

舉重選手抓舉與挺舉動作髖關節、膝關節和踝關節之角度比較分析

蔣明雄 講師/國立台灣體育大學(桃園)

盧素娥 講師/嘉南藥理科技大學

張逸光 副教授/開南大學體育室

摘要

本研究之目的在探討我國男子舉重選手實施抓舉與挺舉動作並以進行運動學及動因學予以比較與分析。茲因舉重比賽的舉法中，抓舉與挺舉的動作，技術與難度常為舉重選手比賽勝負的關鍵；若能針對抓舉與挺舉動作，技術與難度，以進行運動學及動因學加以比較與分析，將結果提供參賽選手參考，應可增加獲得獎牌機會。本研究是根據攝影機及測力板獲得五位優秀男子舉重選手的抓舉與挺舉在各階段過程中之差異，所獲得結論如下：踝關節、膝關節和髖關節之角度，經過三種不同試舉重量時，提鈴期與發力期，在抓舉角度是比挺舉角度大。另外 A 選手挺舉 85% 踝關節角度偏低會影響技術的發展而其他關節角度較符合。因此，如果沒有將三個關節作正確預備動作，則提鈴期會造成重心前傾，而影響發力期過度伸展導致接槓不穩失敗。

關鍵詞：舉重、抓舉、挺舉、運動學、動因學

Kinematical and Kinetical Analyses on Hand Snatch and Jerk of Elite Male Weightlifters in Taiwan

Ming-Hsiung Chiang / National Taiwan Sport University

Sr-Er Lu / Chia Nan University of Pharmacy And Science

ABSTRACT

The purpose of this study was to kinetically and kinematically analyze hand snatch and jerk of elite male weightlifters in Taiwan. Because the techniques of the two prescribed lifts, namely the hand snatch and clean and jerk, are crucial for weightlifters in competitions. Hence, kinetically and kinematically analyze the technical components of the hand snatch and jerk will be helpful to the athletes, and consequently increase the possibilities of winning. By using high speed camera and force plate to collect data from 5 elite weightlifters and comparing hand snatch and jerk, this study found the following results: Comparing the angles of ankle, knee and hip in three different weights, weightlifters performed significant angle's differences in snatch than jerk. A weightlifter must pay attention to the angle of his or her ankle while performing lifting. Failure to do so would result in imbalanced position and eventually lead to failure.

Keywords : Weightlifting, Snatch, Jerk, Kinetics, Kinematics

壹、緒 論

一、研究背景及動機

許樹淵(1997)指出舉重比賽是代表人類最大肌力表現的項目。王金成(1991)此階段之技術是舉重動作成功的重要關鍵舉重運動為競技項目。現代舉重運動已從一個專業化、單一化、標準化而變成了力量及角度結合的重要項目。舉重是屬於速度性和爆發性的項目，其發達肌肉、增強體質作用，決定了舉重運動項目的存在價值以及在亞、奧運會和世界性比賽中的地位。隨著舉重成績的提升，舉重的科學研究也隨之展開，所以本研究以我國優秀男子舉重選手在抓舉與挺舉動作時，其踝關節、膝關節和髖關節之角度比較分析。此外，針對抓舉與挺舉動作，尋找選手技術的缺失並加以改善，以求提升運動成績。

二、研究目的

本研究之目的是針對男子舉重抓舉與挺舉動作進行運動學及動因學的比較與分析。本研究是要探討抓舉與挺舉在提鈴期與發力期結束點的踝關節、膝關節、髖關節角速度過程中之差異。茲將其研究參數列出如下：

- (一) 選手抓舉與挺舉試舉 80%重量提鈴期及發力期結束點踝關節、膝關節、髖關節角度變化之比較。
- (二) 選手抓舉與挺舉試舉 85%重量提鈴期及發力期結束點踝關節、膝關節、髖關節角度變化之比較。
- (三) 選手抓舉與挺舉試舉 90%重量提鈴期及發力期結束點踝關節、膝關節、髖關節角度變化之比較。

三、研究範圍

舉重運動在抓舉與挺舉之動作時期分為準備動作、提鈴動作、引膝動作、發力動作、上膊動作、上挺(分腿動作)、收腿支撐動作及抓舉下蹲支撐等。因為挺舉之上膊動作、上挺(分腿動作)、收腿支撐動作與抓舉下蹲支撐動作不同，所以本研究僅針對準備動作、提鈴動作、引膝動作、發力動作、騰空動作等做為研究的範圍。

四、名詞解釋

(一)、抓舉(Snatch)

依據 2008 年國際舉重委員會最新舉重規則中的敘述，抓舉是舉重比賽中的第一個舉法，選手必須用一個連續不斷的動作把槓鈴從舉重台上提起，並向上舉至兩手臂完全伸直，兩腿可做任何一種下蹲動作。完成動作時，選手的臂、腿和槓鈴成一平面，保持靜止狀態，待裁判發出放下信號時，再將槓鈴放下，下圖 1-1 至 1-8 為抓舉連續動作。



1-1 準備動作



1-2 提鈴動作



1-3 引膝動作



1-4 發力動作



1-5 騰空動作

1-6 支撐動作

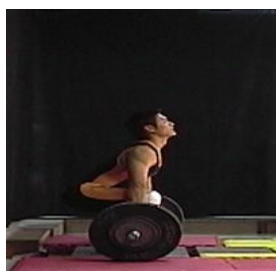
1-7 起舉動作

1-8 完成動作

圖 1-1 至 1-8 為抓舉的連續動作(圖為國內男子 77kg 級冠軍蔡俊男選手)

(二)、挺舉 (lean and Jerk)

挺舉是競技舉重比賽中的第二種項目，分為兩個停留點，即是提鈴至胸（鎖骨及前三角肌成三點）與上挺。根據比賽規則，選手以連續不斷的動作把槓鈴提至胸前，兩腿可做任何一種下蹲動作，起立後兩腿垂直，做好預蹲動作，迅速伸髖、伸膝、屈踝將槓鈴爆發往上衝，形成騰空時，兩腿可採用下蹲動作、半蹲動作及分腿動作，兩手臂伸直，鎖住肩胛骨，做支撐動作，然後站起來或收腿，槓鈴與身體穩住，保持靜止狀態，等裁判發出放下信號時，再將槓鈴放下，下圖 1-2-1 至 1-2-9 為挺舉連續動作。



1-2-1 準備動作



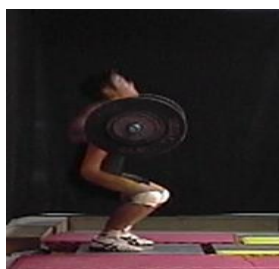
1-2-2 提鈴動作



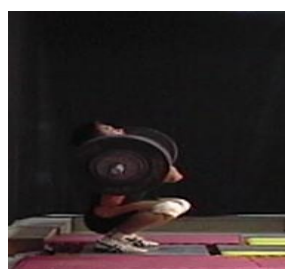
1-2-3 引膝動作



1-2-4 發力動作



1-2-5 騰空動作



1-2-6 上膊動作



1-2-7 起舉動作



1-2-8 衝槓動作



1-2-9 完成動作

圖 1-2-1 至 1-2-9 為挺舉連續動作(圖為國內男子 77kg 級冠軍蔡俊男選手)

貳、研究方法與步驟

一、研究對象

本研究以國立體育學院及臺灣體育學院舉重隊等五名優秀男子舉重選手為受試者。其中，四位為 2000 至 2005 年世界大學及世界盃國手，其中一名為 2004 年奧運會國手(2005 年世界盃第五名)。依表一說明。

表一 受試者基本資料

選手代號	A		B		C		D		E	
性別	男		男		男		男		男	
年齡(歲)	20		22		27		22		19	
身高(公分)	158		158		162		170		178	
體重(公斤)	59		64		70		79		133	
運動(年)	5		9		11		9		6	
參加量級	56kg		62kg		69kg		77kg		+105kg	
抓舉近期成績	105kg		125kg		120kg		135kg		150kg	
抓舉最佳成績	100kg		120kg		122.5kg		135kg		147.5kg	
實驗所舉重量佔 最佳成績之百分比	80	85	80	100	80	97.5	80	110	80	120
	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
	85	90	85	107.5	85	102.5	85	115	85	127.5
	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
	90	95	90	112.5	90	110	90	122.5	90	135
	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
挺舉近期成績	130kg		160kg		150kg		170kg		195kg	
挺舉最佳成績	132.5kg		155kg		155kg		177.5kg		190kg	
實驗所舉重量佔 最佳成績之百分比	80	105	80	130	80	120	80	137.5	80	157.5
	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
	85	112.5	85	137.5	85	127.5	85	145	85	167.5
	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
	90	120	90	145	90	135	90	155	90	177.5
	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg

二、研究方法

本研究係以二部攝影機(廠牌 SONY, 型號 DCR-PC330)、測力板一塊(廠牌 AMTI, 型號 9290AD)和測力板分析軟體(Quattro Jump)同步測量, 進行資料的收集。攝影機系統採用三度空間動作分析系統(Arial Performance Analyze system, APAS), 主要在收集抓舉及挺舉動作過程。

三、場地佈置

本實驗在高雄左營國家選手運動訓練中心舉重館進行, 實驗前先進行場地之丈量與儀器架設, 攝影機架設於受試者右邊 10 公尺及正前方 10 公尺處, 攝影機高度為 1 公尺、速度為 60

張/秒，在不影響選手之情況下拍攝選手之動作（參考圖 2-1）。

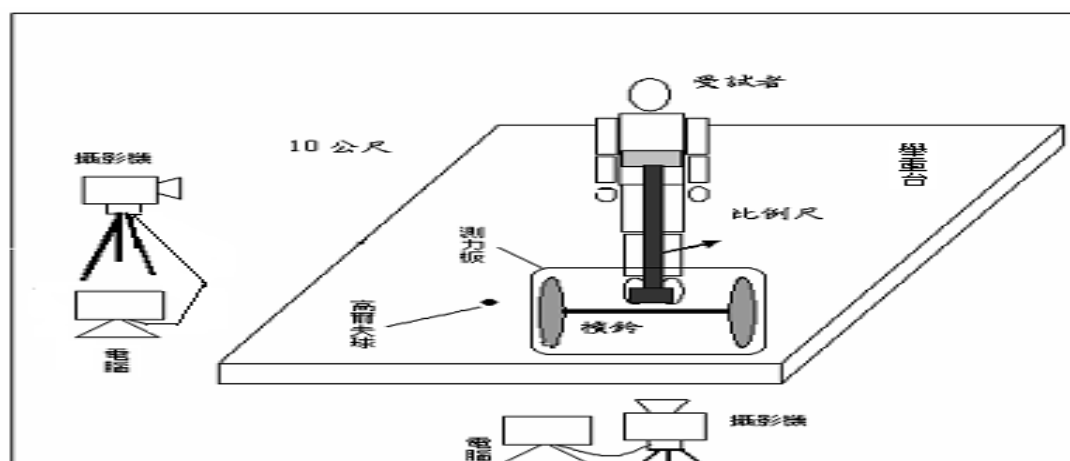


圖 2-1 場地佈置圖

四、實驗步驟

受試者按流程之說明進行實驗並成功舉起槓鈴。總共三次試舉，試舉次與次之間的休息時間為 2 分鐘，且在每次開始測試前，測試器都得再校正一次。在受試者所舉之重量方面，游添燈（1990）、朱碧梧（1991）、黃晉揚（1993）、邱文信（1998）、劉于詮（2000）等研究其受試者所舉之重量也都在 80%至 90%之間。本研究受試者進行抓舉與挺舉各三種重量試舉成功為主，失敗記錄不作分析，每一重量試舉三次仍不成功則放棄。茲將實驗測試所舉重量佔最佳成績之百分比訂為 80%、85%、90%。

五、資料收集與處理

在資料收集及處理方面，如表二。

表二 資料收集及處理統整表

名稱	參數	處理方法
攝影機	踝關節、膝關節和髖關節之角度。	轉成依照時間順序排列之數字檔(ASCII 檔)經換算後得之。
測力板	轉換成數位訊號、存於個人電腦	

六、資料分析

本研究是從根據攝影機及測力板獲得五位選手的抓舉與挺舉資料進行分析和比較，其資料分析：抓舉與挺舉在提鈴期與發力期過程中之踝關節、膝關節和髖關節之角度差異。

參、結果與討論

在抓舉與挺舉提鈴期與發力期的動作來看，選手做好準備動作後，提鈴期雙臂保持伸直，身體保持前傾，踝關節、膝關節、髖關節的角度逐漸增大，提鈴至髖骨上緣時，做出引膝動作，使大腿伸肌適度拉長，當引膝後槓鈴升至大腿開始發力，發力後身體向上伸展並稍微向後。此

時，踝關節、膝關節、髖關節的角度逐漸增至最大。三個關節的伸展與緩衝必須要相應配合，才能在瞬間發揮極致的爆發力量。在提鈴期至發力期的動作銜接，便是由踝、膝、髖三個關節的充份蹬伸，如果沒有將三個關節作正確預備動作，則提鈴時會造成重心前傾，而影響發力期過度伸展造成接槓不穩或失敗。

選手在抓舉與挺舉於提鈴期、發力期期間，踝關節、膝關節、髖關節的角度變化情形，如圖 3-1、3-2、3-3、3-4、3-5、3-6、4-7、4-8、4-9 所示。踝關節、膝關節角度變化則成雙峰曲線，波谷所在亦即踝關節、膝關節角度與髖關節角度曲線交會點。髖關節角度變化曲線為常態單一波峰，也顯示此時髖關節角度的完全伸展。在選手抓舉與挺舉踝關節的曲線中，圖 4-1 及 4-3 的曲線稍有不同，表示在動作銜接協調性上出現瑕疵，最主要原因是提鈴期身體的動作過於前傾，造成臀大肌會提前往後移，相對是雙臂及上半身肌群也受影響。在膝關節部份圖 4-4 挺舉的曲線膝蓋有提早往前屈膝，會影響發力後騰空伸展的速度及接槓的穩定性。在髖關節部份圖 4-8 抓舉的曲線較不穩定，會使身體的動作往後伸展過大，也造成接槓時雙腳會往後跳及掉槓的機率越大。

在抓舉與挺舉動作分析中，A 選手在提鈴期至引膝期，因腰、背肌有稍微彎曲卻影響手臂提前彎曲、發力期後槓鈴向上速度及接槓等問題，所以選手必需由輕的重量來要求改善技術。除以上關節的曲線描述須做改善外，其他動作都有相同之規律。

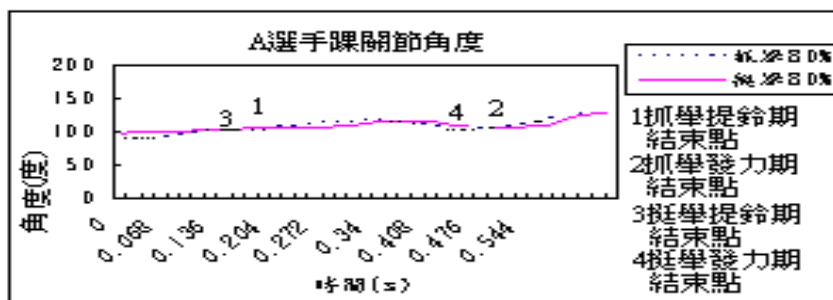


圖 4-1 A 選手抓舉與挺舉試舉 80%重量在提鈴期與發力期踝關節角度變化之比較

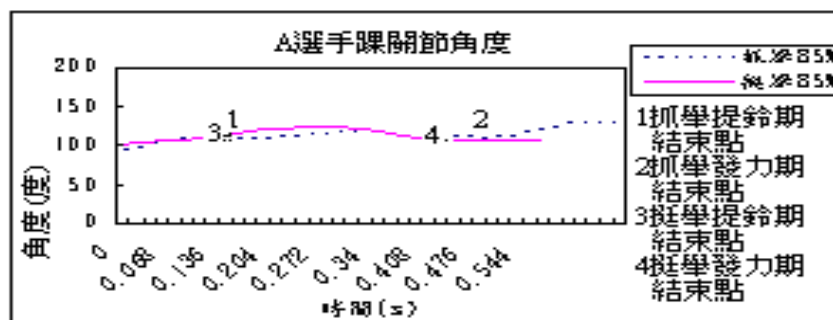


圖 4-2 A 選手抓舉與挺舉試舉 85%重在提鈴期與發力期量踝關節角度變化之比較

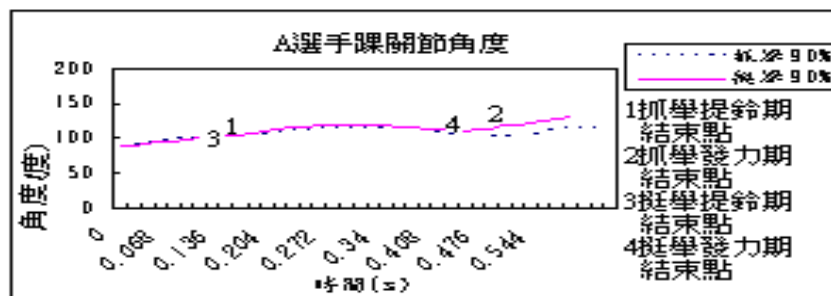


圖 4-3 A 選手抓舉與挺舉試舉 90%重量在提鈴期與發力期踝關節角度變化之比較

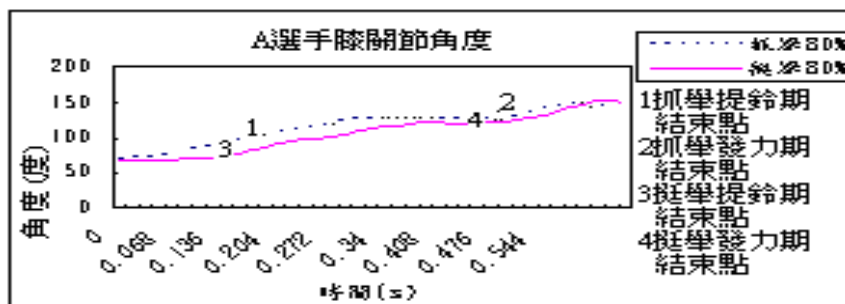


圖 4-4 A 選手抓舉與挺舉試舉 80%重量在提鈴期與發力期膝關節角度變化之比較

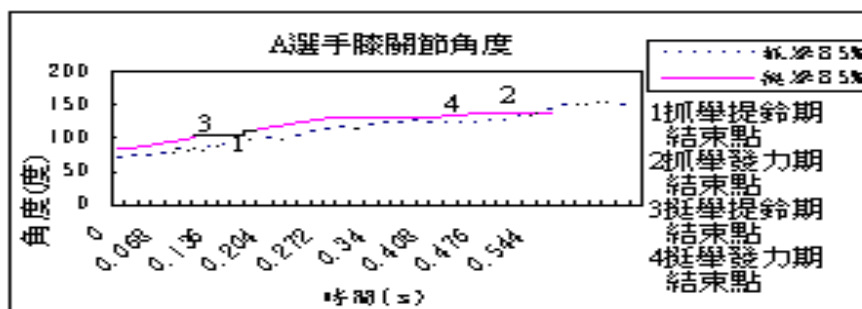


圖 4-5 A 選手抓舉與挺舉試舉 85%重量在提鈴期與發力期膝關節角度變化之比較

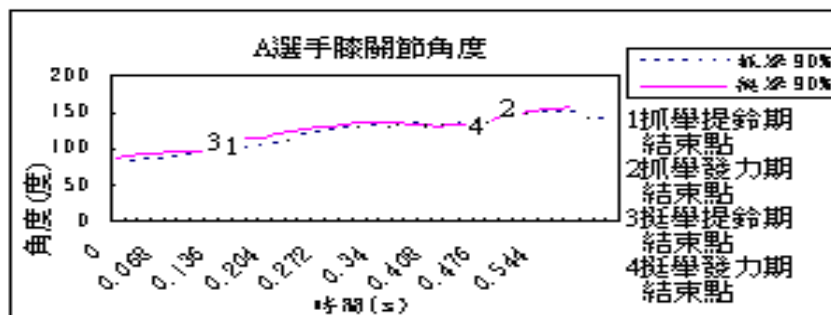


圖 4-6 A 選手抓舉與挺舉試舉 90%重量在提鈴期與發力期膝關節角度變化之比較

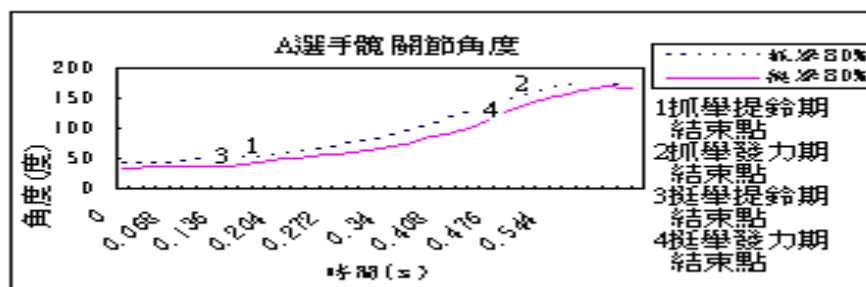


圖 4-7 A 選手抓舉與挺舉試舉 80%重量在提鈴期與發力期腕關節角度變化之比較

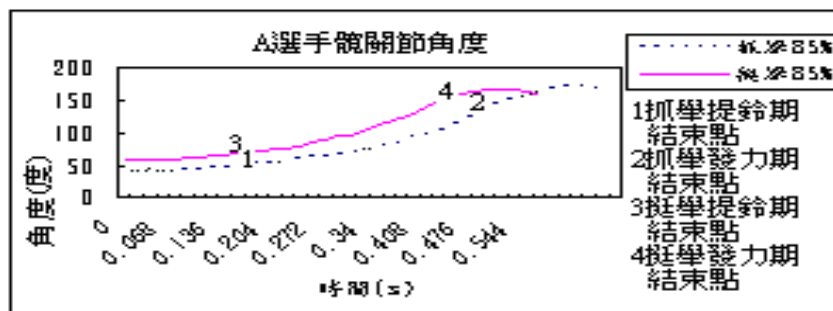


圖 4-8 A 選手抓舉與挺舉試舉 85%重量在提鈴期與發力期腕關節角度變化之比較

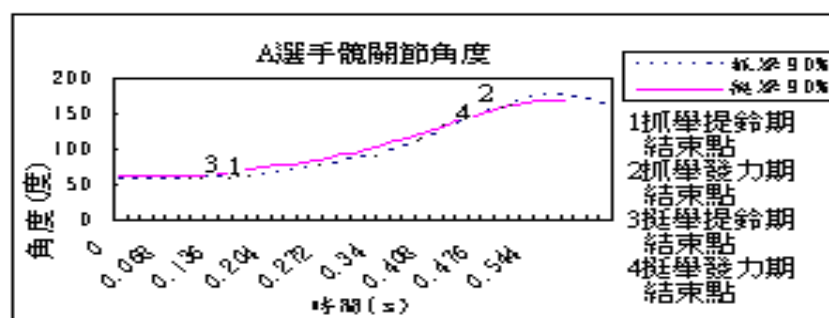


圖 4-9 A 選手抓舉與挺舉試舉 90%重量在提鈴期與發力期腕關節角度變化之比較

本研究是針對我國五位優秀男子舉重選手實施三種不同重量（最佳試舉成績之 80%、85%、90%）、二種試舉（抓舉與挺舉）在提鈴期與發力期之運動學及動因學分析。根據本研究的實驗步驟，處理舉重抓舉與挺舉動作過程中之運動學及動因學資料後，將結果與討論依序呈現踝關節、膝關節和腕關節之角度的描述性統計，其分析結果分述如下：為了進一步瞭解五位優秀男子舉重選手抓舉與挺舉的動作角度之整體特性，茲將前述三種關節在試舉不同重量時，在提鈴期與發力期結束點之角度平均值，依表三、四、五、六、七、八分別加以表述說明。

表三 五位選手抓舉和挺舉試舉 80%重量時在提鈴期結束點踝關節、膝關節、腕關節之角度
單位：度

分期及百分比	踝關節 80%		膝關節 80%		腕關節 80%	
選手	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉
A	123.54	125.64	146.35	151.12	171.13	168.38
B	124.68	129.20	147.99	152.28	177.07	179.86
C	131.73	127.04	157.48	154.30	174.04	179.64
D	130.02	135.92	147.95	150.51	177.54	178.24

E	133.43	129.96	154.29	148.79	179.42	178.42
平均值	128.68	129.55	150.81	151.40	175.84	176.90
標準差	4.36	3.95	4.81	2.05	3.27	4.82

表四 五位選手抓舉和挺舉試舉 85%重量時在提鈴期結束點踝關節、膝關節、髖關節之角度
單位：度

分期及百分比	踝關節 85%		膝關節 85%		髖關節 85%	
選手	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉
A	125.67	106.16	149.65	138.22	161.07	165.92
B	127.21	121.27	157.18	156.11	176.50	170.81
C	124.72	118.75	155.32	155.62	175.49	173.17
D	133.84	129.90	150.21	147.09	176.74	168.88
E	130.41	120.62	150.08	146.21	177.24	179.23
平均值	128.37	119.34	152.48	148.65	173.41	171.60
標準差	3.74	8.53	3.50	7.44	6.93	5.02

表五 五位選手抓舉和挺舉試舉 90%重量時在提鈴期結束點踝關節、膝關節、髖關節之角度
單位：度

分期及百分比	踝關節 90%		膝關節 90%		髖關節 90%	
選手	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉
A	113.19	128.18	147.59	153.58	173.72	167.30
B	123.60	121.05	154.61	150.70	172.83	170.78
C	120.21	129.63	156.55	155.44	172.19	171.15
D	121.08	125.47	143.53	146.13	167.72	171.15
E	134.04	124.02	147.21	146.37	179.43	176.13
平均值	122.42	125.67	149.89	150.44	173.15	171.30
標準差	7.55	3.39	5.47	4.19	4.19	3.15

表六 五位選手抓舉和挺舉試舉 80%重量時在發力期結束點踝關節、膝關節、髖關節之角度
單位：度

分期及百分比	踝關節 80%		膝關節 80%		髖關節 80%	
選手	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉
A	123.54	121.37	143.20	141.50	165.45	163.17
B	123.76	129.20	147.99	152.28	177.07	179.86
C	131.73	127.04	156.83	154.30	174.04	179.64
D	130.06	130.83	144.53	150.51	174.08	178.24
E	129.86	129.96	154.29	148.79	177.40	176.96
平均值	127.79	127.68	149.37	149.48	173.61	175.57
標準差	3.85	3.80	5.98	4.91	4.83	7.03

表七 五位選手抓舉和挺舉試舉 85%重量時在發力期結束點踝關節、膝關節、髖關節之角度

單位：度

分期及百分比	踝關節 85%		膝關節 85%		髖關節 85%	
選手	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉
A	125.67	122.89	149.65	138.22	171.22	163.90
B	123.55	121.27	157.18	156.11	176.50	170.81
C	124.74	118.75	155.32	155.62	175.50	173.91
D	133.84	127.73	150.20	143.76	172.52	170
E	127.38	120.62	150.80	145.35	174.32	179.23
平均值	127.04	122.25	152.63	147.81	174.01	171.57
標準差	4.05	3.40	3.39	7.82	2.15	5.61

表八 五位選手抓舉和挺舉試舉 90%重量時在發力期結束點踝關節、膝關節、髖關節之角度

單位：度

分期及百分比	踝關節 90%		膝關節 90%		髖關節 90%	
選手	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉	抓舉	挺舉
A	112.90	128.18	147.59	153.58	173.72	167.31
B	121.64	121.05	154.88	150.31	172.28	170.44
C	120.21	127.66	156.55	155.44	170.39	172.19
D	121.08	125.47	140.74	143.89	167.72	171.75
E	126.42	123.03	146.65	146.37	179.43	176.13
平均值	120.45	125.08	149.28	149.92	172.70	171.55
標準差	4.86	3.04	6.46	4.82	4.38	3.19

競技舉重運動（1990）指出，預備動作踝關節為 65 度左右（50 度~75 度）。朱碧梧（1989）以抓舉三度空間動作分析結果指出，在提鈴結束點瞬間，髖、膝關節角度同樣介入 150 度、166 度之間。

陳瑞蓮（2001）指出，研究結果發現二位選手在抓舉動作中，A 選手在提鈴期階段踝關節 94.5 度起始開始延伸至 111.7 度，而膝關節在提鈴期階段 87 度延伸至 143.8 度，在髖關節在提鈴期階段 42.3 度延伸至 97.4 度。B 選手在提鈴期階段踝關節 84.7 度起始開始延伸至 109.4 度，而膝關節在提鈴期階段 84.7 度延伸至 136.3 度，在髖關節在提鈴期階段 37.2 度延伸至 87.6 度。

本研究在踝關節、膝關節和髖關節之角度的描述性統計中，經過三種不同試舉重量平均值分析結果，表三五位選手抓舉和挺舉試舉 80%重量時，在提鈴期結束點各關節之角度平均值，抓舉角度是比挺舉角度小。表四五位選手抓舉和挺舉試舉 85%重量時，在提鈴期結束點各關節之角度平均值，抓舉角度是比挺舉角度大。表五五位選手抓舉和挺舉試舉 90%重量時，在提鈴期結束點各關節之角度平均值，抓舉的踝關節、膝關節角度是比挺舉踝關節、膝關節角度小，而抓舉的髖關節之角度是比挺舉髖關節之角度大。從本研究看出提鈴期在踝關節、膝關節及髖

關節與學者提出的差距不大。

在發力階段，Gourgoulis 等人於 2000 年研究世界量級舉重選手後發現在此階段髖關節角度在 177.00 ± 5.53 度之間，膝關節最大角度在 156.00 ± 6.6 度 5 之間，踝關節最大角度在 117.00 ± 8.80 度之間(引自郭廷棟，1990)。王金成(1991)針對在一九九〇年哈泰盃世界舉重名人賽榮獲冠軍的保加利亞舉重選手伊凡諾夫的挺舉動作特性進行三度空間運動學分析，發現冠軍選手伊凡諾夫的髖關節在發力期為 126 度而庫羅維奇為 152 度。Roman(1984)指出，Vornin 在起舉時軀幹和地面成 30 度，膝關節角度為 80 度，而在發力期開始膝關節角度為 120 度，軀幹和地面成 70 度(引自郭廷棟，1990)。李岳生和齊世聞(1978)根據生物力學的研究膝關節角在 135 度以下，主要是股四頭肌收縮，135 度以上股四頭肌收縮減弱，而股二頭肌、腓腸肌成為繼續完成伸膝動作的主要肌群。王云德(1979)研究提出中國選手平均預蹲的膝角應為 110 度-125 度。盧德明、萬德光、艾康偉及王云德(1994)研究証實參加 1990 年北京亞運會中國女子舉重選手，上挺發力開始的膝角為 111.5 度，發力結束時為 162.9 度。Bartoniets(1996)年分別分析美國及國際高水準和優秀舉重選手(前 5 名)共超過 1000 次的舉重動作，結果發現大部分優秀舉重選手在過渡期(transition phase)最後膝關節角度約為 130-140 度，抓舉的最後膝關節角度一般略小(膝關節彎曲較大)於挺舉(引自郭廷棟，1990)。奧林匹克舉重(2000)指出發力時膝、髖伸展幅度比較小，發力結束時膝角為 150-165 度，髖角不足 180 度。倪苑謙(2002)研究結果顯示出四位選手之預蹲膝關節最大角度，分別是 A 選手為 118.60 度，B 選手為 126.83 度，C 選手為 121.32 度，D 選手為 113.34 度。奧林匹克舉重(2000)指出，引膝膝角回屈為 20 度，利用發力讓膝關節回屈 135 度左右膝角，發力結束時髖角為 190 度，膝角可達 170 度，踝角約 120 度左右。

表六五位選手抓舉和挺舉試舉 80%重量時，在發力期結束點各關節之角度平均值，抓舉踝關節角度是比挺舉踝關節角度大，而抓舉膝關節角度及髖關節角度是比挺舉膝關節角度及髖關節角度小。表七五位選手抓舉和挺舉試舉 85%重量時，在發力期結束點各關節之角度平均值，抓舉踝關節角度、膝關節角度及髖關節角度是比挺舉踝關節角度、膝關節角度及髖關節角度大。表八五位選手抓舉和挺舉試舉 90%重量時，在發力期結束點各關節之角度平均值，抓舉的踝關節及膝關節角度是比挺舉踝關節及膝關節角度小，而抓舉的髖關節之角度是比挺舉髖關節之角度大。另外在表 3-2 中，發現挺舉 85%踝關節 106.16 角度比其他的角度差距較大。

肆、結論與建議

一、結論

本研究針對男子舉重抓舉與挺舉動作進行運動學及動因學分析之比較，並探討抓舉與挺舉在各階段過程中之差異，所獲得結論如下：踝關節、膝關節和髖關節之角度，經過三種不同試舉重量時提鈴期與發力期，在抓舉角度是比挺舉角度大，另外 A 選手挺舉 85%踝關節角度偏低會影響動作的速度及身體與槓鈴的弧度變大而影響後續技術的發展。其他選手各關節角度與學者提出的研究較為接近。因此，如果沒有將三個關節作正確預備動作，則提鈴期會造成重心前傾，而影響發力期過度伸展造成接槓不穩或失敗。

二、建議

本研究對於五位男子舉重選手抓舉與挺舉動作之比較分析，提出二點給教練、選手及研究員參考。

(一)建議將優秀選手的技術動作做一模式，例如踝關節、膝關節、髖關節的角度，在提鈴期與發力期之間的相互關係如何，提供舉重教練可藉此模式作為指導選手專項技術參考。

(二)槓鈴階段的運動學和動因學參數，發力期之後槓鈴騰空

是抓舉與挺舉的關鍵階段。此時，若選手槓鈴弧度過大，則會造成不穩定或失敗。因此，若能建立優秀選手發力期之後槓鈴騰空的運動學和動因學參數，對實際訓練必將有相當幫助。

參考文獻

- 李岳生、齊世聞(1981)。上挺動作的動力學特徵與技術分析。《中國體育科技》。郭廷棟譯(1990)：舉重運動員兩種舉法的訓練。莫斯科：體育與運動出版社。
- 游添燈(1990)。舉重選手在抓舉運動中的肢體關節和背部受力的生物分析。未出版之碩士論文，國立體育學院運動科學研究所，桃園。
- 王金成(1991)。一九九〇年哈泰盃世界舉重名人邀請賽冠亞軍選手動作之三度空間運動學分析。台北：師大體育研究所。
- 朱碧梧(1991)。抓舉技術之三度空間運動學分析。未出版之碩士論文，國立體育學院運動科學研究所，桃園。
- 黃晉揚(1993)。抓舉提鈴前後之蹬地力及速度指標相關性分析。未出版之碩士論文，國立體育學院運動科學研究所，桃園。
- 盧德明、萬德光、艾康偉和王雲德(1994)。我國優秀女子舉重選手挺舉技術分析。《北京體育大學學報》，17(1)。
- 邱文信(1998)。舉重抓舉動作之生物力學分析。未出版之碩士論文，國立體育學院運動科學研究所，桃園。
- 陳瑞蓮(2001)。我國優秀女子舉重選手抓舉動作之運動生物力學分析。未出版之碩士論文，台北市立體育學院運動科學研究所，台北市。
- 倪苑謙(2002)。台灣地區女子舉重挺舉預蹲發力及槓鈴彈力之運動生物力學分析。未出版之碩士論文，台北市立體育學院運動科學研究所，台北市。
- Bartonietz, (1996). Biomechanics of the snatch: toward a higher training efficiency. *Strength and Conditioning* 18,24-31.
- Gourgoulis, V., Aggelousis, N., Mavromatis, G., & Garas, A. (2000). Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters. 643-652.
- Roman, R.A. & Treskov, V.V. (1984) Snatch Technique of World Record Holder U. Zakharevich. *Soviet Sports Review*, 19(1-4) : 113-116, 199-203.
- Roman, R.A. (1984) Technique of the Barbell Lift by World Record Holder O. Mirzoyan. (Condensed) *Soviet Sports Review*, 21(3) : 131-137.