

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 偏好設定對電腦作業人員肌肉骨骼不適問題之應用研究

### Study on the application of preferred settings to reduce musculoskeletal discomforts among VDT users

計畫編號：NSC 90-2218-E-039-001

執行期限：90年12月01日至91年07月31日

主持人：許文信 中國醫藥學院 職業安全與衛生系

計畫參與人員：何建宗、李侯慶 中國醫藥學院 職業安全與衛生系學生

#### 中文摘要

本計畫藉由主觀身體不適部位問卷調查，配合職業病醫師進行客觀之理學檢查，由配合廠商相關部門近380位同仁中篩選54名員工參與本次研究評估計畫，並針對其中44位員工以Qualysis動作分析儀與肌電量測儀(EMG)取得完整偏好設定值與身體相關部位施力之完整資料，並以上述偏好數據為基礎，評估利用可調式鍵盤架進行VDT電腦工作站之改善。

研究結果顯示，偏好設定在高度方面之設定值，會受起始設定位置之影響，螢幕尺寸對VDT電腦工作在桌高(鍵盤、滑鼠擺設高度)、螢幕置放高度與椅高之設定上並無顯著差異，但在螢幕至桌緣距離(對應至桌深、鍵盤架拉出深度與鍵盤擺放空間)等則有顯著差異。

在鍵盤架評估方面，可調式鍵盤架優於固定式鍵盤架。可調式鍵盤之穩定度是一重要影響因素。而在改善成效綜合方面，改善前後主觀身體不適BMPD值由31.7降至25.9。理學檢查結果也顯示改善後，有31.4%身體不適情況變好，遠高於變壞之比率11.0%，因此，整體改善成效是明顯可見的。

**關鍵詞：**電腦工作站、偏好設定、肌肉骨骼不適

#### Abstract

Grandjean (1983), Ong (1988) and Hsu and Wang (2000) et al. reported that fewer complaints were found with preferred workstation settings at an adjustable VDT

workstation than with the imposed settings from a general non-adjustable VDT workstation. However, the cost of the fully adjustable VDT workstation is not affordable for general companies and VDT users. Therefore, how to improve the non-fully adjustable VDT workstation based on the preferred setting data in a cost effective way may be a feasible alternative.

Subjective physical discomfort questionnaire and objective physical examination methods were used to screening out VDT users with musculoskeletal discomfort symptoms. Fifty-four employees out of 380 VDT users from a semiconductor manufacturing company were involved in this study. Complete preferred setting data and EMG data were measured for 44 subjects.

The results showed that height preferred settings such as keyboard and mouse heights were significantly influenced by initial settings of the adjustable VDT workstations in height. As for the distance preferred settings, screen size was significant factors.

Adjustable keyboard trays were better than fixed keyboard tray based on EMG data. For all the 54 subjects after utilizing the experiment keyboard trays based on preferred settings data for 3 months, their body mean physical discomfort (BMPD) index was found decreased from 31.7 to 25.9. Besides, the results of physical examination also showed that 31.4% of the subjects were improved. The rate is higher than the rate of those getting worse (11.0%)

**Keywords:** VDT workstation, Preferred settings, Musculoskeletal

disorders.

## 一、緣由與目的

國外許多研究報告顯示，可調式電腦工作站最能符合使用人員偏好設定，降低因電腦作業引起之肌肉骨骼不適問題，但由於可調式工作站設置成本太高，並沒有很多公司可做到，因此本研究計畫目的在於利用實驗用可調式工作站取得完整人員偏好設定值，並藉由改善工作站鍵盤滑鼠架配備之功能，在成本考量下使 VDT 工作站之設定能與可調式工作站功能相近，以評估利用鍵盤架改善 VDT 使用人員肌肉骨骼不適問題之成效。

## 二、研究方法

### 2.1 受試者篩選

受試者之篩選流程，第一階段由全廠各部門員工填寫問卷，問卷內容包含基本資料及工作概況調查、肌肉骨骼傷害自覺評量表，以及心理社會因素等三大部分。問卷回收共 345 份，在經過統計分析後，挑選出其中自覺症狀顯著之員工計 93 名，於第二階段接受職業病醫師診斷。93 名員工當中，若第二階段診斷症狀確實顯著者，再依個人意願及時間狀況，安排 44 位成為本研究之受試者（註 1）。受試者於實驗中，將由廠方協助其辦公室現場工作站之調整，同時優先提供評估後較佳的鍵盤架，以改善受試者在辦公室之 VDT 工作站作業環境。

本研究之受試者中男性 17 位、女性 27 位，年齡在 25 歲到 45 歲之間，平均為 31.4 歲，男性平均身高為 170.6 公分，平均體重為 67.1 公斤，女性平均身高為 160.3 公分，平均體重為 50.7 公斤。在該公司的年資介於 14 到 264 個月，該部門工作年資則介於 8 到 154 個月之間，平均年資則分別為 79.2 個月、51.5 個月。

若本研究將受試者依螢幕尺寸分為三群，即 14 吋、15 吋、17 吋及 CAD 工作站四群，各群受試者人數依次 16、10、9、9 位，其中男性、女性 14 吋為 5 及 11 位、

15 吋為 5 及 5 位、17 吋為 3 及 6 位及 CAD 為 5 及 4 位。為了確實評估 VDT 工作站的改善成效，受試者分群以辦公室實際電腦螢幕尺寸為依據。其中 CAD 工作站人員僅量測偏好數據，至於現場改善部份，因為其工作站為 L 型式置放，整體來說單元規格與偏好設定較接近，無須再利用鍵盤來改善，故不納入模擬工作站與後續改善研究中。

註一：因考慮成本需要及為瞭解自行設計鍵盤架功能，另選則 10 位人員進行自行設計鍵盤架試用，此 10 人不參與實驗量測，僅有主觀問卷及部份理學檢查資料。

### 2.2 實驗設備

本研究之實驗設備分成可調式工作站（如圖 1）與模擬工作站兩大部分（如圖 2）。可調式工作站所示，由可調式桌、椅組成，除座椅肘靠高度為分段式可調之外，其餘均為無段式可調。



圖 1 實驗用可調式工作站



圖 2 模擬工作站

本研究所使用的量測記錄儀器，計有動作分析儀 Qualisys，搭配的軟體為 QtracC、QtracV、肌電儀 (Noraxon USA Inc. 之產品 Telemyo，搭配軟體為 Myosoft)、數位捲尺、馬丁尺、雙臂式量角器、傾斜度量角器、攝影機、數位相機等數種，其

中動作分析儀及肌電儀需搭配電腦軟體使用，其他則以手工量測記錄數據。

### 2.3 實驗設計

本實驗之控制因子為實驗環境，包括實驗進行中之照度、濕度，和溫度。照度方面，將照明水準固定在 500lx（在 ANSI 100 建議範圍之內），室溫控制在  $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，濕度則約在 60% 左右。

實驗的自變項有：

- 電腦螢幕尺寸：有三種，即 14 吋、15 吋或 17 吋。
- 偏好設定實驗之可調式工作站起始位置：有兩種，即最低或最高。
- 模擬實驗之三種鍵盤架。（如下圖 3）




Type A 優美可調高低	Type B 優美固定高低	Type C 3M 可調高低
		

圖 3 實驗用鍵盤架

本實驗的依變項以量測記錄方式為依據做分類，共分成四大類，即姿勢參數（以動作分析儀為記錄工具，量測 8 個肢體角度，包括）、肌電圖（以肌電儀為量測記錄工具，量測 5 個與操作 VDT 相關的肌肉群之肌電訊號，5 個肌肉群分別為伸肌群、屈肌群、三角肌、提肩胛肌、斜方肌）、VDT 工作站設定參數、自覺不舒適程度問卷。

### 2.4 實驗流程

本實驗分成 3 部分，實驗前先請受試者閱讀實驗說明，並填寫實驗同意書。實驗第 1 部分為偏好設定實驗，共進行 2 次，2 次之可調式工位站起始位置分別隨機安排為最高或最低；第 2 部分為偏離設定實驗，也是進行 2 次，可調式工位站高度設定以第 1 部分 2 次偏好設定之平均值為準，隨機安排加高 10 公分或降低 5 公分；第 3 部分實驗為模擬現場實驗，以該半導體廠辦公室標準傢俱為實驗設備，並隨機

安排一組鍵盤架進行實驗，將螢幕高、鍵盤高設定在 2 次偏好設定實驗之平均值，完整實驗時間約為 2.5 小時。

### 2.5 量測與記錄方式

包括動作分析儀和肌電儀，在每一段各 10 分鐘的作業時間中，取 3 分鐘的數據做分析，為了能均衡反應 10 分鐘的情況，我們於第 3、第 6、第 9 分鐘同步量取各 60 秒的數據。其中動作分析儀的反光球黏貼位置，乃配合本實驗欲量測之肢體角度，共黏貼 11 個部位，分別為兩眉中心、外耳道、第七頸椎、肩峰、手肘、手腕中央、中指指節、髂棘、膝蓋、腳踝、螢幕中點，如圖 4 所示。



圖 4 動作分析儀反光球位置

量測時將動作分析儀之頻率調整為 10Hz，因此每一段實驗的每項角度參數都會有  $(3 \text{ 分鐘}) \times (60 \text{ 秒/分}) \times (10\text{Hz}) = 1800$  個數據，數據處理方式為濾掉每段前、後 5 秒不穩定的部分，求取其餘數據之平均數為該段實驗該角度之代表值。

肌電儀量測時之頻率為 200Hz，因此每段實驗的每個肌肉群會有相當多的數據，數據處理時先經過高通、低通濾波，除掉雜訊之後，將數據以 20 筆為單位做 RMS(均方根)處理，再去掉頭尾 5% 的不穩定數據，然後將數據每 100 筆做平均，將平均值排序，取中位數為代表值。我們以同樣方式處理最大自主收縮力 MVC(Maximum Voluntary Contraction)的數據，求出 MVC 值，最後將兩數值相除後取百分比成為 %MVC 值，後續即以此值做統計分析。

### 三、結果與討論

#### 3.1 電腦工作站偏好設定

實驗中經由儀器量測所蒐集的數據，包含 VDT 參數、姿勢參數，以及 EMG 參數三個部分，我們希望了解「螢幕尺寸」與「可調式工作站不同起始位置」對偏好設定各參數的影響情況。因此本研究採變異數分析法來探討各參數相對於螢幕尺寸及起始位置等因子，是否有統計上的顯著差異，檢定結果顯示，會因可調式工作站起始位置之不同而有顯著差異的變項，在 VDT 參數部分，有鍵盤高、螢幕高、椅高、左右肘靠高、腰靠高，及椅背傾斜角度等 7 項；在姿勢參數部分，則有 C7 高、肘高、眼睛至螢幕距離、視角、頸部角度、肘關節角度，及軀幹傾斜角度等 8 項；而 EMG 參數部分，則為提肩胛肌、斜方肌 2 項。我們將所有參數之平均值列於表 1，觀察表 1 的數據，可以發現整體而言，起始位置高的偏好設定與起始位置低的偏好設定比較起來，在高度參數部分均較高，而角度部分則較小，提肩胛肌、斜方肌的 EMG 值也都較小。

#### 3.2 鍵盤架評估

本研究的第二部分實驗—模擬實驗，採用實驗配合公司之標準規格辦公傢俱，搭配本研究的三種不同型式之鍵盤架 (type A、type B、type C)，將鍵盤高、螢幕高依該受試者之偏好位置 (起始位置高低平均值) 來設定並進行實驗，目的在了解何種型式的鍵盤架，其改善效果最佳。設定鍵盤高、螢幕高的方式，是先將螢幕桌板置於上述個人偏好設定的高度，再調整鍵盤架 (Type A 與 C)，使鍵盤高盡量達到偏好設定的高度。

我們希望了解在使用不同型式鍵盤架的情況下，受試者肌肉施力時 EMG 數值狀況。本節採用共變數分析法 (Analysis of Covariance) 來分析在可調工作站與模擬工作站中不同鍵盤架種類因子，EMG 參數是否有統計上的顯著差異，實驗依變數為 5 個 EMG 參數在模擬工作站數值，固定因子為鍵盤架種類，共變量為對應偏好設定實驗之兩組 EMG 參數。接著並針對「鍵盤架

種類」此一因子有顯著差異的項目做事後差異檢定 (Posteriori comparison) 分析結果如表 2 與圖 5 所示。

表 1 偏好設定及 EMG 數據

項目	單位	起始位置—低			起始位置—高			顯著差異
		平均值	5%	95%	平均值	5%	95%	
螢幕底部高	公分	69.60	63.34	77.93	74.46	66.88	83.40	**
鍵盤高	公分	62.25	58.38	69.05	66.12	60.03	72.78	**
椅高	公分	39.20	37.75	43.13	41.06	38.48	45.20	**
右肘靠高	公分	63.04	59.75	69.05	66.54	59.68	72.58	**
左肘靠高	公分	63.08	60.04	69.95	66.81	60.58	72.90	**
腰靠高	公分	63.66	56.60	68.16	65.48	56.28	71.20	**
椅背傾斜角度	度	99.54	91.10	113.5	96.55	91.50	106.2	*
眼高	公分	109.17	99.86	130.0	110.16	102.75	118.4	*
C7 高	公分	93.71	90.43	105.2	98.98	89.70	106.3	*
肘高	公分	64.00	60.15	70.67	67.06	60.15	73.70	**
眼睛至螢幕距離	公分	59.59	50.35	74.8	60.45	46.75	77.63	
眼睛至鍵盤距離	公分	53.76	47.55	62.60	51.88	45.00	59.75	**
視角	度	14.89	9.18	20.85	12.62	5.62	19.71	**
頸部角度	度	38.70	24.91	52.18	38.78	25.14	54.41	**
肩部屈曲角度	度	37.66	18.78	64.47	37.58	20.03	58.51	*
軀幹角度	度	99.19	92.62	108.1	100.18	90.66	112.15	*
肘關節角度	度	117.63	102.8	131.7	113.94	96.92	132.3	*
伸肌群	%MVC	2.00	-	-	1.79	-	-	
曲肌群	%MVC	0.67	-	-	0.55	-	-	
三角肌	%MVC	0.64	-	-	0.79	-	-	
提肩胛肌	%MVC	2.15	-	-	1.42	-	-	**
斜方肌	%MVC	4.32	-	-	3.34	-	-	**

表 2 不同型式鍵盤架之邊際平均 %MVC 值

	EMG 值 (%MVC)						顯著差異
	優美可調式		優美固定式		3M 可調式		
	邊際平均	標準差	邊際平均	標準差	邊際平均	標準差	
伸肌群	3.44	0.008	3.50	0.009	1.68	0.009	
屈肌群	1.02	0.003	2.40	0.004	0.68	0.004	P<0.05
三角肌	1.75	0.010	1.99	0.010	0.97	0.009	
提肩胛肌	2.77	0.008	3.25	0.009	2.76	0.01	
斜方肌	4.43	0.029	9.25	0.033	3.96	0.035	

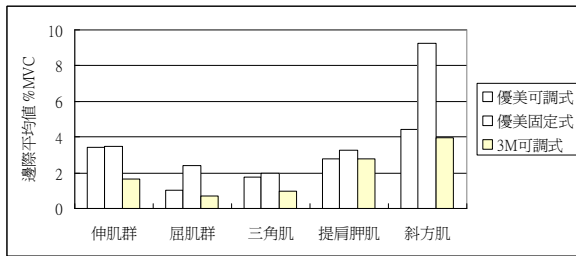


圖 6 不同型式鍵盤架之邊際平均% MVC 值

由圖 5 可看出，在依據偏好設定來架設此三款鍵盤架之情況下，若以對應偏好設定實驗之兩組 EMG 參數共變量，雖然只有在屈肌群之值有顯著差異，但可看出三種鍵盤架之邊際平均% MVC 以 3M 可調式最優，優美可調式次之，優美固定式最差。

分析其原因，可發現在「螢幕高與鍵盤高差異」一項，這部分在 type B (優美固定式) 是固定不可調的 (11 公分)，其餘兩款皆為可調 (type A (優美可調式) -3~11 公分, type C (3M 可調式) -2~16.5 公分)。如前所述，實驗人員在設定高度時，是以螢幕高度為準來設定桌板高度，再依螢幕高減鍵盤高的數值來調整鍵盤架位置；而此參數的偏好設定值為 8.1 公分，因此 type B 的「螢幕高減鍵盤高」參數明顯過大，type A 和 type C 則都能夠調到符合偏好設定的位置。此參數的差異同時也造成鍵盤高度的不同，在事後檢定表中，type A、type C 與偏好設定為同一群，type B 的鍵盤高則顯著偏低。

### 3.3 現場改善成效評估

本研究第三階段為依據前述評估之偏好數據，利用鍵盤架等來進行現場改善。由於優美固定式鍵盤架之規格與偏好值差異大，EMG 評估值也顯示其效果最差，因此在後續改善時，講捨棄此型式鍵盤架，改以另一優美可調鍵盤架代替 (如下圖 6)，且在成本考量下，並以另外 10 位同仁，利用另一依據第二階段偏好數據所設計之加寬固定式鍵盤架 (如下圖 7)，進行試用與後續評估。



圖 6 優美可調



圖 7 改良式固定鍵盤

我們首先計算每個人主觀之身體平均不舒適程度指數 (Body Mean Physical Discomfort Index, BMPD Index)，然後利用配對 T 檢測 (Pair t-test) 分別檢測不同型式鍵盤架改善前後之差異。分析結果顯示原先肌肉骨骼疼痛問題較嚴重 ABC 三組人員，經改善後，除了 A 組使用優美可調 (I) 鍵盤架人員 BMPD 值無明顯變化外，B 組使用優美可調 (II) 與 C 組使用 3M 可調鍵盤架人員之 BMPD 值均有明顯降低，但未達 0.05 之顯著水準，至於 D 組使用優美加寬固定型鍵盤架人員，其原本 BMPD 值就較低，代表當初這些人之肌肉骨骼疼痛問題較 A、B、C 三組人員來得輕微，其使用鍵盤架後，BMPD 值些微上昇，但未達顯著水準。

理學檢查結果分析，數據主要來至理學檢查與主觀不適問卷之症狀，理學檢查方法主要參考 Hale (1994) 所使用之方法，此方法也被 NIOSH 引用為標準分析方法。我們綜合理學檢查與主觀不適問卷之症狀，將參與實驗人員個別身體部位依據改善結果歸類為「變好」、「不變」與「變壞」三類，綜合來看，改善後「變好」之比例 (33.4%) 遠高於「變壞」比率 (11.1%)，但「不變」之比率也高達 55.5%，這有可能是因為試用時間不夠長，而且還有其他未改善之因素如「心理社會因素」所造成之壓力。因此若綜合 BMPD 值與理學檢查結果來看，整體改善成效是明顯可見的。

## 四、綜合結論與建議

在偏好設定數據分析方面，本研究收集了 44 位人員之偏好設定資料，統計上已足夠作為設定參考依據，數據結果顯示，偏好設定在高度方面之設定值，會受起始設定位置之影響，因此每個人在高度方面

如鍵盤滑鼠高度、螢幕置放高度與椅高應是一個範圍數據。另外在螢幕大小影響方面，經 ANOVA 分析量測數據顯示，螢幕尺寸（PC 14、15、17 吋、CAD21 吋）對 VDT 電腦工作站在桌高（鍵盤、滑鼠擺設高度）、螢幕置放高度與椅高之設定上並無顯著差異，但在螢幕至桌緣距離（對應至桌深、鍵盤架拉出深度與鍵盤擺放空間）等則有顯著差異，此結果顯示除了桌子深度（含鍵盤架拉出深度）外，此四種 VDT 電腦工作站應可適用相同之設計規範。

而在鍵盤架改善成效評估方面，綜合來看，若不論購買成本，3M 可調式是最佳選則，優美可調 I 次之，優美固定式排名第三，優美可調 II 排名最後。

由主觀身體不適 BMPD 值來看，改善前後 BMPD 值由 31.7 降至 25.9。理學檢查結果也顯示改善後，有 31.4% 身體不適情況變好，遠高於變壞之比率 11.0%，因此若綜合 BMPD 值與理學檢查結果來看，整體改善成效是明顯可見的。

## 五、參考文獻

- [1] 毛義方、黃如璋、陳美蓮、周清光等，1996。電腦終端機作業人員疲勞及生理狀況研究，行政院勞委會勞研所。
- [2] 王茂駿、許文信，1998。華邦電子公司電腦作業評估改善計畫期末報告，新竹。
- [3] ANSI/HFS 100- 1988, 1988. American National Standard for Human Factors Engineering of Visual Display Terminal Workstations. Published by The Human Factors Society, Inc.
- [4] Bergqvist, U., Wolgast, E., Nilsson, B. and Voss, M., 1995. Musculoskeletal disorders among visual display terminal workers: Individual, ergonomic, and work organizational factors, *Ergonomics* 38, 763-776.
- [5] Burgess-Limerick, R., Plooy, A., and Ankrum, D. R., 1998. The effects of imposed and self-selected computer monitor height on posture and gaze angle. *Clinical Biomechanics* 13, 584-592.
- [6] Grandjean, E., Hünting, W. and Pidermann, M., 1983. VDT workstation design: preferred settings and their effects, *Human Factors* 25, 161-175.
- [7] Grandjean, E., 1984. Postural problems at office machine work stations. *Ergonomics and Health in Modern Offices*. Taylor & Francis, London, 445-455.
- [8] Grandjean, E., 1987. *Ergonomics in computerized office*. Taylor and Francis, London.
- [9] Hales, T., Sauter, S., Peterson, M., and Bernard, B., 1992. Upper extremity musculoskeletal conditions among VDT users in a telecommunications company. In H. Luczak, A. Cakir. & G. Cakir (Eds.), *Abstracts book: Work with display unit WVDU'92 (P.D-14)*. Berlin: technische Universität Berlin.
- [10] International Organization for Standardization. 1992. ISO 9241-3 Ergonomics Requirements for Office Work with Display Terminals (VDTs) –Part 3: Visual Display Requirements. Switzerland.
- [11] International Organization for Standardization. 1993. ISO 9241-6 Ergonomics Requirements for Office Work with Display Terminals (VDTs) –Part 6: Environmental Requirements.
- [12] International Organization for Standardization. 1994, August. ISO 9241-9 Ergonomics
- [13] Jaschinski, W., Heuter, H. and Kylian, H., 1998. Preferred position of visual displays relative to the eyes: a field study of visual strain and individual differences, *Ergonomics* 41, 1034-1049.
- [14] Kroemer, K. H. E., 1996. Ergonomic design of the computer workstation, In *Proceeding of the 4th Pan Pacific Conference on Occupational Ergonomics in Taipei*.
- [15] National Institute for Occupational Safety and Health 1998. VDTs are safe. S. L. Smith.
- [16] Ong, C. N., Koh, D., Phoon, W. O. and Low, A., 1988. Anthropometrics and display station preferences of VDU operators, *Ergonomics* 31, 337-347.
- [17] Wang, E. M. Y., Wang, M. J., Yeh, W. Y. Shih, Y. C. and Lin, Y. C., 1999. Development of anthropometric work environment for Taiwanese workers, *International Journal of Industrial Ergonomics* 23, 3-8.

