

動力手工具操作績效評估之探討

陶家珍

國立勤益技術學院工業工程與管理系

摘 要

產業界在各種工作場合，為達到強大和持續的力量並增強工作效率而使用動力手工具。因持續工作，操作者在操作動力手工具工作，為避免累積性工作傷害，操作者常帶手套，為評估手套對動力手工具操作績效，因此甄選男生 6 人，女生 6 人以右手戴手套，右手各以空手、棉質手套、棉質小指套、棉質小指+無名指套、棉質小指+食指套、防靜電手套等六種狀況操作電動起子，以肌電量測儀(EMG)評估工作績效。實驗中發現，男生、女生受試者對各種手套戴具沒有顯著差異；受試者因使用不同材質的手套及不同手套指套戴具，具有不同的施力；發現以棉質手套操作需要較大的施力。建議在工作時，以空手操作電動手工具為最佳。若怕工作時，手傷害的考量，可戴指套；管理者為免操作者操作時的疲勞，建議操作者在操作電動起子工作時，盡量避免使用棉質手套為佳。

關鍵字：動力手工具 累積性工作傷害 績效評估

Power Hand Tool Manipulation Performance Evaluation

Abstract

In various working environment of industries, in order to achieve powerful and continuous force to enhance the working efficiency the electrical hand tool is used. For continuous working the operator, who manipulate the hand tool, always wear the glove to prevent the Cumulative Trauma Disorders. Therefore there are 6 male students and 6 female students for this evaluation. These students are divided into 6 groups by : right hand wear glove with : bear hand, wear cotton glove, wear cotton finger cot, wear cotton finger cot at little finger and ring finger, wear cotton finger cot at little finger and forefinger, and wear anti-static glove, to manipulate the electrical screw driver and measure the working performance with Polygraph system of Electromyography (EMG). In the experiment, we found there is no significant difference between the male and female students for wearing various glove; the students under test will apply different force for wearing of different type of glove and finger cot; and wearing cotton glove need to apply more force for operation. It is strongly recommend to manipulate the electrical screw driver with bear hand. But in considering of avoiding hand damage during the operation, finger cot is recommended; the manager who would like to prevent the operator from fatigue during work has better not to let the operator wearing cotton glove to manipulate the electrical screw driver.

Keyword: Power Hand Tool, Cumulative Trauma Disorders, Performance Evaluation

一、前言

人類有萬能的雙手，可以做出非常複雜、細微、精確的動作。但是，這能力畢竟是有限的，有時候不夠強壯，有時候不夠精密，有時候又沒有足夠的能量以應付大量的工作。然而，自遠古時代開始，人類便懂得製作，運用各式各樣的手工具來幫助自己從事各種工作，手工具使得雙手的功能大大提高。更由於動力機械技術的發展，動力手工具被廣泛的利用於各種工作場合以替代傳統人力手工具，彌補雙手操作手工具時所欠缺的強大和持續的力量。在需要較大力量的作業及重複性高的大量工作。使用動力手工具比傳統人力手工具節省了許多人力及工作時間並增進工作效率。

根據美國勞工部的統計報告指出，累積性工作傷害(CTDs)在勞工傷害中所佔的比例，已由1981年的大約18%驟升至1989年的超過50%，而其實際數目在1989年，大約是115,000件(Bureau of Labor Statistics, 1990)。另有報告指出，在美國由於使用手工具所導致的傷害，大約占職業傷害的10%其每年所造成的直接或間接成本損失約為10億美元(Mital and Aghzadeh, 1985)。爲了減少這些無謂的損失，首先需在工作設計上應該避免過度強調專業化(specialization)分工的工作型態。儘管專業分工可能產生高度生產力與低單位成本；更是導致累積性工作傷害的主因之一。其次是在人員/工作介面的設計上，應儘量符合人體工學的原則，使作業容易操作，保持自然舒適的姿勢，並避免過度施力。這樣不但能減少累積性工作傷害所造成的損失，更能提高工作績效。從美國某保險公司的勞工賠償請求紀錄發現，從1986年到1990年上肢性的累積工作傷害佔全部疾病傷害的比例，從0.2%增加到了1.5%，而且這些傷害對社會成本造成的損失包括勞工補償、醫療支出、甚至無法估計的人力資源喪失。

國內曾針對電子業中重複性工作傷害進行工廠訪查與評估工作，發現國內業者或作業員對重複性工作傷害的認知還不太夠，甚至作業員對其酸痛都不予理會，而且也沒有受到完善的職前訓練。但是到目前爲止，仍無其他製造業手工具使用情況與手工具的使用與商業之傷害間關係探討的報告。因此將針對受試者以六種不同手套戴具控制因子來操作有板機的電動起子鎖螺絲，評估施力大小作探討分析。

專題主要目的是希望了解“人手作工效率探討”。藉受試者手戴不同手套戴具與材質，以操作動力手工具鎖螺絲，以肌電量測儀(EMG)評估方法來評估最大可接受操作頻率，與工作者負荷程度與工作績效之間的相關性。經由本專題我們除了可探討所控制的實驗因子“手套戴具方式與材質”間的差異，更可由實際工作的模擬來反應國人所遭遇的工作負荷與所呈現的工作績效，提供現場管理者及工作設計師作爲工作設計與方式選用及教育訓練的參考。

二、文獻資料探討

(一)累積性工作傷害(CTDs)定義

- 1、累積(Cumulative)：意指這類傷害是經一段長時間內，壓力重複用於某一身體部位所造成的。
- 2、傷害(Trauma)：意指這類傷害是由機械性的壓力所造成的。
- 3、致病(Disorder)：則是指身體處於慢性病或不正常的狀態下。

CTDs 是經一長時間重複性工作，剛開始的時候，沒有明顯的特徵，作業員在不自覺的情況下，長年

在工作下，由微小傷害，經過長時間的累積，造成身體某部位的傷害疾病。

(二)累積性工作傷害種類

累積性工作傷害將包括有肌腱傷害、神經傷害、神經血管傷害等三種。

1、肌腱傷害

肌腱及肌鞘的傷害十分常見，經常發生於關節附近，常見的症狀包括有肌腱隱隱作痛、特定動作的不舒服感及無力感。肌腱常會與韌帶或骨骼摩擦，肌腱傷害的復原速度緩慢，如果沒有完全治療，很容易變成慢性疾病〔1〕。

(1) 腱炎 (Tendinitis)：是肌腱發炎的一種。其發生的原因是肌肉、肌腱重複的緊繃所致。若是繼續使用該處施力，會造成肌腱的肌腱纖維破損或撕裂，使得肌腱變的粗大且不規則；無腱鞘包覆的肌腱，受傷部位會有石灰質化的現象，如果沒有獲得充分休息，會造成受傷的肌腱永久無力〔2〕。

(2) 腱鞘炎(Tenosynovitis)：是重複性使用所造成的肌腱傷害的通稱。如果過度地重複使用同一肌腱，腱鞘會因大量的刺激而產生過量的滑液，這些過量的滑液累積在腱鞘附近，使得腱鞘脹大疼痛〔3〕。

(3) 德凱爾文病(De Quervain's disease)：若肌腱的表面變得不規則，或是腱鞘變得腫脹而持續壓迫肌腱，就會影響到位在手腕關節處拇指基部的肌腱，這些肌腱連接著前臂背側的肌肉，該部分肌肉的收縮會拉動拇指向後、向外移動〔4〕。其主要發生的原因，是牽動拇指的兩條肌腱與其腱鞘間的過度摩擦，這種重複性的摩擦導致腱鞘不正常的增厚而壓迫肌腱，影響肌腱的活動；一般而言，在手掌面及手腕的收縮肌肌腱及腱鞘是最容易發生這類 CTD 的部位〔5〕。

(4) 扳機指(Trigger finger)如果手指的肌腱腱鞘明顯腫脹，以致將肌腱『鎖』在腱鞘中，則想要移動手指的時候，會發出爆裂聲並造成手指的突然動作，通常發生在手指的掌面部分〔6〕。

2、神經傷害

腕道症候群(Carpal tunnel syndrome, CTS)：其發生部位為通過腕道的組織包括曲指肌腱、中央神經(median nerve)及血管。若腕道有任何的肌腱鞘腫脹發生，則會擠壓到中央神經這種症狀稱為腕道症候群，壓迫中神經的力量可能來自於腕道內曲指肌腱的腱鞘炎(tenosynovitis)，其症狀包括：雙手疼痛、麻木、僵硬和刺痛〔7〕。特定的姿勢、動作及手指抓握及需要施力較大並且姿勢重複性高的工作都有可能導致受傷，近年來有增加的趨勢〔8〕。

3、神經血管的傷害

(1) Thoracic outlet syndrome：是所有頸部及肩膀之間的神經和血管受壓迫之通稱，其傷害症狀與腕道症候群(CTS)相似，大部為手指僵硬、手臂不聽使喚、手腕的脈搏變得微弱。

(2) Vibration syndrome：又稱為白指症(white finger)等等。手指動脈血液循環不良所導致的手指發白，其發生原因則是用力的抓握並且長時間使用會震動的工具；一般的症狀包括有間歇性的手指麻木、僵硬及刺痛感，皮膚變的蒼白冰冷，最後將失去知覺並無法控制手指及手部的活動〔9〕。

(三)導致累積性工作傷害的主要因素

導致傷害發生的主要因素可分為以下四大類：不良的手腕及肩膀姿勢、過度的手部施力及高頻率的重複動作，加上休息時間不足：

1、姿勢：

不良的工作姿勢，有時是由於工作站本身設計不當，而必須以高危險或不當的工作姿勢來操作手工具。

如汽車製造業的底盤裝配作業中，作業員必須以高過頭部的位置進行作業，因此底盤裝配的作業員常抱怨肩膀酸痛。另外一方面，有時是由於某些工作需要作業員採取一定的姿勢作業，而該種姿勢可能為一種不適當的工作姿勢，會明顯造成上肢關節及其周圍的軟骨組織承受很大的壓力，使得作業員手腕的尺偏、橈偏、屈曲或伸展等不良姿勢。不良的姿勢包括任何固定的或不自然的身體狀態，例如：會造成肌肉肌腱承受過量壓力的姿勢、不平順或不對稱的姿勢等〔10〕。

2、施力

有些手工具本身很重或是作業員需以很大的施力來作業，因此這些手工具也常常對整個上肢的酸痛或傷害有很大的關係。當肌肉的施力增加時，會導致血流量減少而使肌肉很快的疲乏，若施力太大，恢復所需的時間往往超過工作時間，如果休息時間不足，軟骨組織就會受傷，過大的變形可能會導致骨骼破裂。

3、重複性：

重複性頻率越高，對肌肉的張力越大，恢復疲勞所需的時間也就越久，這類的工作即使需要的力量不大，但因重複性高，也很容易導致累積性工作傷害的發生〔11〕。有些氣動或電動工具的板機，雖然所需力量很小，但由於鎖螺絲的頻率太高，食指必須常常扣板機，使得作業員在手致處亦發生病變，也就是所謂的板機指。

三、研究方法、步驟與流程

(一) 研究方法

我們為確定實驗的順利，減少實驗中的失誤，為方便在實驗收集較正確的資料，在實驗前準備的工作如下：

1. 設計研究步驟。
2. 準備訂置鑽孔金屬板及電動手工具。
3. 學習肌電量測儀。
4. 參照先前討論的實驗步驟方法預做一次實驗過程，了解問題檢討及改進。
5. 確定最佳研究步驟。

(二)研究步驟

由於資料有限，在專題研究過程中，其研究步驟可分蒐集相關資料，實驗設計，相關儀器及器材的教育訓練，甄選受試者，實驗流程的進行，資料收集、整理與分析，撰寫報告，提出結論與報告等研究步驟。茲分述如后：

1. 蒐集相關資料：蒐集相關累積性工作傷害(CTDs)及手工具等資料。
2. 實驗設計：本專題實驗計劃採取男生 6 人，女生 6 人為受試者，受試者皆須以右手接受六種手套戴具方式，鎖 10 個螺絲。
3. 相關儀器及器材的購買與裝置：實驗儀器為肌電量測儀(高感度增幅器)、鑽孔金屬板、螺絲、直立型電動起子及手套戴具。
4. 相關儀器及器材的教育與訓練：為確定實驗中的順利減少失誤，為方便在實驗收集較正確的資料，使操作者皆能勝任操作儀器設備，在實驗前必須熟悉學習肌電量測儀，參照討論實

驗流程圖預做一次實驗過程，了解問題的檢討與改進。

5. 甄選受試者：男生 6 人，女生 6 人。在受試者的徵選上，爲了確保實驗數據的公正與正確性，我們要求每一位受試者須健康狀況良好，沒有肌肉關節方面的傷害或疾病。且每位受試者皆爲實驗者本身，對於各項細節均有相當的了解。
6. 實驗流程的進行：受試者當量測前皆有三至五分鐘的練習時間，接著在右手的掌長肌上塗抹磨砂膏以清潔皮膚，貼電極貼片，量測最大的握持 EMG 值，以抽籤的方式決定戴手套戴具方式的實驗順序，作鎖 10 個螺絲作業並記錄，每一順序完成後休息 3 至 5 分鐘，接著另一順序開始，當各完成六種手套戴具的 EMG 之資料，蒐集整理與分析資料。
7. 資料收集、整理與分析

(三)實驗流程

其實驗流程(如圖 3-1)，分述如后：

1. 皮膚的清潔：其實驗流程分述如后：我們爲得正確 EMG 數據，避免導致 EMG 的系統接觸不良而導致失真，在實驗之前在掌長肌(作用：手腕之彎曲)上均勻塗抹 5 ml 去角質 Nihon Kohden 摩擦膏摩擦皮膚至微紅，使 EMG 電極貼片接觸的部位能夠完全貼緊皮膚，使實驗的結果收集到正確資料。
2. 貼電極貼片：在塗抹日產的磨砂膏之後，將貼兩片電極貼片在測試者的右手之掌長肌上，正極貼在靠近手腕(紅色)，負級則貼在靠近手肘的一邊(白色)，兩電極片相距三公分，另一個接地線(黑色)電極貼片貼在橈骨上。
3. 測試最大握持 EMG 值：測試前受試者先深呼吸，之後再緊緊握拳三秒後，放三秒連續四次後，操作電腦者擷取資料。我們由肌電圖上可得知所受試者操作前的握力大小。
4. 決定實驗順序：在測試操作實施順序採隨機排序組合，實驗前先說明操作注意事項，再由抽籤決定的操作順序輪流以不同的手套戴具來操作實驗。
5. 戴手套戴具：一共有六種，即空手、棉質手套、棉質(小指)、棉質(小指+無名指)、棉質(小指+食指)、防靜電手套。
6. 作業(鎖 10 個螺絲)：在鐵板上找出接近受試者的正常工作範圍中選取固定範圍(長 9cm，寬 4cm)，依順時針方向，由左向右鎖 5 個螺絲，接著向下，由右至左再鎖 5 個螺絲，依序來鎖 10 個螺絲。
7. 紀錄：當受試者鎖完 10 個螺絲後由操作電腦者截取實驗之 EMG 資料值經電腦存檔，接著依決定實驗順序，繼續下一個工作者的試驗，連續完成六種手套戴具，收集其 ENG 值紀錄之。
8. 休息：受試者平均每作一次實驗(一種手套戴具)休息三至五分鐘再繼續作另一種手套戴具之實驗，以使受試者的疲累程度降至最低。

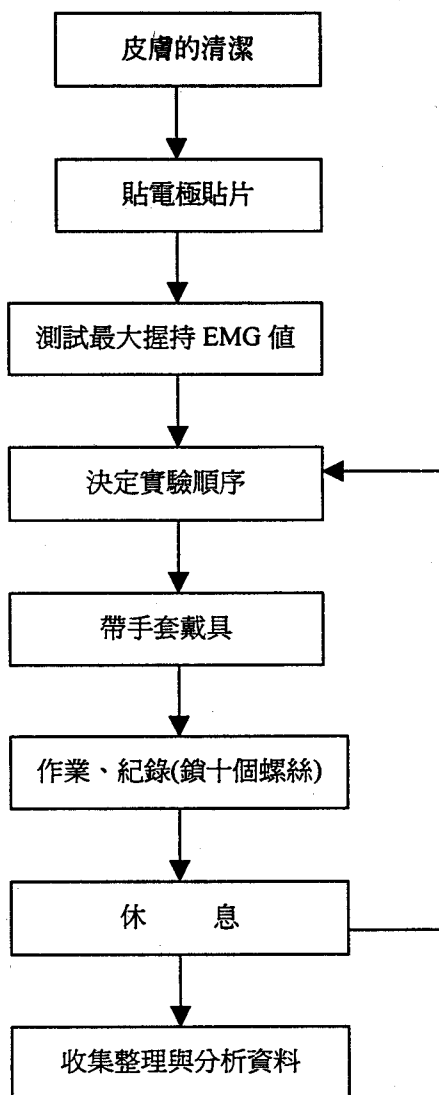


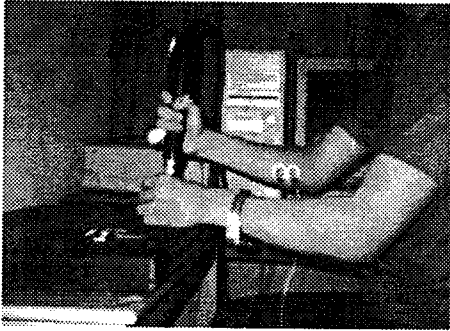
圖 3-1 實驗流程圖

(四)實驗儀器

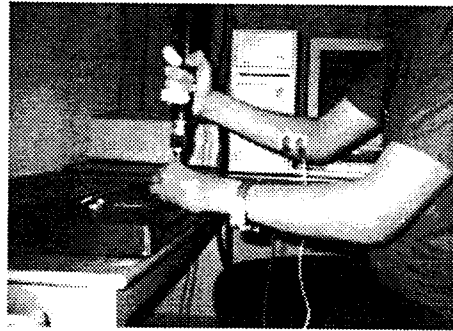
本專題實驗採取男 6 人，女 6 人，受試者皆接受六種手套戴具，每位受試者皆須鎖十個螺絲。

1. 肌電量測儀與電極片：量測受試者肌肉活動程度，肌電圖從高感度增幅器中擷取資料，高感度增幅器的品牌為 NIHON KOHDEN，型號為 MEG-6108，電極片品牌為 MEDICOTEST，型號為 SE-00-S。
2. 鑽孔金屬板：材質為鐵板，長 62cm 內 20 孔、寬 48cm 內 15 孔、高 4cm 共有 300 孔數(20*15)，在受試者正常工作範圍，也就是對受試者感到最輕鬆的工作範圍，選取的十個孔數(5*2)，即長 9cm 內 5 孔、寬 4cm 內 2 孔，每孔間距 2cm。
3. 螺絲：長 4cm、直徑 0.4cm、材質鎳鋅合金共 10 個。
4. 直形電動起子：執行鎖螺絲作業，是技有牌電動起子，型號 AC-1130，長 32cm、厚 4.5cm，扭力設定為 18kg/cm，電動起子側面有黃色按鈕，向上為鬆螺絲，向下為鎖螺絲。
5. 手套戴具：我們為了解受試者以六種手套戴具操作電動起子鎖螺絲，因手套戴具方式或材質

不同作工，可能對手部肌肉的施力大小有所不同，其以六種手套戴具方式為棉質小指套 (照片 1)、棉質小指+食指套 (照片 2)、棉質手套 (照片 3)、空手 (照片 4)、防靜電手套 (照片 5)、棉質小指+無名指套 (照片 6)。



照片 1 以棉質小指手套握持操作電動起子



照片 2 以棉質食指+小指套握持操作電動起子



照片 3 以棉質手套握持操作電動起子



照片 4 以空手握持操作電動起子



照片 5 以防靜電手套握持操作電動起子



照片 6 以棉質小指+無名指套握持操作電動起子

四、資料整理分析

(一) 基本資料整理

經甄選受試者，男生 6 名，女生 6 名，經量測基本資料如身高、體重、手掌長、手掌寬、小指長、無名指長、食指長、及正常工作範圍半徑等。操作實施順序採亂數隨機排序組合，其 1-2-3-4-5-6 依序為 1-空手 (Barehanded)、2-棉質手套 (Cotton)、3-防靜電手套 (Nylon)、4-棉質小指套 (Cotton+S)、5-棉質無名指套和小指套 (Cotton+R+S)、6-棉質食指套和小指套 (Cotton+I+S) 的代號。(表 4-1、表 4-2)。

單位：體重-kg、其他-cm

編號	b-1	b-2	b-3	b-4	b-5	b-6
性別	男	男	男	男	男	男
年齡	20	20	22	22	20	20
身高	182	180	178	170	170	179
體重	60	69	62	60	60	64
手掌長	19.1	18.5	19.5	18.5	18.1	19.1
手掌寬	10.4	9.7	10.1	9.9	10.0	10.2
小指長	5.8	5.5	6.7	5.0	5.9	5.8
無名指長	7.2	7.0	8.0	6.7	7.1	7.1
食指長	7.5	6.4	7.4	6.8	6.7	7.0
正常工作範圍半徑	47.1	46.0	46.7	44.0	44.0	45.5
實施順序	1 2 4 5 6 3	1 3 2 6 4 5	4 1 6 5 2 3	3 6 4 1 2 5	3 2 1 4 6 5	4 6 5 3 2 1

表 4-1 男受試者之基本資料

單位：體重-kg、其他-cm

編號	g-1	g-2	g-3	g-4	g-5	g-6
性別	女	女	女	女	女	女
年齡	19	19	19	22	19	19
身高	172	153	161	154	160	167
體重	65	42	50	40	45	49
手掌長	18.4	15.5	17.1	15.7	16.6	16.5

手掌寬	9.9	8	8.7	8.1	8.5	8.7
小指長	6.2	4.4	5.1	4.6	5.0	5.0
無名指長	7.4	5.8	6.6	6.1	6.2	6.5
食指長	7.0	5.5	6.6	6.1	6.4	6.7
正常工作範圍半徑	46.0	38.5	43.0	39.0	40.0	42.0
實施順序	1	2	2	1	2	3
	2	3	1	3	6	2
	4	1	6	2	5	4
	5	5	5	4	4	5
	6	6	4	5	3	6
	3	4	3	6	1	1

表 4-2 女受試者之基本資料

(二) 資料分析

每位受試者鎖 10 個螺絲，會有 10 筆資料，因受試者的緊張，為求資料數據集中及分析資料的正確性，將每位受試者的異常值剔除，從中選取 6 筆資料，來作分析。茲以“(各手套戴具 EMG 值-空手 EMG 平均值)/空手 EMG 平均值”及“(各手套戴具 EMG 值-空手 EMG 平均值)”等二種方式資料分析比較：

1. “(各手套戴具 EMG-空手 EMG 平均值)/空手 EMG 平均值” 資料分析

假設 $\alpha = 0.01$ 時 $Pr > F$ 的值小於 0.01 時則表示有顯著的差異性存在，根據每位受試者的資料統計 (ANOVA 變異數的分析) (表 4-3) 表示，我們可以得知測試實驗後的結果在受試者 (subject)、手套戴具 (hand)、受試者和手套戴具的交互關係 (subject, hand)，在這變異數分析表上有顯著的差異。男、女受試者 (sex) 及男、女生對手套戴具 (sex, hand) 在這變異數分析表上沒有顯著差異。

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr>F
Sex	1	0.03871419	0.03871419	2.65	0.1047
Subject (Sex)	10	17.4268909	1.74268909	119.13	0.0001
Hand	5	0.97773291	0.19554658	13.37	0.0001
Sex*Hand	5	0.20744516	0.04148903	2.84	0.0158
Subject*Hand (Sex)	50	10.4941857	0.20988371	14.35	0.0001
Error	360	5.26628394	0.01462857		

表 4-3 ANOVA 變異數分析表

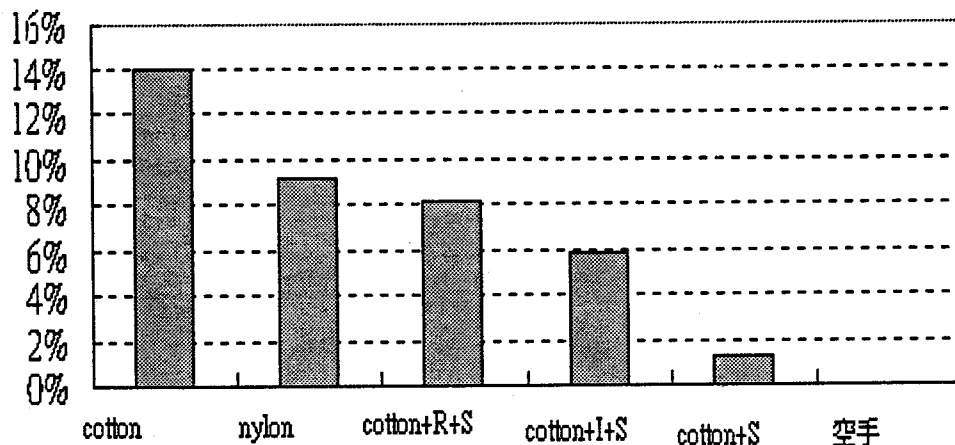
Duncan 多種區域檢查統計表(表 4-4)是依據 $\frac{\text{各手套戴具 EMG 值} - \text{空手 EMG 平均值}}{\text{空手 EMG 平均值}}$ 所作的分析，我們知道各手套戴具 EMG 值對空手的比值(%)中的數據愈大，表示受試者以各手套戴具在鎖螺絲，正漸進操作，肌肉最大施力 EMG 與空手 EMG 之積分比值。相反的數據愈小，表示受試者以各手套戴具在鎖螺絲，正施力或鬆力，其肌肉 EMG 與空手之 EMG 積分比值。從各種手套戴具中所得 EMG 比值，純棉質(Cotton)手套受試者的實驗，所佔的百分比率最高，表示我們所擷取到的波幅，有 13.9%的實驗數據，而防靜電(Nylon)手套的受試者的實驗中，實驗數據為 9.2%，棉質小指套(Cotton+S)，所得的實驗數據只有 1.2%為最小，棉質小指指套+無名指指套(Cotton+S+R)所得到的數據有 8.1%，而棉質小指指套+食指指套(Cotton+S+I)所得到的數據為 5.8%，可知棉質手套(Cotton)對受試者來說，有著相當大的施力存在，以至於受試者於實驗的過程中，前手臂所使用的力量較其他所使用的各種指套及空手時的作業施力要來的大(表 4-4、圖 4-1)。

Cotton	Nylon	Cotton+R+S	Cotton+I+S	Cotton+S	Barehanded
13.9%	9.2%	8.1%	5.8%	1.2%	0.0%

表 4-4 Duncan 多種區域檢查統計表

又在表 4-4 中，底下有一不間斷的橫線()表示其所涵蓋的範圍因子彼此間無顯著差異，有著近似的實驗結果。

圖 4-1 EMG 對空手比值統計圖



受試者(subject)共有 12 人，其中男生 6 人，女生 6 人，皆接受六種手套戴具實驗，其所得受試者 EMG 對空手比值(表 4-5、圖 4-2)，受試者線條大多非常集中，只有編號為 8 的線條較為突出，這是因為該受試者在實驗時生理和心理無法調適，使其結果較為不同。

手套戴具

受試者	1	2	3	4	5	6
性別 Sex	男	男	男	男	男	男
1	0	0	0	0	0	0
2	-6.6219	-6.6219	49.4536	0.3255	-50.2166	3.688
3	-27.507	-27.507	50.8793	3.9744	11.6808	-11.2598
4	-39.4655	-39.4655	18.5269	9.5631	-12.7298	-13.8408
5	19.5916	19.5916	8.1156	9.8918	-20.1653	-22.3698
6	2.3865	2.3865	32.2934	-4.6255	1.5517	-23.6941

表 4-5-1 男生受試者 EMG 對空手比值統計表 (%)

手套戴具

受試者	7	8	9	10	11	12
性別 Sex	女	女	女	女	女	女
1	0	0	0	0	0	0
2	26.0343	49.9039	34.6555	-0.2148	-5.1543	34.0753
3	26.0343	79.3256	34.6555	-39.8221	-24.1859	18.5017
4	29.7557	48.5031	5.602	-15.4584	-10.1434	2.1717
5	33.5444	86.6113	-24.4066	-1.7089	-6.3554	0.9012
6	45.5531	78.351	-26.5606	0.4082	-25.7623	11.9929

表 4-5-2 女生受試者 EMG 對空手比值統計表 (%)

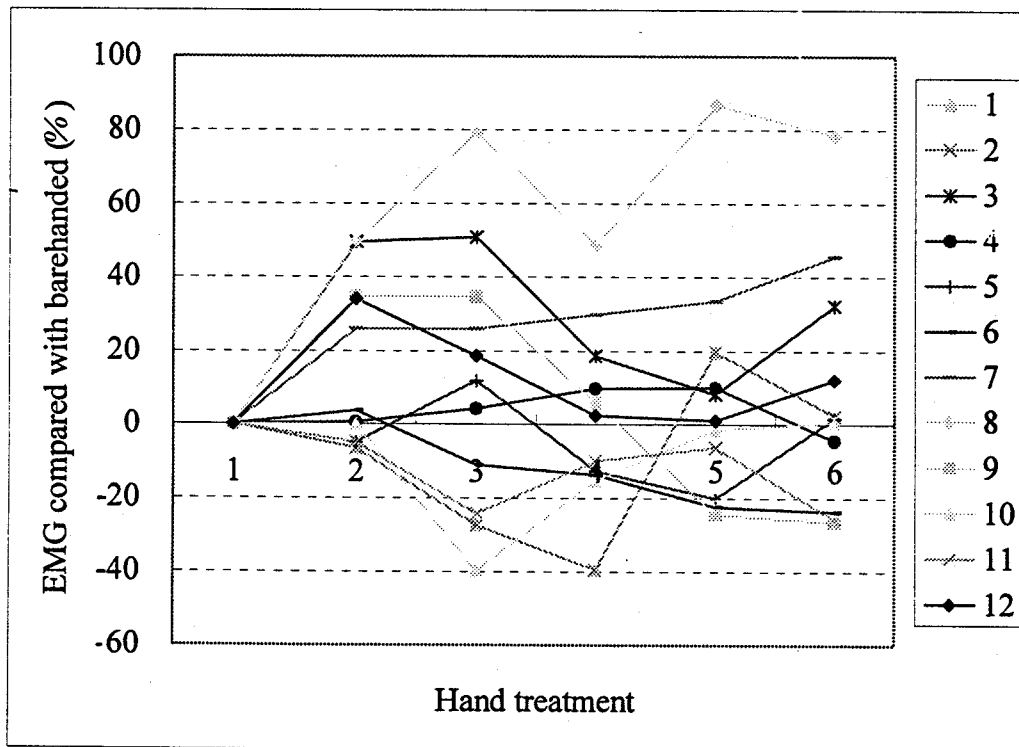


圖 4-2 受試者 EMG 對空手比值統計圖 (%)

2. “各手套戴具 EMG 值—空手 EMG 平均值” 資料分析

依據“各手套戴具 EMG 值—空手 EMG 平均值”變異數的分析，得到受試者(subject)、手套戴具(hand)、受試者和手套戴具交互關係(subject, hand)、男女生對手套戴具交互關係(sex, hand)分析，皆有顯著差異，男女生受試者(sex)沒有顯著差異(表 4-6)。

Duncan 多種區域檢查統計表(表 4-7)是依據 EMG—空手 EMG 平均值，EMG 數值之中，純棉質(Cotton)手套的受試者，所得的數值是最高的，其數據有 0.0404，而防靜電(Nylon)手套，數據有 0.0167，棉質小指套(Cotton+S)，所得的實驗數據只有-0.0079 為最小，棉質小指套+食指套(Cotton+I+S)、空手(Barehanded)和棉質小指套(Cotton+S)，棉質小指套+無名指套(Cotton+R+S)和防靜電手套(Nylon)間也無顯著差異，其棉質手套卻有獨特顯著性，表示其對實驗時施力的影響力較大，需要較多的力量去控制電動起子，其他彼此之間和對於空手的比較中較無影響，表示在實驗時沒有特別的影響。

六種手套戴具因子間的顯著性與其上單元卻有些不同，但差異最大的還是棉質手套。

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr>F
Sex	1	0.0021	0.0021	0.98	0.3219
Subject (Sex)	10	1.7874	0.1787	84.62	0.0001
Hand	5	0.1162	0.0232	11.00	0.0001
Sex*Hand	5	0.0339	0.0068	3.21	0.0076
Subject*Hand (Sex)	50	1.6032	0.0321	15.18	0.0001
Error	360	0.7604	0.0021		

表 4-6 ANOVA 變異數分析表

Cotton	Cotton+R	Nylon	Cotton+I	Barehanded	Cotton+S
0.0404	0.0223	0.0167	0.0002	0.0000	-0.0079

表 4-7 Duncan 多種區域檢查統計表

手套戴具	性別 Sex	男	男	男	男	男	男
	1	0	0	0	0	0	0
2		-0.0325	0.1671	0.0020	-0.0180	0.0140	0.0468
3		-0.1351	0.1719	0.0249	0.0402	-0.0428	0.0468
4		-0.1938	0.0626	0.0599	-0.0438	-0.0526	0.0534
5		0.0962	0.0274	0.0619	-0.0694	-0.0851	0.0602
6		0.0117	0.1091	-0.0290	0.0053	-0.0901	0.0818

表 4-8-1 男生受試者 EMG 對空手比值統計表 (%)

手套戴具	受試者	7	8	9	10	11	12
	性別 Sex	女	女	女	女	女	女
1	0	0	0	0	0	0	0
2		0.1494	0.1573	-0.0009	-0.0256	0.0918	-0.0668

3	0.2374	0.1573	-0.1732	-0.1201	0.0498	-0.0565
4	0.2374	0.1573	-0.1732	-0.1201	0.0498	-0.0565
5	0.1452	0.0254	-0.0672	-0.0504	0.0059	-0.0394
6	0.2592	-0.1108	-0.0074	-0.0316	0.0024	0.0645

表 4-8-2 女生受試者 EMG 對空手比值統計表 (%)

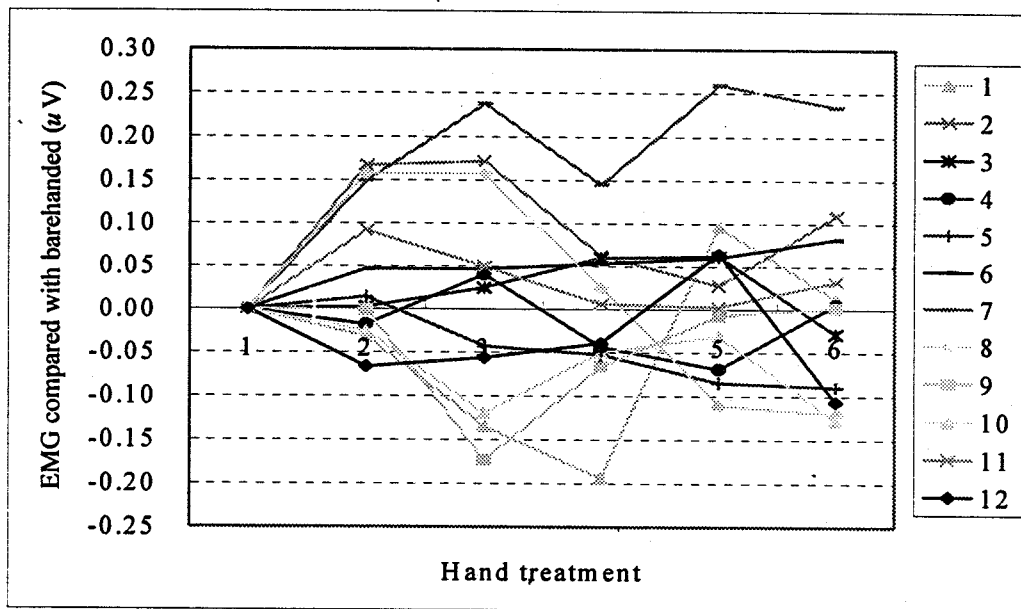


圖 4-4 受試者 EMG 對空手比值統計圖 (%)

四、結論與建議

(一) 結論

根據專題實驗，發現男生、女生受試者對各種手套戴具沒有顯著差異，但受試者對各種手套戴具確有顯著差異。受試者因使用不同材質的手套及不同手套指套戴具，使得在實驗時會有不同的施力。

依據六種手套戴具 EMG 值對空手 EMG 值比值所得之相對統計比值結果，發現以棉質手套操作產生的 EMG 值數據結果最大，表示受試者戴棉質手套時，需要較大的施力來操作電動起子握緊并需鎖螺絲，這樣才能使工作順利進行。

(二) 建議

由專題實驗結果，發現最好的工作狀況是空手，接著是戴各種不同指套，其產生 EMG 值數據較與空手施力之 EMG 值接近，而戴棉質手套時產生得 EMG 值最大，表示操作者之掌長肌的施力也較大，為了減少操作者操作時肌肉的疲勞，因此我們建議在工作時還是以空手操作電動起子為最佳，若怕工作時手指會受傷考量，可戴指套。管理者為免操作者操作時的疲勞，建議操作者在操作電動起子工作時，盡量避免使用棉質手套為佳。

參考文獻

1. Lipscomb, P.K., Tenosynovitis of the hand and the wrist: Carpal tunnel syndrome, De Quervain's disease, trigger digit. *Clinical Orthop.*, 1959, 13:164-181
2. Curwin, S. and Stanish, W. D., *Tendinitis: Its Etiology and Treatment.* (Lexington: Collamore Press) 1984, 25-36
3. *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*, (25th ed.) (Philadelphia, PA: W. B. Saunders, Co) 1974, 1131-1515
4. Pick, R.Y., De Quervain's disease: a clinical triad. *Clin. Orthop. Rel. Res.*, 1979, 43:165-166
5. Lamphier, T. A., Crooker, C. and Crooker, J.L., De Quervain's disease. *Ind. Med. And Surg.*, 1965, 34:847-856
6. Thompson, A.R., Plewes, L. W. and Shaw, E.G., Peritendinitis crepitans and simple tenosynovitis: a clinical study of 544 cases in industry. *Br. J. Ind. Med.*, 1951, 8:150-160
7. Silverstein, B. A., Fine, L. J. and Armstrong, T. J., Occupational factors and carpal tunnel syndrome. *Am. J. Ind. Med.*, 1987, 11:343-358
8. Phalen, G.S., The carpal tunnel syndrome, clinical evaluation of 598 hands. *Clin. Orthop. Rel. Res.*, 1972, 83:29-40
9. National Institute for Occupational Safety and Health, *Current Intelligence Bulletin*. No.38 Vibration syndrome. DHHS(NIOSH)Pub. No. 1983, 83-110
10. Van Wely, P., Design and diseases. *Applied Ergonomics*, 1970, 1(5):262-269
11. Kaplan, P. E., Carpal tunnel syndrome in typists. *JAMA*, 1983, 250(6):821-822
12. 楊蕭煌, 製造業中手工具使用與上肢傷害關聯性之探討(84.6), 國立清華大學工工所碩士論文