



## 仿生健身手套對上肢肌力表現的影響

<sup>1,2</sup>林俊達、<sup>1</sup>徐君宇、<sup>1</sup>謝宏昇、<sup>2</sup>黃長福、<sup>1</sup>涂瑞洪\*

<sup>1</sup>國立屏東大學\*、<sup>2</sup>國立台灣師範大學

投稿日期：2018 年 02 月；通過日期：2018 年 05 月

### 摘要

**緒論：**本研究是以猴類手部構造融合體操單槓及雙槓手套為設計概念，開發一雙在重量訓練時可增加訓練強度及延緩疲勞的健身手套。研究目的主要以運動生物力學的觀點，比較有無穿戴仿生健身手套對手腕最大扭力及單槓懸吊時肌肉疲勞度之影響。**方法：**實驗參與者為 10 名男性大專體育系學生 (年齡  $19.43 \pm 1.41$  歲；身高  $172.57 \pm 4.24$  公分；體重  $67.00 \pm 10.61$  公斤)，以伺服馬達控制機構及肌電測量徒手及穿戴仿生健身手套時的手腕扭力和前臂肌群肌電訊號 (Electromyography, EMG) 並比較其差異，所蒐集的資料以成對樣本 t 檢定來進統計分析，顯著水準  $\alpha = .05$ 。**結果：**一、穿戴仿生健身手套後的手腕扭力大於徒手的扭力 ( $p < .05$ )；而徒手與穿戴仿生健身手套後的橈側伸腕長肌 (extensor carpi radialis longus, ECRL) 與橈側屈腕肌 (flexor carpi radialis, FCR) 肌電活化沒有顯著的不同。二、肌肉疲勞度檢測，穿戴仿生健身手套在單槓懸吊橈側伸腕長肌、橈側屈腕肌肌電活化較小，有助於減緩肌肉疲勞 ( $p < .05$ )。結論：本研究所開發的仿生健身手套上的結構設計，在手腕扭力上相較於徒手有明顯提升，肌電表現方面沒有因扭力增加而更加活化，且單槓懸吊的肌力較能抗疲勞，顯示在仿身健身手套功能性方面達到預期的效益。

**關鍵詞：**扭力、肌電、單槓

### 壹、緒論

在運動競賽中為了追求更好的運動成就，無不透過運動科學的輔助來提升，不管是訓練方式與運動技術，運動科學扮演著重要一環，此外，運動器材的開發，除了提升運動能力的表現外，也可創造運動產業的商機，如 Speedo 公司於 2000 年生產的仿生泳衣，經由模仿鯊魚皮膚表面的 V 形皺褶設計來減少泳者周圍的水流的阻力 (吳明康，2009)，穿著上述特殊設計泳裝的泳者屢破游泳的世界紀錄，引起全球的關注，也創造了龐大運動產業商機，雖然目前已被禁止使用，但也引起了仿生科學與運動產業結合的一個思維。

隨著運動風氣的蓬勃與觀念的日新月異，現代人運動除了追求健康的身體外，更進一步還希望能擁有強健、結實的體魄，所以健身房的行業蓬勃發展起來，探究其原因為環境設備齊全及營業的長時間性，方便於目前的社會工作型態，因此逐漸受到人們的青睞。

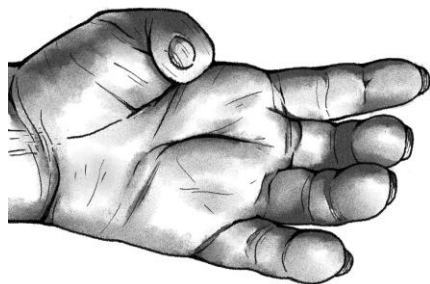
現階段健身運動的訓練內容有一大部份是透過健身者的手部抓握負重物及操作器械為主要訓練模式，從事重量訓練時穿戴健身手套具有保護手部的功能，以往的研究也針對了上述功能加以探討，Tichauer (1978) 有關手套研究指出，如果手套材質過厚，會造成抓握器材的施力不足，可能導致器材從手上滑落而造成危險，所以市售健身手套之功能以使其能抓握緊重物與保護手部皮膚為主。

相關研究指出不論種類或材質的手套均會對手部的績效產生影響，在手法施力的研究上發現，穿戴手套會降低手部的握力 (Wang, Bishu, & Rodgers, 1987)。Mital、Kuo 與 Faard (1994) 研究發現穿戴手套的材質是導致手部力量降低主要原因，其手套影響手部力量有以下因素 (一) 手套的樣式是否有足夠的摩擦力；(二) 手套大小是否適合手掌，不會干擾使用者手部活動度。

\*通訊作者：涂瑞洪 國立屏東大學體育系  
Email: tu.juihung@gmail.com  
地址：90003 屏東市民生路4-18號

因此，如何在手套上作特殊的設計來提昇訓練效率，是一值得探討的議題。陳建忠 (2012) 使用奈米管塗上市售三秒膠和其他化學材料製作出來的類壁虎手套實驗結果顯示，類壁虎手套測試可掛起兩個裝滿水 20 公升的容器，還可以放進 8 分滿的容器約 15.5 公升，可以撐起一個成年人。而本研究所開發的手套是以仿生工程學 (Biomimetic engineering) 的概念發想，從野生猴類具有極佳攀爬及懸吊能力的手部構造為產品開發的概念出發 (圖一)，融合現體操單槓及雙槓手套的產品的結構設計 (圖二)，加以設計而成。此設計是透過在健身手套上加入固定用的節點的結構設計 (圖三)，上述節點結構設計有助於減少重訓過程中力量的消耗，進而提昇訓練強度及效率。

本研究目的以運動生物力學的觀點，比較有無穿戴仿生健身手套對手腕最大扭力及單槓懸吊時肌肉疲勞度之影響。有關上肢肌電研究中，大多針對不同肌群部位肌電活化的疲勞指標評估肌肉疲勞現象，了解運動訓練時肌群的特性，透過肌電活化的觀察可了解肌肉疲勞程度。



圖一、猴類手部示意圖



圖二、單槓手套結構設計示意圖



圖三、仿生健身手套設計示意圖

## 貳、方法

### 一、實驗參與者：

本研究招募10位男性大專體育系學生為實驗參與者，施測部位為慣用手，在一年內皆無任何上肢傷害導致無法完成本實驗之情況。基本資料如表一所示。

表一、實驗參與者基本資料 (n=10)

身高 (公分)	體重 (公斤)	年齡 (歲)
172.57±4.24	67.00±10.61	19.43±1.41

### 二、實驗方法與步驟：

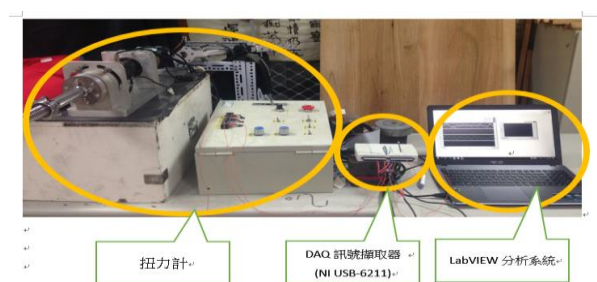
首先進行交流伺服馬達控制機構 (GYS401DC2-T2A, Fuji Electric, Japan) 校正，校正方式以不同重量之槓片，旋掛在特製力臂以產生電壓差，並利用 labview 物件程式建立力矩檢測方程式。每一位實驗參與者於實驗前均需填寫實驗同意書，方能參與檢測。實施最大扭力檢測過程中，實驗參與者採隨機方式進行徒手與穿戴仿生健身手套檢測。並於隔天也是採隨機進行徒手與穿戴仿生健身手套的單槓懸吊肌肉疲勞度檢測。在檢測肌群活化方式中，參考許家銘與蔡虔祿 (2007) 之研究，其指出引體向上八個肌群中屈腕肌 (flexor carpi radialis, FCR) 與伸腕肌 (extensor carpi radialis longus, ECRL) 之 IEMG 為最高值，引體向上主要作用肌群以屈腕肌及伸腕肌為主。

### 三、最大扭力檢測

每位實驗參與者以坐立姿進行慣用手最大扭力檢測，手肘略高於手腕的動作，並以前臂旋後 (supination) 方式進行徒手與穿戴仿生健身手套檢測，實驗過程中以交流伺服馬達控制機構進行資料蒐集，機構中之扭力感測器為檢測扭力之器材，並利用數位轉換盒 (USB-6211) 進行數位類比轉換及結合 labview 物件程式擷取最大扭力參數 (如圖四)，採樣頻率為 500Hz，採樣時間為 5 秒。實驗參與者徒手與穿戴仿生健身手套各檢測三次，每次取 5 秒內最大扭力，測驗間隔休息 3

分鐘後隨機進行。

在檢測最大扭力同時，同步檢測橈側伸腕長肌 (ECRL) 與橈側屈腕肌 (FCR) 之肌電訊號，檢測儀器使用 Noraxon 無線肌電系統 (DES-KTOP DTS)，擷取訊號軟體控制介面 (MRXP Master 3.10) 及時監控肌電訊號，肌電訊號擷取盒取樣頻率為 1000Hz，前置放大器 (CMR100 Db) 頻率範圍為 0~3000 Hz，取得肌電資料再進行分析心電訊號濾除 (Electrocardiogram Reduction) 帶通濾波 (bandpass, 低頻 80、高頻 250Hz)，再進行翻正。



圖四、扭力實驗場地布置與器材

#### 四、肌肉疲勞度檢測

實驗參與者檢測開始前，實驗參與者先以徒手方式，採雙手臂伸直放鬆狀態對準單槓，手掌輕輕含握於單槓上，實驗參與者再依指示將手掌抓握單槓上，並使身體呈現一直線自然懸垂吊於單槓，隨後進行橈側伸腕長肌 (ECRL) 與橈側屈腕肌 (FCR) 之肌肉疲勞度檢測，檢測工具為 Noraxon 無線肌電系統 (DES-KTOP DTS)，檢測時間為 30 秒。檢測完間休息 3 分鐘時間，隨機穿戴仿生健身手套與徒手進行測試，並各檢測一次。

#### 五、資料處理

(一) 肌電訊號處理：在徒手與穿戴仿生健身手套之最大扭力與前臂肌肉疲勞度檢測中，擷取慣用手橈側伸腕長肌 (ECRL) 與橈側屈腕肌 (FCR) 之肌電訊號，透過 MRXP Master 3.10 軟體，將肌電資料進行處理，以均方根 (root mean square, RMS) 進行分析。

(二) 統計分析：本實驗所得扭力參數為徒手與穿戴仿生健身手套在 5 秒鐘中的中間 3 秒鐘實驗數據，包含最大扭力與最大扭力時的肌電數據，且取三次數據為分析資料。前臂肌肉疲勞度為徒手與穿戴仿生健身手套在單槓懸吊 30 秒的肌電數據，取一次數據為分析資料。兩皆擷取橈側伸腕長肌 (ECRL) 與橈側屈腕肌 (FCR)

之肌電訊號。以 SPSS for Windows 20.0 版統計軟體處理，顯著水準定為  $\alpha = .05$ ，並以成對樣本 t 檢定來比較在徒手與穿戴仿生手套對最大扭力、前臂肌肉疲勞度之肌電活化表現。

#### 參、結果與討論

##### 一、扭力檢測

##### (一) 扭力指標

由表二可得知 10 名實驗參與者在徒手與穿戴仿生健身手套後的最大扭力表現有顯著的不同，穿戴仿生健身手套後的最大扭力較徒手的最大扭力大。Mital 等學者 (1994) 提出手套材質並不會使扭力減少，反而還會增加，其原因是有些手套的表面積摩擦力較大與本研究結果相符。有別於以往的健身手套，只有利用布料或是海綿來增加手套的抓握性，但事實上布料或海綿的柔軟性在抓握時可能會將手部所出的力吸收掉一部份，手部就得施加更多的力量來維持抓握的穩定性，可能會導致手部的力量的額外損耗而影響到訓練效果 (Batra, Bronkema, Wang, & Bishu, 1994; Bishu & Klute, 1995)。張志凌 (2006) 針對擊劍手套測試，合成皮手套對握力表現最佳，其次為空手。鄭志展 (2015) 等人在手套介面對國軍閱兵托槍訓練之上肢肌力及疲勞程度的影響指出，在手臂提力方面可能因手套摩擦力而容易抓握，進而使戴手套之提力高於徒手之提力，與本研究結論有一致性。因此，穿戴仿生健身手套除了具有包覆功能外，亦可產生較大的摩擦力，加上仿生健身手套的凸點設計，在抓握上會將手掌與握把勾住，產生較好的力矩效果，使抓握時更好使力。

表二、最大扭力檢測表 (單位：Nm；n=10)

項目	平均數	標準差	平均差異	t	P
徒手	6.21	1.61	-2.88	-4.94*	.00
仿生健身手套	9.09	2.76			

\* $p < .05$

##### (二) 最大扭力肌肉活化指標

由表三可得知這 10 名實驗參與者的徒手與穿戴仿生健身手套後的橈側伸腕長肌與橈側屈腕肌肌電活化沒有顯著的不同。Kovacs、Splittstoesser、Maronitis 與 Marras 等人 (2002) 與 Larivière 等人 (2004) 研究探討徒手與穿戴手套時使用肌電訊號量測肌肉活動，發現在肌電訊號並無顯著差異，但在握力上穿戴手套

明顯低於徒手，表示手套會吸附一些力量。在肌電訊號上雖與本研究結果是一致的，但在力量表現結果上卻不同，顯示在實施最大扭力時，肌肉活動沒有因扭力增加而更加活化，顯示穿戴仿生健身手套比徒手更能增加扭力效果，以提升運動訓練強度。

表三、最大扭力肌電檢測表 (單位：mv；n=10)

項目	平均數	標準差	平均差異	t	P
徒手 ECRL	159.58	67.57	5.66	0.62	.55
仿生健身手套 ECRL	153.92	78.03			
徒手 FCR	159.69	66.79	-4.08	-0.30	.77
仿生健身手套 FCR	163.77	74.16			

\* $p < .05$

## 二、單槓懸吊肌肉疲勞度指標檢測

由如表四得知 10 名實驗參與者的徒手與穿戴仿生健身手套在單槓懸吊後的橈側伸腕長肌與橈側屈腕肌肌電活化指標有顯著的不同。黃勝裕 (2000) 指出肌電圖可評估肌肉的週邊疲勞，利用頻譜分析可以求出較能代表肌電訊號頻率特性的指標，這些與頻率值有關的指標，都會隨著疲勞程度的增加而顯著地降低。EMG 訊號頻率越高代表著肌電圖可判定肌肉力量的程度，肌肉力量是線性式漸強，肌肉收縮強度越大活化值也隨之越大，目前大多數有關上肢肌電研究中，大多透過肌電活化的觀察可了解肌肉疲勞程度。而在研究結果中，徒手時橈側伸腕長肌與橈側屈腕肌肌電活化指標較高，代表單槓懸吊時較快呈現疲勞表現；穿戴仿生健身手套橈側伸腕長肌與橈側屈腕肌肌電活化指標較小，代表單槓懸吊時有助於減緩橈側伸腕長肌與橈側屈腕肌的疲勞表現。因此，仿生健身手套在手指上設計節點結構設計，能比徒手單槓懸吊時肌電活化低，而助於減緩橈側伸腕長肌與橈側屈腕肌的疲勞，以增長肌肉活動時間。

表四、疲勞度檢測表 (單位：mv；n=10)

項目	平均數	標準差	平均差異	t	P
徒手 ECRL	142.58	5.65	-5.23	1.24	.024*
仿生健身手套 ECRL	137.38	6.98			
徒手 FCR	145.82	6.78	-7.33	1.82	.027*
仿生健身手套 FCR	140.38	5.89			

\* $p < .05$

## 肆、結論

本研究所開發的仿生健身手套經檢測後，在最大扭力的比徒手的扭力有明顯增加，但在肌電表現方面沒有因扭力增加而顯著更加活化，表示仿生健身手套的節點結構設計，在抓握上會將手掌與握把勾住，產生較好的力矩效果，使抓握時更好使力。而單槓懸吊肌肉疲勞檢測的功能性測試中，在穿戴仿生健身手套能有效降低肌群活化，所以節點的結構設計是能夠具體發揮作用，達到增加運動訓練強度功能的目的。未來的研究，可採用壓力參數觀察出手指與手掌內的壓力分布，了解抓握重量時手掌的力量分布特性改良仿生健身手套，進而修正手套讓手套抓握功能及抗疲勞度提升與保護手掌的作用，另提昇穿戴者之持久與舒適性，可做為未來手套開發之重要參考。

## 伍、致謝

感謝國立屏東大學補助本研究之相關經費，特此致謝。

## 陸、引用文獻

- 吳明康 (2009)。仿鯊魚皮泳衣技術的發展與應用前景。*紡織科技進展*, (2), 90-91。
- 許家銘、蔡虔祿 (2007)。不同抓槓距離正反握引體向上之肌電圖分析。*運動教練科學*, (9), 24-29。
- 陳建忠 (2012)。利用奈米碳管製備高負重類壁虎乾式黏著劑及類壁虎手套製作 (未出版之碩士版論文)。國立中正大學，嘉義縣。
- 黃勝裕 (2000)。肌肉週邊疲勞之肌電圖判定。*中華體育季刊*, 14(1), 109-115。
- 張志凌 (2006)。手套、握柄設計擊劍姿勢對於擊劍績效之影響。*體育學報*, 39(3), 43-56。
- 鄭志展、石裕川、林莉婕、姜建祥、王培謙、王謹賢 (2015)。手套介面對國軍閱兵托槍訓練之上肢肌力

- 及疲勞程度的影響。《國防管理學報》，37(1)，57-72。
- Batra, S., Bronkema, L. A., Wang, M. J., & Bishu, R. R. (1994). Glove attributes: Can they predict performance? *International Journal of Industrial Ergonomics*, 14(3), 201-209.
- Bishu, R. R., & Klute, G. (1995). The effects of extra vehicular activity (EVA) gloves on human performance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 16(3), 165-174.
- Kovacs, K., Splittstoesser, R., Maronitis, A., & Marras, W. S. (2002). Grip force and muscle activity differences due to glove type. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 63(3), 269-274.
- Larivière, C., Plamondon, A., Lara, J., Tellier, C., Boutin, J., & Dagenais, A. (2004). Biomechanical assessment of gloves. A study of the sensitivity and reliability of electromyographic parameters used to measure the activation and fatigue of different forearm muscles. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34(2), 101-116.
- Mital, A., Kuo, T. S. U. A. N. G., & Faard, H. F. (1994). A quantitative evaluation of gloves used with non-powered hand tools in routine maintenance tasks. *Ergonomics*, 37(2), 333-343.
- Tichauer, E. (1978). *The biomechanical basis of ergonomics*. New York: Wiley
- Wang, M. J., Bishu, R. R., & Rodgers, S. H. (1987). Grip strength changes when wearing three types of gloves. *In Proceedings of the Fifth Symposium on Human Factors and Industrial Design in Consumer Products, Interface*, 87, 349-354.



## The Effects of Bionic Fitness Gloves on Upper Extremity Muscular Strength Performance

<sup>1,2</sup>Chun-Ta Lin, <sup>1</sup>Chun-Yu Hsu, <sup>1</sup>Hung-Sheng Hsieh, <sup>2</sup>Chang-Fu Huang, <sup>1</sup>Jui-hung Tu\*

<sup>1</sup>Department of Physical Education, National Pingtung University, Pingtung, Taiwan\*

<sup>2</sup>Department of Physical Education, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

Accepted : 2018/05

### ABSTRACT

**Introduction:** Idea in this study was originated from the monkeys' paws which integrated gymnastic horizontal bar and the parallel bars, and to develop a pair of gloves for fitness which can enhance the training intensity and reduce fatigue during weight training. The purposes of this study was to investigate the effects of an innovative protruding point on bionic fitness gloves [BFG], by mimicking chimpanzee's hand, on upper extremity muscle performance. **Method:** Ten physical education major collegiate students were enrolled in this study (age:  $19.43 \pm 1.41$  yrs; height:  $172.57 \pm 4.24$  cm; weight:  $67.00 \pm 10.61$  kg). Participants performed a wrist extension task on a servo-motor device in two conditions (with the BFG and bare-hand). Wrist extensor torque and muscle activation of extensor carpi radialis longus (ECRL) and flexor carpi radialis (FCR) during the tasks were recorded using electromyography (EMG). Paired t-tests with significant levels set at .05 were used to compare the wrist extensor torques and EMG activations within individuals between two conditions. **Result:** The present study found that the wrist extensor torque significant increase when wearing the bio-glove compared to bare-hand ( $p < .05$ ). However, there was no difference in muscle activation between ECR and FCR. The test for EMG activation showed lower activation at extensor digitorum muscle and flexor carpi radialis muscle ( $p < .05$ ) when hanging on the horizontal bar with BFG. **Conclusion:** Wearing bio-glove for fitness with protruding points could significantly increase the twisting force effectively and reduce the muscle fatigue while hanging on the horizontal bar. However, EMG was not activated due to the increases of twisting forces.

**Keyword:** torque, EMG, horizontal bar

\*Corresponding author: Jui-hung Tu\*

Address: No.4-18, Minsheng Rd., Pingtung City, Pingtung County 90003, Taiwan (R.O.C.).

E-mail:tu.juihung@gmail.com