006	8	男			6.2
Gourgoulis 等 (2009)	GRE	2009	7	男	4.8	-9.2	4.4
Harbili (2012)	WL	2010	9	男	3.6	2.3	5.8

作者整理 (依分析年份排序)

備註：OC：奧運冠軍；WC：世界冠軍；WS：世界亞軍；WL：世界級選手；GRE：希臘菁英；TWE：臺灣菁英；USAE：美國菁英；GRE^{1, 2}：代表希臘菁英之成年與青年選手；臺灣菁英¹：代表優組別；HTR：代表水平移動範圍。

此外，世界冠亞軍選手 (王金成、許高魁，1991)、世界級選手 (Harbili, 2012)、希臘菁英選手 (Gourgoulis 等，2000, 2002, 2004, 2009) 與臺灣菁英選手 (Chiu 等，2007, 2010) 都有

較小的水平移動範圍，此代表著選手較以往有較佳的控制槓鈴前後移動的技術表現，然而較小的水平移動範圍可以更加有效率的完成抓舉動作，主要是因為水平移動範圍過大會增加槓鈴向上的阻力而使得選手更浪費力氣來舉起重量，並且也較無效率；因此除了有較小的槓鈴水平移動範圍外，在”近”的水平位移表現上也符合 Garhammer (1989)研究所指出的，槓鈴離地到最接近選手方向的最佳水平移動範圍 4~6 公分，而 Isaka 等(1996)根據運動學的觀點指出其最有效的技術，為槓鈴運動必須沿著垂直參考線運動，這是為了減少水平方向作功與槓鈴從最大垂直高度位置到接槓位置之間的垂直下降位移(Vertical drop displacement)。

因此，減少槓鈴水平前後方向的運動表現勢必要增加槓鈴在垂直方向的運動表現(Stone, O'Bryant, Williams, Johnson, & Pierce, 1988)，而槓鈴垂直運動表現的指標，又可以透過槓鈴的最大垂直高度、最大垂直速度、速度下降百分、槓鈴高度百分比與垂直移動範圍來進行評價。其中，槓鈴最大垂直高度、接槓瞬間高度會受到選手的身高與試舉重量影響，因此過去研究會將其除以選手身高來獲得一個百分比值，來排除選手身高因素的影響(莊銘修等，2012；Hadi, Akkus, & Harbili, 2012; Baumann 等，1988; Campos 等，2006; Chiu 等，2007, 2010; Garhammer, 1981, 1985, 2001; Gourgoulis 等，2000, 2002, 2004, 2009; Isaka 等，1996)。本文將槓鈴最大垂直高度、接槓瞬間高度、垂直移動範圍與槓鈴高度百分比整理自表 2-4，其高度除以身高之百分比值等運動學參數整理自表 2-5 表示之。

表 2-4 槓鈴垂直變量

作者 (年份)	對象	人數	BH (cm)	MH (cm)	CB (cm)	VTR (cm)
Baumann 等 (1988)	WC	40	170.0	100.8	88.3	12.5
Isaka 等 (1996)	AC	6	175.7	152~163	96~115	48~56
Gourgoulis 等 (2000)	GRE	12	172.8	121.0	107.5	13.5
Gourgoulis 等 (2002)	GRE	6	169.2	115.0	102.3	12.7
Gourgoulis 等 (2004)	GRE ¹	9	170.0	125.0	112.0	13.0
	GRE ²	14	169.0	122.0	111.0	11.0
Campos 等 (2006)	EE ¹	17	—	97.0	90.0	7.0
	EE ²	16	—	108.0	102.0	6.0
Chiu 等 (2007)	TWE	4	159.5	101.0	81.1	19.9
Chiu 等 (2010)	TWE ¹	8	165.8	104.6	85.0	19.6
	TWE ²	8	170.1	106.9	91.3	15.6
	TWE ³	8	174.5	115.5	99.6	15.9
莊銘修、張立羣 (2010)	WUC ¹	1	168.0	118.0	98.0	20.0
	WUC ²	1	191.0	127.0	103.0	24.0
Harbili (2012)	WL	9	—	116.0	102.0	14.0
Hadi 等 (2012)	TTE ¹	7	164.7	138.0	114.0	24.0
	TTE ²	7	164.7	129.0	113.0	16.0
	TTE ³	7	164.7	118.0	105.0	13.0

作者整理 (依文獻年份排序)

備註：BH：身高、MH：槓鈴最大垂直高度、VTR：垂直移動範圍、CB：接槓瞬間高度；WC：世界冠軍；WL：世界級選手；AC：亞洲冠軍；WUC^{1, 2}：世界大學之 105 kg 級別與 +105 kg 級別之冠軍；別代表 A 組別與 B 組別之選手；GE^{1, 2}：希臘菁英成年、青年；EE^{1, 2}：歐洲 56 與 62kg 菁英、歐洲 85 與 105kg 菁英；TEW：臺灣菁英；TWE^{1, 2, 3}：臺灣菁英之優組別、中組別與差組別；TTE^{1, 2, 3}：土耳其菁英試舉 60%、80%、100%之重量。

經由表 2-4 過去研究的結果可以發現到，亞洲冠軍選手的槓鈴最大垂直高度較世界冠軍(Baumann 等, 1988)、世界級選手(Harbili, 2012)、世界大學冠軍(莊銘修、張立羣, 2010)、希臘菁英(Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004)、歐洲菁英(Campom 等, 2006)、臺灣菁英(Chiu 等, 2007, 2010)與土耳其菁英(見 TE³) (Hadi 等, 2012)之選手來的高，但是在接槓瞬間高度位置則有相似的表現。此外，槓鈴垂直移動範圍定義為槓鈴從最大垂直高度到接槓瞬間高度之間的距離，而亞洲冠軍選手有較高的槓鈴最大垂直高度與槓鈴垂直移動表現，這也就代表著亞洲冠軍選手將槓鈴拉的很高，下蹲接住槓鈴瞬間的位置很低，然而有較大的垂直移動範圍，其接槓技術動作表現則較無效率(Baumann 等, 1988; Isaka 等, 1996)。然而，此數值僅能描述槓鈴從最大高度到接槓瞬間的距離變化，並無法直接做出評估的標準，因此 Isaka 等(1996)就提出以槓鈴高度百分比(接槓瞬間高度與槓鈴最大垂直高度之百分比)來進行評估的標準。透過表 2-5 可以發現到，接槓瞬間高度與身高比值之標準化的範圍在 50%~67%，而槓鈴最大垂直高度與身高比值之標準化的範圍 59%~73%，其中以亞洲冠軍選手有較大的百分比值，但有較小的槓鈴高度百分比結果。其指標主要是將槓鈴最大垂直高度作為標準，以此來計算選手在接槓瞬間之高度變化的標準化，當槓鈴高度百分比的數值越高，表示接住槓鈴瞬間高度接近於槓鈴最大高度，然而接住槓鈴瞬間為選手完全下蹲並兩臂伸直並將槓鈴高舉至頭頂上方，此時接住槓鈴瞬間的槓鈴高度主要受到選手身材的影響，因此同一位選手在多次試舉中，此接槓高度的變化不大，所以槓鈴最大垂直高度將影響槓鈴高度百分比最大。

表 2-5 槓鈴垂直變量之百分比值

作者 (年份)	對象	人數	BH (cm)	CB/BH (%)	CB/MH (%)	MH/BH (%)
Baumann 等 (1988)	WC	40	170.0	51.8	87.6	59.1
Isaka 等 (1996)	AC	6	175.7	55.4~66.4	63.2~70.6	87.7~96.0
Gourgoulis 等 (2000)	GRE	12	172.8	53.7	88.0	61.1
Gourgoulis 等 (2002)	GRE	6	169.2	62.2	88.8	70.7
Gourgoulis 等 (2004)	GRE ¹	9	170.0	60.5	89.0	68.0
Gourgoulis 等 (2004)	GRE ²	14	169.0	65.9	89.6	73.5
Campos 等 (2006)	EE ¹	17	—	65.7	91.0	72.2
Campos 等 (2006)	EE ²	16	—	54.7	92.8	59.0
Chiu 等 (2007)	TWE	4	159.5	50.8	80.3	63.3
Chiu 等 (2010)	TWE ¹	8	165.8	51.3	81.3	63.1
Chiu 等 (2010)	TWE ²	8	170.1	53.7	85.4	62.8
Chiu 等 (2010)	TWE ³	8	174.5	57.1	86.2	66.2
莊銘修、張立羣 (2010)	WUC ¹	1	168.0	58.3	83.1	70.2
莊銘修、張立羣 (2010)	WUC ²	1	191.0	53.9	81.1	66.5
Harbili (2012)	WL	9	—	—	87.9	—
Hadi 等 (2012)	TRE ¹	7	164.7	76.0	82.6	83.8
Hadi 等 (2012)	TRE ²	7	164.7	69.8	87.6	78.3
Hadi 等 (2012)	TRE ³	7	164.7	67.3	89.0	71.6

作者整理 (依文獻年份排序)

備註：BH：身高、CB/BH (%)：接槓瞬間高度與身高比值之標準化、CB/MH (%)：槓鈴高度百分比、MH/BH (%)：槓鈴最大垂直高度與身高比值之標準化；WC：世界冠軍；WL：世界級選手；AC：亞洲冠軍；WUC^{1, 2}：世界大學之 105 kg 級別與 105+ kg 級別之冠軍；別代表 A 組別與 B 組別之選手；GRE^{1, 2}：希臘菁英成年、青年；EE^{1, 2}：歐洲 56 與 62kg 菁英、歐洲 85 與 105kg 菁英；TWE^{1, 2, 3}：臺灣菁英之優組別、中組別與差組別；TRE^{1, 2, 3}：土耳其菁英試舉 60%、80%、100%之重量。

就抓舉的技術動作而言，所獲得的槓鈴高度百分比增大時，表示其槓鈴最大垂直高度降低，此時選手必需要更快的下蹲接槓，相對的技術難度提高，若槓鈴高度降低，也就代表著選手不需要將槓鈴舉很高就可以完成動作，故較省力。因此透過槓鈴高度百分比的指標來進行評估接槓動作的技術指標，可以排除不同選手因身高的影響所造成的高度不同，而使得槓鈴垂直移動範圍發生很大的差距。此外，槓鈴的垂直速度曲線型態也是過去研究經常用來評估選手的技術表現（邱宏達等，2009；莊銘修、張立羣，2010；Baumann 等，1988；Campos 等，2006；Chiu 等，2007，2010；Garhammer, 1981, 1985；Gourgoulis 等，2000, 2002, 2004, 2009；Isaka 等，1996），其中，槓鈴垂直速度曲線有單峰曲線與雙峰曲線兩種型態（圖 2-4）。

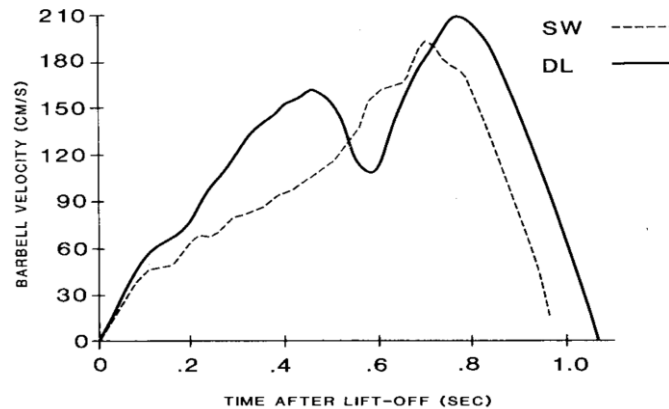


圖 2-4 單峰與雙峰型態之槓鈴速度曲線圖

資料來源：取自 ”Biomechanics profiles of Olympic weightlifting”. Garhammer, 1985, *International Journal of Sport Biomechanics*, 1(2), pp. 126.

備註：SW 與 DL 均為選手名稱。

Bartonltz (1996)與 Isaka 等 (1996)指出，槓鈴速度應是連續增加，由於抓舉是一個連貫性且速度快的動作，因此槓鈴的垂直速度曲線應該是為單一峰值的曲線型態(Isaka 等, 1996; Akkus, 2012)。從圖 2-4 中可以發現到單峰曲線圖與雙峰曲線圖的差異在於，雙峰曲線圖的槓鈴垂直速度會產生兩個速度峰值，在兩峰值凹陷處通常被發現到是在轉換階段(Garhammer, 1985; Baumann 等, 1988; Isaka 等, 1996; Gourgoulis 等, 2000)。轉換階段的動作是為了讓槓鈴更加接近身體方向運動與更快速的進入第二次拉階段的一個技術，在此過程的動作應該是持續的增加速度，才不會造成第二次拉的功率下降，使得作功增加而導致選手的力量過度利用。雖然槓鈴垂直速度有兩種不同的曲線型態，但槓鈴最大垂直速度的範圍約在 182~220cm/s 左右，且槓鈴最大垂直速度也會隨著選手級別越重而增加，若是同一位選手在三次不同試舉重量下，其槓鈴最大垂直速度也隨著試舉重量增加而下降(Baumann 等, 1988; Campos 等, 2006; Chiu 等, 2007, 2010; Garhammer, 1981, 1985, 2001; Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004, 2009; Hadi 等, 2012; Isaka 等, 1996)。

過去研究發現到，奧運冠軍舉重選手(Garhammer, 1985)、世界級舉重選手(Baumann 等, 1988 Baumann 等, 1988)、國際冠亞軍舉重選手(王金成、許高魁, 1991)、亞洲菁英舉重選手(Isaka 等, 1996)、希臘菁英舉重選手(Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004, 2009)、臺灣菁英舉重選手(Chiu 等, 2007, 2010)與世界大學冠軍舉重選手(莊銘修、張立羣, 2010)，都存在著單峰曲線與雙峰曲線圖，其中 Gougoulis et al. (2000)研究 12 位希臘菁英選手，其中有 6 位選手的槓鈴垂直速度下降

百分比為 2.76%，而歐洲菁英選手為 1.12%~1.13% (Campos, Poletaev, Cuesta, Pablos, & Carratalá, 2006)，這是因為選手迎合槓鈴的重量增加，而更快速完成動作之機制，但是 Baumann 等(1988)則認為出現雙峰曲線代表著此選手的技術不佳或者不成熟的技術，然而，由於技術成熟的舉重選手在抓舉過程中，會意識到槓鈴是否遠離身體方向或者速度不夠，進而調整動作。因此，槓鈴垂直速度之雙峰曲線是否為不佳的動作表現之議題，仍是需要進一步作研究與探討。

第三節 抓舉之上肢、下肢運動型態

王金成、許高魁 (1991) 指出，槓鈴從離地到提拉的過程中，主要是藉由膝關節的伸展所完成。為了使槓鈴獲得更好的向上運動，必須藉由伸展髖關節的動作來將槓鈴推離身體方向與隨後的聳肩曲肘的提拉動作來完成(劉于詮等，2001；邱宏達等，2009；湯文慈等，2009；Chiu 等，2007, 2010)。推離槓鈴向上的動能來源，主要是因為膝關節牽張反射 (Stretch reflex) 機制來釋放彈性位能 (Elastic energy) (Enoka, 1979; Garhammer, 1985; Gourgoulis 等, 2000)，因此以膝關節屈、伸之動作變化來瞭解抓舉過程中的不同動作階段之變化情形，是相對其重要的。

就動作階段而言，第一次拉到第二次拉結束的過程中，是經常被關注的 (王金成、許高魁，1991；Baumann 等，1988；Gourgoulis 等，2000, 2002, 2004, 2009；Campos 等，2006；Okada 等，2008)。第一次拉的機械功 (509~612 焦耳) 大於第二次拉 (373~413 焦耳)，而第二次拉的功率輸出

(1019~1258 瓦特) 則大於第一次拉 (1619~5224 瓦特)，主要是因為第二次拉階段的動作時間非常的短暫，有較大的加速度產生，來給予槓鈴力量與速度的來源而獲得向上運動的動能，其主要作用在於下肢關節的運動表現 (Baumann 等, 1988; Garhammer, 1980, 2001; Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004, 2009)。

整合過去研究有關之下肢關節運動表現，結果發現到國際冠亞軍選手 (王金成、許高魁, 1991)、希臘菁英舉重選手 (Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004, 2009)、世界級舉重選手 (Baumann 等, 1988) 與歐洲青年舉重選手 (Campos 等, 2006) 在第一次拉的膝關節最大伸展角度之範圍約 121~155 度、轉換階段之膝關節的角位移 (從第一次膝關節最大伸展到第一次膝關節最大屈曲) 範圍約 10~35 度、第二次拉膝關節最大伸展角度之範圍約 165~177 度；髖關節在第二次拉的最大伸展角度的範圍約 136~183 度；踝關節在第二次拉的最大伸展角度平均範圍約 117~130 度。

Gourgouli 等 (2000) 研究發現到，下肢髖、膝、踝關節的最大伸展角度幾乎是同時間發生 (見圖 2-5)，此時槓鈴產生最大垂直速度。槓鈴要產生最大垂直速度則必須透過在轉換階段時的膝關節的屈曲動作來儲存彈性位能，隨後在下肢迅速伸展與髖關節向前推出時而釋放出彈性位能，此一機制為膝關節的伸長—縮短循環 (Stretch-Shortening Cycle, SSC) (Garhammer, 1985; Gourgoulis 等, 2000, 2002)。槓鈴經由軀幹大幅度的伸展而被推離開朝身體方向遠離，為了使槓鈴減少向前的位移情形，其上肢必須要作出聳肩與屈肘的動作將槓鈴拉近身體方向 (湯文慈等, 2009)，並使槓鈴穩定的慣性

上升與隨後的快速下蹲接槓，此時肩關節作出內旋的動作穩定住槓鈴從高處落下的不穩定晃動。

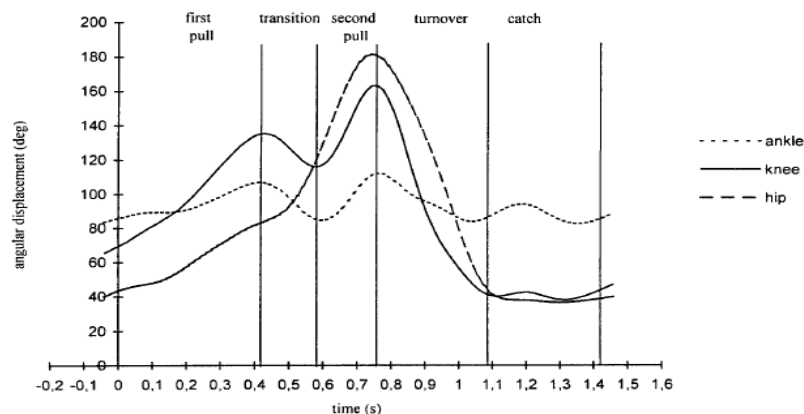


圖 2-5 下肢關節伸展與屈曲之曲線圖

資料來源：取自 "Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters". Gourgoulis, Aggelousis, Mavromatis, & Garas, 2000, *Journal of Sports Sciences*, 18(8), pp. 647.

備註：ankle 為踝關節角度、knee 為膝關節角度與 hip 為髖關節角度。

第四節 試舉成功與失敗動作之比較

競技舉重競賽規則規定的判定之試舉失敗，為選手在試舉時若雙臂出現屈伸（即二次推）動作、腳掌以外的身體觸碰舉重檯、上舉過程中其槓鈴碰觸頭部與下蹲接住槓鈴後未站起者等，而最常出現在比賽中的試舉失敗為選手下蹲接住槓鈴時，因槓鈴太過向前或向後偏移，而導致槓鈴向前方掉落或向後方掉落。張守忠等（2009）指出，造成槓鈴向前方

掉落的原因主要是預備姿勢不正確、身體重心向前偏移、槓鈴上升高度的不夠、兩臂向前移動、兩臂在下蹲接住槓鈴時沒有作出肩關節內旋動作與下肢力量不足而造成站立時向前掉落；而影響槓鈴向後方掉落的原因是槓鈴遠離身體太遠、下蹲支撐之身體重心過於偏後、下蹲支撐力量不足。

目前有關抓舉試舉成功與失敗的研究文獻，僅發現到一篇，Gourgoulis 等(2009)研究希臘菁英男子舉重選手，結果發現到試舉成功與失敗的運動學與動力學參數都無顯著的差異，唯一有差異的是試舉失敗的槓鈴離地到第一次拉期間的槓鈴合量加速度與垂直線之間所形成的夾角顯著大於試舉成功；而 Chiu & Liang (2010)與 Chen & Chiu (2011)研究選手在抓舉過程中的 BCH 角度變化情形，結果發現成功與失敗試舉之 BCH 角度並無顯著差異，但是優秀選手與一般選手在伸展腕關節將槓鈴推離身體瞬間以及槓鈴最遠離身體位置瞬間的 BCH 角度達顯著差異，其中優秀選手所呈現出來的 BCH 角度較一般選手小；雖然上述的研究結果並無法完整解釋造成試舉失敗的原因，且有關試舉失敗與造成槓鈴向前與向後掉落的原因尚未經過研究的證實，然而試舉成功與失敗都是教練與選手所關心的方向。因此針對此議題進行深入的研究與探討來獲得造成失敗試舉的因素是有其必要的。

第五節 文獻總結

抓舉是經由人體與槓鈴相互運動所產生的連續性複雜動作且於一秒鐘左右完成抓舉整體動作，由於第二次拉的動作時間約 0.15~0.16 秒左右，可產生相當高的功率表現，因此下肢伸展動作速度勢必要非常快速，才有可能透過肌肉間伸長—收縮所產生的牽張反射機制將儲存的能量轉換至槓鈴上，隨後配合上肢聳肩屈肘與快速下蹲動作來接住槓鈴之動作與穩定支撐自身 1.5~2.5 倍的槓鈴重量。此外，有關抓舉試舉成功與失敗的研究中，其結果並無法解釋造成試舉失敗的原因，而身體重心的運動表現是否影響著試舉成敗動作的因素，以及張守忠等（2009）所描述之造成槓鈴向前掉落與向後掉落的原因等，尚待研究的釐清與證實。

第參章 研究方法

本研究以兩部數位攝影機拍攝受試者的抓舉試舉動作，通過三度空間影片分析法，獲得三度空間的運動學參數。其研究方法與步驟分為六個部份說明：一、研究對象；二、實驗時間與地點；三、實驗儀器與設備；四、實驗流程與步驟；五、資料處理；六、資料分析。

第一節 研究對象

本研究以國立臺灣體育運動大學舉重隊之男子隊員為研究對象，遴選曾經獲得全國性賽事前三名選手且在實驗前三個月內無上、下肢的運動傷害，以及一年內無手術或正在接受手術後復建之選手，受試者人數共為 20 名，但有 12 名受試者在實驗過程中的三次試舉皆為成功，因此本研究僅分析 8 名受試者的資料，受試者基本資料表，表 3-1。

表 3-1 受試者基本資料表

代號	量級 (kg)	年齡 (歲)	舉齡 (年)	身高 (cm)	體重 (kg)	最佳成績 (kg)	90%重量 (kg)	RBM
A	69	19	4	170	64.00	95	90	1.41
B	77	21	8	178	76.50	120	110	1.44
C	77	19	6	173	78.00	117	105	1.35
D	77	22	9	179	78.00	115	105	1.35
E	85	23	7	178	86.53	122	110	1.27
F	85	21	7	168	88.00	120	110	1.25
G	94	23	9	174	95.90	128	115	1.20
H	94	21	9	176	90.00	118	110	1.22
平均數		21.13	7.38	174.5	82.12	116.88	106.88	1.31
標準差		1.55	1.77	4.00	10.00	9.66	7.53	0.08

備註：舉齡代表舉重訓練年齡

第二節 實驗時間與地點

一、實驗時間

(一) 預備實驗時間：100 年 12 月 28 日。

(二) 正式實驗時間：101 年 1 月 17 日至 101 年 2 月 17 日。

二、實驗地點

本研究於國立臺灣體育運動大學之技擊館一樓舉重教室進行。

第三節 實驗儀器與設備

本研究所需的實驗儀器與設備分為測量儀器與資料處理兩個部分。

一、測量儀器

- 1、數位攝影機兩部 (SONY DCR-TRV 15, 頻率 60Hz)
- 2、數位 DV 帶兩捲 (SONY DVM60)
- 3、三腳架兩座 (SONY VCT-870RM)
- 4、LED 燈
- 5、比賽用舉重檯 (規格 4x4 公尺)
- 6、比賽用槓鈴組 (日製 UESAKA)
- 7、自製反光標記球 23 顆
- 8、自製立體座標架 (長 2.38 公尺 x 寬 1.19 公尺 x 高 1.7 公尺)
- 9、30 公尺皮尺 2 個
- 10、水平校正儀 1 支

二、資料處理

- 1、Kwon 3D 3.1 動作分析系統
- 2、Windows Movie Maker 影像剪輯軟體
- 3、Microsoft Office Excel 2007 套裝軟體
- 4、SPSS for Windows 12.0 版統計分析軟體

第四節 實驗流程與步驟

本研究為了確保在實驗過程中所收集資料的精確性，實驗過程中必須按照下列流程與步驟進行（圖 3-1），其詳細步驟如下：

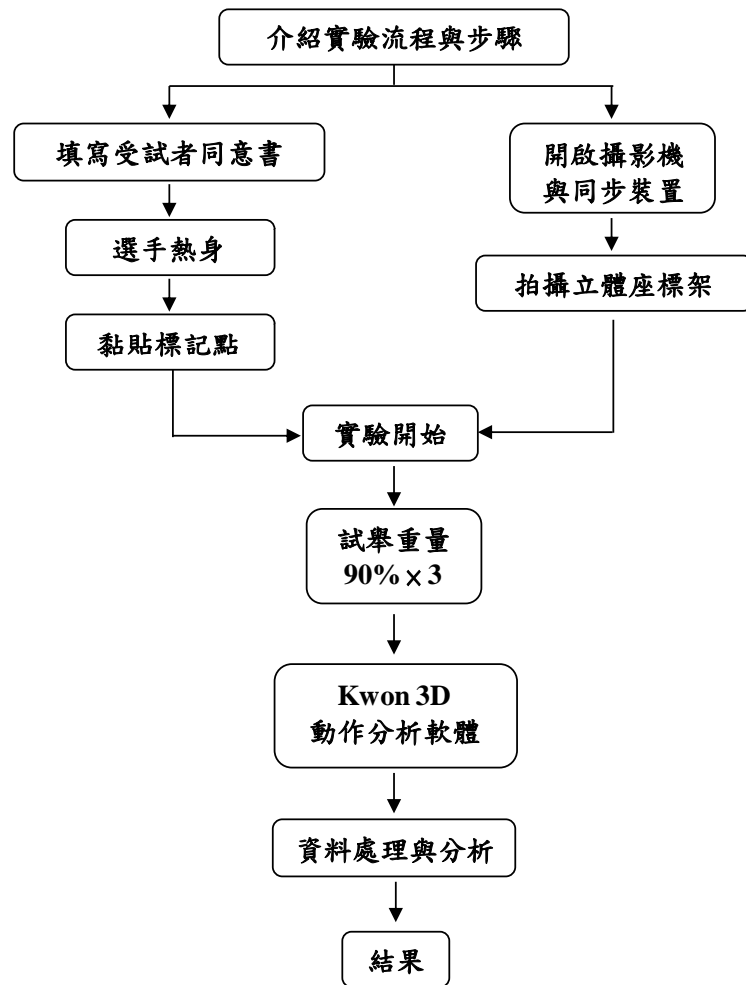


圖 3-1 實驗流程圖

- 一、首先進行場地佈置，先量測出舉重檯中心點並以此點向左右兩側延伸 12 公尺，其兩側之夾角為 90 度，於兩側各置放一台數位攝影機（圖 3-2）。此外，在受試者後方的舉重檯上架設一個 LED 燈，讓兩部攝影機都能清楚的看到 LED 燈的光點，以此作為兩部攝影機的同步裝置。

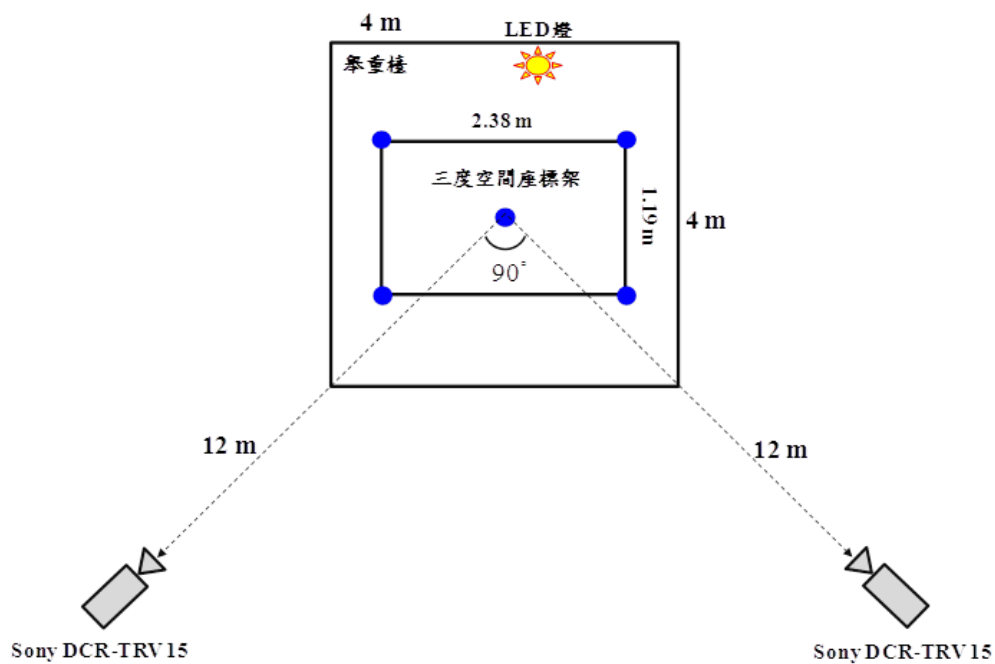


圖 3-2 場地佈置圖

- 二、實驗前向全體受試者說明本實驗之目的、流程以及各項儀器之設備與用途，以供受試者瞭解實驗之整體架構。並讓受試者填寫實驗同意書（附錄一）與受試者基本資料表（附錄二）。
- 三、受試者依照以往比賽的熱身活動進行熱身（包含慢跑、柔軟操、專項熱身等）。其中，專項熱身為選手在各自練習檯上進行試舉的動作。

- 四、當受試者完成熱身後，僅穿著黑色緊身短褲，並於受試者身上黏貼反光標記球。其黏貼位置分別為：頭頂、頸椎第七節、會陰、左右肩峰、左右橈骨頭、左右橈骨莖突、左右中指末端、左右髂前上棘、左右脛骨上端、左右脛骨內踝、左右第一趾骨共 19 個人體標記點。此外，在槓鈴左右兩側末端黏貼兩個反光標記球。
- 五、依據受試者所填寫的最近三個月內的抓舉最佳成績的 90% 重量作為受試者試舉重量，每位受試者進行三次試舉，每次間隔時間為 2 分鐘。受試者實驗的順序係以最輕量級之選手開始。
- 六、在正式實驗時，先拍攝放置在舉重檯中央上的三度空間座標架。
- 七、實驗開始前五分鐘調整試舉重量後，當受試者進入舉重檯準備試舉時，則開啟兩部攝影機，當受試者雙手握住槓鈴後，開啟 LED 燈，當受試者試舉完成後，由施測人員給予指示後，受試者即可將槓鈴放下後並停止攝影機拍攝。
- 八、受試者在試舉過程中，如果腳掌之外的身體部位觸碰舉重檯、上舉時槓鈴觸及頭部、槓鈴掉落、手臂有屈伸動作、接槓後未起身者均判定為試舉失敗。

第五節 資料處理

一、攝影機同步處理與影片擷取

為了使擷取的資料都能同於整個運動的時間序列，而不產生時相位移或失真的情況，本研究利用 LED 燈的光點作為兩部攝影機的同步裝置。首先擷取兩部攝影機在影片中首次出現閃燈光點之畫面，以此作為影片的同步點。由於本研究試舉失敗並無完整的接槓動作，因此僅探討抓舉之槓鈴離地瞬間到翻轉階段瞬間的動作，影片範圍擷取以槓鈴離地瞬間畫面的前五張影片到接槓瞬間後的五張影片，而試舉失敗則為槓鈴開始掉落後的五張影片。本研究將所有試舉資料進行數位化處理與分析。

二、實驗空間座標系統

本研究係以三度空間運動學方式進行拍攝選手在空間內的抓舉動作。依據 Kwon 3D 動作分析系統內建的系統座標，係以 X 軸為左右方向、Y 軸為前後方向、Z 軸為上下方向，其中 Y 軸為選手面對的方向。

三、人體肢段模型

本研究之人體肢段模型採用自何維華（2002）與何維華等（2004）以 MRI 法求得的各關節肢段參數，並假設人體的各肢段密度為相等的剛體 (Rigid Body) 結構，以近端 (Proximal) 及遠端 (Distal) 之兩個關節點連線代表一個肢段 (Segment)，雖然本研究受試者身上共黏貼 19 個反光標記球（見圖 3-3 A、B），以此來計算人體肢段重心位置。最後將

人體簡化為頭部、軀幹、左右上臂、左右前臂、左右手掌、左右大腿、左右小腿、左右腳掌等 14 個肢段（見圖 3-3C），以此來建立人體肢段模型。本研究所需的人體肢段參數如下表 3-2。

表 3-2 人體肢段參數表

肢段	肢段質量百分比(%)	質心百分比(%)	近端	遠端
頭頸	8.21	52.69	頸椎第七節	頭頂
軀幹	42.28	41.96	頸椎第七節	會陰
上臂	3.25	47.16	肩峰	橈骨頭
前臂	1.36	40.98	橈骨頭	橈骨莖突
手掌	0.54	32.60	橈骨莖突	中指末端
大腿	13.50	48.56	髌前上棘	脛骨上端
小腿	4.63	41.68	脛骨上端	脛骨內踝
腳掌	1.47	47.51	脛骨內踝	第一趾骨

資料來源：取自”台灣男性青年人與運動員之人體肢段參數研究”。何維華，2002，未出版之博士論文，頁 83。”以 MRI 法建立台灣青年男子人體肢段參數之研究”。何維華、李超群與相子元，2004，中華生物醫學工程期刊，24(1)，頁 2-3。

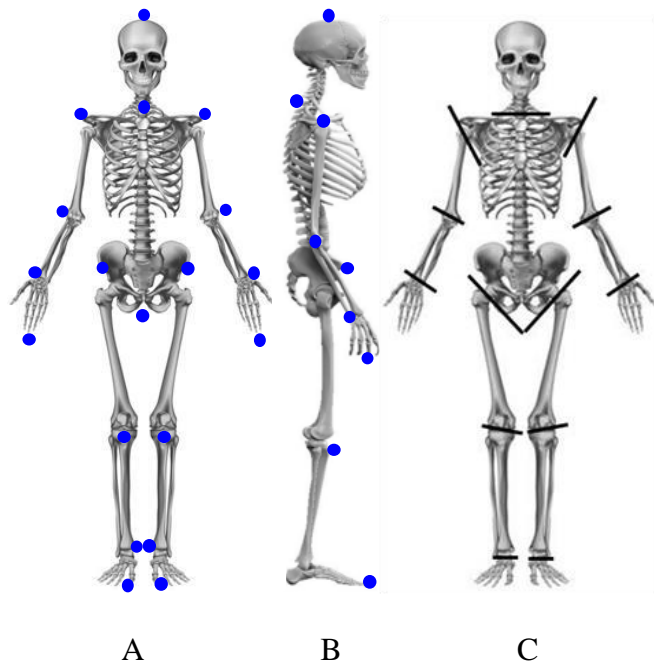


圖 3-3 人體標記點位置與人體肢段劃分模型

四、影片數位化處理

本研究經由 Windows Movie Maker 進行剪輯影片所需片段後，再以 Kwon 3D 3.1 版動作分析軟體將各受試者從兩部攝影機所擷取的影片進行數位化處理。首先以手動方式點取三度空間座標架（共有 18 個標記點），再經由系統中的自動抓點 (Auto tracking) 方式標記人體肢段關節點與槓鈴末端兩側卡榫中心（共有 21 個標記點），分別為槓鈴末端兩側卡榫中心、頭頂、會陰、頸椎第七節、左右肩峰、左右橈骨頭、左右橈骨莖突、左右中指末端、左右髂前上棘、左右脛骨上端、左右脛骨內踝、左右第一趾骨；此外，由於部分人體標記點受到動作旋轉的因素而遮擋，因此利用手動方式將反光標記球補齊。最後將兩部攝影機所獲得的二度空間個別座標系統資料，以直接線性轉換 (Direct linear transformation,

DLT)的方法進行處理，來獲得實際的三度空間座標資料，再利用 Kwon 3D 3.1 動作分析系統所提供的 Butterworth 4th-order Low Pass Filter，將原始資料進行修勻，截斷頻率(Cutoff frequency)設為 6Hz。重建誤差(Reconstruction Error)為 0.33~0.37 公分。本研究所需的運動學參數與數據資料利用 Kwon 3D 3.1 動作分析系統及 Microsoft Office Excel 2007 版資料分析軟體進行計算。

五、資料計算

(一) RBM(Relative barbell-mass)

相對於槓鈴重量與體重之比值，佳組別：RBM>1.63、中組別：1.28< RBM < 1.63、差組別：RBM <1.28(Chiu 等, 2010)。

$$\text{RBM} = \frac{\text{槓鈴重量}}{\text{體重}}$$

(二) 標準化槓鈴最大垂直高度

槓鈴最大垂直高度與受試者身高之比值，再將其轉換成百分比。

$$\text{標準化槓鈴最大垂直高度} = \left(\frac{\text{槓鈴最大垂直高度}}{\text{受試者身高}} \right) 100\%$$

(三) 槓鈴”近-遠-近(Toward-away-toward)”之水平位移

以槓鈴原點假設一條垂直向上的參考線為基準，來計算槓鈴離地瞬間位置到接近選手位置的水平位移（圖 3-4A）、槓鈴最大向前位置距離垂直參考線的水平位移（圖 3-4B）、槓鈴從最大垂直高度後開始下降位置距離垂直參考線的水平位移（圖 3-4C）。

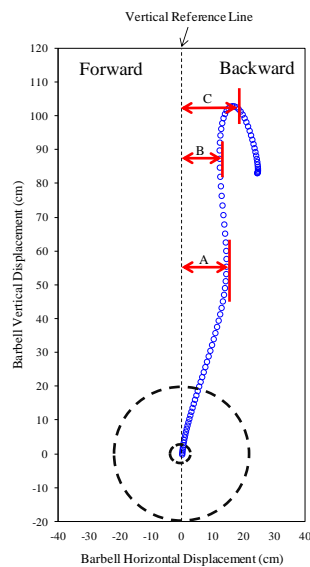


圖 3-4 槓鈴”近-遠-近”之水平位移計算示意圖

(四) 槓鈴水平移動範圍

槓鈴離地瞬間位置到接近選手位置的水平位移至槓鈴最大向前位置距離垂直參考線的水平位移之間的水平移動範圍。

(五) 身體重心”近”與”遠”之水平位移

即槓鈴離地瞬間位置到接近選手位置之水平位移瞬間，此時身體重心之水平位置距離垂直參考線的水平位移；身體重心”遠”為槓鈴最大向前位置距離垂直參考線的水平位移瞬間，此時身體重心之水平位置距離垂直參考線的水平位移。

(六) 髖關節角度

取髖前上棘、肩峰在三度空間之肢段向量與髖前上棘、脛骨上端在三度空間之肢段向量，再利用兩個肢段之向量長度作向量內積求得反餘弦值，最後將其轉換成角度。

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = (X_A X_B) + (Y_A Y_B) + (Z_A Z_B)$$

$$|\vec{A}| |\vec{B}| = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2} \times \sqrt{X_B^2 + Y_B^2 + Z_B^2}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| |\vec{B}|} \right)$$

$$-1 \leq \text{rad} \leq 1$$

(七) 膝關節角度

取髖前上棘、脛骨上端在三度空間之肢段向量與脛骨上端、脛骨內踝在三度空間之肢段向量，再利用兩個肢段之向量長度作向量內積求得反餘弦值，最後將其轉換成角度。

(八) 踝關節角度

取脛骨上端、脛骨內踝在三度空間之肢段向量與脛骨內踝、第一趾骨在三度空間之肢段向量，再利用兩個肢段之向量長度作向量內積求得反餘弦值，最後將其轉換成角度。

(九) 上臂與垂直軸之夾角

取肩峰、橈骨頭在額狀面(X-Z Plane)之肢段向量長度與垂直軸(Z軸)作向量內積求得反餘弦值，最後將其轉換成角度，見圖 3-5。

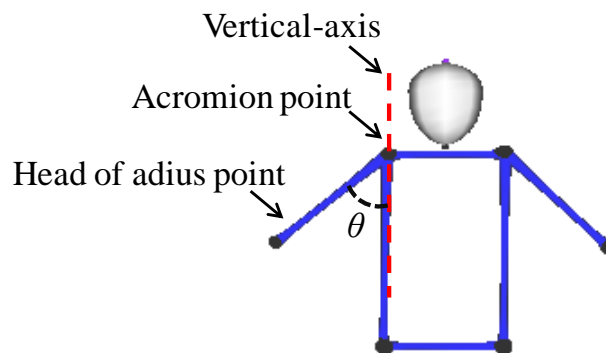


圖 3-5 上臂與垂直軸之夾角示意圖

(十) 上臂與軀幹之夾角

取肩峰、橈骨頭在三度空間之肢段向量與肩峰、髂前上棘在三度空間之肢段向量，再利用兩個肢段之向量長度作向量內積求得反餘弦值，最後將其轉換成角度。

(十一) 上臂與前臂之夾角

取肩峰、橈骨頭在三度空間之肢段向量與橈骨頭、橈骨莖突在三度空間之肢段向量，再利用兩個肢段之向量長度作向量內積求得反餘弦值，最後將其轉換成角度。

(十二) BCH 角度

取頸椎第七節、髻前上棘在矢狀面(Y-Z plane)之肢段向量與頸椎第七節、槓鈴末端在矢狀面(Y-Z plane)之肢段向量，再利用兩個肢段長度之向量內積求得反餘弦值，最後將其轉換成角度。

(十三) 身體重心 (Center of Mass)

身體重心之計算方式，係以參考 Kwon 3D 手冊中的公式，將人體各關節點座標之近端與遠端與人體肢段參數來求得身體重心位置，其計算方程如下：

$$\text{Simple: } r_{CM} = k \cdot r_D + (1 - k) \cdot r_P$$

$$\text{Body Group: } R_{CM} = \frac{\sum_i m_i \cdot r_{CM_i}}{\sum_i m_i}$$

r_{CM} ：單一枝段重心位置

r_D 與 r_P ：肢段的近端 (Proximal)與遠端 (Distal)末端

k ：近端的重心百分比

R_{CM_i} ：整體重心位置

m ：體重； i ：該肢段

第六節 資料分析

本研究僅選取該受試者在試舉過程中，出現第一次成功或者失敗的動作進行分析，若是三次試舉過程中，皆為成功或者失敗者將予以排除。本研究經資料處理後，其抓舉試舉成功與失敗之各階段動作時間、槓鈴、下肢關節、BCH角度與身體重心等各項運動學參數以描述性統計之平均數±標準差表示之，再經由相依樣本 t 檢定考驗試舉成功與失敗間的差異性，其顯著水準訂為 $\alpha = .05$ 。本研究所有統計考驗以 SPSS for Windows 12.0 版統計套裝軟體資料的統計分析。

第肆章 結果

本研究利用兩台攝影機蒐集受試者在抓舉過程中，試舉成功與失敗的動作，將所蒐集之資料進行處理與分析後，其結果分為三個部分闡述：第一節、抓舉試舉成功與失敗之動作時間；第二節、抓舉試舉成功與失敗之槓鈴運動表現；第三節、抓舉試舉成功與失敗之肢體運動表現。

第一節 抓舉試舉成功與失敗之動作時間

表 4-1、4-2 為全體受試者在試舉成功與失敗動作之各階段時間與各階段時間佔總時間之百分比，從結果發現試舉成功與失敗在各階段動作時間與佔總時間之百分比以及總時間均未達顯著差異 ($p > .05$)。試舉成功與失敗的總時間相同，且各階段動作時間中，以轉換階段的時間最短暫，第一次拉階段的時間最長。

表 4-1 試舉成功與失敗動作之各階段的動作時間 (mean \pm SD) (n=8)

動作階段	成功	失敗	t 值
第一次拉 (s)	0.49 \pm 0.04	0.49 \pm 0.06	.24
轉換階段 (s)	0.11 \pm 0.03	0.10 \pm 0.04	.00
第二次拉 (s)	0.16 \pm 0.03	0.17 \pm 0.02	-1.17
翻轉階段 (s)	0.26 \pm 0.01	0.26 \pm 0.02	-.13
總時間 (s)	1.03 \pm 0.05	1.03 \pm 0.05	-.41

* $p < .05$

備註：總時間（從第一次拉開始到翻轉階段結束的時間）

表 4-2 試舉成功與失敗動作之各階段動作時間佔總時間的比率 (mean ± SD) (n=8)

動作階段	成功	失敗	t 值
第一次拉 (%)	47.90 ± 3.36	48.94 ± 7.02	-.60
轉換階段 (%)	10.89 ± 2.75	9.56 ± 5.26	.97
第二次拉 (%)	16.02 ± 2.28	16.17 ± 1.52	-.31
翻轉階段 (%)	25.19 ± 1.42	25.33 ± 2.47	-.16

* $p < .05$

第二節 抓舉試舉成功與失敗之槓鈴運動表現

表 4-3 為全體受試者在試舉成功與失敗之槓鈴軌跡型態出現次數、使用率、成功率與失敗率，其結果發現試舉成功之槓鈴軌跡以 B 型態為居多，而試舉失敗則以 C 型態居多，至於 A 型態，試舉成功與失敗均出現 1 次，且試舉成功主要是以 B 型態成功率較高，而試舉失敗以 C 型態的使用率與成功率較高。另外，在受試者的試舉成功與失敗之槓鈴軌跡型態，其結果發現僅受試者 C、F 在試舉成功為 B 型態，而試舉失敗則轉變成 C 型態，其餘受試者在試舉成功與失敗的槓鈴軌跡型態相同，見表 4-4。

表 4-3 試舉成功與失敗之三種槓鈴軌跡型態之出現次數、使用率、成功率與失敗率

	試舉成功 (n=8)			試舉失敗 (n=8)		
	次數	UE (%)	SE (%)	次數	UE (%)	USE (%)
A 型態	1	12.50	50.00	1	12.50	50.00
B 型態	5	62.50	62.50	3	37.50	37.50
C 型態	2	25.00	33.33	4	50.00	66.67

備註：UE：代表使用率；SE：代表成功率；USE：代表失敗率；使用率：出現次數與人數之百分比值；成功或失敗率：試舉成功或失敗該軌跡型態出現次數與該軌跡型態出現總次數之百分比值。

表 4-4 試舉成功與失敗之槓鈴軌跡型態的變化 (n=8)

受試者	試舉成功	試舉失敗
A	B 型態	B 型態
B	B 型態	B 型態
C	B 型態	C 型態
D	C 型態	C 型態
E	B 型態	B 型態
F	B 型態	C 型態
G	A 型態	A 型態
H	C 型態	C 型態

表 4-5、4-6 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作之槓鈴在各階段結束點的水平位置與槓鈴”近”、”遠”水平位移運動型態以及槓鈴水平移動範圍，從結果發現各階段結束點的水平位置與槓鈴”近”、”遠”水平位移運動型態以及槓鈴水平移動範圍皆未達顯著差異 ($p>.05$)。

表 4-5 試舉成功與失敗之槓鈴在各階段結束點的水平位置
(mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
第一次拉 (cm)	4.33 \pm 3.65	4.09 \pm 3.28	.37
轉換階段 (cm)	5.27 \pm 4.36	5.07 \pm 3.27	.30
第二次拉 (cm)	0.93 \pm 6.56	0.43 \pm 4.62	.42
翻轉階段 (cm)	3.70 \pm 7.75	2.30 \pm 4.48	.85

* $p<.05$

備註：正值代表靠近身體方向運動，負值反之。

表 4-6 試舉成功與失敗之槓鈴”近”、”遠”水平位移運動型態
與槓鈴水平移動範圍 (mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
近 (cm)	5.66 \pm 4.15	5.38 \pm 3.28	.40
遠 (cm)	-0.54 \pm 6.98	-1.31 \pm 4.63	.56
HTR (cm)	6.21 \pm 3.97	6.68 \pm 3.21	.52

* $p<.05$

備註：”近”：槓鈴離地瞬間位置到接近選手位置的水平位移；”遠”：槓鈴最大向前位置距離垂直參考線的水平位移；HTR：槓鈴水平移動範圍。

表 4-7 為全體受試者在試舉成功與失敗動作之槓鈴在各階段結束點的垂直位置，從結果發現在翻轉階段結束點的垂直位置達顯著差異 ($t_{(7)}=2.42$, $p=.046$)，以試舉失敗的垂直位置顯著比試舉成功低。將槓鈴最大垂直高度與受試者的身高標準化，見表 4-8，其結果也發現達顯著差異 ($t_{(7)}=2.46$, $p=.043$)，以試舉失敗的百分比小於試舉成功。

表 4-7 試舉成功與失敗之槓鈴在各階段結束點之垂直位置
(mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
第一次拉 (cm)	36.63 \pm 5.26	35.31 \pm 4.53	1.26
轉換階段 (cm)	50.56 \pm 4.29	48.78 \pm 3.16	1.62
第二次拉 (cm)	78.06 \pm 5.83	75.36 \pm 4.29	1.67
翻轉階段 (cm)	106.40 \pm 5.98	103.74 \pm 4.80	2.42*

* $p < .05$

表 4-8 試舉成功與失敗之標準化槓鈴最大垂直高度(mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
標準化最大垂直高度 (%)	60.95 \pm 2.55	59.44 \pm 2.00	2.46*

* $p < .05$

備註：標準化槓鈴最大垂直高度係以(槓鈴最大垂直高度除以身高) $\times 100\%$ 所得之標準化。

表 4-9、4-10 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作之槓鈴在各階段結束點的水平速度與垂直速度，從結果發現僅在第一次拉結束點的垂直速度達顯著差異 ($t_{(7)}=2.79$, $p=.027$)，其試舉失敗的槓鈴垂直速度慢於試舉成功。

表 4-9 試舉成功與失敗之槓鈴在各階段結束點的水平速度
(mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
第一次拉 (cm/s)	-18.59 \pm 6.13	-18.01 \pm 4.26	-.43
轉換階段 (cm/s)	6.25 \pm 19.18	5.35 \pm 18.91	.27
第二次拉 (cm/s)	28.64 \pm 15.65	31.25 \pm 10.64	-.87
翻轉階段 (cm/s)	-37.91 \pm 6.58	-35.18 \pm 4.90	-1.77

* $p < .05$

備註：正值代表遠離身體方向；負值代表接近身體方向。

表 4-10 試舉成功與失敗之槓鈴在各階段結束點的垂直速度
(mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
第一次拉 (cm/s)	120.56 \pm 12.80	117.71 \pm 13.66	2.79*
轉換階段 (cm/s)	135.18 \pm 14.22	129.21 \pm 11.16	2.22
第二次拉 (cm/s)	186.31 \pm 9.59	182.84 \pm 12.80	.94

* $p < .05$

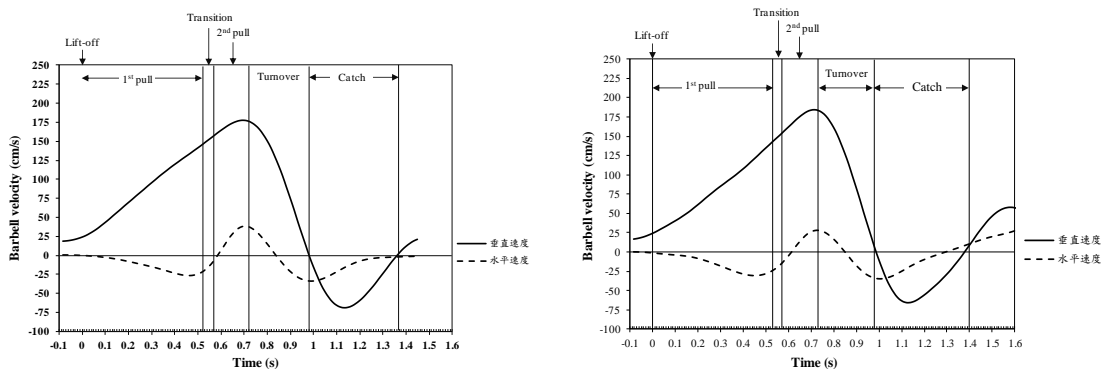
備註：翻轉階段結束點的垂直速度為 0 cm/s。

表 4-11 為全體受試者在試舉成功與失敗動作之槓鈴最大水平速度、最大垂直速度與最大速度出現時間，其結果發現到皆未達顯著差異 ($p>.05$)，且最大水平速度出現時間相似。本研究以 RBM 最高者之受試者 B 的試舉成功與失敗之槓鈴水平與垂直速度曲線圖進行表示 (圖 4-1)，從圖中可以發現到試舉成功與失敗之槓鈴垂直速度與水平速度曲線有相似的運動表現。

表 4-11 試舉成功與失敗之槓鈴最大水平速度、最大垂直速度與最大速度出現時間 (mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
最大速度 (cm/s)			
水平	36.47 \pm 18.39	39.35 \pm 17.20	-.82
垂直	187.98 \pm 9.92	188.85 \pm 19.55	-.16
最大速度出現時間 (s)			
水平	0.72 \pm 0.05	0.73 \pm 0.06	-.66
垂直	0.75 \pm 0.06	0.75 \pm 0.06	-.29

* $p<.05$



試舉成功

試舉失敗

圖 4-1 受試者 B 的試舉成功與失敗之槓鈴水平與垂直速度曲線圖

第三節 抓舉試舉成功與失敗之肢體動作表現

一、抓舉試舉成功與失敗動作之下肢運動表現

表 4-12 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作在各階段結束點之下肢關節角度，其結果發現僅在第二次拉結束點的髖關節角度達顯著差異 ($t_{(7)}=3.32, p=.013$)，以試舉失敗的髖關節角度大於試舉成功，而下肢關節最大角度與出現時間方面，也僅發現到試舉失敗的髖關節最大角度顯著大於試舉成功 ($t_{(7)}=4.27, p=.004$) 達顯著差異 (表 4-13)，此外，不管是試舉成功還是失敗，其髖關節角度都是呈現持續伸展現象。此外，試舉成功與失敗的膝關節與踝關節在轉換階段結束點都有屈曲的運動型態，隨後下肢關節伸展到最大角度後，則開始屈曲動作；試舉成功與失敗之髖、膝、踝關節最大角度出現時間都相當接近於第二次拉的末期。本研究以 RBM 最大者之受試者 B 在試舉成功與失敗動作之下肢關節角度變

化曲線圖進行表示（圖 4-2），從圖中可以發現試舉成功與失敗的髖關節角度是持續伸展至最大後才開始下降，而膝關節與踝關節則呈現兩個峰值，且兩峰的凹陷處大至皆出現在翻轉階段初期，並且髖關節、膝關節與踝關節皆在第二次拉結束點幾乎到達最大伸展角度。

表 4-12 試舉成功與失敗動作在各階段結束點之下肢關節角度 (mean \pm SD) (n=8)

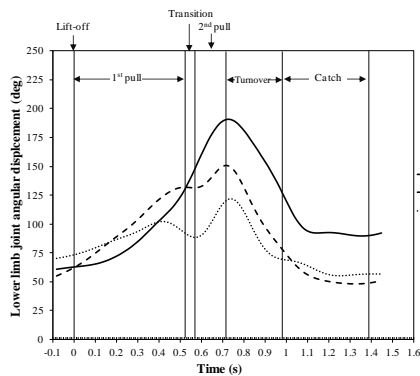
	成功	失敗	t 值
離地瞬間 (deg)			
髖關節	69.76 \pm 6.97	69.54 \pm 6.93	.15
膝關節	70.94 \pm 5.13	70.65 \pm 6.29	.21
踝關節	73.76 \pm 1.82	74.46 \pm 4.48	-.55
第一次拉 (deg)			
髖關節	117.18 \pm 8.94	113.68 \pm 6.40	1.45
膝關節	133.38 \pm 6.36	134.08 \pm 7.19	-.57
踝關節	98.66 \pm 4.16	99.56 \pm 5.48	-.99
轉換階段 (deg)			
髖關節	152.26 \pm 7.17	150.33 \pm 8.02	.93
膝關節	125.01 \pm 5.17	126.19 \pm 5.52	-1.12
踝關節	85.89 \pm 3.33	86.72 \pm 2.84	-.80
第二次拉 (deg)			
髖關節	200.27 \pm 6.69	197.31 \pm 5.55	3.32*
膝關節	158.88 \pm 6.92	158.34 \pm 6.31	.50
踝關節	117.63 \pm 5.32	115.91 \pm 5.35	2.14
翻轉階段 (deg)			
髖關節	137.48 \pm 9.64	137.08 \pm 10.03	.38
膝關節	79.64 \pm 4.61	80.81 \pm 3.51	-1.18
踝關節	67.37 \pm 4.07	68.35 \pm 4.26	-.86

* $p < .05$

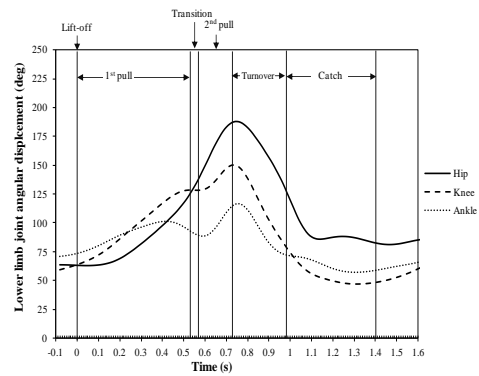
表 4-13 試舉成功與失敗動作之下肢關節最大角度與最大角度出現時間 (mean ± SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
最大角度 (deg)			
髖關節	200.84 ± 6.81	197.84 ± 5.95	4.27*
膝關節 (第一次拉)	133.38 ± 6.36	134.08 ± 7.19	-.57
(第二次拉)	158.88 ± 6.92	158.34 ± 6.31	.50
踝關節	118.30 ± 4.94	116.51 ± 5.20	2.26
最大角度出現時間 (s)			
髖關節	0.78 ± 0.05	0.78 ± 0.06	.00
膝關節 (第一次拉)	0.49 ± 0.04	0.51 ± 0.09	-.63
(第二次拉)	0.77 ± 0.05	0.77 ± 0.06	.19
踝關節	0.78 ± 0.05	0.79 ± 0.06	-.36

* $p < .05$



試舉成功



試舉失敗

圖 4-2 受試者 B 的試舉成功與失敗之下肢關節角度曲線圖

表 4-14 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作之下肢關節最大角速度與最大角速度出現時間，其中膝關節 ($t_{(7)}=2.42, p=.046$)與踝關節 ($t_{(7)}=2.91, p=.023$)的最大伸展角速度達顯著差異，皆以試舉失敗的膝關節與踝關節角速度小於試舉成功。此外，試舉成功與失敗的下肢關節最大角速度的出現時間則未達顯著差異 ($p>.05$)，其出現時間的範圍相當接近，而試舉成功與失敗下肢關節最大角速度的出現時間順序皆相同，且依序為髖關節→膝關節→踝關節，本研究以 RBM 最大者之受試者 B 在試舉成功與失敗動作之下肢關節角度變化曲線圖進行表示 (圖 4-3)，從圖中可以發現到，試舉失敗的膝關節與踝關節角度在第一次期間無明顯雙峰曲線型態，且踝關節較試舉失敗來的提早下降速度，隨後踝關節最大伸展速度則慢於試舉成功。

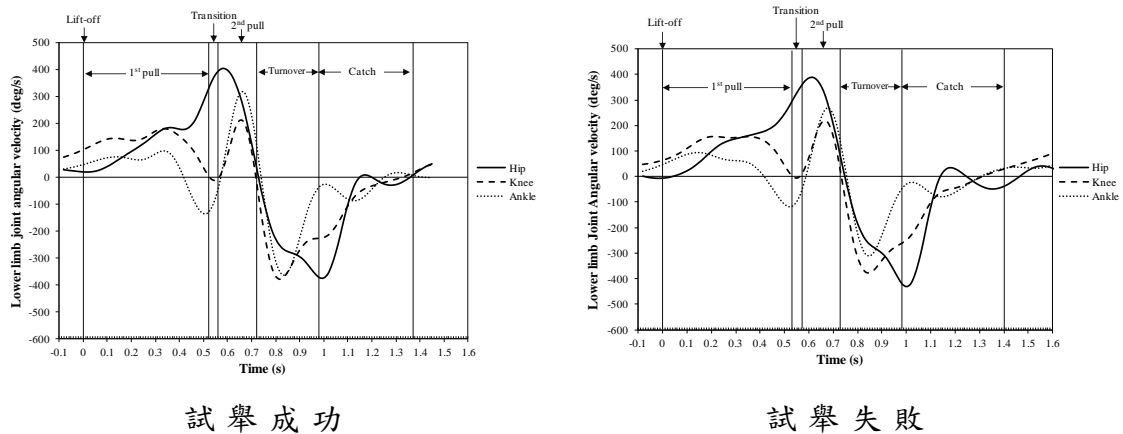


圖 4-3 受試者 B 的試舉成功與失敗之下肢關節角速度曲線圖

表 4-14 試舉成功與失敗動作之下肢關節最大角速度與最大角速度出現時間 (mean ± SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
最大角速度 (deg/s)			
腕關節	384.36 ± 29.54	408.30 ± 38.06	-1.41
膝關節	325.29 ± 71.60	308.25 ± 64.41	2.42*
踝關節	303.50 ± 37.22	281.94 ± 41.83	2.91*
最大角速度 出現時間 (s)			
腕關節	0.62 ± 0.06	0.62 ± 0.07	.19
膝關節	0.68 ± 0.04	0.69 ± 0.05	-.10
踝關節	0.70 ± 0.05	0.70 ± 0.05	-.42

* $p < .05$

二、抓舉試舉成功與失敗動作之 BCH 角運動表現

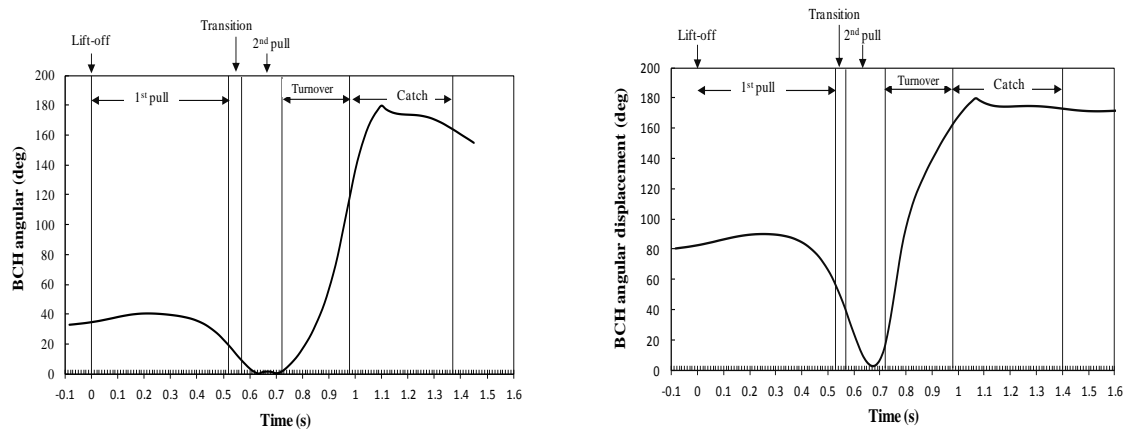
表 4-15 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作在各階段結束點的 BCH 角度與角速度以及表 4-16 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作之 BCH 最小角度、BCH 最大角速度與其出現時間，其結果發現皆未達顯著差異 ($p > .05$)。其中，試舉成功與失敗之 BCH 最小角度出現在轉換階段結束點到第二次拉結束點的過程中，以及 BCH 最大角速度出現在第二次拉結束點到翻轉階段結束點的過程中。此外，本研究發現試舉成功與試舉失敗的 BCH 角速度在標準差方面都有很大的差異性。本研究以 RBM 最大者之受試者 B 在試舉成功失敗之試舉成功與失敗動作之 BCH 角度 (圖 4-4) 與 BCH 角

速度曲線圖（圖 4-5）表示，試舉成功之 BCH 角度曲線在的第二次拉期間較試舉失敗下降來的接近 0 度。其中，最為特別的是試舉成功之 BCH 角度與角速度曲線圖，在第二次拉有一個小峰值出現，由於 BCH 角是利用將矢狀面之頸椎第七節、髻前上棘連線的肢段與頸椎第七節、槓鈴末端連線的肢段，並且經由影片中受試者在伸展髖關節去推離槓鈴遠離身體的過程中，軀幹些許的不穩定前後晃動現象。

表 4-15 試舉成功與失敗動作在各階段結束點之 BCH 角度與角速度 (mean ± SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
BCH 角度 (deg)			
離地瞬間	68.38 ± 18.62	78.60 ± 11.64	-1.27
第一次拉	66.51 ± 25.54	79.22 ± 11.08	-1.91
轉換階段	31.20 ± 20.22	41.26 ± 14.47	-1.88
第二次拉	38.74 ± 21.40	43.83 ± 14.47	-.87
翻轉階段	146.40 ± 21.70	155.14 ± 5.08	-1.18
BCH 角速度 (deg/s)			
離地瞬間	58.91 ± 57.16	60.23 ± 48.67	-.14
第一次拉	-208.17 ± 81.68	-225.62 ± 84.66	.57
轉換階段	-325.51 ± 115.14	-286.83 ± 347.57	-.26
第二次拉	483.14 ± 272.28	590.92 ± 189.27	-.92
翻轉階段	364.69 ± 251.52	238.40 ± 32.64	1.51

* $p < .05$



試舉成功

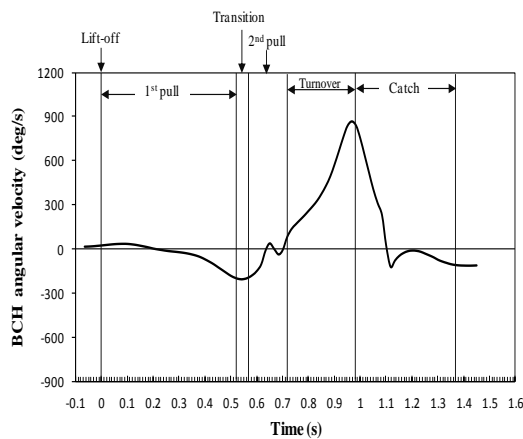
試舉失敗

圖 4-4 受試者 B 的試舉成功與失敗動作之 BCH 角度曲線圖

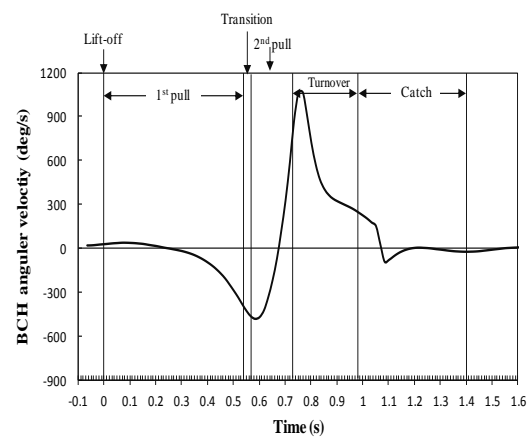
表 4-16 試舉成功與失敗動作之 BCH 角度的最小角度、最大角速度與其出現時間 (mean ± SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
BCH 最小角度 (deg)	15.02 ± 14.20	17.23 ± 12.82	-.84
BCH 最大角速度 (deg/s)	698.56 ± 140.05	675.29 ± 203.75	.62
最小角度 出現時間 (s)	0.68 ± 0.05	0.68 ± 0.06	.10
最大角速度 出現時間 (s)	0.85 ± 0.10	0.81 ± 0.07	.84

* $p < .05$



試舉成功

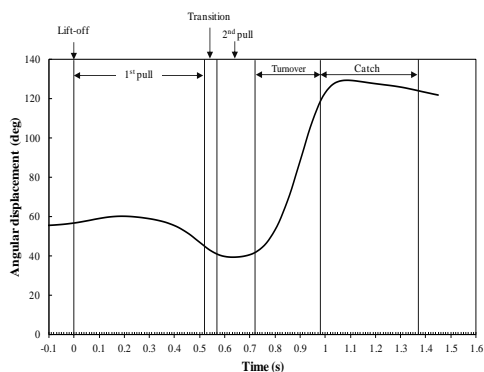


試舉失敗

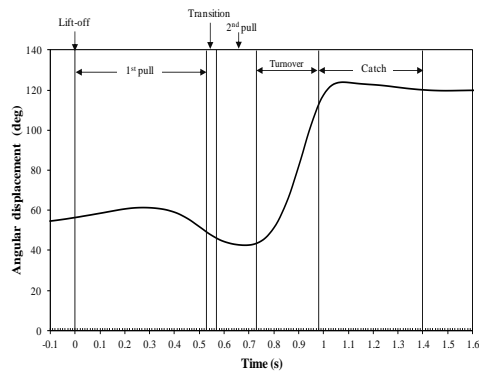
圖 4-5 受試者 B 試舉成功與失敗動作之 BCH 角速度曲線圖

三、試舉成功與失敗動作之上臂與軀幹之夾角的運動表現

表 4-17 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作在各階段結束點之上臂與軀幹之夾角的角度與角速度，結果僅發現上臂與軀幹之夾角在第一次拉結束點達顯著差異 ($t_{(7)} = -2.47, p = .043$)，以試舉失敗的角度大於試舉成功。本研究發現從第二拉結束點到翻轉階段結束點的過程中，試舉成功與失敗的上臂與軀幹之夾角的角度由平均 39 度增大至 110 度左右，而角速度在此過程中也有迅速增加的現象。本研究以 RBM 最大者之受試者 B 在試舉成功與失敗動作的上臂與軀幹之夾角的角度曲線圖表示 (圖 4-6)，從圖中可以發現到試舉成功與失敗的上臂與軀幹之夾角的角度曲線相似，並且在時間約 0.4 秒左右後開始屈曲至 0.65 秒左右，在此之後就隨即伸展，並準備伸直雙臂來下蹲接住槓鈴動作。



試舉成功



試舉失敗

圖 4-6 受試者 B 的試舉成功與失敗動作的上臂與軀幹之夾角的角度曲線圖

表 4-17 試舉成功與失敗動作在各階段結束點的上臂與軀幹之夾角的角度與角速度 (mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
上臂與軀幹之夾角的			
角度(deg)			
離地瞬間	53.25 \pm 4.38	52.78 \pm 4.59	.45
第一次拉	48.19 \pm 2.16	49.60 \pm 2.07	-2.47*
轉換階段	38.33 \pm 3.30	39.12 \pm 3.75	-.89
第二次拉	39.77 \pm 3.52	39.78 \pm 3.78	-.02
翻轉階段	110.96 \pm 8.83	108.67 \pm 10.02	1.54
上臂與軀幹之夾角的			
角速度(deg/s)			
離地瞬間	29.69 \pm 14.90	29.37 \pm 19.38	.07
第一次拉	-91.10 \pm 10.09	-96.20 \pm 23.76	.51
轉換階段	-54.87 \pm 21.08	-45.86 \pm 28.09	-1.82
第二次拉	81.35 \pm 13.97	81.67 \pm 45.18	-.02
翻轉階段	307.45 \pm 61.54	275.73 \pm 94.63	1.03

* $p < .05$

表 4-18 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作在各階段結束點之上臂與軀幹之夾角的最大角速度與出現時間，其結果發現皆未達顯著差異 ($p>.05$)，且試舉成功與失敗動作的上臂與軀幹之夾角的最大角速度出現時間很相似，且都接近於翻轉階段末期。本研究以 RBM 最大者之受試者 B 在試舉成功與失敗動作的上臂與軀幹之夾角的角速度曲線圖表示 (圖 4-7)，從圖中可以發現到其角速度曲線圖有相似的運動表現，且最大角速度所出現的時間幾乎發生在翻轉階段過程中。

表 4-18 試舉成功與失敗動作的上臂與軀幹之夾角的最大角速度與出現時間 (mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
最大角速度 (deg/s)	408.06 \pm 40.63	418.26 \pm 51.51	-.65
出現時間 (s)	0.98 \pm 0.06	0.97 \pm 0.05	.72

* $p<.05$

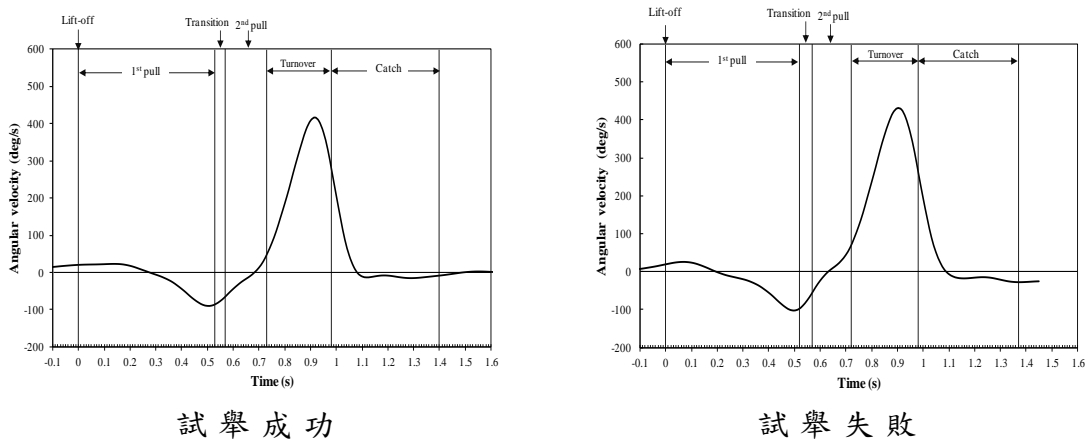


圖 4-7 受試者 B 的試舉成功與失敗動作的上臂與軀幹之夾角的角速度曲線圖

四、試舉成功與失敗動作之上臂與垂直軸之夾角的運動表現

表 4-19 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作之各階段結束點的上臂與垂直軸之夾角與表 4-20 試舉成功與失敗動作上臂與垂直軸之夾角的最大角速度與出現時間，結果發現到上臂與垂直軸之夾角的角度在第一次拉結束點達顯著差異 ($t_{(7)} = -2.50, p = .041$)，且試舉失敗的角度大於試舉成功。在角速度方面，則未達顯著差異，但試舉成功與失敗的上臂與垂直軸之夾角的最大角速度出現時間都在翻轉階段結束點之後。

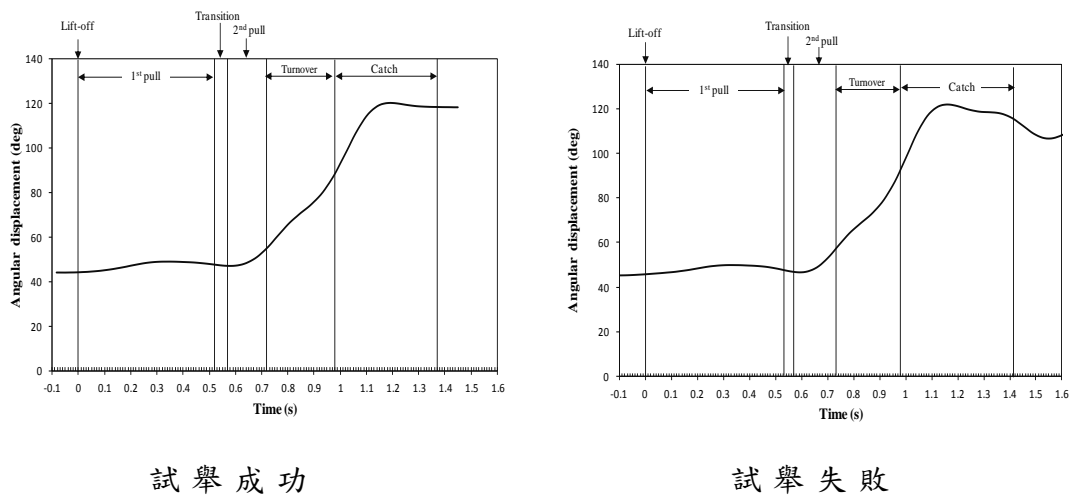


圖 4-8 受試者 B 試舉成功與失敗動作的上臂與垂直軸之夾角的角度曲線圖

本研究以 RBM 最大者之受試者 B 在試舉成功失敗動作的上臂與垂直軸之夾角的角度（圖 4-8）與角速度曲線圖表示（圖 4-9），從圖 4-8 可以發現到，試舉成功與失敗的上臂與垂直軸之夾角在轉換階段的過程中，其角度有下降的現象，

這主要是因為受試者在此階段積極的將槓鈴朝身體方向拉近所造成的現象。此外，在角速度曲線圖上，可以發現到有兩個峰值，其一在第二次拉階段末期左右，其二則出現在翻轉階段末期左右，這也就代表了上臂在兩個動作階段中執行了提肘與伸直動作。

表 4-19 試舉成功與失敗動作在各階段結束點之上臂與垂直軸之夾角的角度與角速度 (mean \pm SD) (n=8)

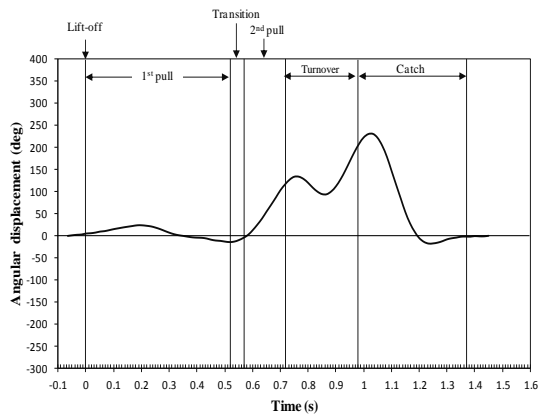
	成功	失敗	t 值
上臂與垂直軸夾角的角度 (deg)			
離地瞬間	44.88 \pm 5.39	46.16 \pm 5.29	-2.50*
第一次拉	45.79 \pm 5.80	47.29 \pm 5.44	-2.24
轉換階段	42.63 \pm 5.55	44.00 \pm 4.88	-2.09
第二次拉	53.16 \pm 3.89	52.96 \pm 4.94	.22
翻轉階段	90.45 \pm 5.02	90.82 \pm 5.56	-.25
上臂與垂直軸之夾角的角速度(deg/s)			
離地瞬間	5.56 \pm 9.93	5.82 \pm 6.13	-.10
第一次拉	-32.8 \pm 26.90	-17.82 \pm 14.37	-1.39
轉換階段	-11.74 \pm 21.92	-28.83 \pm 28.18	1.36
第二次拉	133.10 \pm 22.67	140.89 \pm 23.56	-.77
翻轉階段	232.81 \pm 66.62	228.77 \pm 52.78	.26

* $p < .05$

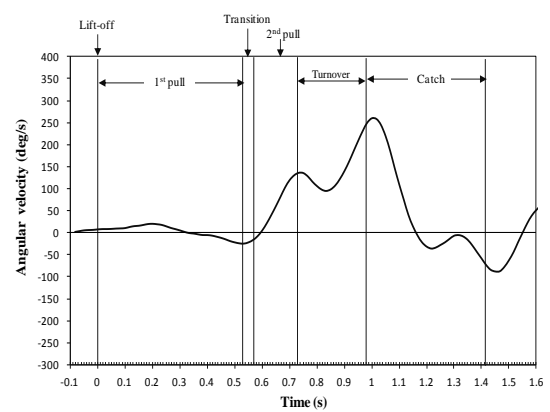
表 4-20 試舉成功與失敗動作之上臂與垂直軸之夾角的最大角速度與出現時間 (mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
最大角速度 (deg/s)	276.62 \pm 59.96	270.14 \pm 70.68	.33
最大角速度 出現時間 (s)	1.07 \pm 0.06	1.05 \pm 0.07	1.18

* $p < .05$



試舉成功



試舉失敗

圖 4-9 受試者 B 試舉成功與失敗動作的上臂與垂直軸之夾角的角速度曲線圖

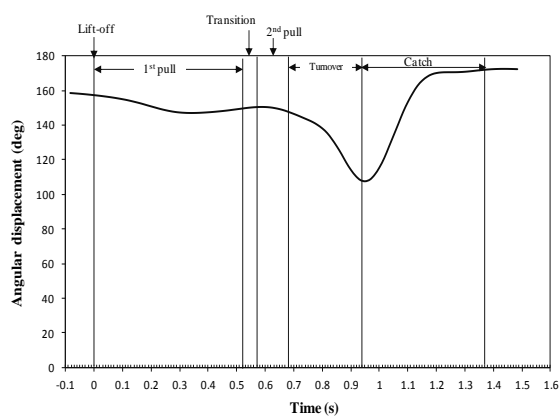
五、試舉成功與失敗動作之上臂與前臂之夾角的運動表現

表 4-21 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作在各階段結束點的上臂與前臂之夾角的角度與角速度變化情形，其結果發現肘關節角速度在第二次拉結束點達顯著差 ($t_{(7)}=-3.97, p=.005$)，以試舉失敗角速度大於試舉成功；表 4-22 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作上臂與前臂之夾角的最小角度、最大角速度與最小角度出現時間、最大角速度出現時間，其結果發現皆未達顯著差異 ($p>.05$)。其中，試舉成功與失敗的上臂與前臂之夾角的最大角速度出現時間早於上臂與前臂之夾角的最小角度，而最大角速度出現時間在第二次拉結束點到翻轉階段結束點的過程中，最小角度出現時間接近翻轉階段結束點的末期。本研究以 RBM 最大者之受試者 B 在試舉成功與失敗動作的上臂與前臂之夾角的角度 (圖 4-10) 與角速度曲線圖表示 (圖 4-11)，從圖 4-10 中可以發現到上臂與前臂之夾角曲線有著相似的運動模式，其試舉成功與失敗在轉換階段結束點之後則開始屈曲動作至翻轉階段末期，並出現最大屈曲動作，以此來執行聳肩提肘動作。另外，在角速度曲線圖上 (圖 4-12)，試舉成功與失敗明顯有不同的上臂與前臂之角速度表現，以試舉失敗最大角速度峰值明顯低於試舉成功，以及有較快的角速度下降趨勢。

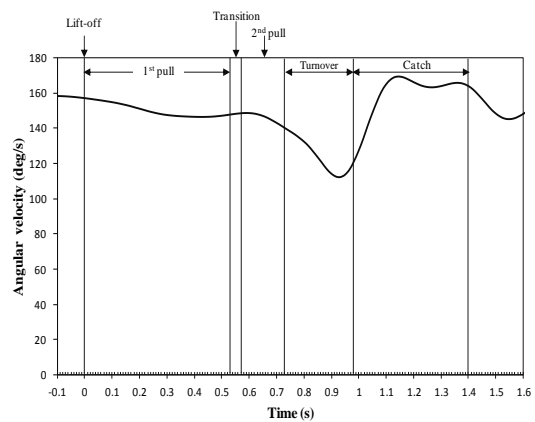
表 4-21 試舉成功與失敗動作在各階段結束點之上臂與前臂之夾角的角度與角速度 (mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
上臂與前臂之夾角			
的角度 (deg)			
離地瞬間	155.07 \pm 4.94	153.71 \pm 4.52	1.46
第一次拉	150.47 \pm 4.80	149.04 \pm 5.06	2.20
轉換階段	153.32 \pm 4.86	151.92 \pm 4.84	2.34
第二次拉	147.25 \pm 6.32	146.19 \pm 6.54	0.73
翻轉階段	122.05 \pm 6.93	122.43 \pm 5.19	-0.15
上臂與前臂之夾角			
的角速度(deg/s)			
離地瞬間	13.75 \pm 15.62	14.32 \pm 11.83	-0.10
第一次拉	-34.67 \pm 45.25	-15.10 \pm 28.38	-1.96
轉換階段	-15.08 \pm 43.73	-34.94 \pm 46.66	1.38
第二次拉	85.77 \pm 24.57	122.39 \pm 22.60	-3.97*
翻轉階段	-252.24 \pm 121.76	-214.15 \pm 134.23	-0.98

* $p < .05$



試舉成功



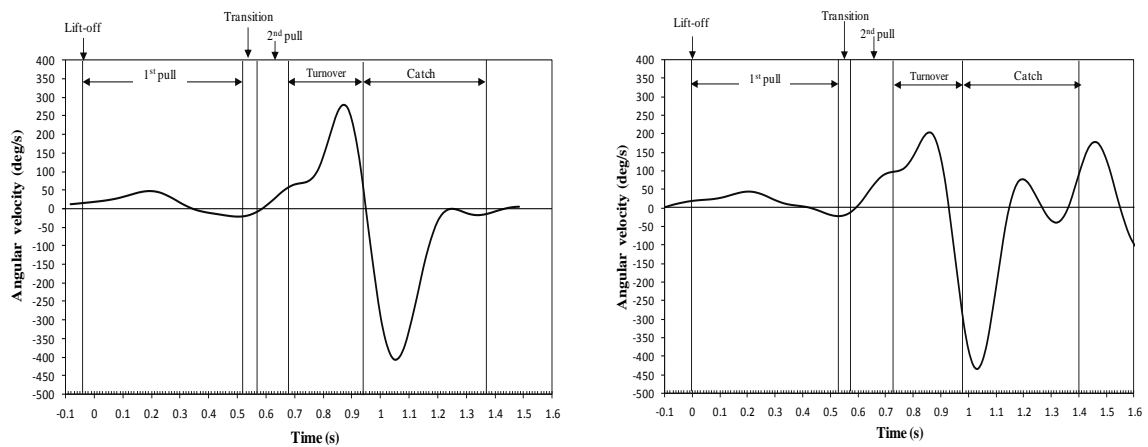
試舉失敗

圖 4-10 受試者 B 試舉成功與失敗動作的上臂與前臂之夾角的角度曲線圖

表 4-22 試舉成功與失敗動作之上臂與前臂之夾角的最小角度、最大角速度與最小角度出現時間、最大角速度出現時間 (mean ± SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
上臂與前臂之夾角			
最小角度 (deg)	115.88 ± 7.44	116.80 ± 6.41	-.42
最大角速度 (deg/s)	233.70 ± 71.06	190.64 ± 41.82	1.54
出現時間 (s)			
最小角度	0.98 ± 0.06	1.00 ± 0.06	-1.72
最大角速度	0.89 ± 0.08	0.88 ± 0.09	.31

* $p < .05$



試舉成功

試舉失敗

圖 4-11 受試者 B 的功與失敗動作的上臂與前臂之夾角的角速度曲線圖

六、抓舉試舉成功與失敗動作之身體重心運動表現

表 4-23 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗動作之身體重心在各階段結束點的水平位置與垂直位置以及表 4-24 為試舉成功與失敗動作之身體重心在各階段結束點的水平速度與垂直速度，其結果發現皆未達顯著差異 ($p > .05$)。從結果可以發現到試舉成功與失敗之身體心的水平位置從離地瞬間到翻轉階段結束點都朝垂直參考線右側移動，而垂直位置在第二次拉結束點則非常接近身體重心的最大垂直高度，在此之後則開始下降。隨後在翻轉階段開始至結束點的過程中，試舉成功與失敗之身體重心的垂直速度則開始快速下降。

表 4-23 試舉成功與失敗動作之身體重心在各階段結束點的水平位置與垂直位置 (mean \pm SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
水平位置 (cm)			
離地瞬間	3.51 \pm 1.11	3.05 \pm 1.51	1.72
第一次拉	7.14 \pm 2.42	7.00 \pm 2.02	0.33
轉換階段	7.12 \pm 2.92	6.66 \pm 2.44	1.27
第二次拉	19.69 \pm 3.76	18.94 \pm 3.48	1.28
翻轉階段	18.18 \pm 8.41	17.86 \pm 7.30	0.28
垂直位置 (cm)			
離地瞬間	33.87 \pm 2.05	33.34 \pm 1.85	1.59
第一次拉	61.65 \pm 3.98	60.68 \pm 2.49	0.97
轉換階段	69.66 \pm 4.26	68.47 \pm 1.96	1.18
第二次拉	84.04 \pm 5.21	83.02 \pm 3.47	0.95
翻轉階段	51.69 \pm 4.10	51.67 \pm 1.70	0.02

* $p < .05$

表 4-24 試舉成功與失敗動作之身體重心在各階段結束點的水平速度與垂直速度 (mean ± SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
水平速度 (cm/s)			
離地瞬間	-4.71 ± 7.53	-3.43 ± 8.16	-.93
第一次拉	4.03 ± 11.60	3.72 ± 12.48	.09
轉換階段	-27.43 ± 15.47	-21.43 ± 10.08	-1.13
第二次拉	-72.76 ± 22.86	-72.11 ± 18.83	-.12
翻轉階段	52.14 ± 15.00	47.67 ± 12.47	1.21
垂直速度 (cm/s)			
離地瞬間	29.23 ± 3.83	28.22 ± 3.07	.50
第一次拉	71.61 ± 11.53	68.88 ± 10.78	1.14
轉換階段	86.91 ± 12.37	84.21 ± 7.65	.70
第二次拉	28.68 ± 19.65	30.87 ± 11.55	-.27
翻轉階段	-172.87 ± 24.79	-185.11 ± 13.65	1.72

* $p < .05$

表 4-25 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗之身體重心近、遠的水平位移、身體重心最大垂直高度與出現時間以及槓鈴-身體重心最大垂直高度差，其結果發現身體重心”近”(t₍₇₎=5.52, p=.001)與槓鈴-身體重心最大垂直高度差(t₍₇₎=3.47, p=.01)達顯著差異。從結果可以發現到，試舉失敗的身體重心”近”非常的接近垂直參考線，這代表著試舉失敗之身體重心在槓鈴最靠近身體方向時，其重心位置比試舉成功來的較為前方。

表 4-25 試舉成功與失敗動作之身體重心近-遠運動型態的水平位移、身體重心最大垂直高度以及槓鈴-身體重心最大垂直高度差 (mean ± SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
身體重心 (cm)			
近	7.27 ± 3.50	1.39 ± 1.51	5.52*
遠	22.78 ± 5.15	22.30 ± 2.95	.31
最大垂直高度	84.41 ± 5.12	83.51 ± 3.56	.89
出現時間 (s)			
近	0.59 ± 0.06	0.60 ± 0.06	-.55
遠	0.85 ± 0.05	0.87 ± 0.06	-1.33
最大垂直高度	0.79 ± 0.05	0.80 ± 0.05	-.85
槓鈴-身體重心最大垂直高度差 (cm)	21.99 ± 2.60	20.23 ± 3.33	3.47*

* $p < .05$

表 4-26 為全體受試者在抓舉試舉成功與失敗之身體重心最大垂直速度、最大垂直負速度與身體重心最大垂直速度出現時間、最大垂直負速度出現時間，其結果發現未達顯著差異 ($p > .05$)。從結果可以發現到，試舉成功與失敗的身體重心最大垂直速度出現在轉換階段結束點到第二次拉結束點的過程中，而身體重心的最大垂直負速度則相當接近翻轉階段結束點末期。

表 4-26 試舉成功與失敗動作之身體重心最大垂直速度、最大垂直負速度與身體重心最大垂直速度出現時間、最大垂直負速度出現時間 (mean ± SD) (n=8)

	成功	失敗	t 值
身體重心 (cm/s)			
最大垂直速度	107.96 ± 10.52	104.26 ± 20.16	.54
最大垂直負速度	-198.40 ± 14.52	-202.47 ± 15.09	.92
出現時間 (s)			
最大垂直速度	0.69 ± 0.06	0.68 ± 0.05	-.85
最大垂直負速度	0.98 ± 0.06	0.99 ± 0.05	-1.09

* $p < .05$

第五章 討論

本章分為三個部分進行討論。第一節為抓舉試舉成功與失敗動作之動作時間；第二節為抓舉試舉成功與失敗之槓鈴運動表現；第三節為抓舉試舉成功與失敗動作之肢體動作表現。

第一節 抓舉試舉成功與失敗動作之動作時間

抓舉的動作特徵主要是利用快速的動作轉換，並且配合上肢與下肢的連貫動作來增加槓鈴向上移動的位置，因此選手必須要運用有效率的肌肉力量來對抗地心引力並且以最短的時間來完成整體動作表現(Garhammer, 1985; Gourgoulis 等, 2000; Isaka 等, 1996)。

本研究 8 位受試者的試舉失敗動作都發生在接槓階段，其中 7 位受試者的試舉失敗原因為槓鈴向前掉落，只有 1 位受試者為槓鈴向後掉落，由於試舉失敗之受試者都沒有完成接槓動作，所以無法判定接槓階段結束點，因此本研究在動作時間上僅分析槓鈴離地瞬間至到達最大垂直高度的位置，即轉換階段結束點。其結果發現到試舉成功與失敗動作的總時間相同，平均為 1.03 秒，並且在世界級與各國菁英選手的第一次拉到翻轉階段的時間 0.9~1.1 秒內 (Baumann 等, 1988; Campos 等, 2006; Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004, 2009; Harbili, 2012)。

比較過去研究的結果(Baumann 等, 1988; Campos 等, 2006; Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004, 2009)，本研究試舉成

功與失敗在第一次拉（約 0.49 秒）、第二次拉（約 0.16~0.17 秒）所花費的時間同樣在世界級與各國菁英選手的範圍內（平均約為 0.45~0.55 秒、0.12~0.26 秒），且轉換階段所花費的時間（約 0.10~0.11 秒）小於過去研究結果（平均約為 0.12~0.15 秒），但翻轉階段所花費的時間（約 0.26 秒）比過去研究結果來的長（平均約為 0.22~0.24 秒）。

表 5-1 本研究與過去研究之試舉成功與失敗的時間
(mean ± SD)

動作時間	本研究		Gourgoulis 等 (2009)	
	試舉成功	試舉失敗	試舉成功	試舉失敗
第一次拉 (s)	0.49 ± 0.04	0.49 ± 0.06	0.51 ± 0.08	0.51 ± 0.06
轉換階段 (s)	0.11 ± 0.03	0.10 ± 0.04	0.15 ± 0.01	0.15 ± 0.02
第二次拉 (s)	0.16 ± 0.03	0.17 ± 0.02	0.17 ± 0.01	0.17 ± 0.07
翻轉階段 (s)	0.26 ± 0.01	0.26 ± 0.02	0.24 ± 0.01	0.24 ± 0.02
總時間 (s)	1.03 ± 0.05	1.03 ± 0.05	1.07	1.07

備註：總時間（從第一次拉開始到翻轉階段結束的時間）

本研究發現試舉失敗與成功在各階段動作時間和總時間都未達顯著差異，這與 Gourgoulis 等(2009)的研究結果相同，但第一次拉與第二次拉時間則比本研究來的長（表 5-1），造成這樣的現象主要是因為本研究之受試者在轉換階段的動作時間較為短暫，而 Gourgoulis 等(2004)比較成年與青年之舉重選手的動作時間表現，發現到青年選手在轉換階段所花費

的時間較成年舉重選手來的短，但在第一次拉與第二次拉的動作時間則較長，可能是因為青年選手的下肢肌肉力量較成年選手來的小，使得選手需要花費較長的時間來完成第一次拉與第二次拉之動作，因此降低這兩個階段動作的功率表現，並且與成年選手達顯著差異，上述的結果說明動作時間並不是造成試舉失敗的主要原因。

第二節 抓舉試舉成功與失敗之槓鈴運動表現

受試者試舉成功與失敗的動作皆有出現三種槓鈴軌跡型態，其中試舉失敗以 C 型態的使用率較高，而試舉成功則為 B 型態的使用率較高，過去研究也發現 B 型態的使用率最高（邱宏達等，2009；Isaka 等，1996；Garhammer, 1998；Okada 等，2008；Ikeda, Jinji, Matsubayashi, Matsuo, Ingaki, Takemata & Kikuta, 2012；Akkus, 2012；Harbili, 2012），而在試舉成功率上，本研究 B 型態的試舉成功率較高，為 62.50%，此結果與 Schilling 等（2002）的研究結果相同，其 B 型態的試舉成功率為 66.7%。

B 型態會有較高的成功率，主要是選手在提拉時，槓鈴離開地面後遠離垂直參考線朝右側移動來接近身體方向，當槓鈴被推離到達最遠離身體方向的位置時，也並未橫越過垂直參考線（Baumann 等，1988；Rossi 等，2007）；此外，選手在第二次拉的過程中，有較程度的向後跳躍動作來下蹲支撐槓鈴，此向後跳躍動作的產生主要是來自於軀幹動作，因為較程度的軀幹伸展幅度而產生向後仰的動作，其目的是為了要平衡因身體後仰而伴隨著槓鈴向後偏移的因素

(Baumann 等, 1988; Chiu 等, 2009, 2010; Garhammer, 1985; Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004, 2009; Schilling 等, 2002; Stone 等, 1998)。

在槓鈴水平位移的運動表現上, Hadi, Akkus, & Harbili (2012)與 Stone 等 (1998)指出, 將槓鈴朝身體方向拉近可以降低槓鈴遠離身體方向運動所產生的水平做功表現, 以及減少不必要的力量支出, 亦可以提升槓鈴在垂直方向的運動表現。本研究結果發現試舉成功與失敗之槓鈴存在著不同的軌跡型態, 但槓鈴的”近”、”遠”與水平移動範圍未達顯著差異, 這代表著試舉成功與失敗都有相似的水平運動表現, 這與世界級與各國菁英選手相似 (王金成、許高魁, 2009; Chiu 等, 2010; Garhammer, 1981, 1985; Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004; Harbili, 2012; Isaka 等, 1996; Stone 等, 1998), 也符合 Garhammer (1989)所指出的槓鈴接近選手的最佳水平移動範圍 4~6 公分。

在槓鈴垂直位移的運動表現上, Baumann 等 (1988)研究發現重量級別越大者和身高越高者, 其槓鈴最大垂直高度會成正比的增加; 另外, Garhammer (2001)與 Hadi 等 (2012)分析選手在試舉三個不同重量的表現, 當槓鈴重量越重, 其槓鈴最大垂直高度也會受到重量增加影響而顯著的降低。由於, 本研究受試者試舉成功與失敗都是試舉相同重量, 因此試舉動作不會受到試舉重量影響而使得槓鈴最大垂直高度有太大的差異, 但結果發現試舉成功與失敗在第一次拉結束點的槓鈴垂直速度與翻轉階段結束點的槓鈴垂直位置 (即槓鈴最大垂直高度) 達顯著差異 ($p < .05$), 另外將槓鈴最大垂直高度與受試者身高進行標準化來排除身高的因素後, 其結果也

達顯著差異 ($p < .05$)，皆是試舉失敗之數值較小。由於槓鈴最大垂直高度，必須要透過下肢關節在第二次拉過程中，以爆發性連續伸展並將髖關節推出來將能量轉換至槓鈴上而產生速度 (Gourgoulis 等, 2000)，隨後再經由上肢快速聳肩屈肘動作來提升槓鈴垂直上升的高度。此外，在試舉相同重量的過程中，其槓鈴最大垂直高度若是相對較低，槓鈴無法獲得有效的高度條件下，而身體重心下降速度又太慢，會導致槓鈴在最大垂直高度位置到接槓瞬間位置的過程中，無法獲得足夠的空間來執行接槓動作 (王明暄、劉偉民, 2001)，則有可能造成試舉失敗的可能性。

由於抓舉動作是講求一個快速與連續的技術動作表現，選手要獲得有效的槓鈴高度提升，在抓舉過程中必須要透過人體的內力作用來產生槓鈴速度表現，並且藉由膝關節伸展動作使槓鈴獲得離開地面的初速度表現 (王金成、許高魁, 1991; Gourgoulis 等, 2000)，這代表槓鈴從離開地面到第一次拉結束點的速度表現，對於槓鈴在後續運動過程中是否到達一定的速度與高度表現，有著重要的影響因素。然而本研究結果發現，試舉失敗之受試者在槓鈴第一次拉結束點的速度表現顯著慢於試舉成功，由於槓鈴的速度產生是透過力量運用的結果，因此槓鈴從離開地面瞬間到第一次拉結束點的過程中，其作功的表現較大第二次拉 (Garhammer, 1985; Gourgouli 等, 2000, 2002, 2004)。因此槓鈴從離開地面瞬間到第一次拉結束點過程中的力量運用方向若是不正確，會導致能量無法有效的轉換至槓鈴上，造成槓鈴最大垂直高度不足，造成試舉失敗的可能性 (孫礪, 2010; Gourgoulis 等, 2009)。

雖然槓鈴的垂直速度之上升，必須要連續增加至最大垂直速度後才開始下降，並且形成一個單峰曲線型態(Gourgoulis 等, 2000, 2002, 2004, 2009; Isaka 等, 1996; Ikeda 等, 2012)，但是過去研究仍發現到槓鈴垂直速度不僅有單峰曲線型態，也有雙峰曲線型態(Garhammer, 1985; Baumann 等, 1988)；其中，雙峰曲線型態的凹陷處是出現在轉換階段過程中(Garhammer, 1985; Isaka 等, 1996; Bartonitez, 1996; Gourgoulis 等, 2000)，雖然 Baumann 等 (1988)認為雙峰曲線型態的產生主要是因為選手的技術動作不佳或者不嫻熟，但是奧運冠軍選手(Garhammer, 1985)、世界級選手(Akkus, 2012; Harbili, 2012; Isaka 等, 1995; Ikeda 等, 2012)與各國菁英選手(Gourgoulis 等, 2000, 2002, 20004; Hoover 等, 20006; Campos 等, 2006)的槓鈴速度都存有雙峰曲線型態；此外，Bartonltz (1996)與 Gourgoulis 等(2000)的研究指出，槓鈴速度表現產生些許的下降並不會影響到選手的技術表現，若是槓鈴速度出現短暫的下降現象，可能是因為起初的槓鈴速度過快、髖關節伸肌群力量不足或者疲勞所致，但選手若是在轉換階段產生速度下降，必須在第二次拉過程中利用更強大的肌肉力量來加快槓鈴移動的速度。

本研究觀察全體受試者的槓鈴速度曲線型態，發現到試舉成功出現的單峰曲線次數為 7 次、試舉失敗為 6 次，這表示試舉成功或者失敗的槓鈴速度曲線型態都存在著單峰與雙峰曲線；透過過去的研究可以發現到槓鈴速度曲線型態並不是影響試舉成功或者失敗的因素，其槓鈴在第一次拉結束點的速度慢與槓鈴最大垂直高度低，可能是導致試舉失敗的原因，且肢體動作表現不佳也會造成試舉失敗可能性(王明喧、

劉偉民，2001；孫礪，2010）。

第三節 抓舉試舉成功與失敗動作的肢體動作表現

在抓舉過程中的肢體動作表現扮演著重要的角色，除了使槓鈴產生初速度而離開地面外（王金成、許高魁，1991；Gourgoulis 等，2000），其能量轉換於槓鈴上與快速下蹲後的穩定支撐動作，都必須要仰賴著身體重心、下肢與上肢的協調配合（邱宏達等，2009；張躍等，1991；湯文慈等，2009；劉宇詮、楊美子，2001；劉北湘等，2008；Chiu 等，2007；2010；Hadi 等，2012）。

在下肢的動作型態上，本研究之全體受試者在試舉成功與失敗的下肢動作表現有相同的運動型態，膝關節與踝關節在第一次拉過程中是持續伸展，並於轉換階段為屈曲動作，此時的屈曲動作所花費的時間是所有動作階段中最為短暫；此外，髌、膝、踝關節到達最大伸展角度的時間都很接近第二次拉結束點，而最大角速度出現的順序為髌關節、膝關節，最後為踝關節，其中膝關節與踝關節的最大伸展角速度之出現時間相當接近，此下肢動作型態與過去研究相同（Baumann 等，1988；Campos 等，2006；Gourgoulis 等，2000，2002，2004，2009；Harbili，2012；Isaka 等，1996）；雖然試舉成功與失敗有相同的下肢動作型態，但試舉失敗在第二次拉結束點的髌關節角度顯著較小，而髌關節、膝關節與踝關節的最大伸展角速度也顯著較慢，然而上述的差異都發生在轉換階段之後，此時的下肢運動表現不佳會使得能量無法有效的轉換至槓鈴上來獲得槓鈴最大垂直速度與槓鈴最大垂直高度的提升，因

此選手的手臂就要更加用力表現來彌補槓鈴高度不足之現象（楊漢雄，2013）。

由於手臂的動作表現主要是在幫助槓鈴獲得向上的高度與後續的支撐槓鈴下落的動作。本研究發現試舉失敗之受試者在槓鈴離地瞬間的上臂與垂直軸之夾角過大，這可能會使得受試者的軀幹會較為前傾，且劉北湘等（2008）與Gourgoulis等（2009）指出，當槓鈴離地瞬間到第一次拉的動作過程中，其軀幹過於前傾以及將槓鈴拉離地面時的力量運用方向不當都會造成試舉失敗。由於試舉失敗之受試者的上臂與垂直軸之夾角過大，造成槓鈴在第一次拉結束的垂直速度較慢以及上臂與軀幹之夾角較大的現象，造成下肢關節在第二次拉過程中，其關節伸展角度、角速度與槓鈴最大垂直高度都顯著低於試舉成功者，雖然試舉失敗之受試者透過加上臂與前臂在第二次拉結束點之角速度來彌補槓鈴上升高度的不足，但是仍無法提高槓鈴最大垂直高度，而導致試舉失敗。

除了手臂與下肢的動作表現不恰當會造成試舉失敗外，選手在抓舉過程中之身體重心的運動表現亦是影響試舉成功與失敗的因素之一。本研究透過身體重心的運動表現，發現到試舉成功與失敗之身體重心在各階段結束點的水平與垂直之位置與速度皆未達顯著差異，但身體重心“近”以及槓鈴最大垂直高度與身體重心最大垂直高度差，達到顯著差異（ $p < .05$ ），統計試舉失敗現象之次數，發現試舉失敗之八位受試者當中，有7位受試者的槓鈴是向前掉落，1位是向後掉落。另外，亦發現在接近轉換階段結束點時，試舉失敗之受試者的身體重心“近”比試舉成功者更向前移動來接近垂直

參考線，此現象會造成槓鈴運動與肢體動作的不穩定，而導致槓鈴向前掉落或向後掉落（王明暄、劉偉民，2001；張守忠等，2009；劉北湘等，2008）。

在抓舉過程中的身體重心最大垂直高度是出現在槓鈴最大垂直高度之前，這顯示積極的提升身體重心高度，對於槓鈴最大垂直高度是有其效益。然而，本研究發現試舉成功與失敗之受試者的身體重心最大垂直高度未達顯著差異 ($p>.05$)，這表示試舉失敗之受試者的身體重心上升至最大垂直高度的程度與試舉成功者相似，但試舉失敗之受試者的槓鈴最大垂直高度與身體重心最大垂直高度差顯著低於試舉成功之受試者，此垂直高度較小會造成選手支撐槓鈴的空間不足而導致試舉失敗（劉北湘等，2008）。

從試舉失敗之受試者的上肢、下肢與身體重心的運動表現，可以發現到槓鈴在離地瞬間，由於上臂與垂直軸之夾角較大，導致第一次拉結束點的上臂與軀幹之夾角較大與槓鈴垂直速度慢於試舉成功者，加上在第二次拉結束點的髖關節角度與及髖關節最大伸展角度不足，試舉失敗者透過增加上臂與前臂之夾角的角速度動作來補償下肢關節伸展幅度、速度，但槓鈴最大垂直高度仍顯著低於試舉成功者，造成槓鈴最大垂直高度與身體重心最大垂直高度之間的差距較小，而無法獲得有效的空間來下蹲支撐槓鈴，最後造成試舉失敗。

第陸章 結論與建議

抓舉是選手以一個較寬的握姿來握住槓鈴，再經由下肢產生連貫動作來將能量轉換至槓鈴上，隨後藉由上肢來將槓鈴提升至一個適當高度，最後兩臂完全伸直於頭頂以上並穩定支撐槓鈴下落之動作。

一、結論

試舉成功與失敗之受試者在抓舉過程中，槓鈴在各階段所花費的時間、槓鈴在各階段結束點的水平位置與速度、上肢與下肢之最大關節角速度出現時間、BCH 角度、BCH 角速度、BCH 最小角度與最大角速度以及其出現時間和身體重心最大垂直高度表現是相似的，但是試舉失敗之受試者在槓鈴離地瞬間，其上臂與垂直軸之夾角顯著過大，增加了第一次拉結束點的上臂與軀幹之夾角，使得槓鈴垂直速度較慢而無法獲得有效的槓鈴初速度，而在轉階段結束點時，身體重心過於向前移動接近垂直參考線，導致第二次拉階段下肢關節伸展幅度與速度不足，使得能量無法有效的傳遞至槓鈴上，來獲得適當的高度，雖然試舉失敗者在第二次拉結束點透過增加上臂與前臂之夾角的角速度，來彌補下肢關節伸展幅度與速度的不足，但槓鈴最大垂直高度仍顯著低於試舉成功者，最後造成身體重心最大垂直高度與槓鈴最大垂直高度之差值顯著小於試舉成功者，而無法獲得有效的支撐空間來穩定槓鈴下落，最後造成試舉失敗。

透過試舉失敗的動作特徵，來改善選手將槓鈴提拉離開地面瞬間到第一次拉結束點的動作表現，這能減少身體重心

在接近轉換階段結束點的過於前傾，並且穩定下肢與上肢關節動作在第二次拉過程中的表現，以此增加翻轉階段到接槓過程中的下蹲支撐空間，最後增加試舉的成功率。

二、建議

正確的執行抓舉動作表現，可以提升選手的在抓舉過程中的動作穩定性，以及增加比賽過程中的試舉成功率。本研究建議教練與選手在進行抓舉技術動作訓練時，必須要注意槓鈴從離地瞬間到第一次拉過程中的動作正確性，以及轉換階段過程中的身體重心是否過於向前移動。雖然優秀選手會不斷的調整身體姿勢來補償肢體動作的不佳，但是有效的控制肢體動作來穩定槓鈴的運動，對於技術動作表現、往後的成績與試舉成功率的提升是有其影響性的。

本研究是在實驗室的情境下，以三度空間攝影方式來分析選手試舉最佳成績 90% 的重量，對於選手的實力完全發揮是有其限制；因此，在未來的研究可以應用本研究之三度空間攝影方式來收集選手在實際比賽中的全力表現，並且參考本研究之槓鈴、上肢與下肢的運動學參數來瞭解其動作表現是有其必要性的。此外，本研究發現造成試舉失敗的因素，為槓鈴從離地瞬間到第一次拉過程中的上臂與垂直軸之夾角過大，而增加第一次拉結束點的上臂與軀幹之夾角以及導至槓鈴垂直速度較慢，隨後導致身體重心過於前傾與後續肢體動作的不佳，而造成試舉的失敗。

因此，在未來的研究，除了探討男性運動員在實際比賽過程中全力表現，瞭解女性運動員試舉成功與失敗之動作表現，亦是未來研究之方向；此外，結合測力板與肌電圖來探

討試舉成功與失敗在抓舉過程中之槓鈴離地瞬間到第一次拉結束點的表現，以此瞭解肌肉骨骼系統的用力表現與關節力矩的變化，再將結果所獲得的重要資訊來提供未來教練、選手與運科人員在訓練上之參考依據。

參考文獻

一、中文部分

王金成、許高魁（1991）。一九九〇年哈泰盃世界舉重名人賽冠亞軍選手動作之三度空間運動學分析。臺北市：國立臺灣師範大學體育研究所。

王明暄、劉偉民（2001）。從運動生物力學角度看抓舉失敗——以全國男子舉重錦標賽江蘇隊員為例。《體育與科技》，22(3)，32-33。

王向東、劉夢飛與徐文泉（2008）。優秀女子舉重運動員抓舉技術的生物力學分析，《中國體育科技》，44(6)，93-95。

白雪嶺、王洪生、張希安、李文婷、魏高峰與王成焘（2009）。三維運動學仿真男子舉重運動員抓舉技術及膝關節運動分析。《中國組織工程研究與臨床康復》，12(35)，6879-6882。

李文川（2010）。優秀舉重運動員抓舉提鈴訓練中速拉、硬拉類練習動作的運動學分析。《成都體育學院學報》，36(2)，63-66。

何維華（2002）。台灣男性青年人與運動員之人體肢段參數研究（未出版之博士論文）。桃園縣，國立體育學院。

何維華、李超群與相子元（2004）。以MRI法建立臺灣青年男子人體肢段參數之研究。《中華生物醫學工程期刊》，24(1)，1-6。

何維華（2008）。人體肢段慣性參數。載於林寶城（主編），《運動生物力學》（頁7-27）。台中市：華格那企業有限公司。

司。

- 邱宏達、梁日蕾與吳再富（2009）。青年女子舉重運動抓舉槓鈴運動特性之分析。《華人運動生物力學期刊》，1，23-31。
- 張躍、蔡國均、盧青、王雲德與盧德明（1991）。六運會何英強創 133.5 公斤（56 公斤級）抓舉世界紀錄的立體技術分析。《生物力學》，6(2)，113-120。
- 張守忠、王志鵬與馮狄（2009）。2008 年北京奧運會女子舉重比賽成敗率統計分析。《軍事體育進修學院學報》，28(1)，55-57。
- 莊銘修、張立羣（2010）。舉重抓舉之槓鈴運動學分析。2010 台灣生物力學學會及台灣運動生物力學學會聯合年會暨學術研討會 & 國際運動生物力學研討會。台南市：台灣運動生物力學學會。
- 湯文慈、鴻宗穎與陳柏揚（2009）。優秀大專舉重選手抓舉發力期之上肢動作分析。《體育學報》，42(4)，13-28。
- 楊漢雄（2013）。競技舉重教學訓練和競賽。2013 年全國舉重 B 級教練講習會之會議資料（頁 1-103）。臺北市：中華民國舉重協會。
- 劉于詮、楊美子（2001）。抓舉膝上發力技術之動作觀察分析模式與運動學分析之整合研究。《國立體育學院論叢》，11(2)，253-268。
- 劉北湘、龍望春、覃憲勳與戴偉（2008）。主要特徵點數據在抓舉技術診斷中的作用研究。《山東體育學院學報》，24(11)，51-54。

二、中文部分

- Akkus, H. (2012). Kinematic analysis of the snatch lift with elite female weightlifters during the 2010 World Weightlifting Championship. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 897-905.
- Baumann, W., Gross, V., Quade, K., Galbierz, P., & Schwirtz, A. (1988). The snatch technique of world class weightlifters at the 1985 World Championships. *International Journal of Sport Biomechanics*, 4, 68-89.
- Bartonitez, K. E. (1996). Biomechanics of the snatch: Toward a higher training efficiency. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 18(3), 24-31.
- Campos, J., Poletaev, P., Cuesta, A., Pablos, C., & Carratalá, V. (2006). Kinematical analysis of the snatch in elite male junior weightlifters of different weight categories. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 843-850.
- Chiu, H.T., Cheng, K. B., & Wang, C. H. (2007). The 3-d kinematics of the barbell during the snatch movement for elite Taiwan weightlifters. In Subic A., Fuss F. K., & Ujihashi S. (Eds.), *The Impact of Technology on Sport II* (pp. 655-660). London: Taylor & Francis Group.
- Chiu, H. T., Wang, C. H., & Cheng, K. B. (2010). The

- three-dimensional kinematics of a barbell during the snatch of Taiwan weightlifting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(6), 1520-1526.
- Chiu, H. T., & Liang, J. L. (2010). BCH angle of young female weightlifters during snatch movement. 28th *International Conference on Biomechanics in Sports* (pp. 171-174). USA: Marquette, Michigan.
- Chen, Y. H., & Chiu, H. T. (2011). The relationship between the barbell trajectories of snatch and BCH angles. 29th *International Conference on Biomechanics in Sports* (pp. 171-173). Portuguese: Journal of Sport Sciences.
- Garhammer, J. (1980). Power production by Olympic weightlifters. *Medicine & Science in Sports*, 12(1), 54-60.
- Garhammer, J. (1981). Biomechanical characteristics of the 1978 world weightlifting champions. In *Biomechanics VII-B* (pp. 300-304). Baltimore: University Park Press.
- Garhammer, J. (1985). Biomechanical profiles of Olympic weightlifters. *International Journal of Sports Biomechanics*, 1(2), 122-130.
- Garhammer, J. (1989). Weight lifting and training. In Vaughan, C, L, (Ed.), *Biomechanics of Sports* (pp.169-211). Boca Raton, Fla : CRC Press.
- Garhammer, J. (1991). A comparison of maximal power outputs between elite male and Female weightlifters in competition. *International Journal of Sports*

- Biomechanics*, 7(1), 3-11.
- Garhammer, J. (1993). A review of power outputs studies of Olympic and Powerlifting: methodology, performance prediction, and evaluation tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7(2), 76-89.
- Garhammer, J. (1998). Weightlifting performance and techniques of male and female. *First International Conference on Weightlifting and Strength Training, Lahti, Finland*. Conference Book, pp 89-94.
- Garhammer, J. (2001). Barbell trajectory, velocity and power changes: six attempt and four world records. *Weightlifting USA*, 19(3), 27-30.
- Gourgoulis, V., Aggelousis, N., Mavromatis, G., & Garas, A. (2000). Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters. *Journal of Sports Sciences*, 18(8), 643-652.
- Gourgoulis, V., Antoniou, P., Charistoforids, C., Mavromatis, G., & Garas, A. (2002). Comparative 3-dimensional kinematic analysis of the snatch technique elite male and female Greek weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2), 359-366.
- Gougoulis, V., Aggeloussis, N., Kalivas, V., Antoniou, P., Mavromatis, G. (2004). Snatch lift kinematic and bar energetics in male adolescent and adult weightlifters. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 126-131.

- Gougoulis, V., Aggeloussis, N., Garas, A., & Mavromatis, G. (2009). Successful vs. Unsuccessful performance in snatch lifts: A kinematic approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(2), 486-494.
- Hoover, D. L., Carlson, K. M., Christensen, B. K., & Zebas, C. J. (2006). Biomechanical analysis of women weightlifters during the snatch. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 627-633.
- Hadi, G., Akkus, H., & Harbili, E. (2012). Three-dimensional kinematic analysis of the snatch technique for lifting different barbell weights. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 1568-1576.
- Harbili, E. (2012). A gender-based kinematic and kinetic analysis of the snatch lift in elite weightlifters in 69-kg category. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(1), 162-169.
- Isaka, T., Okada, J., & Funato, K. (1996). Kinematic analysis of the barbell during the snatch movement of elite Asian weight lifters. *Journal of Applied Biomechanics*, 12(4), 508-516.
- International Weightlifting Federation (2009). Technical and competition rules. In Anikó, N. M., Attila, Á., Móonika, U., & Róbert, N. (Eds.), *International Weightlifting Federation Hand Book* (pp. 51-118). Hungary: IWF.
- Ikeda, Y., Jinji, T., Matsubayashi, T., Matsuo, A., Inagaki, E., Takemata, T., & Kikuta, M. (2012). Comparison of the

- snatch technique for female weightlifters at the 2008 Asian Championships. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1281-1295.
- Okada, J., Iijima, K., Fukunaga, T., Kikuchi T., & Kato K. (2008). Kinematic analysis of the snatch technique used by Japanese and International female weightlifters at the 2006 junior world championship. *International Journal of Sports and Health Science*, 6, 194-202.
- Rossi, S. J., Buford, T. W., Smith, D. B., Kennel, R., Haff, E. E., & Haff, G. G. (2007). Bilateral comparison of barbell kinetics and kinematics during a weightlifting competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 150-158.
- Schilling, B. K., Stone, M. H., O'bryant, H. S., Fry, A. C., Coglianes, R. H., & Pierce, K. C. (2002). Snatch technique of collegiate national level weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 551-555.
- Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Williams, F. E., Johnson, R. L., & Pierce, K. C. (1998). Analysis of bar paths during the snatch in elite male weightlifters. *National Strength and Conditioning Association*, 20(4), 30-38.

附錄一

受試者實驗同意書

研究題目：抓舉成功與失敗試舉之生物力學分析

研究人員：莊銘修

指導教授：張立羣 副教授

研究單位：國立臺灣體育運動大學競技運動學系暨碩士班

實驗地點：國立臺灣體育運動大學技擊館一樓舉重教室

連絡電話：0980183238

信箱：jolin80130@gmail.com

感謝您參與本研究計畫，為了保護您的權益，並協助您決定是否適合參與本研究，請詳細閱讀同意書內容，如對於同意書上有任疑問可以隨時提出。

研究主題簡介：

由於抓舉是比賽中的第一個項目，而技術動作是屬於快速且連貫性高的動作過程，若是無法有效的掌握抓舉技術表現，將會影響到後續的挺舉技術動作，然而過去研究大多關注試舉成功，而較少有試舉失敗的研究，因此有關導致試舉失敗的因素是否為接槓不穩定？或者身體重心不穩定...等？仍是不明確，因此本實驗目的在於探討造成抓舉試舉成功與失敗的動作表現之因素。

實驗的程序說明

- 一、受試者填寫實驗同意書與受試者基本資料表。
- 二、受試者進行熱身 15 分鐘。
- 三、受試者穿著舉重比賽服，並於受試者身上黏貼標記點。
- 四、正式實驗開始前，本實驗依據受試者基本資料表中所填寫的最近三個月最佳成績將其換算成百分之 90%，其出場順序係以試舉最輕重量優先出場。
- 五、正式實驗開始時，受試者必須進行 90% 之試舉重量，並試舉三次，期間休息間隔為 2 分鐘。
- 六、試舉之過程中，腳掌之外的身體部位觸碰舉重檯、上舉時槓鈴觸及頭部、槓鈴掉落、手臂有屈伸動作、接槓後未起身者均屬於失敗試舉。

本人 _____ 在完全詳讀與理解上述之內容後，同意參與本實驗。並願意配合填寫一份個人基本資料表。

受試者簽名： _____

日期： _____ 年 _____ 月 _____ 日

附錄二

受試者基本資料

各位受試者您好，為了保護您的個人隱私，本研究會在論文當中以代號來表示，此基本資料將不會有外流現象以及被第三者所窺視其資訊，因此請放心填寫，施測者 銘修 在此感謝您配合本實驗。

編號：_____ 實驗日期：_____

姓名：_____ 身高：_____

體重：_____ 出生月日：_____

量級：_____ 運動年齡：_____

慣用手：_____ 慣用腳：_____

最佳運動成績：_____

※ 由施測者換算與填寫：

90% 試舉百分比：_____ 成功 失敗

※ 在過去一年內，您的上肢：肩關節、腕關節、肘關節、上臂、前臂；下肢：髖關節、膝關節、踝關節、大腿、小腿是否有發生過骨折、韌帶撕裂、肌腱發炎、神經肌肉或骨骼等疾病傷害，或者正在進行手術後復健？

是（請加以描述）

否

～再次感謝您的配合～

中華民國 年 月 日 填表