

行政院國家科學委員會補助  
大專學生研究計畫研究成果報告

\* \*\*\*\*\*  
\* 計 畫  
\* : 滑鼠對腕隧道症候群病患在電腦作業之影響  
\* 名 稱  
\* \*\*\*\*\*

執行計畫學生： 蔡宜娟  
學生計畫編號： NSC 101-2815-C-040-018-E  
研究期間： 101年07月01日至102年02月28日止，計8個月  
指導教授： 羅世忠

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 中山醫學大學職能治療學系

中華民國 102年05月14日

## (一)摘要

由於電腦現在普遍應用於職場及各人生活中，滑鼠的使用率也隨之攀升，使用滑鼠時手部的重覆動作，使得腕隧道症候群（Carpal tunnel syndrome, CTS）成了上肢最常見的肌肉骨骼神經問題；因此如何建議適合的滑鼠，讓個案減少手部關節承受負荷的完成工作，成了現今職能治療師的重要課題。

本研究受測者為 10 位常用滑鼠，平均年齡 20.3 歲（18 歲至 25 歲，三位男性七位女性）手部功能正常的受測者，利用三種曲度以及支撐程度不同，的市售常用滑鼠進行點擊的測驗，經由影像以及手指壓力量測系統（Grip™ System），測量使用滑鼠時的手腕活動度以及指壓力，再計算分析手腕壓力，最後以 One way ANOVA 統計方法比較各種外型的滑鼠使用時的動作與力道差異，評估最適合長期使用、或是對手部構造造成負擔最小的滑鼠，藉此提供適合腕隧道症候群使用之滑鼠。

實驗結果發現，滑鼠背側弧度較大或較小都會影響點擊時間、點擊力量與腕隧道壓力，點擊時間分別為大曲度滑鼠  $0.71 \pm 0.1$  (秒)，一般曲度滑鼠  $0.63 \pm 0.9$  (秒) 以及小曲度滑鼠  $0.74 \pm 0.11$  (秒)，點擊力量在大曲度滑鼠  $0.82 \pm 0.22$  (N)、一般曲度滑鼠  $0.54 \pm 0.14$  (N) 以及小曲度滑鼠、以及  $0.82 \pm 0.18$  (N) ( $P < 0.05$ )，對手腕產生的腕隧道壓力分別為大曲度滑鼠  $0.17 \pm 0.05$  (MPa)、一般曲度滑鼠  $0.12 \pm 0.03$  (MPa) 以及小曲度滑鼠  $0.18 \pm 0.04$  (MPa) ( $P < 0.05$ )，因此使用滑鼠整體建議會使用滑鼠背側弧度適中的滑鼠。

## (二)研究動機與研究問題

隨著現代科技進步迅速，電腦普及率逐漸升高，滑鼠的使用人數也隨之攀升，也有越來越多的工作場合中必須以電腦設備執行工作。台灣勞工安全研究所的資料指出，電腦工作者的腕隧道症候群發生率為 1.6%，且每天使用電腦超過十小時以上的發生率為沒使用電腦者的 1.86 倍；Isam Atroshi 等人於 1999 年發表的一般人口腕隧道症候群流行率的研究調查中也指出，每五個擁有腕隧道病症的個案當中，就有一位可能確定罹患腕隧道症候群[1]。由此可見，腕隧道症候群已經深刻影響現代人生活，尤其當人們的電腦使用時間隨著科技發達而增加時，上肢關節功能的問題就會隨之增長[2]。

而 Johan Hviid Andersen 在 2011 年發表的電腦使用與腕隧道症候群（一年追蹤研究）中提到，雖然鍵盤與滑鼠都有腕隧道症候群患者，但是在一年追蹤紀錄後發現，鍵盤使用者的腕隧道症候群患者並沒有增加[3]。由此推測使用滑鼠對於腕隧道症候群的致病率大過於使用鍵盤；因此我們希望藉此研究，探討不同的滑鼠外型對腕隧道壓力造成的影響，從中找

出能夠預防、或是減緩疾病發生的滑鼠種類，並且同時觀察滑鼠的操作形式是否會因為滑鼠外型不同而影響上肢的關節活動度，進而提供臨床治療時，針對不同個案情形可以提出使用的滑鼠型態。因此本研究的目的是在於以三種曲度不同的市售常用滑鼠，經由測量使用滑鼠時的手腕活動度、指壓力以及完成時間，比較滑鼠使用時的動作與力道差異，評估最適合長期使用、或是對手部構造造成負擔最小的滑鼠，藉此提供適合腕隧道症候群使用之滑鼠。

### (三)文獻回顧與探討

PETER J. KEIR 等人在 1999 年發表滑鼠設計以及操作對腕隧道壓力的影響，研究顯示，只要沒有明顯的抓握方法或傾斜角度的改變，一般傳統流線型的滑鼠外型使用時都會產生類似效果的腕隧道壓力，並且只要開始進行滑鼠操作作業，腕隧道壓力就會顯著大於平時手腕靜止放置於滑鼠上的壓力；在該實驗當中，拖曳作業的手腕伸展角度略大於點擊作業時的角度，因此導致拖曳作業產生的腕隧道壓力略大於點擊作業產生的壓力[4]。

Merih Özgen 等人在 2009 年發表的測定腕隧道症候群患者正中神經的最低壓力姿勢及臨床副木使用效果，當中提及一般職能治療設計靜態副木的角度通常以手腕伸展 15 度、或是正常 0 度的姿勢為準，但該研究卻顯示以手腕屈曲 15 度擁有最大治療效果，也證實研究中提及：腕隧道最低壓力因人而異的情形[5]。

由於目前研究滑鼠外型對腕隧道壓力及關節活動度造成的影響的文獻並不多，尤其在電子產品日新月異的現代社會中，滑鼠不再僅限於傳統式的流線外型，外型差異極大的滑鼠可能造成操作上姿勢的變化，產生不同的腕隧道壓力及關節活動度，由此切入探討，研究滑鼠外觀設計所產生的差別；而綜合以上文獻結論，以及職能治療常用的靜態副木治療方式推測，若個案能以最小的手部關節活動度操作滑鼠，該滑鼠就能造成最小的腕隧道壓力，以如此標準選出的滑鼠不僅能讓一般使用者減低腕隧道壓力及肌肉力量，腕隧道症候群患者或腕部關節活動度受限的個案也能在有限的關節活動度內操作電腦設備；希望透過此研究能進一步將治療融入生活，並且改善全面電子化的工作環境。

而 Han-Ming Chen 等人，2011 年發表的滑鼠重量在快速作業時對手腕動作及上肢肌肉運動量的影響，研究中所使用的滑鼠重量從 70 公克至 190 公克共五只，研究顯示，過輕或過重的滑鼠容易在快速操作時產生數次大幅度的撓偏，而 130 克重的滑鼠則是肌肉力量最小、手腕動作最穩定的滑鼠[6]。根據此文獻的數據，適量的增加滑鼠重量，藉此提升滑鼠操作的穩定度，或是降低滑鼠重量所造成的變數。

另外，大同大學王映嵐所發表的論文：人因工程和弦鍵鼠之研究與設計當中，設計了外表精確服貼人體構造的和弦滑鼠，研究中指出，和弦滑鼠在執行作業上的正確率明顯高於一般光學滑鼠，但同時所需要使用的時間也明顯較長，再加上和弦滑鼠外型比一般滑鼠大、造成攜帶不便等因素[7]。從此篇論文當中看出，工作效率有可能會與人體健康或是便利性相衝突，因此我們希望經由比較各種不同型態的滑鼠，來尋找是否有滑鼠的設計能夠同時符合工作效率與減少使用傷害。

#### (四)研究方法及步驟

##### I.主要實驗設備包括：

###### 硬體方面：

本研究計畫主要以設影機錄像、手指壓力量測系統(*Grip*<sup>TM</sup> System) (如圖一)，測驗使用滑鼠的動作方式。

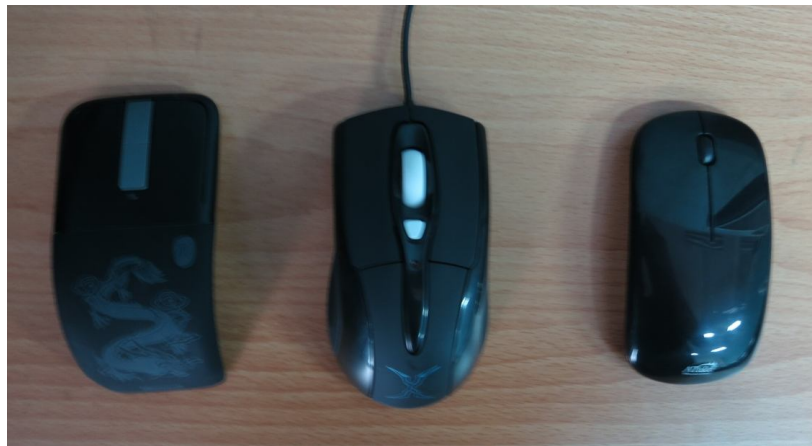
(1)兩台數位攝影機(SONY CX260 記憶卡式高畫質攝影機)。

(2)手指壓力量測系統(*Grip*<sup>TM</sup> System): Tekscan公司，速度達 850Hz，一隻手的感應器共有 349 點。

(3)外觀相異的三款世售滑鼠(微軟 Arc Touch滑鼠龍年限量版、FXRRAY 藍星獵狐電競遊戲鼠、ATake AME-700NA 純平無線Nano三鍵式光學鼠)(如圖二)。



圖一、手指壓力量測系統



圖二、三款市售滑鼠正面觀（由左至右分別為滑鼠A、B、C）（上）以及三款市售滑鼠側面觀（由上至下分別為滑鼠A、B、C）（下）

#### 軟體方面

Matlab 7: 撰寫資料程式，處理資料。

SPSS 12: 統計分析。

KMPlayer 影音播程式：播放錄製影像、擷取圖片。

#### II 本研究計畫之研究方法:

本研究計畫之研究方法包括，關節角度的計算、腕隧道壓力的計算，茲

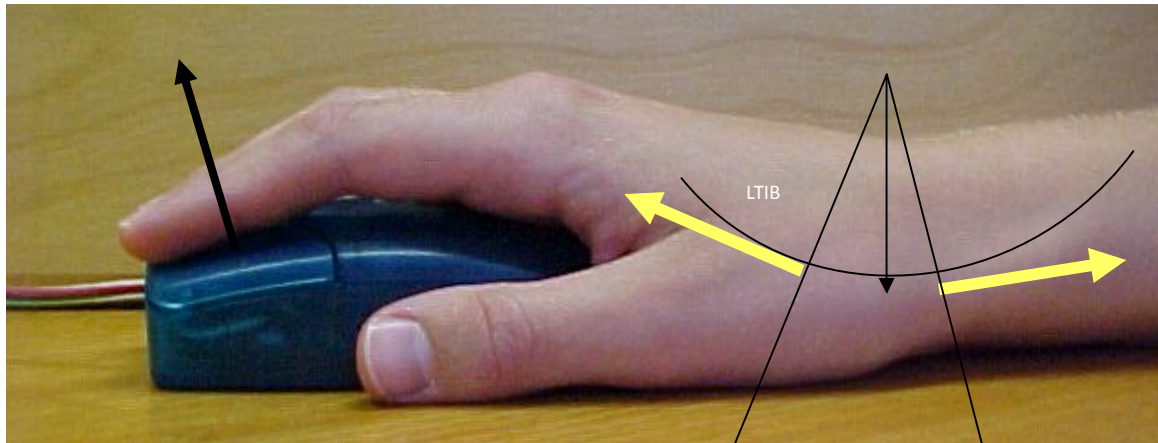
分別敘述如下。

### 關節角度的計算

利用攝影機拍攝手腕側面及背面的動作姿勢，擷取影像中手腕伸展與偏移的動作姿勢，利用影像軟體畫出兩向量，並計算手腕動作角度。

### 腕隧道壓力的計算[8]

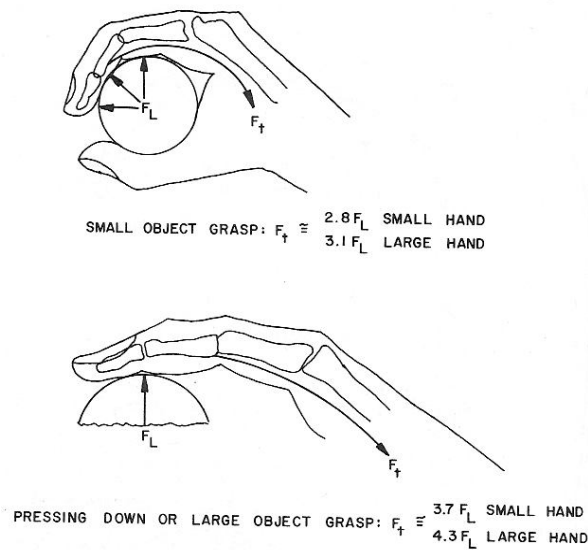
1. 使用人體計測資料計算手腕曲率半徑，得知手肌腱在腕隧道的長度範圍及角度(圖三)。
2. 由量測手指力量以及使用人體計測資料計算得知手肌腱施力。
3. 由肌腱力量計算出腕隧道受力。
4. 計算腕隧道壓力。。



**Estimated Values for the Radii of Curvature  $R$  of the Superficial and Profundus Flexor Tendons at the Wrist (from Armstrong and Chaffin, 1978)**

Anthropometric Population Represented <sup>a</sup>	Wrist Thickness <sup>a</sup> (mm)	Radii of Curvature $R$ (mm)			
		Profundus		Superficialis	
		Extension	Flexion	Extension	Flexion
5 %ile Female	31.8	8.9	15.0	10.7	16.8
95 %ile Male	44.8	12.0	18.1	14.4	20.5

<sup>a</sup> Population represented, based on wrist thickness measured by caliper at wrist crease compared with data and methods of Garrett (1970a, 1970b).



圖三、腕隧道力量計算

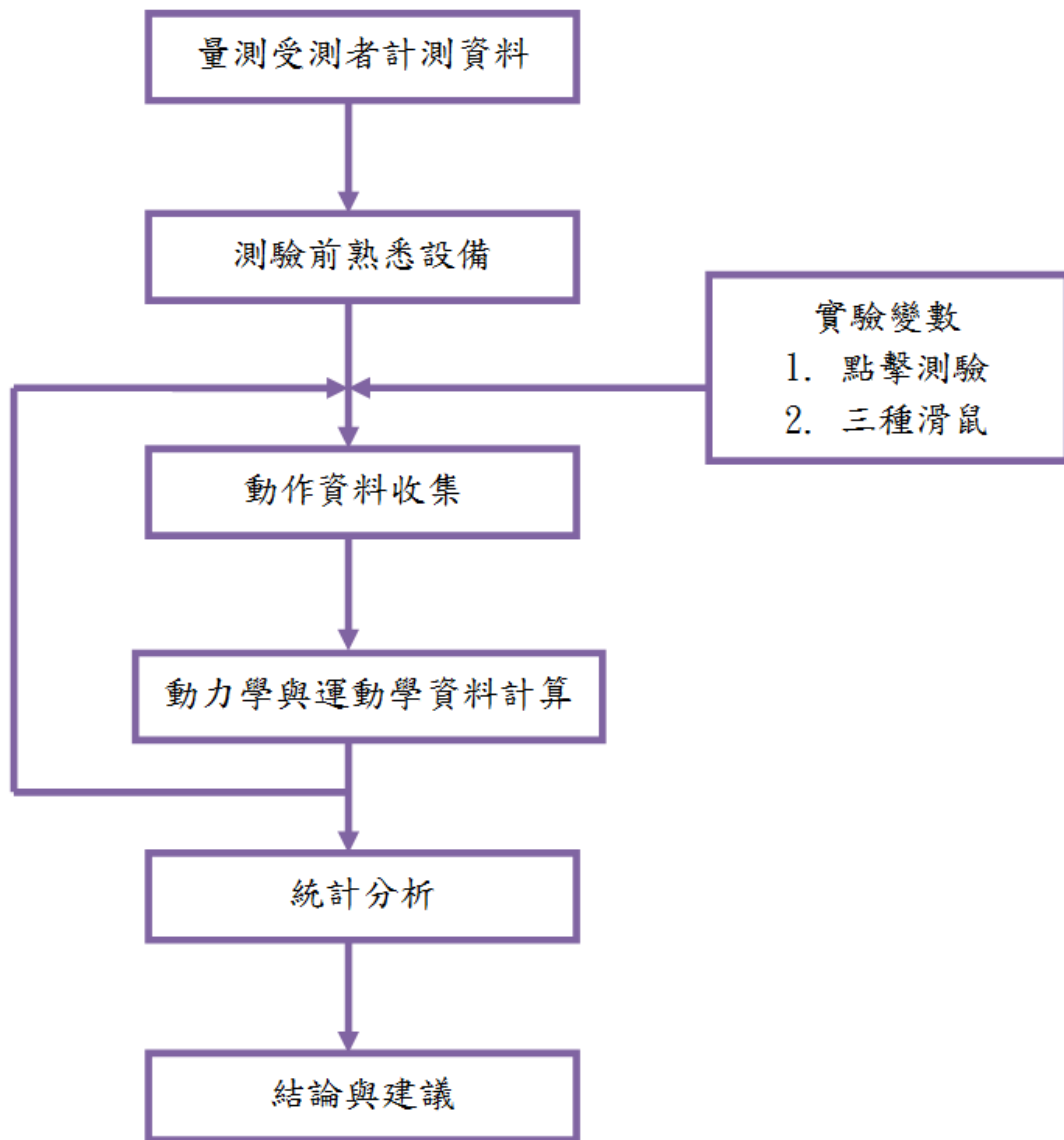
#### 實驗流程：

受測者為 10 位手部功能正常的自願受測者。所有受測者的篩選標準為 (1) 以右手為慣用手，(2) 受測者右上肢沒有骨折、手術等會影響關節活動度的病史或因素，或是懷孕、糖尿病、神經病症等會影響判斷 CTS 的的病史或因素，(3) 能夠聽從研究人員的指令，進行實驗步驟，(4) 可以清楚看見電腦螢幕上所顯示的圖示，並且根據圖示執行點擊或拖曳的作業，。

實驗前讓每位受測者簽署同意書，並檢查受測者上肢肌肉骨骼功能、詢問病史、完成右上肢的計測資料(如關節活動度、手臂及前臂的長度等)，符合受測標準的受測者會被要求在實驗前熟悉各種滑鼠的操作方式，以及不同測驗項目的執行方法，實驗流程如圖四。

實驗時，受測者會使用最舒服的方式進行測驗，以膝關節 90 度、肩關節 0 度、肘關節 90 度、螢幕約低於眼高 15 度的標準，製作出適合受測者的測驗姿勢。利用 *Grip*<sup>TM</sup> System for R&D 手指壓力系統與上方、側面兩台攝影機做為指壓力與手腕動作變化的紀錄，記錄點擊測驗時產生的手指力量及關節活動度，根據數據予以研究。

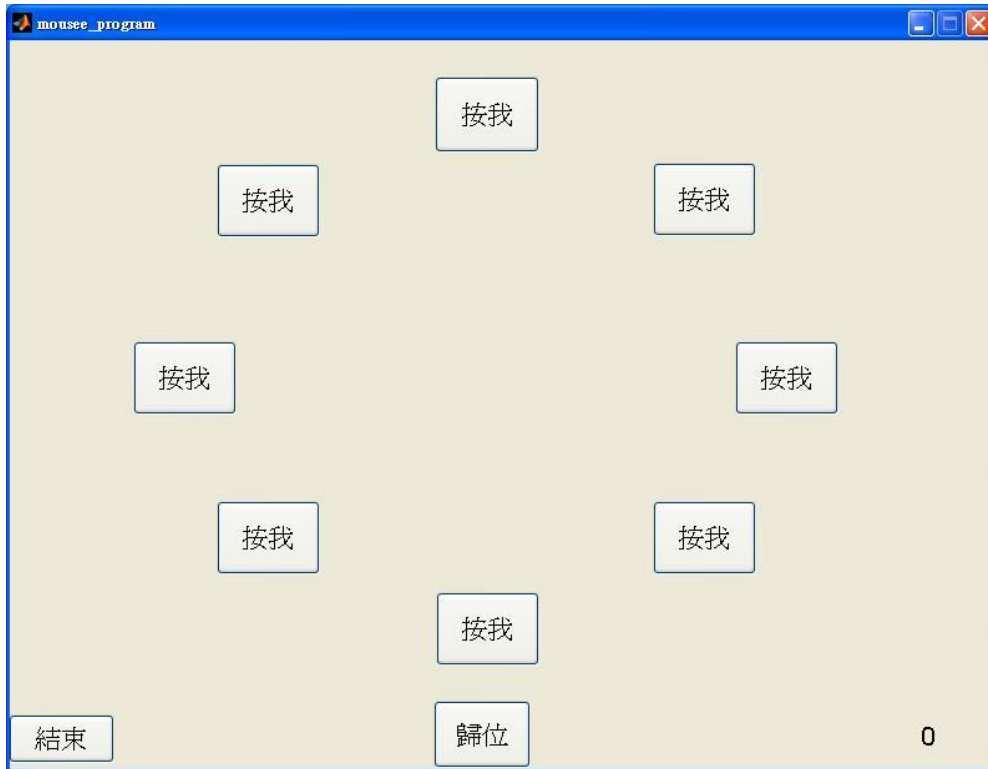
實驗時會使用 20 吋、1024x768 畫素的電腦螢幕進行測驗，螢幕中央是由 8 個按鍵所組成的圓，初始畫面為完整顯示，如圖五，點擊「歸位」時開始進行測試，畫面會隨機選取 8 個按鍵中的一個單獨顯示，點擊該按鈕



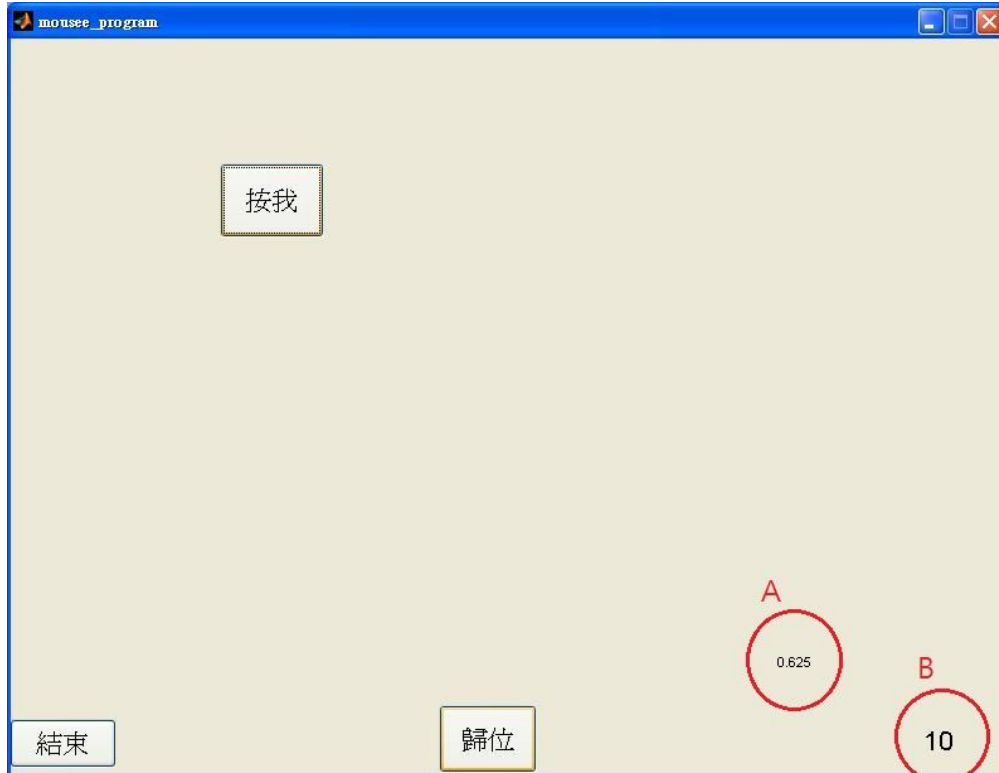
圖四、實驗流程圖

「按我」之後需要再點擊「歸位」才能進行下一次的點擊動作，如圖六，並以此循環 30 秒，畫面右下方「A」處為點擊「歸位」與「按我」兩點之間的時間差，「B」處為點擊循環次數，自「歸位」至「按我」為一循環。整個實驗的示意圖如圖七。





圖五、點擊測驗初始畫面



圖六、點擊測驗進行畫面



圖七、動作分析實驗示意圖

### 資料收集

受測者先穿戴指壓力系統裝置，進行指壓力與點擊速度的測試。而兩台攝影機，分別設置於手腕背側上方約 30 公分處，以及手腕橈側側面約 40 公分處，分別錄製手腕偏移角度與伸展角度，之後利用影像擷取功能擷取影像進行角度分析。

在實驗期間如果發生漸進性心絞痛 (Progressive angina)、收縮壓明顯降低的反應、頭重腳輕、意識模糊、蒼白、發紺、噁心或周邊循環不足、血壓過度升高與受試者希望停止時則終止測試。

### 資料處理

將攝影機所錄製的影像進行擷取，在影像當中繪製手腕角度，並且計算腕關節角度變化。而由手指壓力系統可以收集到手指施力，以及腕關節影像計算關節區率，可以計算得到腕隧道壓力之資料。而後利用 SPSS 12 進行統計分析。

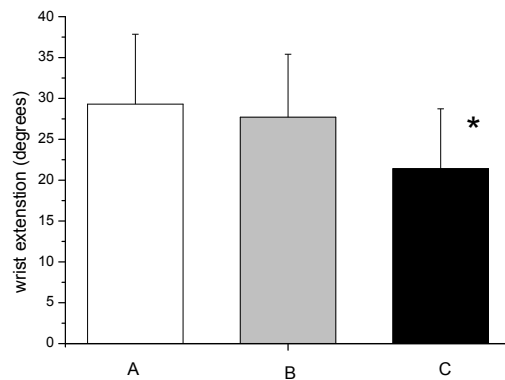
### 資料統計

以單因子重複變異數分析(one-way repeated ANOVA)，比較 10 位手部功能正常的受測者，在使用不同曲度滑鼠時之運動學、腕隧道壓力以及完成時間之差異，統計結果所得 $P < 0.05$  視為有明顯意義。

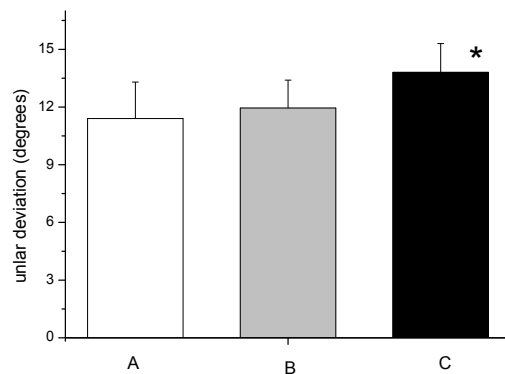
## (五)實驗結果

### 手腕角度

B以及C滑鼠使用所造成的腕關節的伸展角度(extension)，分別為  $29.3 \pm 8.6$ 、 $27.7 \pm 7.8$  以及  $21.4 \pm 7.32$  度，C滑鼠明顯比A以及B滑鼠小 ( $p < 0.05$ ，圖八)，另外在尺偏(unlar deviation)的變化上，C滑鼠明顯比A以及B滑鼠大 ( $p < 0.05$ ，圖九)。



圖八、在使用不同的滑鼠下，腕關節的伸展角度的差異(\*:p<0.05，與B滑鼠比較)

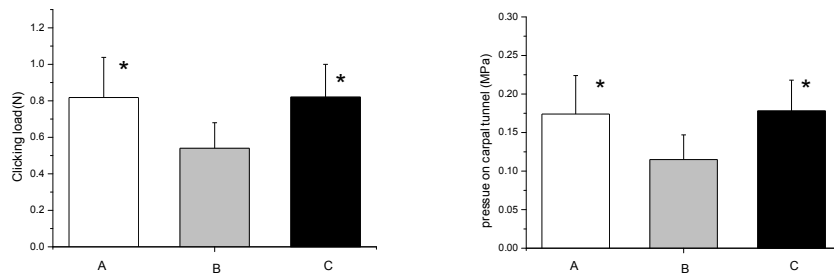


圖九、在使用不同的滑鼠下，腕關節的尺偏角度的差異(\*:p<0.05，與B滑鼠比較)

### 點擊時腕隧道的壓力

A、B以及C滑鼠在按壓點擊力量上有明顯的差異，A、B以及C滑鼠的使用按壓點擊力量分別為  $0.82 \pm 0.22(N)$ 、 $0.54 \pm 0.14(N)$  以及  $0.82 \pm 0.18(N)$ ，A以及C滑鼠明顯比一般使用的滑鼠B在使用上更用力，而A滑鼠明顯比一般使用的滑鼠B點擊力量小( $p < 0.05$ ，圖十右)。

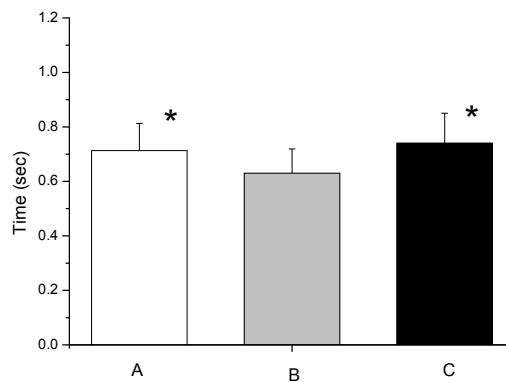
A、B以及C滑鼠在使用所造成的腕關節的腕隧道壓力有明顯的差異，A、B以及C滑鼠的使用時所造成的腕隧道壓力分別為  $0.17 \pm 0.05(MPa)$ 、 $0.12 \pm 0.03(MPa)$  以及  $0.18 \pm 0.04(MPa)$ ，A以及C滑鼠在使用上所造成的腕隧道壓力明顯比一般使用的滑鼠B來的大( $p < 0.05$ ，圖十左)。



圖十、在使用不同的滑鼠下，按壓滑鼠力量(右)以及腕隧道壓力(左)的差異(\*:p<0.05，與B滑鼠比較)

### 完成時間

A、B以及C滑鼠在使用上點擊所使用的時間比較上，A以及C滑鼠明顯比一般使用的滑鼠B在使用上所發費的時間明顯大(p<0.05，圖十一)，使用A、B以及C滑鼠所發費的點擊的時間分別為 0.71±0.1(秒)，0.63±0.9(秒)以及 0.74±0.11(秒)。



圖十一、在使用不同的滑鼠下，所發費的點擊的時間的差異(\*:p<0.05，與B滑鼠比較)

### (六)討論

PETER J. KEIR[4]提到只要開始進行滑鼠操作作業，手腕關節活動加大，腕關節的尺偏腕/橈偏角度加大，點擊力量變大，都會增加腕隧道壓力，並顯著大於平時手腕靜止放置於滑鼠上的壓力，本研究也發現以大曲度滑

鼠來說，靜止時的支撐力道約為 0.1 牛頓，一旦開始點擊滑鼠時，點擊力量約為 0.8 牛頓，而產生的壓力約為大曲度滑鼠  $0.17\pm 0.05$ (MPa)、一般曲度滑鼠  $0.12\pm 0.03$ (MPa)以及小曲度滑鼠  $0.18\pm 0.04$ (MPa) ( $P<0.05$ )。而根據 Loren and Lieber 的研究人類的腕關節的肌腱最大強度達 52~74MPa，正常使用的壓力約在 5~10MPa [10]，因此使用滑鼠所產生的腕隧道壓力還在組織的容許內，但是長時間重複性的使用將使組織產生疲勞，血液循環不良，營養供給差，而最後有壞死產生，因此適當的休息以及提供復健將可以維持組織的長期健康[11]，不過目前在這的方面的研究還無法提供疲勞、時間以及組織產生損壞間的關係資料。

而Han-Ming Chen等人[6]研究指出滑鼠重量在快速作業時對手腕動作及上肢肌肉運動量的影響文獻當中提及，在快速執行滑鼠活動時，操作滑鼠的速度與滑鼠重量均不會影響手腕動作的尺偏角度，但是適當的重量會影響動作的效率以及減少肌肉活動的損耗；而本研究則發現滑鼠的曲度會影響腕關節尺偏橈偏角度，也會影響腕關節壓力。

適當的腕關節的伸展角度可以產生較大的，在槌擊式釘槍枝改良開發與人因評估的研究中[9]，楊逸帆指出在四種握持角度的槌擊式釘槍中( $5^\circ$ 、 $20^\circ$ 、 $35^\circ$ 、 $50^\circ$ )，操作  $50^\circ$ 的握持角度使用的肌力最小，也就是適當的滑鼠曲度可以以作角的肌力產生較佳的工作施力，本研究也有類似的結果一般的滑鼠B比起較小曲度的滑鼠C產的點擊指壓力小，腕隧道壓力小，完成的時間短。但是在本研究也發現，當曲率過大時(滑鼠A)，完成作業所需的點擊指壓力大，腕隧道壓力大，完成的時間長。因此適當曲度的滑鼠對於腕隧道壓力的減少以及完成作業的效率是有幫助的。

## (八)參考文獻

- 1 Atroshi, I., Gummesson, C., Johnsson, R., Ornstein, E., Ranstam, J. & Rosén, I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA: the journal of the American Medical Association* 282, 153 (1999).
- 2 Cook, C., Burgess-Limerick, R. & Chang, S. The prevalence of neck and upper extremity musculoskeletal symptoms in computer mouse users. *International Journal of Industrial Ergonomics* 26, 347-356 (2000).
- 3 Andersen, J. H., Thomsen, J. F., Overgaard, E., Lassen, C. F., Brandt, L. P. A., Vilstrup, I., Kryger, A. I. & Mikkelsen, S. Computer use and carpal tunnel syndrome. *JAMA: the journal of the American Medical Association* 289, 2963 (2003).
- 4 Keir, P. J., Bach, J. M. & Rempel, D. Effects of computer mouse design and task on carpal tunnel pressure. *Ergonomics* 42, 1350-1360 (1999).
- 5 Ozgen, M., Gungen, G., Sarsan, A., Ardic, F. s., Caliskan, S., Sabir, N., Tasdelen,

- G. & Baydemir, C. Determination of the position on which the median nerve compression is at the lowest in carpal tunnel syndrome and clinical effectiveness of custom splint application. *Rheumatol Int* 31, 1031–1036 (2011).
- 6 Chen, H. M., Lee, C. S. & Cheng, C. H. The weight of computer mouse affects the wrist motion and forearm muscle activity during fast operation speed task. *European Journal of Applied Physiology*, 1-8 (2011).
- 7 王映嵐. 人因工程和弦鍵鼠之研究與設計,大同大學工業設計學系所學位論文, (2007).
- 8 Chaffin, D. B., Andersson, G. & Martin, B. J. *Occupational biomechanics*. (Wiley New York, 1991).
- 9 槌擊式釘槍枝改良開發與人因評估的研究, 楊逸帆,朝陽科技大學工業設計研究所, 2005.
- 10 Peterson, D. R., *Biomechanics: Principles And Applications*, 2007, CRC Press
- 11 Saladin, K. S., *Anatomy & Physiology: The Unity Of Form And Function*, 2009, McGraw–Hill.