

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

國術打擊不同目標物之生物力學分析

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2413-H-034-001-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：中國文化大學國術學系

計畫主持人：莊榮仁

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

國術打擊不同目標物之生物力學分析

Biomechanical Analysis of Punching Varying Targets in the Chinese Martial Arts

計畫編號：NSC 91-2413-H-034-001

執行期限：91年8月1日至92年7月31日

主持人：莊榮仁 執行機構及單位名稱：私立中國文化大學國術學系

E' mail address: [allen@facutly.pccu.edu.tw](mailto:allen@facutly.pccu.edu.tw)

**中文摘要：**

國內外研究武術打擊動作，基本上是從打擊者的本身的改變(如順步與拗步；不同的上步方式)作為控制變項，來觀察打擊效果或打擊所產生的力量，卻很少有從改變打擊目標物的狀況，來觀察打擊者本身的變化。因此本研究希望透過改變目標物的質量和材料以作為控制變項，來觀察打擊者上肢的變化。選手在打擊不同目標物時，其出拳方式是否都一樣？還是受試者會根據目標物的不同而有不同的打擊方式？本研究的目的即在於透過肢段間互動動力學( intersegmental dynamics ) 探討國術選手打擊珍珠板(0.2kg)、小型沙包(9.2kg)和大型沙包(29.2kg)，然後觀察上肢運動學的差異，以及各關節力矩、肌肉力矩及各肢段間互動的情形，以明瞭上肢在打擊不同目標物的動作控制。此肢段間互動動力學方法是使用由 Hoy & Zernicke(1986)所發展出的方法處理。選取文化大學國術系男性學生自願參與者9名，體重為  $70.1 \pm 14.2$  公斤，身高為  $168.8 \pm 4.9$  公分，使用 Sony PD150 數位攝影機與 Peak Motus 6.0 動作影像分析系統，取得上肢相關的運動學資料，撰寫程式計算肢段間互動動力學。並且使用相依樣本變異數分析(ANOVA)考驗各變數之間的差異。結果發現除拳頭的最大速度、接觸時間與肩關節的最大肌肉屈力矩有顯著相關外，其餘在打擊深度、腕、肘與肩關節的關節淨力矩和肌肉力矩都未達顯著差異。這顯示出關節力矩與肌肉力矩並不會隨著打擊目標物的不同而有所不同。

關鍵字：國術打擊、不同目標物、肢段間互動動力學

**Abstract**

Research on martial arts strike motions here and abroad have basically been founded on the motion changes of the subject him/herself (ex: same side stance or opposite side stance etc.) as the control variable, to study impact effect or the amount of force created. But few have studied the changes incurred with different striking targets. Therefore we look forward to analyzing the change in a subject's upper limbs when the control variable is the varying target. How does the striking arm coordinate and control when impacting on varying target? Such information would be used in specifying the target mass during training. Our research will be to investigate from a intersegmental dynamics perspective; the variation between motions, joint torque, muscle torque, and the interaction between limbs when

subjects strike a movable striking platform, cardboard and without target. Through which we may understand the control motion in upper limbs when a subject strikes different target. The intersegmental dynamics formulae we will be applying was previously developed by Hoy & Zernicke (1986). We will be using 9 male volunteers from the Department of Chinese Martial Arts of Chinese Culture University. A digital camera (Sony PD150) & motion image analysis system (Peak Motus 6.0) will enable us to gain the necessary upper limb data, when programming the needed intersegmental dynamics formula. ANOVA will be used to evaluate the significant variables between each variable function. The result of this survey shows that the joint torque and muscle torque do not change with various stricken targets since we have discovered great significance among the maximum of strike speed, contact time, and the maximal muscle flexing torque, while the relationship between strike depth and the net joint torques (wrist, elbow, and shoulder) were not very significant.

Keywords: Chinese Martial Arts' Punch, Varying target, Intersegmental dynamics

#### 一、背景說明

國內外研究打擊動作基本上是從打擊者的本身的改變(如順步與拗步；原地與不同的上步方式；空手或穿戴不同的手套型式；不同的準備活動；直擊或砍劈；重擊或點擊)作為控制變項，來觀察打擊效果或打擊所產生的力量，卻很少有從改變打擊目標物的狀況，來觀察打擊者本身的變化(目前為止只有吉福康郎在 1987 和 1988 做過打空拳與打目標物拳頭的速度的比較)。因此本研究希望透過改變目標物的質量和材料以作為控制變項，來觀察打擊者上肢的變化。選手在打擊不同目標物時，其出拳方式是否都一樣？還是受試者會根據目標物的不同而有不同的打擊方式？

如前所述，一般有關打擊動作的研究，大多是從打擊者的本身的改變作為控制變項，來觀察打擊效果或打擊所產生的力量，卻很少有從改變打擊目標物的狀況，來觀察打擊者本身的變化。以下將就國內外相關的研究做一簡略的回顧：改變受試者的手腳相對位置(順步與拗步)來觀察受試者上臂各關節速度的變化(吉福康郎，1984、1988；莊榮仁和洪得明，民 81；相子元和陳俊忠，民 85)。使用相近但稍有不同的打法，如 Powell(1989)針對傳統型空手道，改良型空手道及西方式等三種的原地拗步捶(reversal punch)打法進行研究；鄭博應(民 84)對形意拳中拗步崩拳的三種打法、壓打崩拳、挑打崩拳與十字崩拳。受試者在原地或使用不同的上步方式進行打擊，如吉福康郎(1984)對少林拳法、空手道、日本拳法、相撲選手、自行車選手、一般學生與教師等各類受試者進行原地逆擊、移動逆擊與踏入逆擊；相子元與陳俊忠(民 85)以我國參加 1994 年的亞運空手道國家代表隊(9 男、4 女)為對象，研究原地攻擊動作(逆擊與撞擊)和前進攻擊動作(追擊與前進逆擊)的打擊力量，結果發現全體男女選手都是前進攻擊動作(追擊與前進逆擊)的打擊力量大於原地攻擊動作(逆擊與撞擊)。比較空手或穿戴不同的手套型式對於打擊效果的影響(Smith & Hamill, 1986；Whiting, 1988)。使用不同的準備活動，來觀察是否會影響打擊效果(鄭博應，民 84)。根據選手的主觀意圖進行重擊型打擊或點擊型打擊，以觀察上肢的各關節力矩(joint torque)、肌

肉力矩(muscle torque)與各關節間互動的動力學(intersegmental dynamics)(Chuang, L. R., Yu Liu, & Norman Yang, 1998)。以上這些研究都是以受試者本身的改變作為控制變項，來觀察打擊效果或打擊所產生的力量，它們共同的目標都是在改變受試者的打擊動作，以尋找受試者最佳的打擊動作。截至目前為止只有吉福康郎在 1987 和 1988 做過打空拳與打目標物拳頭的速度的比較，這是唯一改變目標物的狀況來觀察受試者的動作差異的研究，他操控的變項只有有無目標物而已，並未針對改變目標的質量與材料而引起受試者動作的變化進行研究，而這正是本研究所要觀察研究的。

## 二、研究目的

本研究的目的即在於透過肢段間互動動力學( intersegmental dynamics ) 探討國術選手打擊珍珠板、小型沙包與大型沙包時，受試者是否會因打擊目標物的不同而有不同的打擊方式。具體觀察的指標有上肢運動學，以及各關節力矩、肌肉力矩及各肢段間互動的情形。

## 三、研究方法

文化大學國術系男性學生自願參與者 9 名擔任受試者，每位受試者須進行三種不同目標物的打擊，即打擊珍珠板質量為 0.2 公斤、小型沙包(9.2 公斤)與大型沙包(29.2 公斤)各 3 次，使用 Sony PD150 數位攝影機與 Peak Motus 6.0 動作影像分析，選取其中最佳的一次作為分析，以取得上肢相關的運動學資料，使用 Hoy & Zernicke(1986) 所發展出的肢段間互動動力學方法處理，撰寫程式計算肢段間互動動力學。並且使用相依樣本的變異數分(ANOVA)考驗各變數之間的差異。

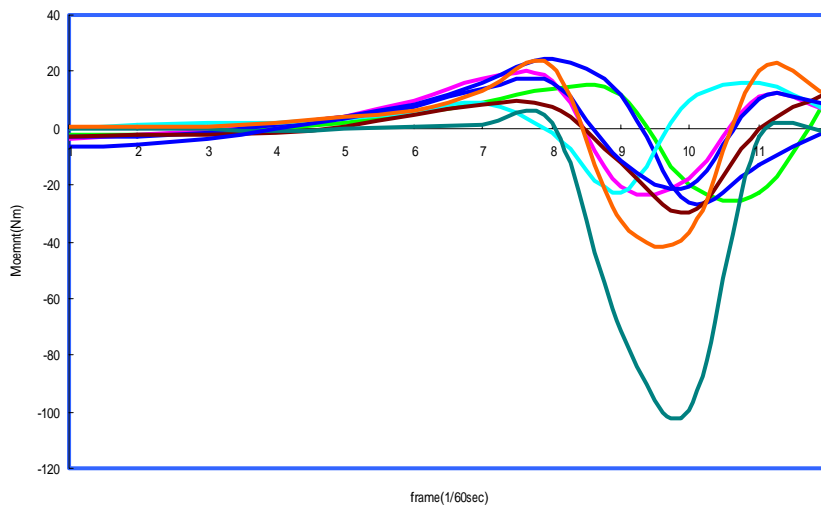
## 四、結果

打擊三種不同目標物拳頭的水平最大速度、最大合速度有明顯差異，且經事後比較發現打擊珍珠板的速度明顯大於小型沙包與大型沙包，如表 1 所示。拳頭與不同目標物之間的接觸時間上也有明顯差異，接觸時間長短依序為珍珠板最短、再來為小型沙包，大型沙包為最長。打擊深度為拳頭運行到目標物之後的距離，三種目標物之間的打擊深度並無顯著差別。在腕、肘、肩的關節力距與肌肉力距上，除肩關節最大肌肉屈力矩有顯著差異外，其餘無論是伸肌力矩或是屈肌力矩都未達顯著差異。另由圖 1、2 與 3 是 9 位受試者打擊珍珠板、小型沙包與大型沙包的肘關節肌肉力矩圖，圖 4、5 與 6 是打擊珍珠板、小型沙包與大型沙包的肩關節肌肉力矩圖，由各圖顯示，這肩關節肌肉力矩都是先為屈肩力矩再轉為伸肩力矩，肘關節力矩則是先為伸肘力矩、再為屈肘力矩最後在碰撞沙包前再轉為伸肘力矩。腕關節肌肉力矩則是接近於 0，即固定拳頭保持與前臂成一體。

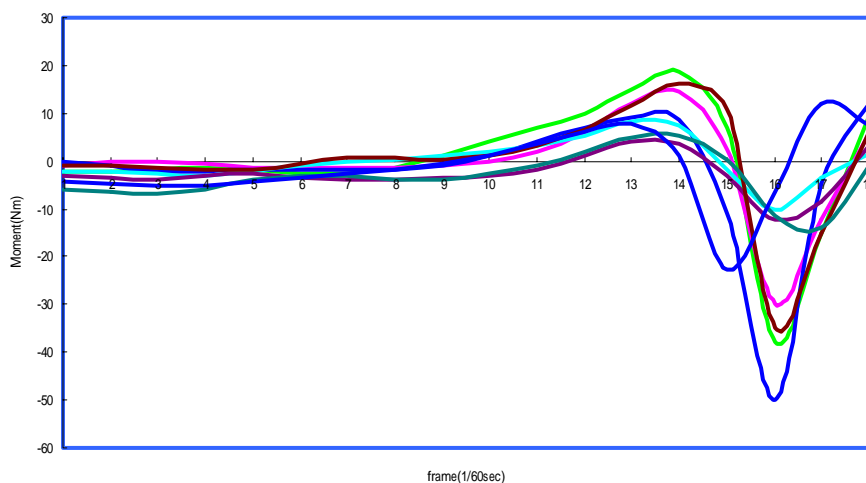
表 1 國術選手打擊不同目標物各變數的重複量數變異數統計表

變數名稱	珍珠板	小型沙包	大型沙包	p 值	事後比較
手的水平最大速度	6.94±0.72	5.97±0.71	5.35±0.90	.000	1-2 ; 1-3
手的最大合速度	6.98±0.72	6.06±0.68	5.43±0.82	.000	1-2 ; 1-3
接觸時間(影片張數) 拍攝影片頻率為 60Hz	1.89±0.33	6.11±0.78	8.67±3.04	.000	1-2:1-3 2-3
打擊深度(公分)	18.7±4.3	23.7±7.1	20.1±9.8	.131	
腕關節最大關節伸力矩	0.32±0.37	0.08±0.04	10.13±0.14	.78	
腕關節最大關節屈力矩	0.20±0.28	0.05±0.03	0.09±0.08	.168	

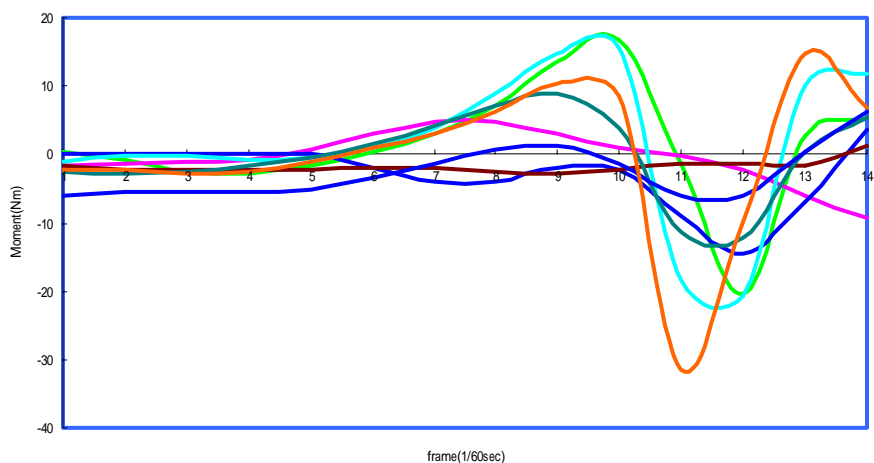
腕關節最大肌肉伸力矩	4.34±9.45	0.93±0.47	0.68±0.42	.287	
腕關節最大肌肉屈力矩	3.01±3.11	2.02±1.30	1.29±1.12	.127	
肘關節最大關節伸力矩	2.45±1.86	1.68±0.96	1.93±1.17	.263	
肘關節最大關節屈力矩	1.51±1.17	1.35±0.98	1.48±0.78	.891	
肘關節最大肌肉伸力矩	69.62±162.63	13.53±8.01	10.91±8.00	.324	
肘關節最大肌肉屈力矩	54.96±64.90	32.99±23.66	19.45±16.22	.066	
肩關節最大關節伸力矩	52.64±88.84	23.60±13.28	16.44±9.97	.245	
肩關節最大關節屈力矩	57.43±99.22	25.53±22.34	14.96±12.40	.192	
肩關節最大肌肉伸力矩	144.39±218.30	64.66±39.25	51.33±39.21	.187	
肩關節最大肌肉屈力矩	156.51±142.22	90.29±64.09	61.16±40.58	.014	1-3
水平加速度最大值 (m/s <sup>2</sup> )	28.22±18.38	28.64±7.79	31.75±12.69	.793	



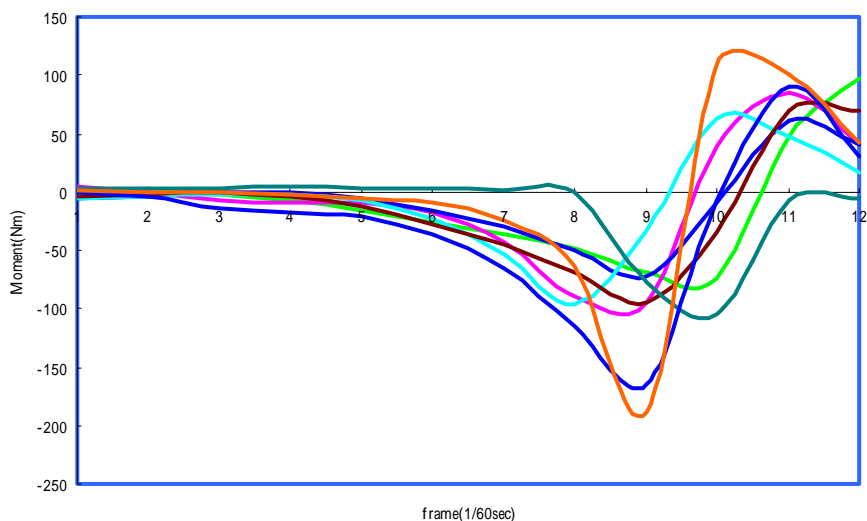
圖表 1: 9 位受試者打擊珍珠板之肘關節肌肉力矩圖:正值代表肘關節的伸展力矩,負值代表肘關節的屈曲力矩,由此圖可知肘關節的肌肉力矩,在打擊初期為伸肘關節力矩,再轉為屈肘關節力矩,到即將碰撞目標物前,肘關節的力矩再度轉為伸肘力矩



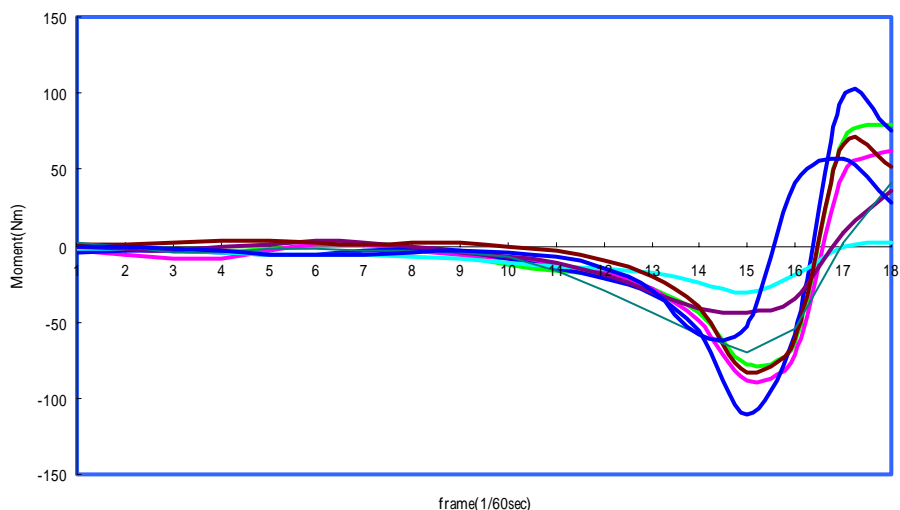
圖表 2 : 9 位受試者打擊小型沙包之肘關節肌肉力矩圖



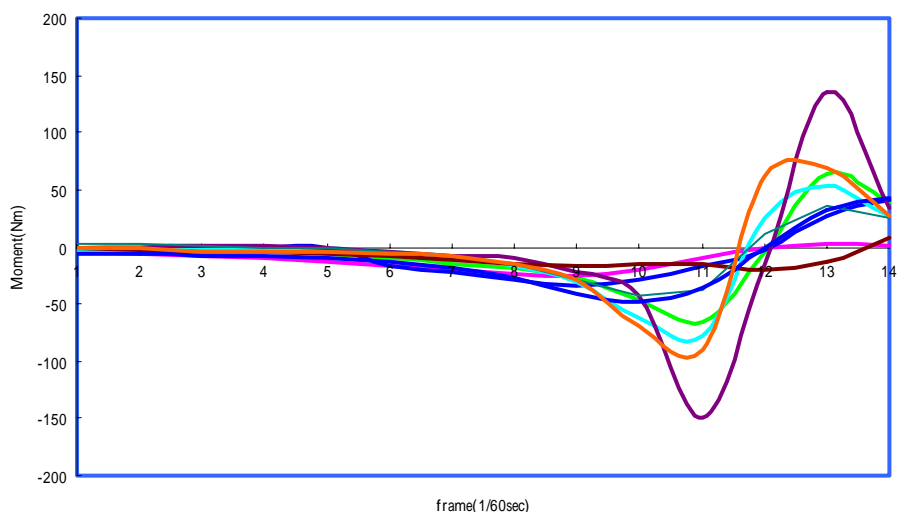
圖表 3：9 位受試者打擊大型沙包之肘關節肌肉力矩圖



圖表 4：9 位受試者打擊珍珠板之肩關節肌肉力矩圖：正值代表伸展肩關節的力矩，負值代表屈曲肩關節的力矩，由此圖可知肩關節的肌肉力矩，在打擊初期為屈肩關節力矩，到即將碰撞目標物前，肩關節的力矩轉為伸肩力矩



圖表 5：9 位受試者打小型沙包之肩關節肌肉力矩圖



圖表 6：9 位受試者打擊大型沙包之肩關節肌肉力矩圖

## 五、討論與結論

不同目標物對國術選手的打擊動作，所造成的影響顯現在外的有拳速度最大值明顯有區別，輕的目標物會有較高的拳速度，且隨著目標物重量的增加，也使得拳的最大速度也變得緩慢下來。因拳的速度曲線為一鐘型曲線，且最大值都發生於碰撞前，而非碰撞時才決定的，因此受試者有可能因打擊目標物的質量加重，而希望用力將目標物打出，因而減慢速度，募集更多的手部肌纖維來參與打擊，而使得拳的速度降低，這頗符合肌肉收縮速率與負荷之間的關係。吉福康郎在 1987 和 1988 年做過類似的研究，但他只有進行無目標打擊與有目標物打擊的比較，吉福康郎的研究有技術精良者對於無目標物的打擊速度會較有目標物為快，但初學者或三段以下者則是有目標物的打擊速度較快，本研究目前很難和吉福康郎的研究相比較或討論出共同的結果。拳與目標物之間的碰撞時間，在不同

目標物間也有顯著差異存在著，打擊珍珠板的碰撞時間遠小於小型沙包和大型沙包，但小沙包與大沙包間並沒有明顯差異，這應該是珍珠板的質量輕，因此一旦受拳頭作用時，它就會以較快的速度遠離，所以接觸時間就非常的短，小型沙包因其質量較大且較軟的關係而使得接觸的時間變長。如果延續質量輕重而影響接觸時間的說法的話，那麼理論上，大沙包應有最長的接觸時間，但事實上並非如此，觀察打擊過程的影片發現，受試者打擊大型沙包時，因大沙包較重且較硬，因而使得受試者的手臂無法完全伸展，這一點也可以從打擊深度中看出此一現象。本研究中的拳頭速度最大值、接觸時間和打擊深度以小型沙包的數值與莊榮仁(民 87)所進行的重擊型打擊相近。

腕、肘與肩關節的肌肉力矩和關節力矩在三種不同目標物的打擊中，並無明顯差異存在，除肩關節最大肌肉屈力矩有顯著差異外。上肢的運動學資料部分會受到目標物的不同而影響，但關節力矩與肌肉力矩不論走勢圖或者是最大值都不會受目標物的不同而有不同。腕、肘與肩關節在關節力矩和肌肉力矩上的走勢，是和莊榮仁(民 87 年)所進行的重擊型與點擊型打法的肢段間互動動力學分析中的重擊型相類似，打法歸類上是屬重擊型打法的。但因欠缺碰撞過程中的外力資料，而未能對於碰撞過程中的關節力矩與肌肉力矩進行分析，這是未來研究所要研究的課題。

#### 六、計劃成果自評

參與之工作人員，充分熟練肢段間互動動力學(intersegmental dynamics)研究方法；並且明瞭打擊不同型式的目標物時，上肢的運動學資料部分會受到目標物的不同而影響，但關節力矩與肌肉力矩不論走勢或者是最大值都不會受目標物的不同而有不同。這樣的結果，我們認為可以提供下一步進行從初學者的打擊動作模式到技術精練者的打擊動作模式演進的研究。

#### 七、重要參考文獻

- 相子元、陳俊忠(民 85)。技擊運動上半身攻擊動作之反應及力量探討。*體育學報*, 20, 269-280。
- 莊榮仁(民 81)。不同步法與身法的弓步立拳上肢運動學之比較分析。*國術研究*, 1(1), 16-23。
- 莊榮仁(民 87)。*國術重擊型與點擊型打法的肢段間互動動力學分析*。台北：逸文出版有限公司。
- 鄭博應(民 84)。*三種形意拗步崩拳在二種不同準備動作狀態下發勁撞擊之生物力學分析*。國立體育學院運科所論文。
- 吉福康郎(1984)。種種格鬥技的衝擊力-逆突的場合。*Japan Journal Sports Science*.3(6), 485-491。
- 吉福康郎(1987)。格鬥技的衝擊力。*Japan Journal Sports Science*.6(4). 252-259。
- 吉福康郎、池上康男(1984)。格鬥技術打的動作。*Japan Journal Sports Scienc*.3(3), 188-198。
- 吉福康郎、池上康男(1988)。突的動作研究。*Japan Journal Sports Science*.7(12), 818-824。
- Chuang, L. R. & Liu, Yu (1997). Intersegmental dynamics analysis of the motor



- control of an arm punch. *Abstracts of 1997 Combined Congress of Asia Pacific Orthopaedic Society for Sports Medicine (APOSSM) and the Knee and Orthopaedic Sports Medicine Section of the Western Pacific Orthopaedic Association (WPOA, KOSM)*. Taipei, Taiwan, 185-187.
- Chuang, L. R., Yu Liu, & Norman Yang (1998). Intersegmental Dynamics Analysis of Penetrating Strike and Surface Strike in the Chinese Martial Arts. *Abstracts of 1998 XVI International Society of Biomechanics in Sports*, 20.
- Hoy, M. G., & Zernicke, R. F. (1986). The role of intersegmental dynamics during rapid limb oscillations. *J. Biomechanics*. **19**, 867-877.
- Powell, S. W. (1989). *A cinematographical analysis and force measure of three styles of the karate back punch and side kick*. Thesis of Texas A&M University.
- Smith, P. K., & Hamill, J. (1986). The effect of punching glove type and skill level on momentum transfer. *Journal of Human Movement Studies*. **12**, 153-161.