

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

線上遊戲人員長時間操作之肌肉骨骼不適與肌肉負荷評估

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2213-E-039-004-

執行期間：93年08月01日至94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

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 9 月 29 日

中文摘要

線上遊戲(On-line Game)近年來蔚為風潮，依據資策會 ACI-FIND 公佈之資料顯示，線上遊戲市場在 2003 年 10 月份達到 288 萬不重複造訪人次，其中以 16 歲至 24 歲學生為主力族群。許多以往研究顯示，肌肉骨骼不適 (musculoskeletal disorders, MSDs) 盛行率在電腦作業使用者中相當高，而線上遊戲屬於電腦作業的一種，其主要操作介面為滑鼠，Cooper 等在 1998 年研究報告指出，長時間使用滑鼠之作業(如線上遊戲)，對手部肌肉負荷的潛在風險有可能會高於一般 VDT 電腦作業，因此本研究針對國內線上遊戲主要族群，即高中生與大學生，以問卷方式，調查其主觀肌肉骨骼不適之盛行率與相關可能風險因子之暴露狀況，並於實驗室中，利用肌電儀 (sEMG) 與動態多軸量角器 (dynamic multi-axis goniometer)，在控制偏好設定之狀況下，以一般上網作業為對照組，評估其上肢肌肉負荷、操作姿勢與重複按鍵頻率等問題。

研究結果顯示，是否有打電玩並非為造成國內電玩遊戲族群主觀肌肉骨骼不適之唯一因子，其它如是否打工、是否執行其它電腦作業亦是顯著的風險因子。綜合來看，打電玩族群在其右手腕之肌肉骨骼不適盛行率 (32.2%) 顯著高於沒有打電玩族群 (21.9%)，而且長時間打電玩者(每週玩三次，每次兩個小時)其右手腕之肌肉骨骼不適勝算比甚至可達 1.70，可見右手腕應是電玩作業所引起肌肉骨骼不適風險最高的部位。

進一步比較電玩作業與對照之上網作業之肌肉負荷，我們可以發現電玩作業其每分鐘按鍵頻率為 60 次是一般上網作業每分鐘 5.4 次之 11 倍，電玩作業在負責按鍵頻率之屈指肌與負責手腕伸展動作的伸腕肌，其 %MVC 分別為 2.62% 與 5.62% 亦顯著高於對照之上網作業 1.61% 與 4.61

%，在操作姿勢因子方面我們也發現電玩作業之手腕尺偏與橈偏角度之 50 百分位與 90 百分位值 (尺偏 10.5 度，17.4 度；橈偏 3.4 度，7.3 度) 均顯著高於一般上網作業之橈尺偏值，而且電玩作業之手腕伸展角度 (34.9 度) 亦顯著高於一般上網作業之 31.3 度。此結果可能與電玩作業需要保持較大伸腕角度以進行快速按鍵及以較大橈尺偏角度來轉換視角之作業特性有關。

因此若未來電玩遊戲在設計操作介面時，應以朝向減少玩家的按鍵頻率，與改善橈尺偏方向進行，例如改善介面，以使玩家不必藉由重複橈尺偏動作即可轉換視角的方式，或是把轉換遊戲視角指令設定於鍵盤按鍵上，使玩家可以利用左手負責遊戲的視角轉換。

關鍵詞：線上遊戲，肌肉骨骼不適，姿勢，肌肉負荷

Abstract

On-line games have become more and more popular since 1990. According to reports from Institute for Information Industry of Taiwan, there were more than 2.88 million different users played on-line games during October, 2003 in Taiwan. Among them, students from senior high schools and universities were the major user groups.

The prevalence rates for musculoskeletal disorders (MSDs) among VDT users were high according to previous researches. On-line game is one kind of VDT task which usually using mouse as the main inputting device. Cooper (1998) showed that higher muscular load was observed whilst using a computer mouse compared with using a keyboard. Therefore, this study aimed to explore the subjective

MSDs prevalence of the main on-line game users and assessed the associated risk factors in the laboratory by employing general internet browsing task as the control.

Results showed that playing on-line game is not the only risk factor associated with the subjective discomfort problems for the main on-line game users of Taiwan. The other risk factors such as part-time work, general VDT task were also significant risk factors. It was observed that the subjective musculoskeletal discomfort rate on the right wrist for on-line game users (32.2%) was significantly higher than that of the non-on-line game user (21.9%). For long-time on-line game user (playing more than 3 times per week and more than 2 hours each time), the subjective discomfort odd ratio on the right wrist was 1.70 compared with the other users.

Further results of the laboratory experiments showed that the average mouse clicking rate for the experiment on-line game task (60 times/min) was 11 times of the controlled internet browsing task (5.4 times/min). For on-line game task, the %MVC value for the right flexor digitorum superficialis (2.62%), which is responsible for clicking mouse, and the right extensor carpi (5.62%), which is responsible for forearm flexion, were found significantly higher than those of the control task (1.61% and 4.61%). Besides, on the right wrist, the 50ile and 90ile ulnar and radial deviation of the on-line game task (ulnar 10.5 and 17.4 degree, radial 3.4 and 7.3 degree) were found significantly higher than those of the controlled task. Significant right wrist extension angle for on-line game task was also observed compared with the internet browsing task. It was concluded that all the

above adverse effects were associated with the characteristics of on-line game tasks. The on-line game users may maintain a larger right wrist extension angle for rapid mouse clicking movements and employing larger and high frequency of wrist ulnar and radial deviation movements for changing the 3D viewing angle.

In conclusion, we suggest that the operating interface of the on-line game should be designed to reducing the mouse clicking frequency and ulnar and radial deviation movements. A long-pressing for continual clicking movements design may be a possible alternative. Besides, replacing the view angle changing button from the mouse to the keyboard and operated by the left hand may also reduce the wrist radial and ulnar deviation problems. Recently, some specific mice designed for on-line game with high optical resolution which may result in more rapid movements by smaller wrist movement may also reduce the wrist ulnar and radial deviation problems. Further studies are needed for proving the above alternatives.

Keywords: On-line Game, Musculoskeletal Disorders (MSDs), Posture, Muscular Load

一、研究背景與目的

線上遊戲(On-line Game)自 90 年代開始萌芽以來，近年來已蔚為風潮，依據資策會 ACI-FIND (Focus on Internet & Data)[1] 公佈之資料顯示，截至 2003 年 9 月底止，我國寬頻用戶達到 270 萬戶，較上一季增加 24 萬戶，成長率達 10%。許多以往研究顯示，肌肉骨骼不適 (Musculoskeletal Disorders, MSDs) 盛行率在 VDT 電腦作業使用者中相當高 (Sauter et al., 1991; Bernard, 1991; Hsu

and Wang, 2001), Hsu and Wang 在 2001 年對國內某半導體廠桌上型 PC 使用者之研究顯示, 超過 42% 人員有主觀之上肢肌肉骨骼不適問題, Hale (1994) 研究亦顯示有超過 22% 受研究之通訊業電腦使用人員有生理學檢查之肌肉不適問題。

線上遊戲多使用桌上型電腦上, 因此亦是電腦作業一種, 其主要操作介面為滑鼠, 搭配較小比例之鍵盤使用, Cooper 等在其 1998 年研究報告指出, 比較使用鍵盤跟滑鼠的手部肌肉負荷, 可發現手部有部分肌肉在使用滑鼠所承受的肌肉負荷比在使用鍵盤時要來的大, 因此可推論長時間使用滑鼠之作業 (如線上遊戲) 對手部肌肉負荷的潛在風險有可能會高於一般 VDT 電腦作業。

因此本研究分兩階段進行, 第一階段先針對目前國內主要線上遊戲族群, 即高中生與大學生, 以問卷方式進行調查, 以瞭解其主觀肌肉骨骼不適之盛行率與相關可能風險因子暴露狀況, 第二階段於實驗室中, 以操作滑鼠的上肢肌肉群為主, 探討玩線上遊戲時的肌肉負荷與上肢姿勢角度, 並根據實驗結果提出相關建議, 以預防及減少因玩上線遊戲而造成的肌肉骨骼不適。

二、研究方法

2.1 問卷受測者與受試者

由於國內主要電玩人口族群為高中及大專院校學生, 因此本研究問卷受測者以台灣中部高中與大學學生為主要對象, 進行問卷抽樣調查, 問卷隨機發出 1047 份, 回收 650 份, 回收率為 62.08%, 在? 除無效問卷後, 有效問卷共 546 份, 有效問卷比率為 52.14% (546/1047)。在有效問卷中, 高中學生共 116 位, 大專院學生共 420, 有十位無填學歷及年齡, 男生為 276 位, 女生為 262 位, 有 9 位無填性別, 其男、女生比例約為 1:1。訪查對象平均年齡 20.04 歲, 標準差為 2.65 歲。

在第二階段實驗中, 受試者對象主要為 30 位醫學院的學生, 皆為男生, 平均年齡 22.67 歲(標準差 1.18), 平均身高 172.8 公分(標準差 5.19)。

在篩選時, 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 國內主要線上遊戲族群肌肉骨骼不適調查問卷

本研究所使用調查問卷內容共分為三部分, 包括為個人基本資料、電玩玩家特性調查及主觀肌肉骨骼不適症狀, 其中個人基本資料包括可能影響肌肉骨骼疼痛的因子, 如運動種類及習慣、是否打工與打工內容以及使用電腦的習慣等, 而電玩玩家特性調查則針對玩家的遊戲機台種類、操作介面、電玩時間及休息時間與其頻率進行了解, 在主觀肌肉骨骼不適症狀評估上, 採用結合採用北歐肌肉骨骼不適問卷(NMQ)及美國 NIOSH 方法, 以了解受訪人員的身體各部位的肌肉骨骼不適之過去三個月的主觀不適頻率、嚴重程度、症狀持續時間及是否影響日常學業、工作等。

2.3 儀器與量測方法

本實驗所使用的量測記錄儀器, 計有

肌電儀、動態雙軸量角器 (twin-axis goniometer)、一個自行撰寫之滑鼠敲打次數之背景監控程式、可調式電腦工作站及攝影機、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。量測時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。本實驗所使用的電極種類，是鍍氯化銀的銀版，肌電儀的採樣頻率為 1000Hz，高低濾波分別為 1000Hz 及 10Hz。在實驗進行前，先量測四個受測肌肉放鬆時的最大自主收縮 (maximal voluntary contraction, MVC) 肌肉電位，分別連續紀錄 5 秒，取其原始數據，由小至大排序後，取其前 50% 為肌肉放鬆的參考電位。後量測肌肉最大自主收縮電位，由小至大排序後，為其後 50%。做均方根 (root mean square, RMS) 處理，而後以最大自主收縮 RMS 減去肌肉放鬆 RMS 得到的值最為此肌肉的 MVC 值。實驗時共量測四組肌肉群，包括有：

- (1). 右手屈指淺肌：其功能主要是要彎屈手指或彎屈整個手部，在操作滑鼠時主要是手部抓住滑鼠及手指敲打滑鼠
- (2). 右手伸腕肌：其功能主要是要伸腕及輔助外展手腕動作
- (3). 右肩三角肌：其功能主要是彎曲肱骨，如在操作滑鼠時，手臂之外展動作
- (4). 右上斜方肌：其主要功能為舉高肩胛骨和肩膀以利上臂移動。

在本研究的上肢姿勢角度量測，是採用三組 Biometrics 的角度動態雙軸量角器，有兩種型號，x-65 及 x-110，如下圖一所示，x-65 為量測手腕橈尺偏及伸腕角度 (使用雙軸)，x-110 為量測手肘關節角度及頸部彎曲角度 (使用單軸)，量測數據接收到 Biopac 的訊號放大器與接收器如圖 3-3，並利用訊號傳輸把姿勢數據同步

傳輸至 ADInstruments 的訊號主機以傳送到電腦，動態雙軸量角器量測採樣頻率為每秒為 1000 筆。



圖一：雙軸動態量角器 (左邊為 x-65，右邊為 x-110)

本研究所量測身體姿勢參數角度有頸部彎曲角度 (neck flexion angle)、右手肘關節角度 (right elbow angle)、右手腕橈尺偏角度 (right wrist ulnar/radial angle)，說明如下：

- (1) 頸部彎曲角度：以頭部第七頸椎為中心點，動態雙軸量角器的一端感應器貼於頸部，另一端貼於背部。
- (2). 右手肘關節角度 (right elbow angle)：以肱骨上踝為中心點，動態雙軸量角器的一端感應器貼於上臂，另一端貼於前臂。
- (3). 右手腕橈尺偏角度 (right wrist ulnar/radial angle)：以尺骨莖突和橈骨莖突為中心點，以第三掌骨為基準

動態雙軸量角器角度校正方式，是參考 Jonsson 等人的文獻製作而成角度矯正儀器 (Calibration Fixture) 如下圖二所示，其製作方式為利用兩塊木板及可三百六十度旋轉的鐵片及靜態馬丁尺所組成，然而在上面劃以手掌中指為基準線，在尺偏及橈偏三十度，各劃一條，主要是在校正手腕的橈尺偏，而靜態馬丁尺主要的功能在校正手腕伸展的角度。



圖二：角度矯正儀器

本實驗所使用之滑鼠敲打次數之背景監控程式是利用 Microsoft Visual Basic 6.0 在監控電腦輸入裝置自行開發出來，可以記錄操作電腦時鍵盤及滑鼠的敲擊次數。本實驗所使用之可調式電腦工作站包括可調整椅高、扶手高度、椅背高度與傾斜度之人體工學座椅與可手動調整桌面高低之電腦桌。

在自覺不舒適症狀問卷評估上，受測者於完成實驗作業後，以自身觀的主觀感受，選出身體最不舒適或最疲勞的部位。其不舒服以程度分為 10 分，最低為 0 分，最高為 10 分。

2.4 實驗作業

本研究之實驗作業包括線上電玩遊戲及對照之一般上網作業，本實驗的電玩遊戲是採用的是微軟公司出版的末日危城：亞蘭納傳奇(dungeon siege: legends of aranna)，選取本款遊戲的原因為下，本款遊戲是以 3D 第三人稱來進行的 ARPG 遊戲，遊戲進行模式及方法與現今大多數線上遊戲相似。然而本款遊戲有單機版，可以不必連上網路，而改採取單人依故事模式進行，主要是為了讓遊戲的流暢度及不受到網路不順暢或斷線的因素，造成實驗數據偏差。而在對照之上網作業方面，由於現今人們上網的人口逐年的增加，而上網時，是以瀏覽網頁為大多數，所以本實驗選選取的是國內常被使用的入口網站，在此作業中滑鼠的使用方式主要為利用滑鼠滾輪執行網頁上、下移動，而滑鼠左右按鍵是點選閱讀文章標題。

2.5 實驗設計與分析

在主觀肌肉骨骼不適與風險因子之關聯性分析，主要使用的統計方法為二元邏輯式迴歸以及卡方檢定，在比較電玩作業與對照之上網作業時，我們是先檢定數據是否符合常態分配，再視情況進行配對 T 檢定(pair-t test)或無母數檢定(Wilcoxon test)以進行分析，本研究所使用的統計軟體為 SPSS 10.0。

三、實驗結果

3.1 國內主要線上遊戲族群肌肉骨骼不適調查問卷結果

我們將國內主要電玩族群，依據是否有玩電玩分為兩族群，並將其主觀肌肉骨骼不適盛行率整理如表一所示，由表一可以發現有打電玩的族群只有在右手腕部位之主觀肌肉骨骼不適盛行率顯著較高($p < 0.05$)，而未打電玩族群則明顯在左、右肩及下肢肌有明顯較高的肌肉骨骼不適盛行率($p < 0.05$)，至於其它部位並沒有顯著差異。

由表一可以發現是否有打電玩並可能非造成國內主要電玩族群肌肉骨骼不適的唯一因子，應該還有其它相關風險因子，因此我們將國內主要電玩族群之肌肉骨骼不適其它可能的風險因子，如性別、運動習慣、是否打工、常打電腦及長時間打電玩一併納入評估，與 20 個身體部位肌肉骨骼不適症狀進行邏輯式回歸分析，分析結果整理如表二所示。

表一 打電玩族群與對照組之主觀肌肉骨骼不適盛行率（人數，百分比）

身體部位	沒打電玩 (n=201)	打電玩 (n=345)	Pearson 卡方 (p-value)
眼睛	128 (63.7%)	245 (71.0%)	0.076
頸部	129 (64.2%)	220 (63.8%)	0.923
左肩	103 (51.2%)	121 (35.1%)	<0.001
右肩	115 (57.2%)	162 (47.0%)	0.021
上背	59 (29.4%)	94 (27.2%)	0.597
左手肘	25 (12.4%)	31 (9.0%)	0.200
右手肘	39 (19.4%)	75 (21.7%)	0.517
左手腕	23 (11.4%)	43 (12.5%)	0.724
右手腕	44 (21.9%)	111 (32.2%)	0.010
下背	42 (20.9%)	58 (16.8%)	0.234
左臀	32 (15.9%)	42 (12.2%)	0.217
右臀	33 (16.4%)	37 (10.7%)	0.055
左膝	26 (12.9%)	27 (7.8%)	0.052
右膝	26 (12.9%)	27 (7.8%)	0.052
左踝	21 (10.4%)	31 (9.0%)	0.575
右踝	19 (9.9%)	37 (10.9%)	0.637
上肢	155 (77.1%)	272 (78.8%)	0.638
下肢	66 (32.8%)	77 (22.3%)	0.007
背部	78 (37.3%)	118 (34.2%)	0.463
全身	162 (80.6%)	283 (82.0%)	0.678

由表二我們可以發現眼睛不適與常打電腦有相關；頸部與性別、常打電腦有相關；左肩與性別、常打電腦有相關；右肩與性別、常打電腦有相關；上背與性別、打工、常打電腦有相關；左手腕與常打電腦有相關；右手腕與長時間打電玩有關；下背與性別、常打電腦有相關；左臀、右臀、右膝、左踝及右踝與性別有相關。然而我們發現女性在頸部、肩膀、背部、臀部、右膝及腳踝的肌肉骨骼不適症狀比男性高且達到顯著水準，至於運動習慣則未在任何一身體部位達到顯著水準。

綜合來看，上肢與性別、常打電腦風險因子有相關；下肢與性別險因子有相關；背部與性別、是否打工、常打電腦風險因子有相關；全身與性別及長時間玩打電玩等因子有相關

3.2 電玩與對照上網作業之肌肉負荷與姿勢實驗結果

首先我們針對電玩作業與對照之上網作業之上肢肌肉負荷進行配對檢定，結

果顯示執行線上電玩作業時，右屈指肌及右伸腕的肌肉負荷比對照組之一般上網作業大，分別為 2.62% 和 5.62%，且達統計的顯著，如表三所示。

表三：作業類別對肌肉負荷之影響 (n=30)

肌肉群 (%MVC)	電玩作業 (Mean ±SD)	上網作業 (Mean ±SD)	pair-t (p-value)
右屈指肌	2.6 ± 1.1	1.6 ± 1.1	<0.001
右伸腕肌	5.6 ± 2.3	4.6 ± 1.9	<0.001 ^a
右肩三角肌	0.9 ± 0.5	0.8 ± 0.5	0.066 ^a
右斜方肌	3.3 ± 1.9	2.9 ± 1.8	0.186

註：^a Shapiro-Wilk 常態性檢定未達顯著，採用 Wilcoxon Z test 檢定結果

其次針對電玩作業與上網作業之上肢作業姿勢進行比較，結果如表四所示，由表四可以發現電玩作業橈偏第十百分位及第九十分位，手腕橈偏的第五十分位及第九十分位來的比上網作業大，且達到統計顯著，另外電玩作業手腕的伸展角度、及手肘的角度比一般上網作業大，分別為 34.88 度及 146.96 度，且達到統計上的顯著。

表四不同作業類別之上肢姿勢角度差異 (n=30)

手腕橈尺偏角度	電玩作業 (Mean ±SD)	上網作業 (Mean ±SD)	pair-t (p-value)
手腕尺偏			
10 th ile	5.0 ± 5.2	6.1 ± 5.7	0.029
50 th ile	10.5 ± 6.7	10.0 ± 6.4	0.433
90 th ile	17.4 ± 8.2	14.4 ± 7.0	0.002 ^a
手腕橈偏			
10 th ile	0.8 ± 0.6	0.7 ± 0.8	0.208
50 th ile	3.4 ± 1.7	2.0 ± 1.4	<0.001
90 th ile	7.3 ± 3.2	4.2 ± 2.2	<0.001 ^a
手腕伸展	34.9 ± 5.4	31.3 ± 4.92	<0.001
手肘彎曲	147.0 ± 10.0	143.0 ± 9.7	0.054
頸部前傾	14.1 ± 12.0	15.3 ± 11.3	0.245

註：^a Shapiro-Wilk 常態性檢定未達顯著，採用 Wilcoxon Z test 檢定結果

表二 主觀肌肉骨骼不適與相關風險因子的邏輯式回歸結果 (odds ratio, range)

身體部位	相關風險因子			
	性別	是否打工	常打電腦	長時間打電玩
個別部位				
眼睛			1.77** (1.15-2.71)	
頸部	0.62** (0.41-0.93)		1.51* (1.00-2.26)	
左肩	0.39*** (0.26-0.58)		1.65* (1.11-2.45)	
右肩	0.44*** (0.30-0.65)		1.70** (1.15-2.52)	
上背	0.59* (0.38-0.91)	1.50* (1.01-2.22)	1.68* (1.11-2.55)	
左手肘				
右手肘				
左手腕			1.92** (1.12-3.31)	
右手腕				1.70* (1.08-2.70)
下背	0.58* (0.35-0.96)		1.71* (1.07-2.76)	
左臀	0.50* (0.28-0.88)			
右臀	0.43** (0.24-0.78)			
左膝				
右膝	0.50* (0.26-0.95)			
左踝	0.38** (0.19-0.79)			
右踝	0.47* (0.24-0.90)			
綜合部位				
上肢	0.50** (0.30-0.80)		1.62* (1.00-2.63)	
下肢	0.62* (0.40-0.97)			
背部	0.58** (0.38-0.87)	1.47* (1.01-2.12)	1.75** (1.18-2.59)	
全身	0.41*** (0.25-0.71)		1.92* (1.13-3.27)	

註：***P<0.001 **P<0.01 *P<0.05

3.3 電玩與對照上網作業之按鍵頻率比較

針對電玩作業與上網作業之的每分鐘敲打滑鼠頻率進行比較,可以發現電玩作業敲打滑鼠頻率(59.42次)比一般上作業(5.39次)高,且達統計上顯著。

3.4 電玩作業與對照上網作業主觀自覺不適比較

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。表五列出一般上網作業與線上電玩作業之主觀自覺不適，由表五可以發現，上網作業的主觀自覺不適在眼睛與頸部方面不舒服程度顯著比電玩作業高，而在右手腕部份，電玩主觀自覺不適程度比一般上網高，但未達顯著水準。

表五 電玩作業之肌肉負荷與姿勢實驗主觀不適(median, range, n=30)

身體部位	上網作業	電玩作業	Wilcoxon Z test (p-value)
眼睛	3 (0-7)	0.5 (0-5)	0.012*
頸部	3 (0-6)	1 (0-5)	0.009**
左肩	0 (0-5)	0 (0-2)	0.053
右肩	1 (0-7)	1 (0-7)	0.662
上背	1 (0-5)	1 (0-3)	0.196
左手肘	0 (0-2)	0 (0-3)	0.414
右手肘	0 (0-10)	0 (0-7)	0.798
左手腕	0 (0-2)	0 (0-3)	1.000
右手腕	1 (0-10)	2 (0-7)	0.775
下背	0 (0-5)	0 (0-5)	0.607
左臀	0 (0-4)	0 (0-5)	0.675
右臀	0 (0-4)	0 (0-5)	0.631
左膝	0 (0-2)	0 (0-4)	0.414
右膝	0 (0-2)	0 (0-3)	0.564
左踝	0 (0-1)	0 (0-1)	0.317
右踝	0 (0-4)	0 (0-2)	0.414

四、討論

由表一我們可以發現國內 16 至 24 歲之主要電玩族群，不論是否有打電腦其綜合之上肢主觀不適比率均在 77%-78%之間，而背部則在 34%-37%，進一步分析可能風險因子可以發現，是否有打電玩並非為造成國內電玩遊戲族群主觀肌肉骨骼不適之唯一因子，其它如性別、打工與執行其它電腦作業其它亦是顯著的風險因子（表二），其中值得注意的是有打電玩族群在右手腕之肌肉骨骼不適盛行率（32.2%）顯著高於沒有打電玩族群（21.9%）（表一），而且長時間打電玩者其右手腕之肌肉骨骼不適勝算比甚至可達 1.70（表二），可見右手腕應是電玩作業引起肌肉骨骼不適風險最高的部位，值得進一步探討。

若進一步比較電玩作業與對照之上網作業之肌肉負荷，我們可以發現電玩作業其每分鐘按鍵頻率為 60 次是一般上網作業每分鐘 5.4 次之 11 倍，電玩作業在負責按鍵頻率之屈指肌與負責手腕伸展動作的伸腕肌，其%MVC 分別為 2.62%與 5.62%亦顯著高於對照之上網作業 1.61%與 4.61%（表三）。

在操作因子姿勢方面我們也發現電玩作業之手腕尺偏與橈偏角度其平均之 50 百分位與極端之 90 百分位值（尺偏 10.5 度，17.4；橈偏 3.4 度，7.3 度）均顯著高於一般上網作業之橈尺偏 50 百分位與 90 百分位之值（尺偏 10.0 度，14.3 度；橈偏 2.0 度，4.16 度）（表四），醫學上之研究指出如果手腕長時間尺偏超過 15 度時會造成手腕過度負荷（27），本研究數據顯示電玩作業其 90 百分位尺偏值為 17.4 度，明顯高於醫學上之危險值，這是造成電玩人員手腕高度不適主因。另外由表四也可發現電玩作業之手腕伸展角度（34.9 度）與手肘角度（146.9 度）均顯著高於一般上網作業之 31.32 度與 143.0 度。

上述結果可能與電玩作業之特性有關，由於電玩玩家需進行快速與高頻率之按鍵動作，因此電玩玩家會保持在較大伸腕角度，另外由於電玩遊戲為 3D 立體模式，玩家需要經常轉動視角與前進方向，因而需要頻率較高的橈尺偏動作，本研究所採取電玩作業其視角轉換方式有兩種，包括把游標移動至視窗左、右邊及按住滑鼠滾輪左右移動，在觀察受試者視角轉換方式後，我們發現絕大部分受試者（28/30）均採取將游標移動至視窗左、右邊方式來轉換視角，這可能是造成電玩作業之 90 百分位橈尺偏角度大於一般上網作業主要原因，也是造成電玩玩家手腕不適主要因子。

五、結論與建議

線上遊戲已經成為青少年最喜歡的休閒活動，本研究結果發現是否有打電玩並非

為造成國內電玩遊戲族群主觀肌肉骨骼不適之唯一因子，其它如性別、打工、長時間電腦作業亦是顯著的風險因子。在我們所調查的 546 位高中及大專院校學生中，發現有打電玩者其右手腕之主觀肌肉骨骼不適顯著比沒打電玩高，而且長時間打電玩者(每週 3 次、每次 2 個小時以上)其右手腕之肌肉骨骼不適的勝算比為為其他人員的 1.7 倍，可見右手腕為電玩作業肌肉骨骼危害風險最高之部位。

進一步分析其原因，我們可已發現，電玩作業操作滑鼠的屈指肌及伸腕肌之肌肉負荷比一般上網作業顯著較大，而且受測者為了要進行快速與高頻率之按鍵動作及轉換視角，因而造成較大伸腕角度與較大的橈尺偏動作，其 90 百分為的尺偏值(17.4 度)已明顯高於醫學上所定義危險值之 15 度(27)。

因此若未來電玩遊戲在設計操作介面時，可以改成持續按住滑鼠右鍵即可以產生連續的動作，如此可以減少玩家的按鍵頻率，也可以使手腕不必長時間保持伸腕動作。另外在改善橈尺偏問題方面，可朝向改善介面，以使玩家不必藉由重複橈尺偏動作即可轉換視角的方式來進行，例如可以把轉換遊戲視角指令設定於鍵盤按鍵上，使玩家可以利用左手負責遊戲的視角轉換。另外現在市面上有專門為線上遊戲玩家所設計的滑鼠，具有超高解析度感應器，操作滑鼠時，手腕只需小幅度偏轉即可使游標作大幅度的移動，也可能有效降低玩家在轉動遊戲視角時的手腕偏轉角度，但此需要進一步研究數據證明。

六、參考文獻

1. 潘明君，2003：線上遊戲用戶特性分析，財團法人資訊工業策進會電子商務研究所。
2. Armstrong, T.J., Martin, B.J., Arbor, A., Rempel, D.M., Johnson, P.W., 1994. Mouse input devices and work-related upper limb disorders. In: Grieco, A., Molteni, G., Occhipinti, E., Piccoli, B. (Eds.), *Book of Short Papers: Vol.1 Work With Display Units '95*. Grafica, Briantea, Italy, pp. C20-22.
3. Karlqvist, L., Hagberg, M., Selin, K., 1994. Variation in upper limb posture and movement during word processing with and without mouse use. *Ergonomics* 37, 1261-1267.
4. Cooper, A., Straker, L., 1998. Mouse versus keyboard use: A comparison of shoulder muscle load. *International Journal of Industrial Ergonomics* 22, 351-357.
5. Gustafsson, E., Hagberg, M., 2003. Computer mouse use in two different hand positions: exposure, comfort, exertion and productivity. *Applied Ergonomics* 34, 107-113.
6. Fernstrom, E., Ericson, M.O., 1997. Computer mouse or track point effect on muscular load and operator experience. *Applied Ergonomics* 28, 347-354.
7. Fogleman, M., Borgmus, G., 1995. Computer mouse use and cumulative trauma disorder of the upper extremities, *Ergonomics*, 38, No. 12, 2465-2475.
8. Kamienska-Zyta, M., Prync-Skotniczny, K., 1996. Technical Note Subjective fatigue symptoms among computer system operators in Poland. *Applied Ergonomics* 27, 217-220.
9. Fogleman, M., Jeffrey Lewis, R., 2002. Factor associated with self-reported musculoskeletal discomfort in video display terminal (VDT) users. *International Journal of Industrial Ergonomics* 29, 311-318.
10. Hsu, W.H., Wang, M.J., 2003. Physical discomfort among visual display terminal user in a semiconductor manufacturing company: a study of prevalence and relation to psychosocial and physical/ergonomics factors. *American Industrial Hygiene Association Journal* 64, 276-282.
11. L. McLean., M. Tingley., R. N. Scott., J. Rickards, 2000. Myo-electrical signal measurement during prolonged computer terminal work. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 10.

33-45.

12. C. Jensen., L.Finsen., K.Hansen., H.Christensen.,1999. Upper trapezius muscle activity patterns during repetitive manual material handling and work with a computer mouse. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 317-325.
13. Burgess-Limerick, R., Shemmell, J., Scadden, R., Plooy, A., 1999. Wrist posture during computer pointing device use. *Clinical Biomechanics* 14, 280-286.
14. Cook, C., Burgess-Limerick, R., Chang, S., 2000. The prevalence of neck and upper extremity musculoskeletal symptoms in computer mouse users. *International Journal of Industrial Ergonomics* 26, 347-356.
15. Kurorinka, I., Johnson, B., Kilbon, A., Vinterberg, H., Biering-Sorenson F., Anderson G. Jorgensen., 1987. Standardized Nordic Questionnaire for the analysis of musculoskeletal symptom, *Applied Ergonomics*.,233-237
16. Musculoskeletal Disorder and Workplace Factor.1997. U.S. department of health and human services ,Center for disease control and prevention. The national institute for occupational safety and health.
17. G-ÅHansson., I. Balogh, K., Ohlsson., S. Skerfving,. 2004. Measurements of wrist and forearm positions and movements: effect of, and compensation for, goniometer crosstalk. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 355-367.

七、計畫成果自評

本研究主要目的在於了解與評估國內主要電玩遊戲族群之肌肉骨骼不適盛行率與相關之風險因子，研究結果發現國內打電玩並非造成此族群肌肉骨骼不適之唯一因子，但是在右手腕部分可以發現，長時間打電玩應是造成右手腕肌肉骨骼不適之主要原因，進一步分析電玩作業與對照上網作業更可發現電玩作業操作滑鼠的屈指肌及伸腕肌之肌肉負荷比一般上網作業顯著較大，而且受測者為了要進行快速與高頻率之按鍵動作及轉換視角，因而造成較大伸腕角度與較大的橈尺偏動作，其 90 百分為的尺偏值(17.4 度)已明顯高於醫學上所定義危險值之 15 度(27)。因此若要能夠有效降低打電玩人員之右手腕肌肉骨骼不適問題，針對電玩操作介面來改善按鍵頻率與過度橈尺偏應是可行之方向。

本計畫研究成果已分別發表於 2004 與 2005 年之工業衛生研討會，如下所列，並將修改後投至正式期刊。

- 1 何建宗,許文信,呂?平,崔丕漢 (2005): 線上電玩人員之動態手腕姿勢與肌肉負荷評估,工業衛生暨環境職業醫學學術研討會,(台南,04/29-30)(NSC 93-2213-E-039-004)
- 2 何建宗,許文信,郭倩?,劉惟潔 (2004): 線上遊戲人員肌肉骨骼不適症狀調查,工業衛生暨環境職業醫學學術研討會,(高雄,04/24-25)