

打擊訓練器分析系統之研究

郭癸賓

休閒事業管理系助理教授

摘要

打擊訓練器可以迅速的計算出選手的打擊力量，即時的給予回饋，對選手以及教練而言都有很大的助益，尤其是方便攜帶的訓練器，可以讓選手更方便攜帶，而能模擬實際之運動情形，將會更有助於成績的進步。實驗中以常見的三種動作肩擊、肘擊以及拳擊，分別分析其攻擊的力量以及反應時間，來評估此打擊訓練器可達成之程度，以作為未來進一步軟硬體設計之依據。本次實驗分別得到肩擊、肘擊以及拳擊之最大力平均分別為為 1660.90 牛頓、1798.09 牛頓、1645.22 牛頓，而反應平均時間分別為 0.960 秒、0.975 秒、1.008 秒；肩擊、肘擊以及拳擊之最小力平均分別為為 659.49 牛頓、978.36 牛頓、1239.44 牛頓，而反應平均時間分別為 1.02 秒、0.98 秒、0.93 秒。在軟體以及硬體新的設計方向，可使其有更多的聲光效果而具有娛樂效果、或是加強影像圖案或配合精采短影片，將使此訓練器發展性更加多變。

關鍵字：打擊訓練器、力量、反應時間

ATTACK THE RESEARCH OF THE ANALYTICAL SYSTEM OF THE TRAINING DEVICE

KWEI-BIN KUO

Recreation & Business management Tourism of Department, Assistant professor

Abstract

Attacking the blow strength which calculate out the player that the training device can be fast, the offering immediately is feed backed, there is very great benefitting as to player and coach, the especially convenient training device that carried , can make the player more convenient and carry , and can imitate the real sport situation , will contribute to the progress of the achievement even more. Hit , elbow hitting and boxing with three kinds of common movements shoulder in the experiment , analyse its strength attacked and response time separately, is it assess this attack degree that can reach of training etc. to come, in order to as future further basis that software and hardware designed. This experiment gets and takes on hitting separately, the elbow is hit and the boxing one is most 1660.90 Newton , 1798.09 Newton , 1645.22 Newton respectively equally in a more cost-effective manner, and reflect that average time is 0.960 seconds , 0.975 seconds , 1.008 seconds respectively; The minimum strength of hitting on the shoulder , elbow hitting and boxing is 659.49 Newton , 978.36 Newton , 1239.44 Newton respectively equally, and reflect that average time is 1.02 seconds , 0.98 seconds , 0.93 seconds respectively. In the software and new design direction of hardware , can make it have more mere results of sound to have a amusement result , or strengthen the image pattern or cooperate with the exciting short film , it is more changeable to make this training device expansionary.

Key word: Attack training device , strength , response time

壹、緒論

一、前言

技擊運動主要特徵為徒手搏擊，以人體之手、肘、腳為武器，其原理為在極短距離及時間內，運用局部肌群，快速移動手或腳作攻擊動作，產生極大之衝擊力；和西方拳擊運用手部大角度的揮動以產生強大之衝撞力不同。空手道大都偏重於上半身之攻擊，而另一技擊項目－跆拳道則比較偏重於下半身之攻擊，此類技擊項目殺傷力很強，因此比賽中勝負的決定往往是點到為止。雖然技擊項目易使人產生暴力之錯覺，但事實上其以艱苦修練中所忍受的苦來奠定完美的人格，以符合生物力學原理的動作來鍛鍊強健的體魄；是一種精神與技術兼練，達到融合生理、心理、與力學於一體的運動。

近年來技擊項目已漸為國際體壇所重視，跆拳道、空手道、或是武術已相繼列為奧、亞運之正式或表演項目；此類技擊項目大都源於東方國家，且有量級之分，非常適合受體型限制的東方人發展，因此也為我國重點發展項目之一。依據世界空手道聯盟規則規定，在空手道對打比賽中，判定得勝之標準為：攻擊在得分部位、姿勢良好、力量充沛、時機適當以及距離正確等條件。因此，攻擊時的準確性、姿勢的正確以及攻擊的力量和速度，為一位技擊選手訓練的目標。

在技擊體育的研究與訓練中，打擊力量與反應時間經常意味著技術之層次，因為力量的大小經常與破壞力成正比，而反應時間的越快時，技擊對象越無法即時反應。開發出一套可信度高的打擊訓練器可以幫助我們評量訓練成績並提供教練衡量訓練強度之參考。

因此本研究預備發展一套技擊專用的訓練靶，配合現代計算機的功能，迅速提供反應時間和力量，根據分析結果提供教練及選手，教練可做為安排訓練計劃之參考，並針對各選手之優缺點，加強訓練，以期增進選手之技巧，達到最佳狀況。

本研究以四位國術選手為對象，針對國術散打攻擊動作分為肩擊、肘擊以及拳擊，分別分析其攻擊的力量以及反應時間，且本研究所使用之方法，亦可應用於其他技擊項目之動作分析，也可做為以後選擇有潛力選手之評估，為一具發展性且多用途的分析模式。

二、研究動機

目前現有之打擊力量測定之方法中，其測力的原理主要運用加速規、測力板以及壓力感應器來計算力量值，但是國外一套設備均達數十萬，我們將設計一個便宜的電腦測量工具，使其能同時計算打擊力量、反應時間，方便教練以及選手攜帶練習與安裝，並提供評量紀錄以作為訓練方向。

三、研究目的

本研究之目的主要為設計一新式的多功能打擊訓練器，並模擬其功能狀態，為未來實際施測與程式設計介面之參考。

貳、文獻探討

對於分析技擊運動項目多以上半身攻擊動作為主，加上儀器之限制，故早期利用攝影機作速度分析較多，再經由速度而後推算得知力量，而後期利用撞擊測力器及電動計時器的輔助，進而直接分析攻擊力量與攻擊速度。道原伸司(1979)，以空手道上段者5人，高段者3人為測試對象，對三種不同型態的空手道逆擊動作進行衝擊力測試，發現上段者右逆擊的衝擊力平均值為268.84 kgw，高段者之平均值達502.33 kgw，個人的衝擊力最高達578.5kgw。吉福康郎(1982)，以沒有經驗者、少林寺拳法二段、少林寺拳法三段、空手道初段，進行測試，使用之儀器為自製的衝擊力測定器，測試動作為右手逆擊，所得最大衝擊力分別為，沒有經驗者為227kgw、少林寺拳法二段者為220kgw、少林寺拳法三段者為210kgw、空手道初段者為241kgw。

吉福康郎、池上康男(1984)，在「格鬥技的打擊動作」研究報告中，依參與衝擊動作的身體各部位的動量是否方向一致，將打擊技術區分成「攻擊型」與「打擊型」二大類。研究者從力學的觀點解說發生衝擊力的原因與動作機轉，並就四種流派的格鬥技擊的衝擊力與動作方式，做詳細的探討。結果發現在逆擊的狀態下，肩的最高速度約為拳的一半，腰的最高速度約肩的一半，即肩速的一半係由扭轉上體的動作而產生，而拳速的一半係由肩的前進運動所產生，且各關節的速度，是依由身體下部到身體上部的順序，次序達最高值。吉福康郎(1984)，研究攻擊動作之撞擊力量時，利用撞擊測力器直接測量，不需經由攝影機的拍攝分析。測試之動作為三種不同同步法的逆擊，經由撞擊測力器直接測量衝擊力產生的情形，再經由導算為力量，減少誤差之存在，結果發現空手道組平均撞擊力為 248 ± 17.8 kgw，而個人最大值為338kgw；前進逆擊平均衝擊力最高值為248kgw。研究者認為，當攻擊者須敏捷快速的踏進攻擊時，理論上雖然藉由前進速度的提升可增大衝量值，衝擊力的效果相對也應增大，但因個人移動時的平衡技巧差異，往往影響應效果的發揮，衝擊力不增反減。此外，研究結果指出，將各組三種移動攻擊所致的衝擊力與受測者的體重相較，發現體重與衝擊力間並無相關，研究者認為大概是因為個人在體力或技術上的差異所致。此與Joch等(1982)，對三組不同程度的拳擊選手在直擊動作的衝擊力研究中，發現高水準程度的受試者，其體重與衝擊力有相關($r=0.68$)的結果有差異。吉福康郎(1987)，以四種格鬥技擊術的一流選手做衝擊力測試，發現習中國拳法者的拳速達9.10m/sec，較日本拳法的8.82 m/sec與泰國拳之8.68 m/sec為高，但其衝擊力值為355kgw，反較日本拳法的496kgw與泰國拳的483kgw為小。顯示，除著重在拳速之提高外，全身協調性之掌握以提高擊衝量之產生與傳遞，亦為獲得最大表現衝擊力的重要因素。

松下雅雄等(1989)，以36名空手道選手為測試對象，對逆擊攻擊時的攻擊手臂動作與衝擊力做分析。研究結果發現，衝擊力值最高者，其平均衝擊值為455kgw(平均拳速為8.1m/sec)，個人的最高衝擊值達472kgw，衝擊值與體重的比值達8.0。經由統計分析，衝擊力之大小與拳接觸目標物瞬間之拳速($r=0.865$)、拳與靶的方向($r=0.752$)及右肩至靶的距離($r=-0.965$)有相關。莊榮仁(1991)，以八名文化大學國術組的學生為受試者，對前屈立立拳之原地與滑步和逆擊與追擊做上肢運動學與推蹬腿地面反作用力之比較分析。在上肢的運動學分析部份，研究結果發現前屈立立拳原地逆擊時，拳速最大平均值為6.02 m/sec，後腳滑步逆擊時，拳速最大平均值為6.14 m/sec，拳速最大值約出現在整個動作所需時間的70%左右。相子元、陳俊忠(民 84)，為了瞭解空手道動作的速度及力量外，將反應時間列為分析動作因素，因而以我國1994年亞運會空手道國家代表隊選手(男 9人、女 4人)為受試對象。利用聲光反應器、撞擊測力器與遙測肌電儀等儀器，進行四種攻擊動作(原地撞擊、逆擊與前進追擊、逆擊)之反應時間、動作時間、全部時間、拳速、攻速及力量等測驗。結果發現在反應時間方面男為317msec、女為281msec，在動作時間和全部時間方面前進攻擊動作顯著大於原地攻擊動作而平均速度約為2~3m/sec，在攻擊力量方面為前進攻擊動作顯著大於原地攻擊動作，其中四種攻擊動作的平均力量當中，男生組的前進逆擊平均力量最大的為509.94kgw，女生組則是追擊的平均力量最大為306.55kgw，在平均拳速方面，男生組

是撞擊拳速最快為0.30 cm/msec，女生組是逆擊拳速最快為 0.27 cm/msec。

鄭博應(民 84)，以五名形意拳練習者，拳齡五年以上，對壓打崩拳、挑打崩拳、十字崩拳等三種形意拗步崩拳在二種不同準備運動狀態下，進行運動學及動因學的分析與比較，使用之儀器有Takei衝力測量器、攝影機、無線遙測肌電儀以及測力板，其中最大衝擊力為壓打崩拳為466kgw、挑打崩拳為498kgw、十字崩拳為479kgw，在衝擊力的高低與受試者的體重間有顯著正相關($r=0.76$)，與拳速無顯著相關，而與右肩水平、垂直速度有顯著正相關($r=0.46$ 、 0.46)，顯示高拳速不一定可獲得高衝擊力，仍需全身高度的協調配合。Vos and binkhost(1966)，等人為瞭解空手道學員在攻擊動作的速度，以不同階層學員的差異性，因而將受試者區分為二組，初級者為二位初級空手道學員，高級組為三位高段空手道專家，以空拳的方式，利用頻閃觀測器及攝影機分析比較二組間差異。結果顯示，控制組的攻擊拳速為10.8~11.1m/sec，實驗組的攻擊拳速為12.5~14.2m/sec，發現高段組拳速約為初級組的1.25倍。因此研究者認為增加打擊的速度，有助於衝擊力的發揮。Nakayama(1966)，利用攝影機分析三名日本空手道高段學員之逆擊動作，結果發現在全程動作所需花費時間的70~80%間，能產生之平均最高拳速7.1m/sec。Cavanagh and landa(1975)，以高速攝影機拍攝空手道擊破木板時，手臂與軀幹之動作及碰撞現象。

Walker(1975)，以撞擊力學理論，對空手道擊破動作中之砍劈與逆擊動作做分析，其中原地逆擊衝擊經由公式推估，最高拳速約7m/s的條件下，大約可獲得4900N(約為499kgw)的衝擊峰值。Blum(1977)，應用物理現象將攝影機所測得之拳速，導算轉換成能量解釋，當最高拳速為7~14m/sec時，推估將可得約171~687 Joules之有效動能。Feld et al(1979)，利用1000格/秒之高速攝影機拍攝空手道手部攻擊動作，結果發現平均的拳速約為5.7~9.8m/sec，再經由理論導算，當最高拳速為10~14m/sec時，可得約3000N之撞擊力。Atha et al(1985)，以世界排名的職業重量級拳擊手，進行測試，測試儀器為像一個擺動的鐘擺測力器，測試動作是右手打擊，所得最大衝擊力為418kgw。Stull(1986)，利用高速攝影機拍攝四位武術專家，進行逆擊動作之運動學分析，比較四種逆擊動作空擊與擊靶時之動作特性與差異。結果發現腕關節水平速度最高值為9.35m/sec，肘關節水平速度最高值為 8.95m/sec，而當腕關節及肘關節產生最高速度時，並非於最後末端時間，腕關節最高速度是在總動作時間 86%產生，而肘關節最高速度是在總動作時間的60%產生，明顯較肘關節為慢，而膝、髖關節水平最高速度出現時程，與上肢關節較為接近。Yoshihuku et al(1987)，等人以高速攝影機對二位日本少林寺拳法專家做逆擊動作拳、腕、肘、肩關節之運動學分析。結果發現當拳速最高值為 8.69m/sec，而肘速的最高值為7.19m/sec，再經由理論導算估計身體軀幹動作所產生的能量，為總動能的75%，可見下肢與軀幹的動作配合程度，對於增加衝擊效果的重要。

將以上文獻整理實測打擊力量最大值如表 2-1。

表 2-1：文獻整理實測打擊力量最大值(摘自莊榮仁，民 87)

作者	年代	受試者	測量方法	最大力量值
Vos, J. A. & Binkhorst, R. A	1996	空手道家與一般人	壓力規	89Kgw
Jordan, C. D.	1973	空手道黑代大學 生	自製壓力器(鋼板上 有四個壓力規)	186~233 Kgw
道元伸司	1979	空手道高段者	壓力計	533 Kgw
吉福康郎	1982	無經驗者、少林寺 拳法、空手道初段	自製衝擊力測定器 (以銅板打擊彎曲大 小值)	210~241 Kgw
Atha, J., Yeadon, M. R., Sandover, J., Parsons, K.C.	1985	職業拳擊手	擺動之測力器	418 Kgw
吉福康郎	1986	少林拳法、日本拳 法、自行車選手	自訂衝擊力測定器	Kgw

吉福康郎	1987	空手道、日本拳法、中國拳法、泰國拳法	自製衝擊力測定器	288Kgw 496Kgw 355Kgw 483Kgw
Powell, S.W.	1989	空手道黑帶選手	自行設計之測力器	259~358 Kgw
松下亞雄等人	1989	空手道	Kistler 測力板	472/218 Kgw
相子元、陳俊忠	1995	1994 年亞運空手道代表隊	Takei 衝力測量器	446/559/551/7 02 Kgw
鄭博應	1995	形意拳練習五年以上者	Takei 衝力測量器	466~498 Kgw

參、實驗方法與步驟

一、實驗對象

本研究以 4 名從事國術運動 5 年以上選手為受試者。所有受試者在測試期間均無膝背腰等傷害，受試者在實驗前均詳讀受試者須知，並簽署受試者同意書；受試者詳細資料如表 3-1。

表 3-1 受試者基本資料

身高（公分） （M±S.D.）	體重（公斤） （M±S.D.）	年齡（歲） （M±S.D.）
170.0±2.8	74.3±2.1	28±4.0

本研究為使受試者能盡最大努力配合實驗，因此在實驗前即開始與教練及選手溝通實驗相關事宜，並在實驗開始前教育受試者有關動作技能分析的相關知識與重要性。

二、實驗時間與地點

實驗時間：93 年 5 月 2 日

實驗地點：台北市立體育學院運動生物力學實驗室

三、實驗儀器及功能

本研究設計一套技擊擊打訓練器，因為尚在開發階段，所以先以現有之硬體架設以模擬技擊擊打訓練器之分析，比較五種旋踢攻擊動作之反應時間、相對力量的差異，實驗中所使用的儀器詳細介紹如下：

（一）觸發光源控制器

觸發光源控制器之光源可作為動作測試之起始點，光源控制器除可作為光源的開始訊號觸發源，紀錄反應時間外，亦可執行同步擷取功能如圖3-1。



圖：3-1 觸發光源控制器

(二) 三軸(x、y、z)加速規

1、主要作用為測量攻擊靶移動時，產生的加速度。將加速規固定於攻擊靶內，當靶遭撞擊之瞬間，加速規產生之訊號可作為動作時間之結束點。再由加速規三軸產生之最大值訊號導算得相對力量如圖 3-2、圖 3-3。

2、校正方法：

(1)先將角度計連接至生物訊號同步轉換器，使用 Acqknowledge 3.7.0 版軟體作校正。

(2)將 Acqknowledge 3.7.0 開啓 setup channel，設定 Channel Sample Rate 為 500，點選 analog 輸入，並選定 scaling，分別對 X 軸、Y 軸、Z 軸作校正。加速規面上有印 X 軸箭頭方向朝下並使加速規平置於平台上（此時 Scale Value 輸入 “1”），靜止時按下 Cal1 數次而取三次平均值；旋轉使 X 軸箭頭方向朝上並使加速規平置於平台上（此時 Scale Value 輸入 “-1”），靜止時按下 Cal2 數次而取三次平均值，單位輸入為 “g”，再按 OK 則完成 X 軸校正程序，在分別作 Y 軸與 Z 軸之校正。

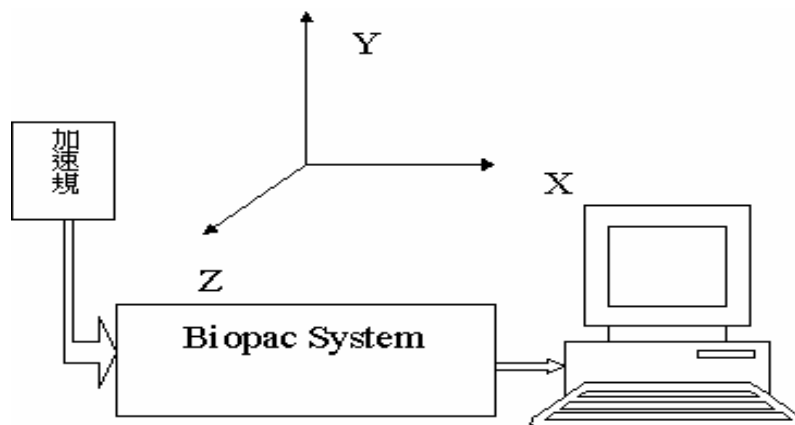


圖3-2三軸加速規聯結至電腦方式



圖 3-3 三軸加速規

(三) 生物訊號同步轉換器(mp 150)一組、電腦一部 (含 Acqknowledge 3.7.0 版軟體)

本轉換器為 Biopac Systems, Inc. 為出產，型號為本實驗用以同步收集觸發光源控制器訊號、三軸加速規訊號之設備。本儀器可以提供十六個不同的外接訊號輸入。使用者可以經由軟體 Acqknowledge 3.7.0 對輸入的訊號作不同頻率擷取 (0.1-200k samples/sec)，或是數學運算 (如 FFT、ABS)，螢幕顯示如圖 3-4、圖 3-5。

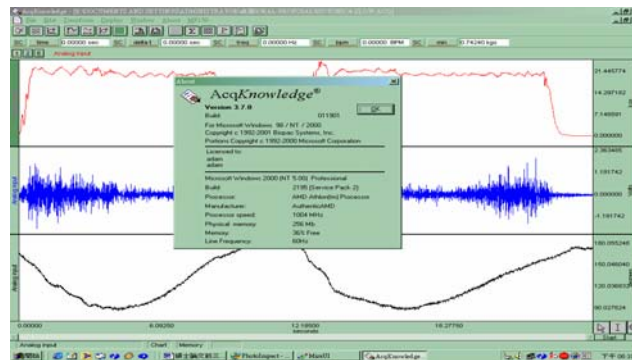


圖3-4 : Acqknowledge 3.7.0版軟體



圖 3-5：電腦& MP-150、多功能擷取系統

(四) 測試靶

為受試者攻擊時的目標，圓柱型、重2.55kgw、直徑19.6cm、長17.2cm，外包裹泡綿，並固定高度，以利測驗如圖3-6。



圖 3-6：測試靶

(五) 皮尺

主要之功能用以量測攻擊距離及打擊靶高度如圖 3-7。

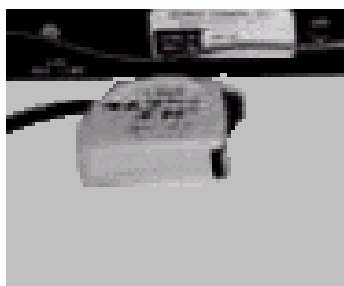


圖 3-7：皮尺

六、實驗步驟與流程

(一) 實驗步驟

本研究之實驗步驟共分為七項完成，依順序如下文說明：

1、受試者選取

以 4 名從事國術運動 5 年以上選手為受試者。

2、儀器介紹與實驗目的講解

於正式實驗前教育受試者有關動作技能測試相關知識與意義，並將實驗儀器功能以及實驗步驟告知受試者，使受試者更能瞭解並融入本實驗。

3、同意書填寫

在受試者瞭解實驗之各項內容後，填寫受試同意書，以表示受試者本人願意參與本實驗所有過程。

4、受試者基本資料之填寫與測量

基本資料內容包括：年齡、身高、體重、性別。

5、受試者熱身活動

(1)進行平常訓練前熱身如慢跑、伸展操

(2)特殊動作熱身，實施肩擊、肘擊以及拳擊之預備動作。

6、實驗儀器校正

(1)加速規：加速規三軸(x、y、z)方向朝上及朝下之訊號校正($\pm 1g$)。

(2)觸發光源控制器：光源與觸發效果的檢查測試。

(3)Bio-pac system(資料截取分析系統 MODEL MP- 150)：訊號接收檢查。

7、進行測試

(1)實驗前告知受試者正式實驗項目及步驟。

(2)請受試者以準備攻擊姿勢站立於打擊靶前。

(3)以觸發光源控制器之光源出現時，打擊所指定攻擊動作以進行實驗。

(二) 實驗流程

本實驗流程依圖 3-8 說明

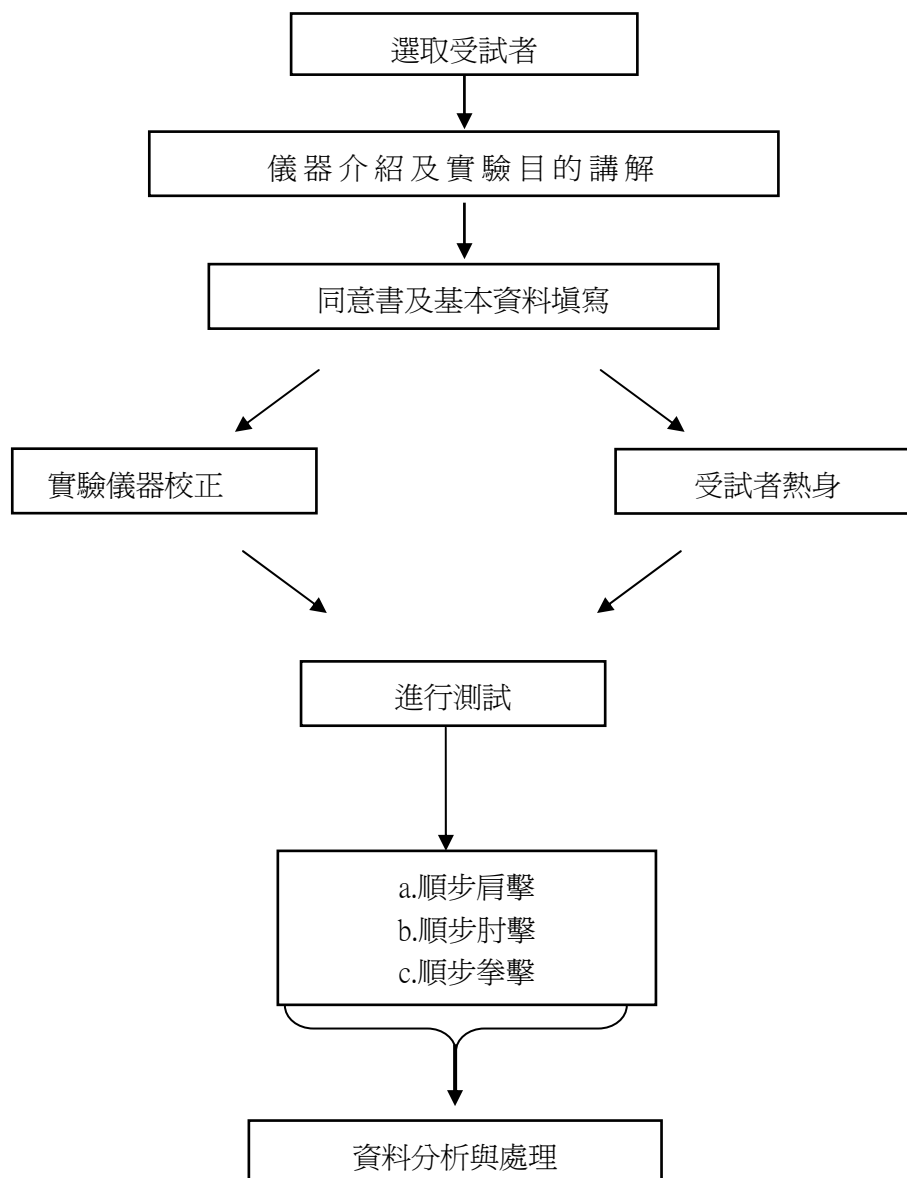


圖 3-8：實驗流程圖

七、資料收集與處理

- (一) 將測量記錄受試者之基本資料(性別、年齡、身高、體重、運動年齡等)收集整理。
- (二) 每位受試者測試前預先練習二次，之後選擇以相同攻擊距離及情境測試三次。
- (三) 將各種攻擊動作測試三次，取一次最佳記錄求其平均值。
- (四) 以觸發光源控制器產生之光為 Trigger；開始收集訊號，依時間順序可接收到觸發光源控制器之光源、反應器、及加速規之三種訊號如圖 3-9 所示。
- (五) 由各訊號之時間差，可測到反應時間 RT(Reaction Time)其定義為光源出現到撞擊靶之瞬間加速規產生加速度之訊號為動作時間之結束點。全程時間 TT(Total Time)=RT。
- (六) 由加速規 (Accelerometer) 訊號之大小，可導算得到相對力量。(加速規三軸產生最大值的平方根計算公式為： $\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$)，但又因輕、重量級體重的不同，因此將所測得的值再除以個人體重即可代表相對力量。

(七) 測試步驟

- 1、將觸發光源控制器及衝力測量器連接至電腦，如圖 3-9 所示。
- 2、請受測者以準備姿勢立於衝力測量器前。
- 3、主控者控制觸發光源控制器之光源，當光源發光，受測者即作出指定攻擊動作，擊打衝力測量器。
- 4、聲光反應器、及衝力測量器之訊號陸續傳往電腦；作為肌力大小及反應快慢之分析。

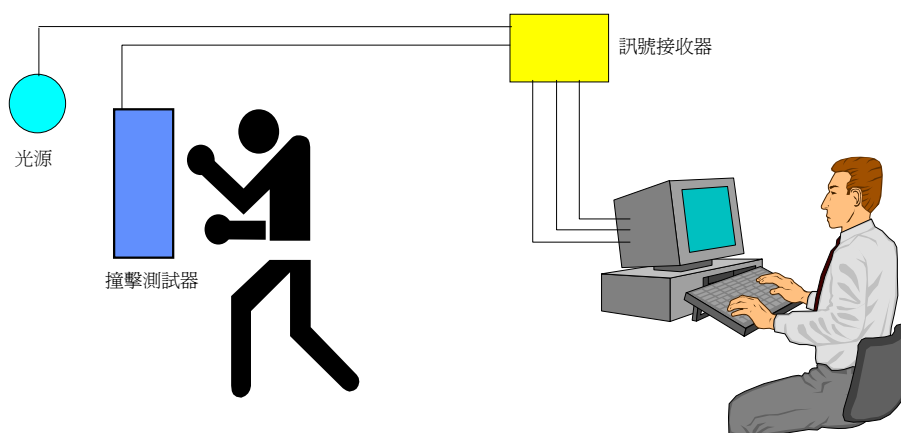


圖 3-9：實驗儀器設置圖

八、資料收集與分析：

- (一) 記錄每位選手之基本資料(年齡、身高、體重等)
- (二) 每種攻擊動作測試三次，取一次較佳記錄求其平均。
- (三) 將個人每次攻擊動作之距離固定為 60cm。
- (四) 以觸發光源控制器產生之光為 Trigger，開始訊號之收集；依時間順序，陸續可得聲光反應器及衝力測量器之訊號，如圖 3-10 所示。
- (五) 由訊號間之時間差，可得到反應時間 RT (Reaction Time)。
- (六) 由撞擊訊號 (Impact)之大小，可換算得到攻擊力量。
- (七) 由攻擊距離、動作時間及全部時間，可換算得平均攻速；平均攻速 \cong 攻擊距離 \div 全部時間。

註解：圖中 RT 表示反應時間。

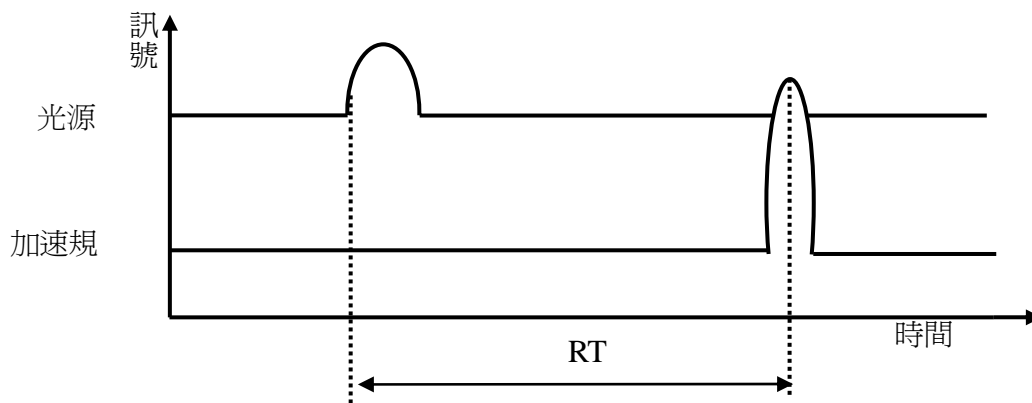


圖 3-10：各訊號與時間相關圖

肆、結果與討論

一、結果

本研究的結果內容為技擊打擊靶的研發成果與以實際國術的動作模擬其結果的呈現情形。

因為整體之打擊靶之軟硬體仍在研發階段，先以測試靶結合觸發光源控制器與 Acnowledge 軟體作結合模擬未來之工作成果。

將四名國術選手(分別設為 S1、S2、S3 及 S4)施以 1.順步肩擊、2.順步肘擊、3.順步拳擊，打擊靶上的加速規分別紀錄打擊靶所受之加速度，取其最佳之攻擊力量：

力量 (Force)	max：一組攻擊中之最大攻擊力量。
	min：一組攻擊中之最小攻擊力量。
出拳速度 (Vx)	max：最大攻擊力量時，出拳攻擊速度之值。
	min：最小攻擊力量時，出拳攻擊速度之值。
反應時間 (T)	max：最大攻擊力量時，出拳反應時間之值。
	min：最小攻擊力量時，出拳反應時間之值。

表 4-1：四位順步拳擊之力量數據

參數 選手		Force(N.T.)	Vx(m/s)	t(s)
S1	max	1410.69	0.59	1.019
	min	1269.24	0.58	1.033
S2	max	1723.06	0.54	1.115
	min	1074.07	0.58	1.025
S3	max	1736.21	0.66	0.911
	min	1656.09	0.73	0.817
S4	max	1710.82	0.61	0.987
	min	958.37	0.70	0.858
平均	max	1645.22	0.60	1.008
	min	1239.44	0.65	0.93

表 4-2：可得四位順步肘擊之力量數據

選手 \ 參數		Force(N.T.)	Vx(m/s)	t(s)
S1	max	2202.62	0.66	0.913
	min	1544.13	0.57	1.047
S2	max	1919.73	0.54	1.109
	min	353.36	0.61	0.978
S3	max	1708.79	0.64	0.942
	min	887.64	0.62	0.961
S4	max	1301.23	0.64	0.934
	min	1128.30	0.64	0.934
平均	max	1798.09	0.62	0.97
	min	978.36	0.61	0.98

表 4-3：可得四位順步肩擊之力量數據

選手 \ 參數		Force(N.T.)	Vx(m/s)	t(s)
S1	max	1708.57	0.60	1.007
	min	687.72	0.55	1.086
S2	max	2021.69	0.64	0.932
	min	572.27	0.58	1.028
S3	max	1796.03	0.66	0.903
	min	898.64	0.62	0.976
S4	max	1117.30	0.60	0.997
	min	479.31	0.60	0.992
平均	max	1660.90	0.63	0.96
	min	659.49	0.59	1.02

取 S1 順步拳擊具最大值加速度曲線，做為電腦軟體分析方法：

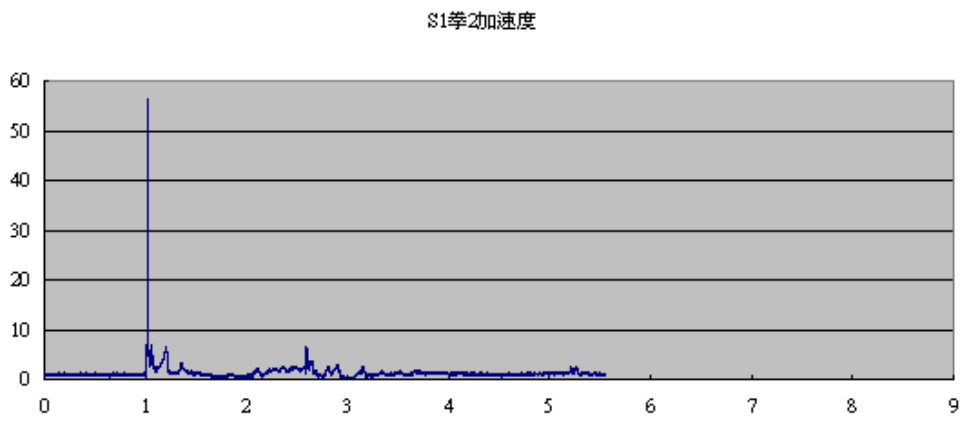


圖 4-1 順步拳擊之加速度-時間曲線

時間	X	Y	Z	S1拳1加速度	X	Y	Z	S1拳2加速度	X	Y	Z	S1拳3加速度
0	0.006	0.05	-1.07	1.067998703	-0.094	0.0092	-0.957	0.961916607	-0.05	-0.048	-0.848	0.85056097
0.001	0.006	0.074	-1.04	1.038194498	-0.0566	0.3347	-1.317	1.360250804	-0.007	-0.048	-0.879	0.88034468
0.002	-0.17	0.034	-0.86	0.880343489	-0.1438	-0.04	-0.801	0.814549201	0.124	0.0254	-0.934	0.94233218
0.003	-0.04	0.302	-0.98	1.027174709	-0.1563	-0.137	-1.051	1.071560363	0.074	0.0824	-1.176	1.18158157
0.004	0.062	0.302	-0.83	0.88736901	-0.1501	0.1882	-0.769	0.806234222	-0.119	0.0987	-1.051	1.06246616
0.005	0.012	0.221	-1.07	1.089482921	-0.1251	0.0905	-1.09	1.101176049	-0.243	0.0336	-1.043	1.0718975
0.006	-0.02	0.188	-0.79	0.815197335	-0.0566	0.0173	-0.91	0.912242687	-0.138	-0.007	-0.848	0.85884276
0.007	-0.11	-0.04	-1	1.010625817	-0.0691	0.0254	-1.059	1.061545795	0.068	-0.089	-1.012	1.01817105
0.008	-0.14	-0.04	-0.99	0.998887077	-0.0566	-0.048	-0.832	0.835363329	-0.05	-0.032	-1.051	1.0528501
0.009	-0	-0.01	-1.04	1.04336447	-0.0068	-0.032	-0.668	0.668521942	0.031	-0.048	-1.129	1.13084465
0.01	-0.1	-0.2	-1.04	1.067512874	-0.2186	0.0824	-0.856	0.886855972	0.068	0.1638	-1.059	1.07373042
0.011	0.093	-0.02	-0.71	0.720860772	-0.2497	0.2045	-0.965	1.017626338	-0.113	0.1068	-0.918	0.93117895
0.012	0.13	0.188	-0.82	0.855423177	-0.1314	0.1068	-0.84	0.856789273	0.049	-0.08	-0.84	0.84516604

圖 4-2 順步拳擊之加速度-時間曲線之數值

二、討論

加速度經由排序可得最大值，在經過相互比較可得順步拳擊之最大值、最小值，並且可由相對應之時間而計算出拳擊速度。由於在 2004 年雅典奧運會中，跆拳道運動員陳詩欣與朱木炎二位我國獲得有史以來第一面及第二面的奧運金牌，國人對運動的重視也日益增多，且對跆拳道運動的喜愛使參與的人口也越來越多，所以研發有關擊打運動的訓練輔助系統係目前運動科學研究人員有利研究的方向。

未來軟體預計設計方向：

- (一) 入該運動項目的一流優秀選手在該場次所出現的打擊模式(編輯設定)。
- (二) 方式表示人形靶出擊，使用者必須退至安全區後再出擊，使得使用者能在生理、心理都能進入模擬狀態。

- (三) 優秀選手的比賽檔案。
- (四) 難度選項。
- (五) 模擬比賽部分需依該項目競賽規則的回合制分鐘秒數。
- (六) 可開新檔、儲存檔案、摘要資訊、結束等…。。
- (七) 可以增加模擬比賽模式。
- (八) 部分可設定該項目的競賽規則(編輯設定)，設定時間、得分制度，讓電腦能反映使用的選手打擊是否有效

伍、參考文獻

- [1]莊榮仁(1991)；不同步法與身法的弓步立拳生物力學之比較分析。國立體育學院運動科學研究所碩士論文。
- [2]相子元、陳俊忠(民84)：技擊運動上半身攻擊動作之反應及力量探討。體育學報，二十輯，95-102。
- [3]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。國立體育學院運動科學研究所碩士論文。
- [4]道原 伸司(1979)：空手道教室。大修館。
- [5]吉福 康郎(1984)：種種格鬥技術的衝擊力-逆突の場合。Japan Journal Sport Science, 3(6),485-491.
- [6]吉福 康郎、池上 康男(1984)：格鬥技術的動作。Japan Journal Sport Science, 3(3),188-198.
- [7]吉福 康郎(1987)：格鬥技術的動作。Japan Journal Sport Science, 6(4),252-259.
- [8]松下雅雄、阿江通良、石島繁(1989)：空手道逆突的衝擊力與打擊手臂的動作。Japan Journal Sport Science, 8(7),478-484.
- [9]Atha. J., Yeadon, M. R., Sandover, J., & Parsons, K. C.(1985)：The damaging punch.British Medical Journal, 291, 1756-1757.
- [10]Cavenagh, P. R., & Landa, J. (1975)：A biomechanical analysis of the karate chop.Research Quarterly, 47(4), 610-618.
- [11]Feld, M. S., Mcnair, R. E., & Wilk, S. R.(1979)：The physics of karate.Scientific American, 240(16), 150-158.
- [12]Haywood Blum(1977)：Physics and the art of Kicking and punching.American Journal of Physics.45(1), 61-64.
- [13]Nakayama, M.(1966). Dynamic Karate. Kodansha International, Polo Alto, Ca.
- [14]Stull, R. A., (1986). A Kinematic Analysis of the Karate Reverse Punch in Front Stance.Published Doctor of Education Dissertation, University of Northern Colorado.
- [15]Vos, J. A., & Binkhorst, R. A.(1966). Velocity and Force of Some Karate Arm Movement. Nature, (211), 89-90.
- [16]Walker, J. D.(1975)：Karate strikes. American Journal of Physics, 43(10), 845-849.
- [17]Yoshihuku, Y., Ikegami, Y., & Sakurai, S. (1987). Energy Flow From the Trunk to the Upper Limb in Tsuki Motion of Top-Class Playes of the Martial Arts, Shorinji Kempo. Biomechanics XB: 733-737.

