

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

平版電腦在醫師巡房作業之人因危害評估

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2213-E-039-001-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：中國醫藥大學職業安全與衛生系

計畫主持人：許文信

計畫參與人員：陳揚琮、魏毓利

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 10 月 28 日

中文摘要

以往研究顯示，攜帶型個人電腦在肌肉骨骼不適之危害可能高於傳統之桌上型電腦，而平板電腦為攜帶型個人電腦的一種，從人因工程角度來看，以其在 1.4 到 1.95Kg 之重量，若要以一手支撐，另一手操作，則明顯存在易造成肌肉骨骼不適之問題。因此本研究以醫師巡房作業為例，評估在一可能之操作時間與內容之條件下，於實驗室中，模擬醫師巡房之作業設計進行實驗。本研究以醫學院大學部的學生為受測者，採男女生各半，共 30 人，利用肌電儀、動作分析儀量測受試者動態肌肉負荷與姿勢並以主觀問卷評估主觀身體肌肉骨骼不適，以了解使用平板電腦時之肌肉負荷狀況與姿勢。

由肌電圖的數據可發現，使用平板電腦時，性別與平板電腦的重量均會對肌肉負荷產生顯著影響，女性負荷明顯高於男性，尤其在負責平板電腦支撐之左手二頭肌和屈腕肌與右手之使用數位筆之屈指淺肌是負荷最重之肌肉群。其最大肌力負荷百分比(%MVC)，女性二頭肌可高達 11.85，女性屈腕肌達 8.81。而在兩種平板電腦重量(輕 1.36kg、重 1.9kg)上，在左手所測的肌肉群上，重的比輕的來的大，尤其是屈腕肌群，更為明顯。若配合主觀肌肉不適問卷，可觀察到在左手上臂與手肘的不適比其他部位來的高，這和肌電圖之結果相符，推估主要在使用平板電腦時，影響的部位在左手的上臂與左手肘。此外由動作分析儀結果，可觀察到平板電腦使用時，頸部彎曲的角度與視角比 VDT 作業時來的大，這可能造成危害與不適的增加。

市售的平板電腦雖然其使用介面相當方便，但在目前之重量下，若要以一手握持，一手輸入之方式來操作，由於在左斜方肌與屈指肌群之%MVC值高達 10.74 和 11.91，其明顯高於一般 VDT 作業，且使

用時其頸部角度過度彎曲、視角過大，在連續使用的時間應不宜太長。未來上平板電腦的設計必須要再減輕平板電腦本身的重量，或者增加輔助支撐的背帶來減輕肌肉的負荷。

關鍵詞：平板電腦、工作相關肌肉骨骼不適、肌電圖、偏好姿勢

Abstract

Laptops PC have been in widespread use in the past decade. Stewart (1997) has reported that the prevalence rates of musculoskeletal disorders associated with laptops were even higher than traditional desktop PC. Tablet PC is one kind of portable PC. From ergonomic viewpoint, the users who hold the tablet PC with weight between 1.4 kg to 1.95 kg and without supporting are obviously in high risk of static sustaining posture. Therefore, the current study will evaluate the tablet PC in the laboratory by employing a simulated physician's ward inspection task.

A tablet PC with two kinds of weight (1.4 kg and 1.95kg while keyboard attached) and one desktop PC as the control were evaluated in the present study. Thirty students (15 males and 15 females) from one medical university participated voluntarily. EMG and motion analyzer were employed to assess the dynamic muscular loads and posture settings. Besides, a questionnaire was used to evaluate the subjective discomfort after each session of experiment. A mix design multiple factorial analysis of variance with repeated measures was employed. Gender was treated as between subject factor. Types of PC, ways of holding tablet PC (vertical screen and horizontal

screen), and sessions of experiment were treated as within subject factors.

The results of EMG data showed that different genders and weights of Tablet PC resulted in significant differences. The average %MVC values for female are significantly higher than males'. The %MVC value for female on the muscle biceps brachii (11.85) and the flexor carpi of the left hand which responded for holding the tablet PC and the muscle flexor digitorum superficialis of right hand for handling digit pen were found as the highest ones. Besides, significantly higher %MVC values were also found while utilizing tablet PC with larger weight compared with the lighter condition especially on the muscle flexor carpi of left hand. As for the evaluation of subjective discomfort, left hand (including upper and forearm) that holding the tablet PC was rated as the severe discomfort body part which may be attributed to the weight of tablet PC. Furthermore, larger forwards bending neck angles and viewing angles which exceeded the general recommended 15-30 degree were also reported.

The user interface is quite user-friendly for the tablet PC. However, for the current employed tablet PC which weights 1.4 to 1.95kg, the muscular loads were obviously higher compared with using general VDT task for using desktop PC. Besides, larger forwards bending neck angles and viewing angles were also found. Therefore, limited continuous using time is recommended for the experiment tablet PC. Besides, the major inputting icons and buttons are suggested to be set up on the top of tablet PC which will reduce over upper arm abduction and muscular load.

Keywords: Tablet PC 、 Work-related Musculoskeletal Disorders, Electromyogram, Preferred Posture

一、研究背景與目的

在國內目前醫療系統電子化，其主要是採用 PDA(Personal Digital Assistant)個人數位助理，搭配無線網路，並配合醫護囑系統，將在醫護上所需的各項事項通通納入 PDA 中，使得醫療體系無紙化、降低成本，減少作業時間並大大的提高工作效能。但目前在 PDA 的使用上有些先天上的限制，如 X 光片之影像、超音波等診斷圖，就無法清晰完整的呈現在 PDA 上，而只能用文字敘述的方式(蔣肇慶, 1992)；還有為了適應 PDA 呈現的介面，大部份的應用程式都必須重新修改，而且 PDA 的記憶容量較小，儲存的資料不宜太大。這些問題會造成 PDA 在醫護系統上使用的不便。但自從平板電腦 (Tablet PC) 的上市後，這些問題似乎有了可能解決的方法。

而平板電腦 (Tablet PC) 是一種使用者可以拿著到處走動，並利用數位筆在觸控面板上直接輸寫文字，以取代鍵盤的電腦。它具備電腦的一切性能，方便攜帶、記憶體容量大，有大尺寸的彩色觸摸板以及高解析度的顯示螢幕，並且具有像 PDA 手寫輸入的模式，以手寫輸入記事，用觸控筆寫字、畫圖，並可以儲存成手寫原型或轉換為電腦字型或圖型與無線通訊之功能。平板電腦利用無線網路配合電子病歷 (Electronic Patient Record, EPR)，將所要的資料存取或輸入於醫院的醫療資訊系統上，還有如斷層掃描、X 光片、超音波等檢驗報告也可透過 PACS (Picture Archiving and Communication System) 系統直接取得，在平板電腦上立即觀看。所以在未來醫療體系電子化發展成熟後，平板電腦 (Tablet PC) 可望成為醫療體系上的相當有利的一項工具。

但在許多研究顯示，肌肉骨骼不適 (Musculoskeletal Disorders, MSDs) 盛行率在桌上型個人電腦 (Desktop Personal Computer, DPC) 使用者中有相當高的比

率，而在攜帶型個人電腦 (Portable Computer, Laptops) 使用上，其造成肌肉骨骼不適之危害甚至高於傳統之桌上型電腦，其危害來源主要來自電腦使用之環境與本身的設計，例如其螢幕本身與鍵盤高度常常無法符合一般 VDT 指引之建議條件，在可調整高度之工作站使用，螢幕與鍵盤無法分離常造成較大的頸部角度與負荷，而較小之鍵盤設計也明顯造成手部明顯之尺偏等問題。

未來若要普及應用平板電腦，從人因工程角度來看，以其在 1.35 到 1.95kg 之重量，若要以一手支撐，另一手操作，則明顯存在肌肉骨骼不適之問題，其中可能包括支撐電腦之手臂、手肘與肩部靜態負荷，手寫輸入無手肘與手腕之支撐，而更大之頸部前彎角度與超過一般建議之向下 15 度到 30 度之視角等，其危害甚至可能大於一般之攜帶型電腦。雖然因為使用一般平板電腦之作業，暴露時間可能較短，且使用者常在作業間更換，而減少危害之風顯，但其潛在問題仍值得進行研究，以提供平板電腦設計者與使用者適當之建議。

因此本研究擬以目前國內市售之平板電腦為對象，在實驗室中利用肌電量測儀 Electromyograph (EMG)、動作分析儀 (Motion Analysis) 與主觀自覺不舒適症狀問卷調查等，針對其操作姿勢與支撐之生理負荷，進行評估以釐清下列問題，包括：

- (1) 現有平板電腦重量是否主觀可接受的，性別間是否存在明顯差異
- (2) 操作平板電腦時易出現主觀身體肌肉骨骼不適之身體部位。
- (3) 適當之操作休息時間 (Work-rest schedule)。
- (4) 適當支撐與操作姿勢 (Posture)，尤其是在支撐電腦端之手肘支撐方式與手腕之彎曲 (flexion) 問題與偏好設定 (preferred

settings)。

由於電腦作業時間長短亦是影響肌肉骨骼不適重要因素之一，因此本研究在評估平板電腦之生理工作負荷時，將以模擬醫師巡房作業為例，參考現有 PDA 醫囑作業系統作業內容與時間，分析其動作元素，然後於實驗室中控制相關作業條件，來進行評估。此外將以桌上型電腦作為對照組，控制相同作業時間與作業內容，以了解平板電腦與一般 VDT 作業時之生理負荷與主觀肌肉骨骼不適間差異。

二、研究方法

2.1 受試者

本實驗主要之受測對象為醫學院大學部之學生，共 30 位，採男、女各 15 位，主要是觀察性別上是否會造成差異。其年齡在 21 歲至 26 歲之間，平均年齡為 22.8 歲，平均身高為 166.3 公分，平均體重為 59.9 公斤。

而在人員的篩選上，有控制下列一些因子，以避免造成實驗上的差異：

(1). 最近一個月來必須沒有肌肉骨骼不適等症狀，且無任何肌肉骨骼相關之疾病史或進行手術。

(2). 日常使用電腦之時間和頻率不宜太高且沒有因為使用電腦或玩線上遊戲，而造成肌肉骨骼不適。

(3). 無運動所造成之運動傷害，如網球肘等，會影響實驗操作上之不適。

(4). 無抽煙、喝酒等不良嗜好。

(5). 慣用手為右手。

(6). 視力矯正後在 1.0 以上。

並且在實驗進行前一天要求受測者避免熬夜的情況，與在進行實驗時，精神狀況必須良好。

2.2 模擬醫師巡房作業

在模擬醫師巡房作業，我們實地觀察醫師於醫院實際巡房過程，並諮詢醫師與

護士之意見了解醫師巡房之情況與作業時間，並蒐尋病歷電子化之醫生巡房電腦作業內容，及可能之操作模式，利用動作分析方法，將可能之動作元素與作業時間加以探討及分析，設計一套與醫師巡房作業內容動作模式近似之作業內容，使受測者易於進行此次實驗之模擬。

經分析後，可發現醫囑系統操作可能之動作元素內容，主要可分為下列四個動作元素：

- (1) 觸控 (以數位筆直接在螢幕上點選所開啟資料之位置)。
- (2) 輸寫 (以數位筆配合平板電腦輸寫方式，輸入所要表達的字彙)。
- (3) 檢視 (查閱診斷報告之內容，主要偏重在所要瞭解的某個部份特點上)。
- (4) 閱讀 (詳細觀看資料上所敘述之內容)。

因目前仍無確切的平板電腦設計平台可供參考，所以我們以上述的分析情況，依其動作內容和操作次數及一些估計之可能時間來加以探討其動作元素。表 1 為此模擬的作業內容分類及其動作與元素。

動作 元素 作業 內容	動作 元素			
	觸控	輸寫	檢視	閱讀
登入	主選單	-	-	-
搜尋	上下移動 ^b	輸寫人名或編號	輸入後會有相同開頭的人名或編號排序可供點選確認	-
下載	主選單	-	-	-
診斷	主視窗移動 ^c	-	查閱病人住院時診斷狀況	詳細閱讀診斷內容
病況	主視窗移動	-	-	閱讀病患的病情發展情況
過敏 生命 徵象	主視窗移動	-	查閱過敏藥物	-
	主視窗移動	-	查閱生理訊息	-
活動	主視窗移動	填寫訊息	-	-
護理	主視窗移動	填寫訊息	-	-

飲食	主視窗移動	填寫訊息	-	-
注射	主視窗移動 (包括點選注射藥劑)	-	查閱之前注射狀況	-
藥物	主視窗移動 (包括點選藥物名稱)	-	查閱之前服用藥物狀況	-
檢驗	主視窗移動 (包括點選檢驗項目)	-	查閱之前檢查項目	閱讀檢查報告
其他	主視窗移動	填寫訊息	查閱是否有其他留言 注意事項	-
報告查詢	主視窗移動	-	檢視檢驗報告或圖	閱讀檢查報告
上傳	主選單	-	-	-
列印	主選單	-	-	-

經過上述我們對此系統的瞭解，我們將其使用的比重分配出來，在模擬作業上：

- (1) 觸控的部份要佔 40%；在此部份上下移動上佔 20%，左右移動 15%，而隨機則佔 5%。
- (2) 檢視上要佔 30%；主要檢視檢查報告之圖片檔 20% 和一些制式之表格內容 10%。
- (3) 輸寫的部份要佔 20%。
- (4) 閱讀上佔 10%。

因此按照醫師巡房時預估使用平板電腦觀察一位病患 5 分鐘為基準，配合動作單元分析之比例與此設計之情況，內容的分配比例為，心理測驗、短文輸入與圖片欣賞之比例 50：30：20；而在操作的時間上，心理測驗 2.5 分鐘；短文輸入 1.5 分鐘；圖片欣賞 1 分鐘。

2.3 量測儀器與方法

本實驗所使用的量測記錄儀器，計有肌電儀、動作分析儀、卷尺、雙臂式量角器、傾斜度量角器、攝影機、數位相機等。

本實驗所使用之肌電儀為 ADInstruments 之產品 PowerLab System，搭配軟體為 Chart 5。將專用之電極貼片成對貼於欲量測之肌肉上方皮膚表面，將訊號傳輸至接收器，經過放大、濾波等程序處理，記錄該部位的皮膚表面電位活動情

況。此次實驗使用三組傳輸線，一次可同步記錄 6 組肌肉部位之負荷情況，包括有：

- (1). 測量頸部彎曲與側向和肩部施力狀況：左、右兩側之斜方肌(Trapezius)
- (2). 左手臂支撐平板電腦：二頭肌(biceps)、三頭肌(triceps)。
- (3). 左手肘握持置放平板電腦：屈腕肌群(Flexor carpi)。
- (4). 右手使用數位筆：屈指淺肌(Flexor digitorum superficialis)。

本研究的姿勢角度量測上我們採用的動作分析儀為 VICON 公司 Vcam460 動作分析系統，搭配 Matlab 分析軟體，量測身體在操作平板電腦與桌上型電腦時的姿勢角度，使用的攝影機一共六架，分別從四週不同的高度、角度拍攝，其量測方式，是將身體依動作分析儀指定位置黏貼 41 顆反光球後，定位出人體的靜態雛型，做靜態姿勢人體定位，之後探討上半身八個肢段 28 顆反光球的旋轉角度變化情況與所定位出來的靜態姿勢進行姿勢角度的判別，主要觀察的角度包括有：

- (1). 頸部彎曲角度(neck flexion angle)。
- (2). 視角(view angle)。
- (3). 上臂屈曲夾角(up-arm flexion)。
- (4). 上臂外展夾角(up-arm abduction)。
- (5). 肘關節角度(elbow angle)。
- (6). 手腕伸屈角度(wrist flexion or extension angle)。
- (7). 手腕橈尺偏之角度(wrist ulnar/radial deviation)。
- (8). 軀幹前傾之角度(trunk angle)。
- (9). 平板電腦傾斜角度。
- (10). 眼睛與螢幕距離(eye to monitor distance)mm：兩眼中心至螢幕中心距離。

在自覺不舒適症狀問卷評估上，問卷中將人體全身之平面劃分成 16 個部位，包括：眼部、頸部、上背、左右肩部、左右上臂、左右手肘/前臂、左右手腕、左右手

指、腰/下背、臀部、腿部。請受測者在每一段實驗後，依主觀感受選出身體感覺最不舒服或最疲勞的部位，並依其嚴重程度勾選 0、1、2、10 等數字。

2.4 實驗設計

本研究為混合設計之多因子實驗，其中性別為受試者間因子，而受試者內因子包括：

(1). 平板電腦重量：不同重量 1.36 和 1.95kg 的平板電腦（在此我們將重量 1.36kg 的定義為平板電腦輕；重量 1.95kg 定義為平板電腦重）。

(2). 螢幕置放型式（直式/橫式）。如圖 3-6，圖 3-7 所示。

(3). 同一實驗條件，操作時間前/後段。

此外並以桌上型電腦作為對照組。

本實驗的依變項以量測記錄方式為依據做分類，共分成三大類，包括有肌電圖、動作姿勢參數、自覺不舒適症狀問卷評估。

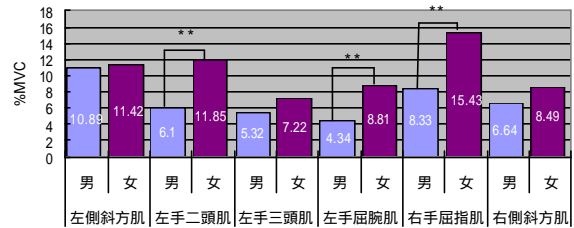
本實驗控制因子有實驗室環境，包括實驗進行中之照度、溫度和溼度。在照度方面，將照度水準固定在約 500Lx(在 ANSI 100 建議範圍之內)，室溫控制在 24 ± 2 ，溼度則約在 60% 左右。

三、結果

3.1 平板電腦對肌肉負荷影響

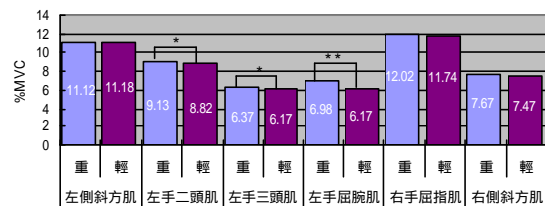
在操作平板電腦時，男、女生的肌肉負荷情況差異，其結果如圖一所示。由圖一可發現，女性的肌肉負荷情況高於男性，尤其在左手負責支撐平板電腦的二頭肌 (biceps) 及屈腕肌群 (Flexor carpi)，其最大肌力負荷百分比值達到 11.85% MVC 及 8.81% MVC，還有右手負責數位筆點選和輸寫動作的屈指淺肌群 (Flexor digitorum superficialis) 最大肌力負荷百分比達 15.43% MVC，而且在性別間存在有

相當顯著的差異 ($p < 0.001$)。



圖一 性別對肌肉負荷之影響

在平板電腦輕/重兩種情況下，其肌肉負荷如圖二所示，結果顯示在左手負責支撐平板電腦的二頭肌 (biceps)、三頭肌 (triceps) 和屈腕肌群 (Flexor carpi) 上，有顯著的差異 ($P < 0.041$)，在平板電腦重的情況下，其肌肉負荷的情況明顯大於平板電腦輕的情況，尤其在左手屈腕肌群上。



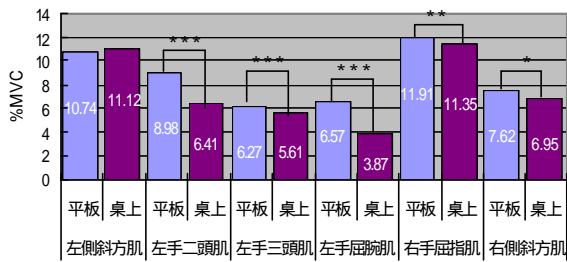
圖二 不同平板電腦重量對肌肉負荷之影響

在螢幕的置放型式直、橫式對肌肉群負荷之影響方面，結果顯示不同的螢幕置放型式並沒有顯著的差異。

在同一實驗條件中前、後兩段肌肉負荷的差異。其結果顯示部份後段時間的肌肉負荷大於前段，尤其在左手的二頭肌 (biceps) 和屈腕肌群 (Flexor carpi) 上，有明顯的差異 ($p < 0.042$)，而這兩肌肉群是主要負責支撐平板電腦的重量。

在平板電腦與桌上型電腦的比較上，我們將平板電腦數據整合後與對照之桌上型電腦數據作一比較，利用配對 T 檢定 (pair t-test) 分析在使用不同的電腦類型其肌肉負荷情況，其結果圖三所示。由圖三可發現左側的斜方肌，於兩種類型電腦的使用，並沒有顯著的差異性。但是在左

手二頭肌(biceps)、三頭肌(triceps)與屈腕肌群(Flexor carpi)以及右手的屈指淺肌(Flexor digitorum superficialis)與斜方肌(Trapezius)，平板電腦使用的肌肉負荷比桌上型來的高，且有顯著的差異($p < 0.001$)。並從平均值可發現，平板電腦的使用，其肌肉負荷比一般傳統的桌上型電腦來的高。



圖三 平板電腦與桌上型電腦肌肉負荷之比較

3.2 平板電腦與姿勢角度參數之關係

在平板電腦使用上，我們利用動作分析儀量測身體 14 個部位的動作角度，其角度包括頸部彎曲角度、視角、左右手之上臂屈曲夾角、外展夾角、肘關節彎曲角度、手腕伸屈角度與橈尺偏角度和軀幹前傾角度。所得之數據結果利用重複量數變異數(Repeated Measures ANOVA)分析方法來探討各角度參數相對於性別、不同重量之平板電腦、螢幕置放型式，及同一實驗條件下前後、段等因子，是否有統計上的顯著差異，檢定結果如表二所示。

由表二可發現，在性別因子影響方面，左、右手臂外展角度與軀幹前傾角度有統計上的差異；在不同平板電腦重量的差異因子上，可發現左臂的屈曲角度與左手腕伸屈的角度有顯著的差異；在螢幕的置放型式因子上，統計結果顯示，在頸部彎曲角度、視角與平板電腦的傾斜角度有顯著的差異；在時間次序的前、後段上，發現在右臂的屈曲與左腕的伸屈角度有顯著的差異。

在男、女生性別的差異對姿勢角度參

數之影響，可發現右上臂外展的角度與左肩外展的角度，男性明顯比女性來的大。而在脊椎彎曲的角度，男性較女性向後傾斜。如表三所示。

表二 動作分析角度與探討因子之顯著性分析表

角度參數	性別	重量	置放型式	時間次序
頸部角度			**	
視角	+		*	
右上臂屈曲				**
右上臂外展	**		+	+
左上臂屈曲			*	+
左上臂外展	*			
右肘彎曲	+			
左肘彎曲				
右腕伸屈				
左腕伸屈	*			*
右腕尺偏			+	
左腕橈偏				
脊椎彎曲	*			
平板傾斜			*	

註：+ $p < 0.1$ * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

表三 性別上顯著之姿勢角度差異(n=30)

觀察角度	右上臂外展角度		左上臂外展角度		軀幹前傾角度	
	男	女	男	女	男	女
平均值(度)	16.71	2.51	25.89	11.84	-5.52	-1.11
標準差	2.52	2.42	3.28	3.02	1.43	1.43
顯著性	**		**		*	

註：+ $p < 0.1$ * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

在有、無加鍵盤兩種重量的差異上，由表四可發現左腕的彎曲角度在重的平板電腦時比條件較輕的平板電腦，其彎曲角度來的大且有顯著的差異。視角在重的平板電腦時比條件較輕的平板電腦有較小的角度。而右手肘彎曲的角度在重的平板電腦時比條件較輕的平板電腦來的大。

表四 不同重量顯著之姿勢角度差異
(n=30)

觀察角度	左腕 彎曲角度		視角		右肘 彎曲角度	
	重	輕	重	輕	重	輕
平均值 (度)	19.83	17.75	-44.01	-46.10	107.29	104.29
標準差	1.86	2.03	3.35	2.90	2.96	3.47
顯著性	*		+		*	

當螢幕置放型式為橫式時，其頸部彎曲角度比直式來的大，且有顯著的差異，但其差異值很小。而在左臂屈曲角度方面，當螢幕置放型式為直式的情況，左上臂有較小的屈曲角度。另外在直式握持的時候，平板電腦傾斜角度較大(較為直立)。

3.3 平板電腦與桌上型電腦之比較

在平板電腦與桌上型電腦姿勢角度的差異上，我們將平板電腦的數據整合後與對照桌上型電腦數據用配對 T 檢定(pair t-test)分析在使用不同電腦類型其身體姿勢角度變化，其結果如表五所示。由表五可發現：

(1) 頸部彎曲角度與視角，使用平板電腦時，向下彎曲的角度明顯比桌上型來的大。

(2) 左、右上臂屈曲角度，平板電腦使用時較桌上型電腦貼近身體，而在平板電腦的使用上，左、右上臂外展角度比桌上型來的大。

(3) 手肘彎曲的角度，右肘於平板電腦使用時較為伸直，而左肘在不同電腦類型上則較無顯著差異。

(4) 手腕部份，右腕彎曲的角度，平板電腦與桌上型電腦的使用呈現伸展的情；但在左腕彎曲部份，平板電腦的使用為彎曲而桌上型則為伸展，且有顯著的差異。而在手腕橈、尺偏的角度，兩手使用

上的偏向為橈偏，而在右腕橈偏的角度，平板電腦的偏向角度以桌上型來的大。

(5) 軀幹前傾的角度，桌上型電腦比平板電腦來的大。

(6) 於螢幕傾斜的角度，平板電腦近似水平而桌上型電腦近似垂直。

表五 平板電腦與桌上型電腦動作分析之比較(Mean±S.D., n=30)

姿勢 角度	平板電腦	桌上型電腦	差 異	顯著 性
頸部彎曲	-43.20±12.76	-12.12± 10.04	-31.08	***
視角	-46.00±20.34	-16.00± 28.55	-30.00	***
右上臂屈曲	13.22±12.45	22.26± 15.52	-9.04	***
右上臂外展	6.62±15.67	3.59± 14.37	3.03	*
左上臂屈曲	20.24±11.89	24.18± 13.04	-3.94	*
左上臂外展	18.86±13.76	3.11± 17.18	15.75	***
右肘彎曲	89.42±52.26	39.98± 36.82	49.44	***
左肘彎曲	55.83±43.08	52.32± 55.74	3.53	
右腕彎曲	-8.55±17.20	-5.97± 29.63	-2.58	
左腕彎曲	19.10±16.77	-13.26± 18.33	32.36	***
右腕尺偏	-10.52± 7.34	-3.80± 6.89	-6.72	***
左腕橈偏	2.44± 6.41	1.07± 4.47	1.37	
軀幹前傾	4.15±29.47	17.67± 23.25	-13.52	***
螢幕水平夾角	16.3± 7.30	84.42± 2.21	-68.14	***
眼離螢幕距離	40.8±5.1	59.7±13.78	-196.53	**

註： * p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.00

3.4 平板電腦使用上自覺不舒適症狀

本實驗自覺不舒適症狀問卷調查以 Borg 10 量表評估以瞭解受測者的自覺不舒適情況。受測者在每次實驗結束後，依自己的主觀感受填寫 0~10 的數字，數字，“0”代表沒感覺、“10”代表極度不適。量測結果顯示，在頸部、左肩、左手臂、左手肘、左手腕的自覺不舒適程度較高，其次是上背、左指、右肩和腿部。

3.5 受測者對平板電腦使用上之主觀評估

在實驗結束後，我們給予 30 位受測者填寫一份平板電腦使用後之主觀感受，瞭解受測者在操作平板電腦的主觀認同程度與操作適應情況。

主要結果包括：

- (1) 在使用平板電腦有加鍵盤(重)的情況下，經過 5 分鐘後，在這種重量下，有 43.3%的受測者，認為其主觀是不可以接受的。操作上述平板電腦 5 分鐘後，有 46.6%的受測者認為要休息 5 至 10 分鐘，還有 36.7%的受測者認為要休息超過 15 分鐘，才能繼續使用平板電腦，這樣才能避免疲勞的產生。
- (2) 在使用平板電腦沒有加鍵盤(輕)的情況下，使用 5 分鐘後，認為其主觀是不可以接受的比率降為 10%。在此情況下，有 46.7%的受測者認為操作平板電腦沒有加鍵盤(輕)的時候，可連續操作 10 分鐘。
- (3) 受測者在使用過有加鍵盤(重)與沒加鍵盤(輕)兩種重量後，有 80%的受測者，認為重量上的差異是會造成使用上明顯的影響。
- (4) 在操作平板電腦時，有 53.3%的受測者認為直式較易於操作；而有 43.3%的受測者認為橫式較易於操作。
- (5) 在此次實驗中，使用平板電腦時，絕大部份的人都可以接受此平板電腦的防滑設計，只有 6.7%的受測者不可以接受此平板電腦的防滑設計。
- (6) 在平板電腦的操作上，右手使用數位筆的方式，使得右手肘無法得到支撐 而在此實驗上，有 50%的受測者認同與非常認同這樣的情況是會感到操作上的不適與操作上的困難。
- (7) 在使用過平板電腦與桌上型電腦後，只有 10%的受測者認同平板電腦的操作是比桌上型電腦來的容易。

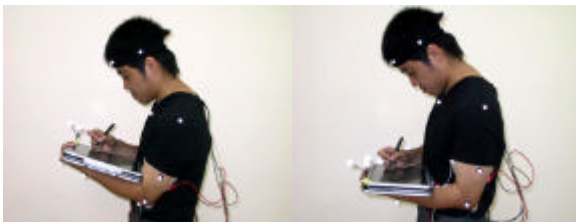
四、討論

在性別上的肌肉負荷差異，由肌電儀量測數據發現，男性的最大肌力負荷百分比明顯比女性來的小，且主觀自覺不適問卷調查結果也發現，在身體左半部主要負責支撐平板電腦的部分，男性自覺不適情況，也比女性來的小，而由動作姿勢數據分析上也發現，男性上半臂外展角度比女性來的大，從實驗觀察發現，女性於使用平板電腦時，手臂較貼近身體以獲得支撐。這些都是男女生性別差異所造成，所以在使用平板電腦作業上，性別間是存在明顯的差異。

對於不同平板電腦重量影響方面，由本實驗肌電儀量測數據發現，在平板電腦較重的情況下，其肌肉負荷比平板電腦輕來的大，尤其在負責支撐平板電腦的左手二頭肌、三頭肌和屈腕肌上有明顯的差異(平板電腦重肌力負荷 6.37~9.13%MVC；平板電腦輕肌力負荷 6.17~8.82%MVC)。雖然絕對的差異並不大。另外從自覺不適症狀調查中各部位平均數值也可發現，在左臂、左肘、左腕和左指，在平板電腦重的情況下不適程度 1.30~3.73，比平板電腦輕不適程度 1.23~3.37 來的大。而從動作分析數據發現，在頸部彎曲角度與視角，在平板電腦重時其彎曲角度比平板電腦輕來的小，可能是因為在平板電腦重時，左上手臂為了要依靠身體而增大其屈曲角度(左上臂屈曲平均角度，平板電腦重 22.16°；平板電腦輕 21.64°)此時導致頸部角度和視角隨之縮小，而右肘彎曲也隨著螢幕向前而加大其角度(平板電腦重 107.29°，平板電腦輕 104.29°)。這角度的變化可能是由於平板電腦在較重的情況下，為了要藉由身體的依靠，減輕左手之負擔而造成。我們並從主觀感受部分發現，有 80%的受測者認為在重量上的差異是影響平板電腦的操作，且有多數人建議在未來平板電腦的設計上，應比目前使用 1.3~1.95kg

的重量再更輕，所以以目前市售的平板電腦重量，在使用上主觀可能仍覺過重，未來應再減輕其重量，降低使用時肌肉負荷，以減輕肌肉骨骼不適危害發生。

在平板電腦螢幕置放型式上，從肌肉負荷情況雖然並沒有發現顯著的差異性，但從其平均值來看，在平板電腦置放型式為直式時左斜方肌、二頭肌和三頭肌的肌肉負荷比橫式來的小(置放型式直式時，肌力負荷 6.25~11.13 %MVC；置放型式橫式時，肌力負荷 6.29~11.18%MVC)；而在動作分析數據結果，發現在置放型式為直式時，頸部彎曲角度與視角較小，且在螢幕傾斜角度直式較為橫式垂直，且左上臂屈曲角度也較橫式來的大(貼近身體)，從實驗中觀察，此機型的平板電腦長寬比例為 210:271mm，若在直、橫式的使用上，改變其型式會造成置放手肘上寬度有 61mm 的差距，若採用置放型式為直式情況，平板電腦置於手肘較容易貼近肘關節，此時也較容易獲得支撐，在操作上也較不會晃動，如圖四所示；還有在主觀感受上也發現，有 53.3% 的受測者認為螢幕置放型式為直式時，較易於操作，所以在平板電腦操作上以直式置放型式較為合適。



圖四 平板電腦操作置放型式直/橫式姿勢差異

在平板電腦與桌上型電腦比較上，從此次實驗肌力負荷結果發現，在左二頭肌、左三頭肌、左屈腕肌負責支撐平板電腦重量的部份，其肌肉負荷情況較桌上型電腦來的大，且有顯著的差異，而在右手斜方肌與屈指肌群也發現其肌力負荷也比桌上型來的大(平板電腦肌力負荷 7.62、11.91%MVC，桌上型電腦肌力負荷 6.95、11.35%MVC)，其可能是由於在操作平板

電腦時，右手無支撐而導致其負荷較大。

五、結論與建議

平板電腦的推出後，雖然它擁有桌上型電腦所有的功能，並且還有 PDA 手寫的便利與無線網路結合，其流動性更為提升，是未來流動性大且需電腦處理的工作者一項相當有用的工具，如倉儲管理、檢點檢核工作等等，尤其在此次探討的醫院醫師巡房作業，它可藉由平板電腦巡視各病房之病人，就不需攜帶各病患之病歷資料，也不必到工作站先行抄錄所需資料，只要憑著平板電腦之儲存與輸出功能與醫護系統結合，就可立即調閱各病患所要瞭解之病歷報告內容。

但從此實驗之結果，我們發現在使用平板電腦時，男、女生性別上是有差異的，女生其最大肌力負荷百分比比男生來的大，且在重量的因素上，較重的平板電腦也會造成較高的肌力負荷情況與主觀不適增加。而於此次醫師巡房作業的觀察上也觀察到，在醫師巡房的過程中，記錄及輸寫病歷的工作是由護士來進行，所以護士其未來使用平板電腦的情況也相當大，在選擇平板電腦的使用上，更應選擇較輕的平板電腦來使用。

而可能造成肌肉骨骼不適之部位，主要以左手臂與左肘之肌肉負荷較大，而有可能有較高的不適情況發生，且使用時頸部過度彎曲，也會導致時間的增加而可能造成危害的產生，若長期站立使用，腳部也容易造成不適所以平板電腦的在操作上可能之不適部位包括了頸部、左肩、左上臂、左肘、左手和腿部。

以目前的操作上之最大肌力負荷百分比值在 6~11，明顯高於一般 VDT 作業使用之傳統桌上型電腦，因此在使用上時間不宜太久，此可由受試主觀感受認為平板電腦的操作應在 5~10 分鐘內，且其休息時間應和操作時間相同得到印證。

此外在主觀操作評估方面可發現置放型式為直式較橫式易於使用，在平板電腦之防滑設計、螢幕大小與數位筆之使用，主觀也可接受，但在重量上，多數人主觀認為目前的平板電腦重量仍應再減輕，而在操作上頸部彎曲角度過大且手肘無支撐肌力負荷大，導致姿勢的改變，於使用平板電腦時，此狀況應加以注意。

而在未來平板電腦的設計上，應再以減輕其重量，尤其女性在使用平板電腦更應考慮使用重量較輕的機種，而在使用上，利用背帶的方式，於使用時，作為輔助支撐，分擔支撐的重量，並於不使用的时候借由背帶背著，減少手持的時間，減輕肌肉的負荷，也許是一種可考慮之方式。

六、參考文獻

- [1] 陳琍：個人數位助理(PDA)在臨床護理之應用與推展。慈濟護理雜誌 2002；1(1):11-15
- [2] 蔣肇慶、沈友仁：醫院電腦化問題探討(以臺大醫院為例)。醫療資訊雜誌 1992；1:4-6
- [3] 台北榮民總醫院.工業技術研究院生醫工程中心：多媒體電子病歷系統與臨床資料庫系統發表會。 2000
- [4] J. B. Carter, E. W. Banister. Musculoskeletal problems in VDT worker: a review. *Ergonomics* 1994;37(10):1623-1648.
- [5] W. H. Hsu, M. J. Wang. Physical discomfort among visual display terminal users in a semiconductor manufacturing company: a study of prevalence and relation to psychosocial and physical/Ergonomic factors. *AIHA Journal* 2003; 64: 276-282.
- [6] W. H. Hsu, M. J. Wang, Marsaharu Kumashiro. Deviation from VDT workstation preferred settings and physical discomforts. *International journal of industrial Engineering* 2001;8(4):339-346.
- [7] M. Fogleman, R. J. Lewis. Factors associated with self-reported musculoskeletal discomfort in video display terminal (VDT) users. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2002;29:311-318.
- [8] B. Kraan, P. Kuijer. The effect of arm and wrist supports on the load of the upper extremity during VDU work. *Clinical Biomechanics* 2000; 15 supplement No.1:34-38.
- [9] J. U. Bystrom, G. A. Hansson, L. Rylander, K. Ohlsson, G. Kallrot, S. Skerfving. Physical workload on neck and upper limb using two CAD applications. *Applied Ergonomics* 2002;33:63-74.
- [10] L. Straler, K. J. Jones, J. Miller. A comparison of the postures assumed when using laptop computers and desktop computer. *Applied Ergonomics* 1997;28:263-268.
- [11] H. Moffet, M. Hagberg, E. Hansson-Risberg, L. Karlqvist. Influence of laptop computer design and working position on physical exposure variables. *Clinical Biomechanics* 2002;17:368-375.
- [12] Waldemar Karwowski, William S. Marras. *The occupational Ergonomics handbook*. 1999.
- [13] K. Mekhora, C. B. Liston, S. N. Anthavanij, J. H. Cole. The effect of ergonomic intervention on discomfort in computer users with tension neck syndrome. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2000;26:367-379.
- [14] K. L. Turville, J. P. Psihogios, T. R. Ulmer, G. A. Mirka. The effects of video display terminal height on the operator: a comparison of the 15 degree and 40 degree recommendations. *Applied Ergonomics* 1998;29:239-246.
- [15] D. Zennaro, T. Laubli, D. Krebs, A. Klipstein, H. Krueger. Continuous, intermitted and sporadic motor unit activity in the trapezius muscle during prolonged computer work. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2003;13:113-124.
- [16] S. Thorn, M. Forsman, Q. Zhang, K. Taoda.

Low-threshold motor unit activity during a 1-h static contraction in the trapezius muscle. International Journal of Industrial Ergonomics 2002;30:225-236.

[17]NIOSH, 1992. Selected topics in surface electromyography for Use in the Occupational setting: Expert perspectives.

七、計畫成果自評

本研究主要目的在於評估目前國內市售之平板電腦，在使用時操作姿勢與支撐之生理負荷及主觀自覺不舒適症狀以釐清是使用者現有平板電腦重量是否主觀可接受的、性別間是否存在明顯差異、操作平板電腦時易出現主觀身體肌肉骨骼不適之身體部位、適當之操作休息時間與適當支撐與操作姿勢。

藉由動作分析儀、肌電儀與主觀問卷評估，主要要瞭解問題，均已獲得初步解答，在應用上可提供平版電腦設計者在未來設計時重量、操作之參考資訊，在學術方面，由於平版電腦屬於較新之產品，相關評估文獻仍少，本研究初期之 pilot 數據，已於 2003 年工業衛生研討會發表，完整之數據已整理成研討會論文，並將進一步整理發表於國外期刊。

中華民國 94 年 10 月 26 日

可供推廣之研發成果資料表

可申請專利

可技術移轉

日期：94 年 10 月 26 日

國科會補助計畫	計畫名稱：平版電腦在醫師巡房作業之人因危害評估 計畫主持人：許文信 計畫編號：NSC 92-2213-E-039-001- 學門領域：人因工程
技術/創作名稱	平版電腦人因介面規格建議/ Ergonomics specification suggestions for Tablet PC design
發明人/創作人	許文信
技術說明	中文：市售的平板電腦雖然其使用介面相當方便，但在目前之重量下，若要以一手握持，一手輸入之方式來操作，由於在左斜方肌與屈指肌群之%MVC 值高達 10.74 和 11.91，其明顯高於一般 VDT 作業，且使用時其頸部角度過度彎曲、視角過大，在連續使用的時間應不宜太長。未來上平板電腦的設計必須要再減輕平板電腦本身的重量，或者增加輔助支撐的背帶來減輕肌肉的負荷。 英文：The user interface is quite user-friendly for the tablet PC. However, for the current employed tablet PC which weights 1.4 to 1.95kg, the muscular loads were obviously higher compared with using general VDT task for using desktop PC. Besides, larger forwards bending neck angles and viewing angles were also found. Therefore, limited continuous using time is recommended for the experiment tablet PC. Besides, the major inputting icons and buttons are suggested to be set up on the top of tablet PC which will reduce over upper arm abduction and muscular load.
可利用之產業及可開發之產品	Tablet PC 設計/製造業。
技術特點	提供平版電腦在設計時重量、按鍵配置之規格建議。
推廣及運用的價值	改進現有平版電腦之人因介面缺失，增加未來業界採用平版電腦之意願。

1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。