

# 不同形狀握把對握劍施力與手腕活動之影響

張志凌<sup>1</sup> 林房儻<sup>2</sup>

<sup>1</sup>修平技術學院體育室 <sup>2</sup>國立台灣體育學院運動管理學系

本研究主要目的在檢測 5 種不同形狀握把握劍施力時拇指內收肌、橈側伸肌、橈側屈肌、尺側伸肌、尺側屈肌等工作肌群的負荷，以及對手腕關節活動角度的影響。並以國內大專院校擊劍代表隊選手 8 名為受試者，透過肌電訊號感應片收集握力肌群的肌電訊號均方根值；並輔以角規收集甩劍時手腕關節活動的角度。研究結果發現握把的設計會影響選手握劍肌群施力的平均度，握劍施力時五條工作肌群以子爵型的握把施力較為平均。其它握把施力時作用力會集中在拇指內收肌或橈側伸肌上，也因此長時間握劍容易造成該肌肉的疲勞，甚至導致慢性累積創傷。此外研究結果同時發現擊劍甩刺動作瞬間對於手腕關節的活動角度，包括尺偏、橈偏、腕屈和腕伸 4 個方向，雖然都在安全範圍內，但腕屈已達到活動角度最大值的 78.6%，建議選擇子爵型握把，並藉助手套或握把角度的設計，避免造成手腕的傷害。

關鍵詞：握力，捏力，累積效應性創傷後遺症，甩刺

## 壹、緒論

### 一、研究背景與動機

人因工程學在作業環境及工作安全等研究已有卓著績效(Sanders & McCormie., 1981)。在國內，運動競技或休閒運動與人因學的結合仍然屬於較新興的研究領域，但國外的運動休閒人因研究已有二十多年的歷史。根據文獻發現競技水平的提升和運動傷害的預防，人因工程都能提供直接或間接的助益(Lin, 2004)。

在單手持劍的技擊項目，劍等於是手的延伸，用力的大小、方向、時間的長短、重複的頻率等，對使用者都有很大的影響。在單手持劍的擊劍運動中，手部的運動傷害有 1/4 會導致腕道症候群(carpal tunnel syndrome, CTS)現象(張志凌、潘旭章，2003)。而導致累積性創傷(Cumulative Trauma Disorders, CTDs)的主要風險因子包括工作姿勢、施力大小、與重複性(Armstrong, Radwing, Hansen, & Kennedy, 1986)。因此，以人因工程的觀點，如何設計與如何使用工具(對運動而言就是器材與設備)，將是運動選手爭取勝利的重要關鍵。

在擊劍比賽時，手腕除了支撐 110 公分長劍的重量，更要肩負激烈敲擊與防禦格鬥的任務。防禦動作需要速度性的力量抗衡，在高速持劍敲擊的訓練和比賽，就好像手

與工具的關係一樣。許多工具與運動器材的握把最佳的角度為  $19^{\circ} \pm 5^{\circ}$  (Emanuel, Mills, & Bennett, 1980)。文獻也發現彎曲  $10^{\circ}$  的鋤柄優於傳統的直柄鐵鋤 (Krohn & Konz, 1982)；使用  $20^{\circ}$  或  $40^{\circ}$  的彎柄鐵鋤時，造成較少尺偏總量，避免手腕的運動傷害 (Schoenmarklin, & Marras, 1989)。當然研究也發現使用直柄的鐵鋤會引起較大的尺偏 (Knowlton & Gilbert, 1983)。改變擊劍握把與劍身的下壓角度時，在效率、準確性與主觀評量上都能符合人因工程的最高績效 (張志凌、林房儂, 2001)。

對於擊劍運動選手而言，使用的握把形狀因人而異，選手在初學時期對於握把較無特定性，一旦經長時間的握把適應以後，就不會再更換不同握把。握把主要有法國式 (又稱直柄式)、槍式。直柄式為單一形狀，槍式又因為各國打法差異，各有不同形狀的代表性握把，每一種槍式握把的出現，無非都是以更適合劍手手掌形狀，達到省力、靈活性的功能設計，並提升刺擊高準確度和高速度的目的。五十年代國際聞名擊劍專家 Crosnier (1961) 指出擊劍握把必須握起來感覺舒適，握把必需服貼輕置掌心，姆指平貼朝上握把面，食指第二指節最接近握把與護盤的地方，食指一、二指的關節抓住握把外側線部位；其它三根指頭用第一指節沿著握把外側輕輕握住。控制劍尖的準確度和速度要有強而有力的手腕 (張志凌, 2004)，但是劍的控制主要是姆指和食指，並不是手腕，如何借助其它介面減低手腕肌群的負荷，將是本研究的主要目的。

有關文獻對於手部運動傷害的研究，大陸擊劍運動傷害方面，擊劍選手最常見的運動傷害有挫傷、扭傷和累積性傷害 (北京體育學院成人教育部, 1996)。國內擊劍運動傷害的情形普遍嚴重，張志凌、潘旭章 (2003) 亦指出劍齡兩年以上的選手，普遍有運動傷害的經驗，擊劍運動傷害除了普遍可見的扭傷、拉傷以外，累積性傷害如肌腱炎、腱鞘炎、膝關節、板機指、腕道症候群等。在平均每人有 6.05 次的運動傷害中，手腕關節也是除了腿部、膝關節、踝關節和腰部等以外，運動傷害排名第五的單一部位。累積性的傷害也佔了 23.31%，受傷的主要原因都是超負荷或動作過大或太激烈所造成。

Lin 和 Chang (2001) 以人因觀點對劍身角度的研究中，發現劍身下壓角度為  $9^{\circ}$  時，對於用劍的刺擊和準確度都有極顯著差異。下壓角度愈大 (實驗中最大為  $15^{\circ}$ ) 在主觀的理想滿意度評量中平均數最高，也達到顯著差異。手腕持劍比賽也是一種長時間持續重覆動作的運動，從國內、外擊劍選手的運動傷害，發現累積性的傷害對於選手手部傷害已有案例，如腱鞘炎、腕道症候群等 (張志凌、潘旭章, 2003)，如何選擇適合自己的握把，對選手而言更是重要。

甩劍刺 (whip hitting) 是很重要的一個得分技術，它是一種由上而下，攻擊對手肩膀及背後的有效部位 (林永昇、庄杏娣、石宏、羅平北、李興林, 1999)。甩劍是來自不同空間的劍路，因此甩劍較難防守，對於防守者也較有威脅性，甩劍它是一個大動作手腕尺偏動作，這些動作都是選手每天訓練的重點課程。在擊劍控劍用力主要為姆指和食指，並非一般力量較大的中指和姆指，這可能是造成累積性創傷 (例如板機指) 的原因之一，甩劍 (手腕尺偏) 與防禦撥擋動作 (手腕內轉、外轉的動作) 亦可能對手腕造成傷害，不同形狀握把對於手腕及手指的用力 (運動) 過程當中，選擇最佳的握把，對於手腕關節的傷害，應可提供預防之道。就如同不影響運動績效下，劍身最佳角度的調整有助於尺偏動作的減小，預防手腕運動傷害，不同形狀的握把對於手腕的影響應有研究

的必要。

## 二、研究目的

本研究主要目的是如何以手工具握把之設計原理，選擇適合選手個人的握把應用在訓練與比賽，減少握劍肌群的握力負擔，延展握力肌群的工作時間（降低肌肉疲勞），預防手腕的運動傷害，提升技術水平。

## 三、操作性定義

- (一)用劍：一種來自多角度的攻擊路線，也是一種大尺偏的動作，主要攻擊對手的肩膀及背後的有效部位，也就是用刺的動作無法有效得點的地方。
- (二)劍身角度：劍條與握把前緣的接觸點，主要有下壓與內扣兩種角度，下壓角度可以減少尺偏角度；內扣角度可以減少掌屈的角度。

## 四、研究限制

- (一)本研究以鈍劍選手為研究對象，不考慮到軍刀及銳劍選手，最主要是軍刀沒有用刺動作，銳劍用劍不止打擊背及肩部，甚至包括手臂，因此打擊方式不盡相同。
- (二)不同形狀握把的直徑，除了直柄式以外，都沒有標準的直徑規格，它是一種服貼於掌心的人體工學形狀，個人手掌大小手指長度都會影響整個握把結構。因此，本研究採用的握把，包括法國式(French)、槍式-絕緣型(pistol-insulation)、槍式-子爵型(pistol-viscounti)、槍式-加大型(pistol-extra)和槍式-俄羅斯型(pistol-zivcovic)，後面四種握把都屬於槍式握把，都是國際目前較常用的制式握把。

# 貳、方法

## 一、研究對象

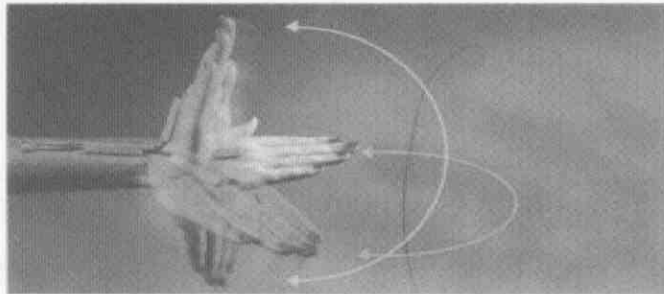
本研究以大專院校男擊劍選手 8 人為受試者，平均年齡（標準差）為 19.02(1.30)，身高 172.63(4.21)公分，體重 65.75(7.94)公斤。每名受試者都有三年以上的劍齡，而且都有參加全國性比賽的經驗，全國性的比賽包括全國中等學校擊劍錦標賽、全國排名賽和全國運動會等。

## 二、實驗設備與器材



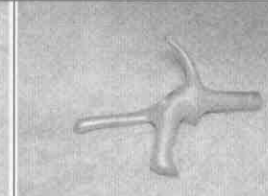
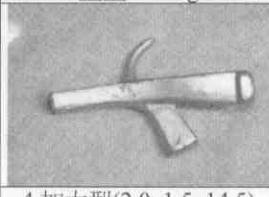
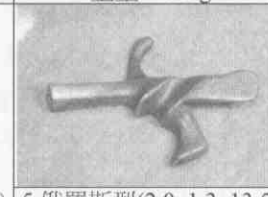
以 Biometrics Ltd 生產之 Laboratory systems LS800 為本研究的主要實驗設備，此設備主要特色為攜帶容易、便於室外操作。包括：角規（goniometer, SG65；參考圖一）、肌電感應片(EMG sensors, SX 230)五個。

- (一)擊劍專用手套 8 只（德國 Uhlmann 廠生產的合成皮擊劍專用手套）。
- (二)五種不同形狀握把（槍式-絕緣型、槍式-子爵型、槍式-加大型、槍式-俄羅斯型和法國式五種，參考圖二）。握把的形狀因手掌大小、手指長短、握力大小不同，選手選擇會有差異，本實驗五種不同形狀握把仍為目前國際比賽常用的握把，分述如下：
  - 1.法國式：法國選手傳統式握把，特色為轉劍換側(disengagement)用劍靈活，動作較

- 小，缺點為容易被敲劍鬆脫，不易抓緊，握把長度 20 公分以內。
2. 槍式－絕緣型：簡稱絕緣型，鈍劍專用握把，握把表層有烤漆防導電處理，適合一般選手使用，手握劍時摩擦力較小，目前國內劍手大部分使用此握把。
  3. 槍式－子爵型：簡稱子爵型，銳劍專用握把，裁判器增加劍身絕緣功能以後，也可在鈍劍上使用，無烤漆層，摩擦力較大，握把形狀與槍式-絕緣型完全相同。
  4. 槍式－加大型：簡稱加大型，握把加大較粗曠，適合手掌較大、手指較長的選手。
  5. 槍式－俄羅斯型：簡稱俄羅斯型，較扁平窄短，主要設計給歐美女選手使用，適合手掌較小或亞洲國家的選手使用。因握把較短，導致劍的重心較一般劍離握把較遠，手腕會較耗力。



圖一 角規固定位置及手腕活動方向 (資料來源：Biometric Ltd)

		
1. 法國式(2.0x1.5x19.4) 重量：175g	2. 絕緣型(2.0x1.3x14.5) 重量：104g	3. 子爵型(2.0x1.3x14.5) 重量：100g
	說明： 1. 尺寸 (握寬x厚度x長度) 2. 單位：公分	
4. 加大型(2.0x1.5x14.5) 重量：150g		5. 俄羅斯型(2.0x1.3x13.5) 重量：102g

圖二 實驗用五種握把形狀

### 三、實驗步驟

#### (一)不同形狀握把的防禦刺擊實驗

實驗前先設定五組肌電訊號感應電極片與角規的校正；實驗前動作與過程、目的與注意事項說明，所有受試者在正式實驗前皆受過完整的熟悉訓練，對實驗目的與程序都已瞭解。

受試者以不同形狀握把隨機做二、四、六分位防禦動作後反擊的連續動作，分析不同形狀握把的握劍施力工作肌群。二、四、六分位，主要是便於選手及教練在攻擊或防禦訓練時方便區分，以選手 on guard (起勢) 姿勢時，以劍的護手盤為圓心，分位劃分參考圖三。本實驗根據手杖設計原理，檢測劍具握把拇指內收肌(*adductor pollicis*)、橈側伸腕肌(*extensor carpi radialis*)、尺側伸腕肌(*extensor carpi ulnaris*)、橈側屈腕肌(*flexor carpi radialis*)、尺側屈腕肌(*flexor carpi ulnaris*)的肌群之均方根值(*root mean square, RMS*)值(蘇木川，1998)。



圖三 防禦動作的二、四、六分位圖

- 1.本實驗以手腕握劍施力，量測拇指內收肌、橈側伸肌、橈側屈肌、尺側伸肌、尺側屈肌等五條工作肌群。以 EMG 感應電極片 5 組貼在手腕握劍的工作肌群上。
- 2.在五種不同形狀握把和三種不同防守部位的肌電訊號均方根值，動作如 3.實驗動作之(1)、(2)、(3)。

3.實驗動作：受試者與五把不同形狀握把的劍隨機分派，實驗動作順序亦採隨機方式安排，動作如下：

- (1)四分位快速內轉防禦後伸直刺擊的動作，連續 20 次。
- (2)六分位快速外翻防禦後伸直刺擊的動作，連續 20 次。
- (3)二分位由外翻轉成大內轉防禦後伸直刺擊的動作，連續 20 次。

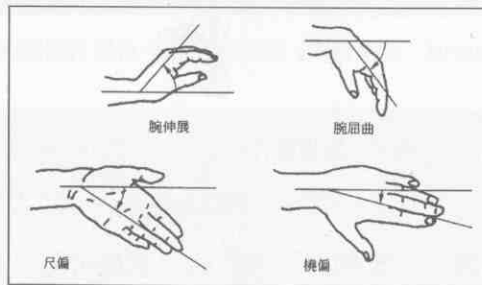
本實驗受試者皆受過擊劍專業技術訓練，連續 20 次的重複動作後，至少 5-8 分鐘的休息，不致造成手部肌肉的疲勞。不同防禦姿勢、不同形狀握把重複實驗動作中，取均方根乃肌肉活動強度量化方法之一(Christensen, 1986; Petrofsky, Glaser, & Phillips, 1982; Petrofsky & Lind, 1980; Piper, 1912)。

- 4.數據取得：五把不同形狀握把的劍，以及四、六、二分位三種不同姿勢防禦反擊的實驗動作，每名受試者共需完成 15 種組合的動作。每一種組合實驗動作完成後，記錄其動作過程最大均方根值。

5.實驗依據：肌電訊號擷取後，以均方根值(root mean square)處理，取動作過程中均方根週期的最大值，均方根可以表現肌肉施力的大小。在沒有疲勞的情況下，同一條肌肉的肌電訊號強度越大即表示該肌肉施力越大(Hermens, Bruggen, Baten, Rutten, & Boom, 1992)。林瑞豐(2001)研究指出肌肉活動強度量化的方法主要為RMS (root mean square)。

#### (二)檢測不同形狀握把甩刺動作時，對手腕活動影響實驗

- 1.角規校正：SG65 角規先做水平及直線校正(calibration)。
- 2.角規固定位置在握劍手腕關節上下端，一端固定在掌背(以中指為中心位置)，另一片固定在近手腕處小臂寬的中心位置，參考圖一。
- 3.實驗流程
  - (1)每一名受試者實驗前練習時，先量測長刺步法(lunge)甩刺與目標靶的距離。
  - (2)受試者與五把不同形狀握把的劍隨機編號，當受試者看到燈號亮時，以最快速度甩刺目標靶，記錄刺中時那一霎那與刺中前手腕關節的運動角度，也就是腕屈、腕伸、尺偏和橈偏的角度。
  - (3)受試者每一把劍各做五次甩劍長刺，記錄四個手腕關節的運動角度，每一手腕運動角度取其平均數，參考圖四。



圖四 四個手腕關節的運動角度(資料來源：李開偉，1999，3-11頁)

## 四、資料收集與處理

以 Laboratory systems LS800 生物擷取儀，連接筆記型電腦收集資料。不同形狀握把與握劍施力的肌電訊號均方根值的實驗，自變項為不同形狀握把(5個水準)和防守姿勢(3個水準)依變項為握劍施力五條工作肌群的均方根值，資料收集後以 SPSS 統計軟體做多變量變異數分析(MANOVA)、單因子變異數分析(ANOVA)的差異性檢定。

不同形狀握把和手腕關節活動角度(4個水準)實驗，自變項為不同形狀握把(5個水準)，依變項為手腕關節四個的活動角度，資料收集後經統計軟體做 MANOVA、ANOVA 的差異性檢定。兩個實驗顯著水準設定為  $\alpha < .05$ ，達到顯著差異後，再以鄧肯(Duncan)事後分析做多重檢定。

## 參、結果

### 一、不同形狀握把的防禦刺擊

不同形狀握把握劍施力由實驗的結果發現，無論是不同握把形狀或是不同防禦姿勢的總平均肌力並無顯著差異，而且幾乎相等，這表示無論任何形狀握把在不同姿勢的防禦動作，握劍施力時各肌群的施力負荷沒有顯著差異，參考表一、表二。

表一 握劍施力時五肌群的總施力均方根的平均值統計表

自變數	水準	個數	平均
握把形狀	法國式	24	.1854
	絕緣型	24	.1720
	子爵型	24	.1613
	加大型	24	.1833
	俄羅斯型	24	.1839
防禦部位	6分位	39	.1753
	2分位	41	.1768
	4分位	40	.1795

表二 總肌力單變量變異數分析摘要表

來源	SS	df	MS	F	p
握把形狀(A)	0.011	4	0.0026	1.15	.338
防守部位(B)	0.033	2	0.0001	.071	.932
A * B	0.054	8	0.0007	.288	.969
誤差	.244	105	0.0023		
TOTAL	.260	119			

\*p<.05

拇指內收肌、橈側伸肌、尺側伸肌、橈側屈肌、尺側屈肌等五肌群之個別握劍施力狀態進行多變量變異數分析，握把形狀因子達顯著水準(Wilks'  $\lambda=0.63$ ,  $p\leq.001$ )，參考表三。

表三 五肌群之個別施力多變量變異數分析摘要表

效應項		df	p
握把形狀(A)	Wilks' $\lambda$	.63	.000
防守部位(B)	Wilks' $\lambda$	.90	.392
A * B	Wilks' $\lambda$	.85	1.000

\*p<.05

個別肌群之握劍施力單變量變異數分析結果（參考表四），會因握把形狀不同，握力肌群中拇指內收肌、橈側伸肌會產生施力負荷不平均的現象（拇指內收肌， $p\leq.011$ ；及橈側伸肌， $p\leq.010$ ）。

表四 不同握把的個別肌群之施力單變量變異數分析摘要表

依變數	SS	df	MS	F	p
拇指內收肌	0.16100	1	0.16100	3.427*	.011
尺側屈肌	0.01100	4	0.00275	.643	.633
橈側屈肌	0.00030	4	0.00008	.130	.971
橈側伸肌	0.00004	4	0.00001	3.530*	.010
尺側伸肌	0.00476	4	0.00119	.990	.416

\*p<.05

拇指內收肌的鄧肯事後檢定結果，絕緣型和子爵型的握把握力的施力負荷最小，對加大型、俄羅斯型握把達到顯著水準（參考表五）。

表五 拇指內肌鄧肯事後檢定摘要表

握把形狀	個數	子集	
		1	2
子爵型	24	0.0493	
絕緣型	24	0.0518	
法國式	24	0.6125	0.0613
加大型	24		0.0705
俄羅斯型	24		0.0732

橈側伸肌的鄧肯事後檢定結果，絕緣型和法國式握把有較高的平均數，法國式對子爵型、俄羅斯型、加大型握把達到顯著水準，參考表六。

表六 橈側伸肌鄧肯事後檢定摘要表

握把形狀	個數	子集	
		1	2
子爵型	24	0.0294	
俄羅斯型	24	0.0254	
加大型	24	0.0274	
絕緣型	24	0.0350	0.0350
法國式	24		0.0420

## 二、檢測不同形狀握把甩刺動作對手腕活動影響

在不同形狀握把甩劍動作時腕屈/腕伸、尺偏/橈偏動作對手腕的影響發現，只有腕屈達顯著水準( $p \leq .023$ )，參考表七。

表七 腕屈/伸、尺/橈偏之多變量變異數分析摘要表

依變數	SS	df	MS	F	p
腕屈	689.06	4	172.26	3.260*	.023
腕伸	1.10	4	0.27	.003	1.000
尺偏	8.54	4	2.13	.304	.873
橈偏	50.38	4	12.59	1.670	.177

\* $p < .05$

甩刺腕屈動作的鄧肯事後檢定分析如表八，法國式握把對俄羅斯型以及子爵型兩種握把達到顯著水準，法國式的腕屈角度最小，子爵型握把腕屈活動角度最大，達 60.04 度。

表八 腕屈鄧肯事後檢定摘要表

握把形狀	個數	子集	
		1	2
法國式	8	47.2725	
絕緣型	8	52.9738	52.9738
加大型	8	54.6575	54.6575
俄羅斯型	8		55.7450
子爵型	8		60.0363

## 肆、討論

### 一、不同形狀握把的防禦刺擊

不同形狀握把的握劍施力肌群經過肌電訊號的 RMS 分析後, 結果發現在握劍施力上, 肌群施力的總和都是一致性的, 也就是五種握把沒有顯著差異。但是在握劍施力的總作用力不變的情形下, 實驗檢測的五條握劍肌群施力卻達到顯著差異, 拇指內收肌和橈側伸肌對於不同握把形狀會有不同的施力負荷。擊劍選手的握劍施力主要是拇指內收肌, 它是手掌抓握的主要力量來源(Donnelly, 1990), 對於選手握劍時的穩定性、速度以及刺擊的準確度都有關鍵性的影響(張志凌, 2004)。橈側伸肌是用刺瞬間出力的主要肌肉。工作肌群中如果在施力不均的狀況下, 長期過度負荷的肌肉, 容易導致累積性創傷。從國內、外擊劍選手的運動傷害發現, 累積性的傷害對於選手手部傷害已有案例, 如腱鞘炎、腕道症候群等(張志凌、潘旭章, 2003)。並非單一因素就能導致累積性創傷, 工作姿勢、施力大小與反覆性動作等風險因素應是導致累積性創傷之主要原因(Armstrong et al., 1986)。因此選擇合適的握把將可降低累積性創傷的機會。

人因工程的握把設計, 不管是手工具握把或是擊劍握把, 過去的文獻發現, 主要在握把角度的研究(林房儻, 2001; 柯慶松, 1996; 張志凌、林房儻, 2001; Knowlton & Gilbert, 1983; Krohn & Konz, 1982), 較少發現不規則握把形狀的研究。工具握把形狀的研究方面, 握把直徑小於手握最大內徑一公分, 都比握把直徑等於手握直徑, 或握把直徑大於手握直徑一公分的握力表現較優(Grant, Habes, & Steward, 1992)。子爵型握把其握寬與蘇木川(1998)握把舒適的握寬範圍 29-35mm 之間的結論略有不同, 蘇木川是以市面手杖為研究對象, 主要以舒適度及手腕握杖施力為目標。擊劍握把除了握劍施力及舒適度外, 尚包括刺擊準確度和有效刺擊, 因此握寬略低於蘇木川的 29-35mm 範圍。

目前國內選手都是習慣使用絕緣型的握把, 主要原因是德國原廠組合就是以絕緣型握把為標準配備。加上過去比賽規則規定, 需有絕緣體包覆握把, 因此較多選手使用。絕緣型與子爵型的握把形狀都完全相同, 只是絕緣型的握把專門設計給鈍劍專用, 握把表層加一層絕緣的烤漆, 主要在避免握把接觸身體的金屬衣(metal jacket), 造成對手的刺擊無效。自從 2000 年以後, 裁判器(judge machine)經過改良後, 已無此問題存在。無烤漆的子爵型握把(原設計給銳劍使用), 它是鋁合金原質表面, 未加工處理, 表面較粗糙, 自 2000 年以後除了銳劍比賽也可用在鈍劍的比賽。

絕緣型和子爵型(參考圖二), 它與手杖握把的設計原理有共通性, 例如有弧線或凹槽之設計, 以避免食指與中指之間、拇指與食指之間的虎口處, 食指的外側邊緣肌肉、手掌之外側邊緣肌肉受到壓迫而造成不舒服(蘇木川, 1998)。本研究結果發現對於降低拇指內收肌的握劍施力, 以及避免集中單一肌肉的負荷, 絕緣型和子爵型握把都有最佳的表現, 此二種握把對其它類型的握把也達到顯著差異。在橈側伸肌方面, 子爵型、俄羅斯型和加大型, 都有較佳的表現, 達到顯著差異。綜合在降低拇指內收肌和橈側伸肌的握劍施力負荷, 以及預防累積性創傷症候群的發生, 子爵型握把是所有握把中表現

最好。

## 二、不同形狀握把甩刺動作時，對手腕活動影響

擊劍運動發展久遠，握把形狀的演進，因打法的特殊性也會不同。早期法國選手的古典式打法，細膩輕巧為其主要特色，握把都採用法國式（俗稱直柄式）。雖然在手腕活動的角度只有腕屈達到顯著差異，其中法國式握把平均數最低，對俄羅斯型和子爵型達到顯著水準。

法國式握把的特點是動作較小，手腕動作變換較快，但也可能因為其握把長度達 19.4 公分，較其它握把長（請參考圖二），可能阻礙了手腕活動的角度。手腕活動角度小，刺擊對手的面積就相對的變小。本研究發現，法國式甩刺腕屈的平均角度為 47.27 度，是所有握把甩刺手腕腕屈角度最小。以防禦反擊動作而言，法國式握把其最大缺點是握劍施力集中在橈側伸肌上（請參考表六），且拇指內收肌也屬於最高群組的握劍施力負荷（參考表五），法國式握把可是手腕運動傷害的高危險握把。而甩刺動作是目前強力打法的主要攻擊和防守的動作（林永昇等，1999），選手在比賽或訓練時，使用頻率極高。對選手而言，甩刺動作是很重要的一個技術動作，法國式握把腕屈角度最小，不利甩刺動作的發揮，可能此因，導致法國式握把漸被國際競賽舞台淘汰。

選手因個人身體素質以及訓練環境之不同，不同形狀握把的握力會有不同差異，子爵型握把在防禦刺擊時，整體握劍施力肌群負荷最為平均，又有最大的腕屈活動角度（60.04 度），依據 An、Berger 和 Cooney(1991)研究發現尺偏最大角度只有 36°，選手便以腕屈角度輔助尺偏角度之不足，協助瞬間施力的甩刺攻擊。腕屈的大角度，也會有助於攻擊目標的靈活選擇，在防禦反擊動作的連續攻擊也會比其它握把表現來得優異。

## 三、建議

- (一)加強拇指內收肌、橈側伸肌的肌群訓練，選擇握力肌群施力表現最平均，手腕腕屈角度最大的子爵型握把，再加上最佳握把角度的應用與訓練，在運動績效以及運動傷害預防上，應是最佳的選擇。
- (二)握把與手套是選手持劍的兩個重要介面(interface)，手套因材質、硬度、厚度的不同，與握把的摩擦力會影響握力，德製的合成皮手套握力、捏力與準確度都有最佳的表現（張志凌，2006）。本研究建議選手在訓練或比賽採用德製合成皮手套，以及子爵型的握把組合，應可大幅提升運動績效並對手腕傷害的預防將有很大的幫助。

致謝

本研究由國科會研究計畫「握把對運動選手手腕之影響研究」(NSC 91-2213-E-028-001)補助支持，特此誌謝。

## 參考文獻

- 北京體育學院成人教育部（1996）：擊劍。北京市：作者。
- 林永昇、庄杏娣、石宏、羅平北、李興林（1999）：花劍防守還擊制勝法。北京市：亞太國際出版有限公司。

- 林房儻 (2001): 運動績效與運動傷害之人體工學應用研究 - 以擊劍運動為例。國科會專題研究計畫, 計畫編號: NSC 90-2218-E-028-001。
- 林瑞豐 (2001): 長時間作業現場監測之可攜式資料記錄器研製。未出版之碩士論文, 台中縣, 朝陽科技大學工業工程與管理系。
- 柯慶松 (1996): 應用人因工程技術改進衝剪機械手工具之研究。未出版之碩士論文, 台北市, 中國文化大學勞動學研究所。
- 張志凌 (2003): 以人因工程觀點檢測鈍劍握把角度對運動績效之影響研究。台北市: 高立圖書有限公司。
- 張志凌 (2004): 上肢甩刺與下肢運動模式在人因工程之應用研究。國科會專題研究計畫技術報告書, 計畫編號: NSC 92-2213-E-164-004。
- 張志凌 (2006): 擊劍手套介面與施力姿勢對握力與捏力的影響。體育學報, 39卷3期, 43-56頁。
- 張志凌、林房儻 (2001): 鈍劍劍身下壓角度對甩劍動作之影響。國立台灣體育學院學報, 9期, 591-607頁。
- 張志凌、潘旭章 (2003): 國內擊劍運動傷害成因研究。修平學報, 6期, 239-250頁。
- 游志明 (1998): 手腕姿勢、施力與動作頻率對手腕疲勞之影響。未出版之碩士論文, 桃園縣, 中原大學工業工程研究所。
- 蘇木川 (1998): 老人用手杖之研究與設計。未出版之碩士論文, 台北市, 大同工學院工業設計學系暨研究所。
- An, K. N., Berger, R. A., & Cooney, W. P. (1991). *Biomechanics of the wrist joint*. Springer-Verlag.
- Armstrong, T. J., Radwing, R. G., Hansen, D. J., & Kennedy, K. W. (1986). Repetitive Trauma disorders: Job evaluation and design. *Human Factors*, 28, 325-336.
- Christensen, H. (1986). Muscle activity and fatigue in the shoulder muscles of assembly-plant employees. *Scand Journal of Work Environment Health*, 12, 582-587.
- Crosnier, R. (1961). *Fencing with the electric foil*. London: Faber and Faber Ltd.
- Donnelly, J. E. (1990). *Living anatomy* (2<sup>nd</sup> ed.). Illinois: Human Kinetics Books.
- Emanuel, J., Mills, S., & Bennett, J. (1980). In search of a better handle. *Proceedings of the Symposium: Human Factors and industrial Design in Consumer Products*. Medford, MA: Tufts University.
- Grant, K. A., Habes, D. J., & Steward, L. L. (1992). An analysis of handle designs for reducing manual effort: The influence of grip diameter. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 10, 199-206.
- Hermens, H. J. V., Bruggen, T. A. M., Baten, C. T. M., Rutten, W. L. C., & Boom, H. B. K. (1992). The median frequency of the surface EMG power spectrum in relation to motor unit firing and action potential properties. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2, 15-25.
- Knowlton, R., & Gilbert, J. (1983). Ulnar deviation and short-term strength reductions as

- affected by a curve-handled ripping hammer and a conventional claw hammer. *Ergonomics*, 26, 173-179.
- Krohn, R., & Konz, S. (1982). Bent hammer handles. *Proceedings of the Human Factors Society 26<sup>th</sup> Annual Meeting* (pp. 122-125). Santa Monica, CA: Human Factors Society.
- Lin, F. T. (2004). Optimal handle angle of the fencing foil for improved performance. *Perceptual and Motor Skills*, 98, 920-926.
- Lin, F. T., & Chang, C. L. (2001). *An application research of foil blade angle*. The 6th Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics, Beijing.
- Petrofsky, J. S., Glaser, R. M., & Phyllips, C. A. (1982). Evaluation of the amplitude and Frequency Component of the Surface EMG as an Index of Muscle Fatigue. *Ergonomics*, 25, 213-223.
- Petrofsky, J. S., & Lind, A. R. (1980). Frequency analysis of the surface electromyogram during sustained isometric Contractions. *European Journal of Applied Physiology*, 43, 173-182.
- Piper, H. (1912). *Electrophysiologie Menschlicher Muskeln*. Berlin, Julius Springer.
- Ranney, D., Wells, R., & Moore, A. (1995). Upper limb musculoskeletal disorders in highly repetitive industries: Precise anatomical physical findings. *Ergonomics*, 38, 1408-1423.
- Sanders, M. S., & McCormie, E. J. (1981). *Human factors in engineering and design* (6<sup>th</sup> ed.). New York: McGraw Hill.
- Schoenmarklin, R., & Marras, W. (1989). Effect of handle angle and work orientation on hammering: II. Muscle fatigue and subjective ratings of body discomfort. *Human Factors*, 31(4), 413-420.

## THE INFLUENCES OF DIFFERENT HANDLE TYPES ON THE WRIST MOTION AND MUSCLE STRENGTHS DURING FENCING

**Chih-lin Chang<sup>1</sup> & Fang-tsan Lin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Physical Education Section, Hsiuping Institute of Technology &

<sup>2</sup>Sports Management Department, National Taiwan College of Physical Education

### ABSTRACT

This study evaluated the influences of five handle types on the wrist motion angle and the workload of muscles: adductor pollicis; extensor carpi radialis; extensor carpi ulnaris; flexor carpi radialis; and flexor carpi ulnaris during fencing. The study found that the muscle strength distributed to the wrist was affected by the designing of the handle type. The Viscounti-type handle provided most uniform strengths for all the muscle groups. After using the rest of the handle type for a long period, the strengths concentrated on the adductor pollicis or extensor carpi radialis that easily cause muscle fatigue. Continued use will lead to the symptom of Cumulative Trauma Disorders. This study also found that the ulnar deviation, radial deviation, dorsi flexion and palmar flexion were in the normal range in fencing; however, the wrist flexion had already reached 78.6% of the maximum wrist motion angle. To avoid wrist injury, this study strongly suggested that choosing the Viscounti-type handle with gloves is much safer during fencing.

**Key words: strength of grasp, strength of pinch, cumulative trauma disorders,  
whip hitting**