



12-31-2005

Using Fitts' Law to Evaluate Functional Performance of Operating Computer Input Devices in Patients with Cervical Cord Injury

Chien-Hsiu Liu

Shu-Chun Liu

Hsu-Tung Chu

Chi-Ming Shin

Yung-Wen Tang

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Liu, Chien-Hsiu; Liu, Shu-Chun; Chu, Hsu-Tung; Shin, Chi-Ming; Tang, Yung-Wen; and Bih, Liu-Ing (2005) "Using Fitts' Law to Evaluate Functional Performance of Operating Computer Input Devices in Patients with Cervical Cord Injury," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 33: Iss. 4, Article 3.

DOI: [https://doi.org/10.6315/2005.33\(4\)03](https://doi.org/10.6315/2005.33(4)03)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol33/iss4/3>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

Using Fitts' Law to Evaluate Functional Performance of Operating Computer Input Devices in Patients with Cervical Cord Injury

Authors

Chien-Hsiu Liu, Shu-Chun Liu, Hsu-Tung Chu, Chi-Ming Shin, Yung-Wen Tang, and Liu-Ing Bih

利用 Fitts 定理評估頸髓損傷者滑鼠操作之功能性表現

劉倩秀 劉淑浚¹ 祝旭東² 施啓明² 唐詠雯 畢柳鶯³

仁德醫專復健科 中山醫學大學附設醫院 復健科職能治療室¹ 輔具中心²
中山醫學大學醫學系³

由於科技輔具不斷的研發與改善，使得頸髓損傷者可以利用各種改良之電腦輸入設備，參與多樣的電腦相關活動，進而提升日常生活及休閒活動的品質。本實驗之主要目的為利用 Fitts 定理，以正常人操作一般滑鼠之表現為參考基值，探討頸髓損傷患者操作一般滑鼠、軌跡球及吹吸控制器等電腦輸入介面之功能性表現。

本實驗的受試者共有 25 人，其中 16 名正常人，男性、女性各 8 名，平均年齡 26.9 ± 2.4 歲；脊髓損傷者 9 名，男性 7 名，女性 2 名，平均年齡 28.0 ± 6.6 歲。本實驗之實驗方法為：(1) 利用電腦輸入介面測試軟體，分別測試 16 名正常人使用一般滑鼠之操作情形，以作為參考基值。(2) 利用電腦輸入介面測試軟體，分別測試 9 名頸髓損傷患者，使用各式慣用電腦輸入介面之操作情形。電腦輸入介面測試軟體依據 Fitts 定理，設計有六組困難度，分別為 1.15, 2.15, 2.74, 3.74, 4.32, 5.32，游標移動時，軟體同時記錄游標移動之動作時間與軌跡。實驗變項為動作時間。

結果顯示，16 名正常受測者與 9 名頸髓損傷者分別操作其慣用電腦輸入介面之動作時間，呈現之線性模式皆為適配之預測方程式。正常人操作一般滑鼠之動作時間，於各種困難度皆優於頸髓損傷者操作三種輸入介面之動作時間。頸髓損傷者操作一般滑鼠與軌跡球之結果顯示，困難度 1.15 和 2.15 時，一般滑鼠之動作時間優於軌跡球，然而於困難度 2.74 以上，軌跡球之動作時間優於一般滑鼠。至於吹吸式控制器之動作時間於各種困難度皆比其他電腦輸入介面長。

雖然頸髓損傷者不論使用何種輸入介面，都比正常人之速度為慢，仍然在可接受、實用的程度，因此有使用電腦需求者，都能持續使用之。(台灣復健醫誌 2005; 33(4): 205 - 211)

關鍵詞：頸髓損傷(cervical cord injury)，電腦輸入介面(computer input interface)，Fitts 定理(Fitts' law)

前 言

現今科技及社會福利日趨成熟，經由科技輔具不斷的研發與改善，使得頸髓損傷者可以利用改良之電腦輸入設備，彌補手部動作缺失，進而將其殘存能力發揮到極致，以提升頸髓損傷者就業或休閒活動之品質。

科技輔具之研發，針對僅存頭頸部肌肉動作之頸髓第四節(C4)以上受損患者，提供頭點棒(head

pointer)、頭控器(headmaster)、口含棒(mouthstick)、吹吸式控制器(sip-puff controller)、眼控系統(eye gaze)及語音辨識系統(voice recognition)等改良電腦輔助輸入設備，以因應患者之個別差異，選擇合宜的輔具；針對第五節(C5)以下之頸髓損傷者，依其上肢殘存動作的不同，可藉由軌跡球(trackball)、搖桿(joystick)，並配合其他輔具如移動式承臂架(mobile arm support)或鍵盤敲擊輔助器(typing aid)等成功地操控電腦。

1993 年 Lau 等比較三種專門針對嚴重身體障礙所

投稿日期：93 年 12 月 22 日 修改日期：94 年 4 月 21 日 接受日期：94 年 5 月 5 日

抽印本索取地址：畢柳鶯醫師，中山醫學大學附設復健醫院，台中市 406 太原路三段 1142 號

電話：(04) 22393855 轉 83139 e-mail：bihliuin@ms2.hinet.net

設計的電腦輸入輔具舌控鍵盤(tongue touch keypad)、頭控器(headmaster)、口含棒(mouthstick)之特性。^[1]口含棒雖然速度最快，然而由於不美觀、影響說話、需長期咬著造成口部不舒服等因素，其接受度最低。舌控鍵盤雖較美觀、舒適和省力，但不易學習且速度最慢。頭控器之主要缺點為易造成頸部不適。重度身體障礙者使用眼控系統(gaze controlled system)之臨床與功能性評估結果顯示，眼控系統具有設備與身體不需接觸之優點，而缺點為不易校正、容易疲乏、文字輸入速度慢。^[2]目前頭控系統有紅外線與影像擷取兩種製作原理，後者比較容易操作、安裝，並採用 USB 介面，然而目前尚未市場化。^[3]

經由本中心臨床實務經驗，頭點棒、口含棒、眼控及頭控系統等，頸髓損傷者使用時亦出現相同之問題。在滑鼠的操作上，目前頸髓第四節(C4)以上受損患者接受度最高之電腦輸入輔具為吹吸式控制器。其餘頸髓損傷者則依不同手功能殘存能力，最常使用軌跡球及一般滑鼠。

電腦操作能力相關研究，所選擇的實驗變數包含主觀的自我評量式問卷，工作績效(完成一個作業所需時間)，打字速度等，^[1,3-6]然而作者於臨床試驗中發現，由於個案的學歷、社經地位、病前職業之差異以及使用不同輸入方式(中文輸入軟體，螢幕鍵盤)，往往影響了成效評估的結果。現今電腦的應用，如視窗介面、下拉視窗、按鍵點選等設計，電腦操作已經不再侷限於文字輸入，滑鼠的操作佔有很重要的角色。

Fitts 定理於 1954 年由 Fitts 所提出，主要探討影響目的性動作表現有關之相關因素，動作時間(movement time, MT)與困難度(index of difficulty, ID)呈線性相關，困難度(ID)為起始處到目標物之距離與目標物寬度比值之對數值。

$$MT = a + b * \log_2 (2 * D / W)$$

$$= a + b * (ID)$$

式中 MT: movement time

a, b: constant

D: distance from home to target

W: width of the target

ID: index of difficulty

Fitts 定理已被廣泛應用於探討人類使用控制器的相關性，目前更被應用於評估腦性麻痺患者使用不同的頭控電腦輸入輔具之成效，為一項適用於殘障者之定理。^[1]本實驗之主要目的為利用 Fitts 定理，以正常人操作一般滑鼠為參考基值，探討頸髓損傷患者操作一般滑鼠、軌跡球及吹吸控制器電腦輸入介面之功能性表現。

研究對象及方法

本實驗共有 25 人參與，其中有 16 名正常人，男性女性各 8 名，平均年齡 26.9 ± 2.4 歲；脊髓損傷者 9 名，男性 7 名，女性 2 名，平均年齡 28.0 ± 6.6 歲，其年齡、受傷期間、生理缺失、慣用輸入介面如表 1。

正常人需熟悉一般基本電腦操作，如上網、文書處理等。頸髓損傷患者為本中心電腦課程學員，試用本中心所提供的各式電腦輸入介面後，自行選擇適用之介面，持續練習 2 週以上者，練習內容包含 Microsoft word, Excel 等。研究進行前，這些個案使用電腦之期間都超過一年以上。

實驗變項為動作時間，配合軟體設計，由電腦記錄每次游標由起始點(home)至目標物(target)之時間。軟體設計內容為：起始點位於螢幕之正中央，游標位於起始點內，受測者聽到嗶一聲響後，需要盡快將游標由起始處點至目標物，目標物立即消失，此時電腦將自行記錄游標由起始點移至目標物之動作時間(圖 1)，目標物消失 5 秒後起始點才會重新出現，起始點出現 5 秒後電腦才會主動嗶一聲響，使操作者有足夠的準備時間執行下一次動作，且在電腦嗶一聲響前，游標被限制在起始點內，操作者無法移動游標。此過程，包括起始物出現，受測者將游標移至目標物，目標物消失，依照不同的困難度與角度，共重複 48 次。

目標物有直徑 5, 15, 45 (mm)三種寬度，起始點到目標物之距離有 50, 100 (mm)二種距離，目標物出現之位置為螢幕之 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$ 等八種角度，因此，目標物將隨機出現 48 次($3 \times 2 \times 8$) (圖 1)。依據 Fitts 定理，實驗設計共有六組困難度(3×2)，分別為 1.15, 2.15, 2.74, 3.74, 4.32, 5.32。

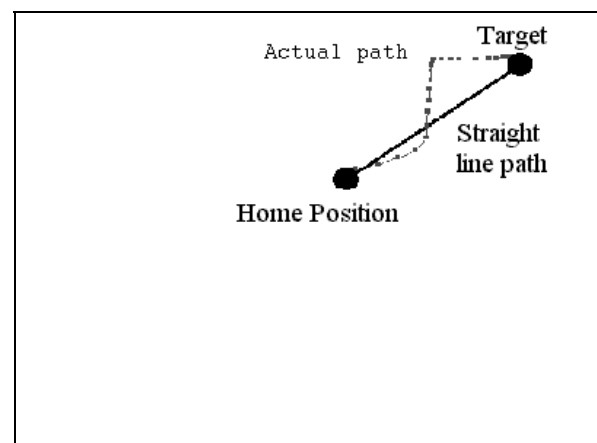


圖 1. 電腦螢幕顯示起始處、目標物，軟體將自行記載由起始處至目標物之動作時間

表 1. 九名脊髓損傷者之基本病理資料

	年齡(年)	受傷時間(月)	受傷原因	生理缺失	慣用輸入介面
Case1	26	108	車禍	C6 tetraplegia, ASIA A	一般滑鼠
Case2	41	36	高處跌落	C7 tetraplegia, ASIA A	一般滑鼠
Case3	24	20	車禍	C5 tetraplegia, ASIA A	一般滑鼠
Case4	24	4	車禍	C6 tetraplegia, ASIA A	軌跡球
Case5	28	51	車禍	C6 tetraplegia, ASIA A	軌跡球
Case6	24	4	高處跌落	C6 tetraplegia, ASIA D	軌跡球
Case7	27	27	高處跌落	C6 tetraplegia, ASIA A	吹吸式控制器
Case8	38	15	車禍	C4 tetraplegia, ASIA A	吹吸式控制器
Case9	20	34	高處跌落	C4 tetraplegia, ASIA A	吹吸式控制器

ASIA: American Spinal Injury Association

電腦輸入介面，包括一般滑鼠、軌跡球與吹吸式控制器。實驗方法：(1)利用電腦輸入介面測試軟體，分別測試 16 名正常人使用一般滑鼠之操作情形。(2)利用電腦輸入介面測試軟體，分別測試 9 名頸髓損傷患者，使用各式慣用電腦輸入介面之操作情形。慣用輸入介面之定義為個案試用本中心所提供之各式電腦輸入介面後，自行選定一項個人主觀感覺合適之輸入介面，需要持續操作 2 週以上，個案本身滿意且不想再做更改之介面。(3)為了避免操作技術上的影響，受測者在測試前先練習 2 次，記錄第 3 次數據以分析之。

結 果

本實驗 25 名受測者皆有完成整個實驗流程。16 名正常受測者操作一般滑鼠之動作時間(秒)，呈現之線性模式為適配之預測方程式($MT = -0.01 + 0.14(ID)$ $p < 0.001$)。九名脊髓損傷者分別操作其慣用電腦輸入介面，個案 1、2、3 分別操作一般滑鼠之表現可以線性模式預測之(個案 1 $MT = -0.09 + 0.23(ID)$ ，個案 2 $MT = -0.44 + 0.33(ID)$ ，個案 3 $MT = -0.53 + 0.58(ID)$ ($p < 0.05$))；個案 4、5、6 操作軌跡球之表現皆可以線性模式預測之(個案 4 $MT = -0.18 + 0.25(ID)$ ，個案 5 $MT = -0.12 + 0.22(ID)$ ，個案 6 $MT = -0.14 + 0.35(ID)$ ($p < 0.05$))；個案 7、8、9 操作吹吸式控制器之表現亦可以線性模式預測之(個案 7 $MT = -0.46 + 0.82(ID)$ ，個案 8 $MT = 0.46 + 0.44(ID)$ ，個案 9 $MT = 0.19 + 0.28(ID)$ ($p < 0.05$))。

表 2 為正常受測者和脊髓損傷者操作一般滑鼠、軌跡球及吹吸式控制器等三種電腦輸入介面，於不同困難度(ID)之平均動作時間。正常人操作一般滑鼠之動作時間，於各種困難度皆優於頸髓損傷者操作三種輸

入介面之動作時間。頸髓損傷者操作一般滑鼠與軌跡球之結果顯示，困難度 1.15 和 2.15 時，一般滑鼠之動作時間優於軌跡球，然而於困難度 2.74 以上，軌跡球之動作時間優於一般滑鼠。至於吹吸式控制器之動作時間於各種困難度皆比其他電腦輸入介面長。

討 論

本研究之個案 3 與個案 7，分別以較低與較高功能之生理缺失選用一般滑鼠與吹吸式控制器為慣用電腦輸入介面，主要原因是：個案 3，其生理缺失為 C5 tetraplegia, ASIA A，經過職訓後才轉介到輔具中心，於職訓期間慣用一般滑鼠，主要以手掌之接近腕關節處與滑鼠接觸，利用上臂與前臂的動作以移動滑鼠，動作相當熟練，輔具中心曾經提供軌跡球與吹吸式控制器試用，因習慣使用一般滑鼠且已經相當熟練，而無意願再更改其他電腦輸入介面。個案 7，其生理缺失為 C6 tetraplegia, ASIA A，依個案之生理功能，輔具中心曾經建議個案嘗試移動式承臂架(mobile arm support)配合軌跡球、口含棒和吹吸式控制器等各式電腦輸入介面，最後個案認為吹吸式控制器最為簡易而方便使用，因此自行選擇吹吸式控制器為慣用電腦輸入介面。

個案 1、2、3 慣用一般滑鼠、個案 4、5、6 慣用軌跡球、個案 7、8、9 慣用吹吸式控制器，與正常人操作一般滑鼠之平均線性曲線作比較，頸髓損傷者所需之動作時間比正常人長，且斜率較大(困難度愈大，所需花費時間愈長)(圖 2、圖 3、圖 4)。結果顯示：(1)困難度低時，一般滑鼠、軌跡球、吹吸式控制器可幫助頸髓損傷患者達到趨近正常人之功能性表現，(2)困難度高之目標物，頸髓損傷者操控一般滑鼠、軌跡球、

吹吸式控制器都必需花費比正常人還長的時間才能完成相同的任務。

作者選擇困難度 5.32，推算 9 位個案所花費的動作時間，使用一般滑鼠的三位分別為正常受測者之 1.5, 1.8, 3.5 倍，軌跡球的三位為 1.6, 1.4, 2.3 倍，吹吸式控制器的三位為 5.3, 3.8, 2.3 倍。圖 5、6、7 所示，為困難度 5.32，45° 之目標物，隨機選取一位正常受測者，與三組個案施測過程中移動游標之軌跡圖。由圖 5 可見，正常受測者以趨近於兩點直線的軌跡將游標移至目標物，操作一般滑鼠之脊髓損傷者於接近目標物時，會出現超過目標物、軌跡轉折、游標停頓之現象，而個案 3 主要在接近目標物時停頓過久，而花費了 3.5 倍的時間。圖 6 可見，操作軌跡球之脊髓損傷者於接近目標物時，會出現超越目標物、嚴重軌跡轉折，偏離兩點直線連線之軌跡。由圖 7 可見，三位操作吹吸式控制器之個案則以弧線移動游標至目標物；此外，個案 7 在到達目標物時，由於無法正確的將游標移至目標物，超過目標物且軌跡轉折，因而花費了 5.3 倍於正常受測者的時間。

整體而言，頸髓損傷者操控一般滑鼠、軌跡球、與吹吸式控制器所需之動作時間，比正常人操作一般滑鼠所需之時間長，並隨困難度增加而增加。然而，頸髓損傷者使用一般滑鼠與軌跡球之表現，於困難度 2.74 以上，軌跡球優於一般滑鼠(表 2)。比較圖 5、圖 6 之軌跡圖，可以觀察得使用軌跡球之軌跡圖，比使用一般滑鼠之軌跡圖，呈現更為顯著超越目標物、偏離兩點直線、及軌跡轉折之現象。甚至圖 8 使用吹吸式控制器之軌跡圖，都比使用軌跡球之軌跡圖更為平順。我們推測，可能受下列兩項因素影響：(1)滑鼠移動與游標移動之相對位置之影響：使用一般滑鼠時，一般滑鼠的移動與螢幕之游標移動為相同方向與角度；

而使用軌跡球時，軌跡球於原位轉動，因此操作軌跡球時，使用者需同時修正軌跡球與游標移動的相對位置，因此，軌跡球則出現了較為凌亂的軌跡圖。而吹吸式控制器，其實是以嘴部操控搖桿的設計，因此控制器的移動與螢幕之游標移動，方向與角度相同，故呈現較為平順的軌跡圖。(2)結構設計的靈敏度之影響：軌跡球之設計，針對軌跡球部分作放大，因此，相較於一般滑鼠，其結構設計具有較大的靈敏度，輕移軌跡球則獲得快速的游標移動。另外，吹吸式控制器的設計，主要由嘴部控制，嘴部動作範圍極小，因此，結構設計之靈敏度較低，使游標移動速度甚慢，甚至有拖著游標移動的感覺。

頸髓損傷者使用一般滑鼠與軌跡球之表現，於困難度 2.74 以上，軌跡球優於一般滑鼠(表 2)。實際計算一般 17 吋螢幕，以 Microsoft word 左上「檔案」與右上「關閉視窗」之按鈕大小為目標物寬度(12mm, 6mm)，螢幕中心至按鈕為距離(185mm, 200mm)，並以 Fitts 定理計算兩者的困難度，分別為：4.96 和 6.08(上述左上「檔案」與右上「關閉視窗」之按鈕，在微軟的 Power point、Excel 或 Internet Explore 等視窗皆同)。因此，由於一般使用的視窗環境困難度較高，頸髓損傷者建議使用之輸入介面，一般滑鼠與軌跡球之間，應以軌跡球為首選。

本實驗在資料收集完成 3 年後，以電話持續追蹤個案使用電腦輸入介面的情形，9 位個案中有 4 位個案仍然持續使用其慣用電腦輸入介面，且為每天使用，包含個案 1、2、5、9，而個案 4、6 更改軌跡球為一般滑鼠，個案 7 目前已經停止電腦使用，其餘 2 位個案則無法聯絡上。個案 1、2、5、9 每天操作電腦，並表示就其本身之生理功能而言，很滿意目前使用之慣用輸入介面，並不覺得速度太慢。而個案 4 轉介到職訓中心

表 2. 使用不同電腦輸入介面於不同困難度之平均動作時間(movement time)之比較

困難度	一般滑鼠		軌跡球	吹吸控制器
	正常人 (16)	脊髓損傷 (3)	脊髓損傷 (3)	脊髓損傷 (3)
1.15	0.17 ± 0.08	0.18 ± 0.05	0.21 ± 0.06	0.75 ± 0.27
2.15	0.30 ± 0.09	0.41 ± 0.14	0.53 ± 0.21	1.38 ± 0.37
2.74	0.32 ± 0.09	0.60 ± 0.37	0.47 ± 0.20	1.25 ± 0.42
3.74	0.51 ± 0.13	0.86 ± 0.57	0.83 ± 0.27	1.74 ± 0.47
4.32	0.58 ± 0.14	1.58 ± 1.04	1.02 ± 0.30	2.44 ± 0.94
5.32	0.74 ± 0.17	1.62 ± 0.46	1.39 ± 0.43	3.61 ± 1.90

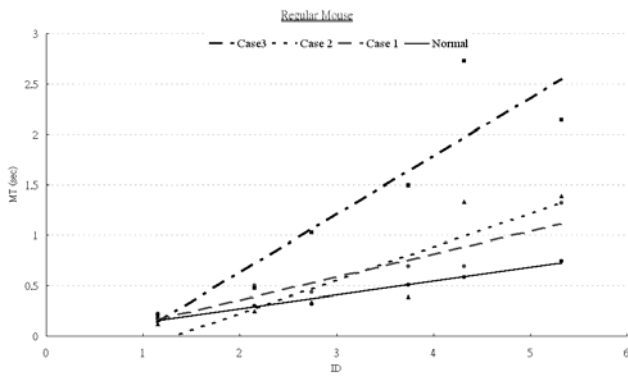


圖 2. 個案 1、2、3 及正常受測者操作一般滑鼠之線性圖

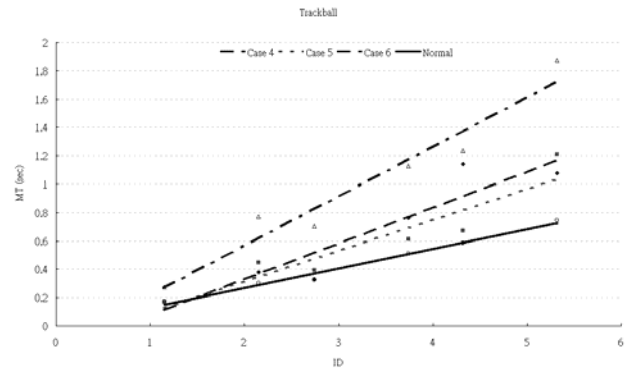


圖 3. 個案 4、5、6 操作軌跡球及正常受測者操作一般滑鼠之線性圖

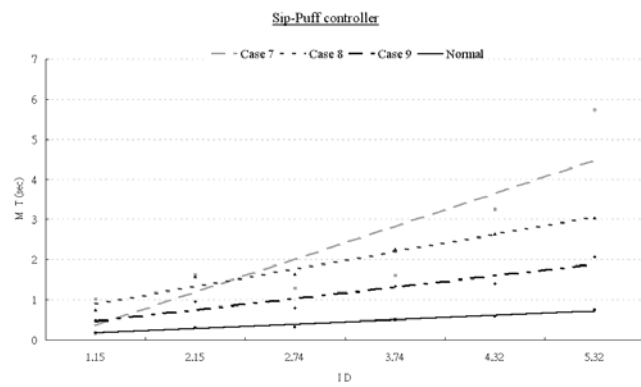


圖 4. 個案 7、8、9 操作吹吸式控制器及正常受測者操作一般滑鼠之線性圖

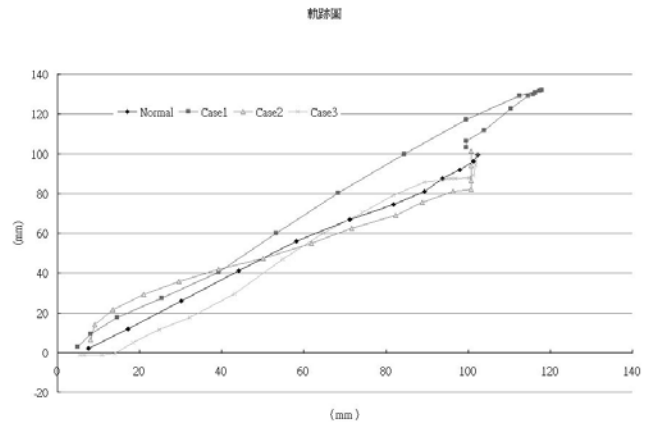


圖 5. 個案 1、2、3 及一位隨機正常受測者操作一般滑鼠之軌跡圖

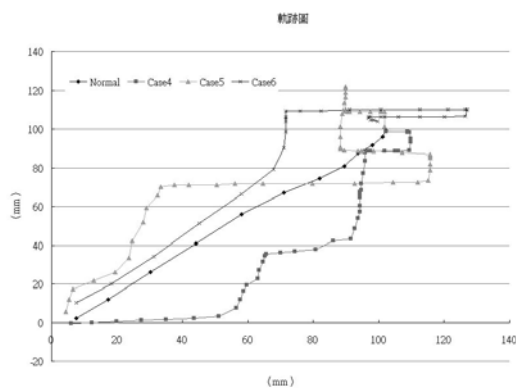


圖 6. 個案 4、5、6 操作軌跡球及一位隨機正常受測者操作一般滑鼠之軌跡圖

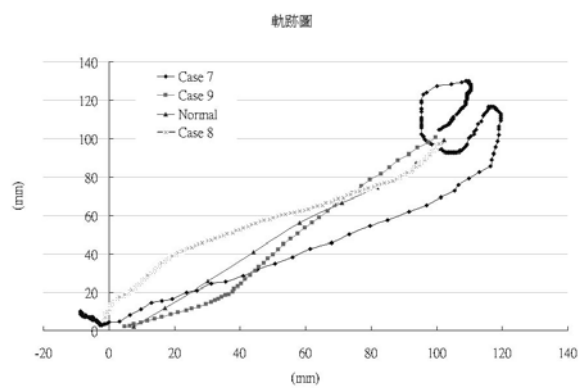


圖 7. 個案 7、8、9 操作吹吸式控制器及一位隨機正常受測者操作一般滑鼠之軌跡圖

時，並無提供軌跡球，每天以一般滑鼠學習網頁製圖，故目前已經很習慣使用一般滑鼠，並表示一般滑鼠需要一再歸位，而操作速度因熟練而無影響了。此外，個案 6 表示操作軌跡球時，需要一再撥動軌跡球，且經常是撥動小範圍，游標卻超越目標物(此主觀敘述與圖六所呈現之軌跡吻合)，因而使用一段時間後，還是決定使用一般滑鼠，經由練習，個案覺得速度並無影響。

經由上述之討論，頸髓損傷者由於生理障礙，經常處於被動的角色，由周邊的照顧者或治療師提供各式輔具，而勤於練習後，因技巧熟練使得輔具達到高度效益。本實驗中 3 位慣用一般滑鼠的受測者，由於首次學習過程中就以一般滑鼠為主，因此慣用一般滑鼠為輸入介面；而個案 4 在職訓中心時，並無提供軌跡球，每天以一般滑鼠學習網頁製圖，故目前已經很習慣使用一般滑鼠。經由本實驗結果得知，於困難度高時，就動作時間而言，軌跡球較一般滑鼠適用，且無需手功能不佳之頸髓損傷者一再歸位滑鼠。然而，個案的主觀需求亦是提供輔具的重要考量之一，如個案 6，主觀需求以操作軌跡的平順性為主，而非最快的動作時間，因而認為一般滑鼠較軌跡球更為適用。本研究可提供臨床治療師與照顧者建議個案學習輸入介面之參考。本實驗之缺點包括軟體之設計僅限於移動滑鼠，滑鼠尚有點選、拖曳之功能；未來之研究，應加入此項目：當滑鼠移到目標物時，按了左或右鍵後，才算一段動作時間。

結 論

困難度低時，一般滑鼠、軌跡球可幫助頸髓損傷患者達到趨近正常人之功能性表現。困難度高之目標

物，脊髓損傷者利用一般滑鼠、軌跡球、吹吸式控制器三種電腦輸入介面，最長分別需花費 3.5, 2.3, 5.3 倍正常人的動作時間。操作電腦輸入介面時，超過目標物、軌跡轉折，與游標停頓為主要影響動作時間之因素。由於一般使用的視窗環境困難度較高，頸髓損傷者建議使用之輸入介面，就動作時間而言，一般滑鼠與軌跡球之間，應以軌跡球為首選。而個案之主觀需求若以操作軌跡的平順性為主，而非最快的動作時間，則一般滑鼠較軌跡球更為適用。

參考文獻

1. Lau C, O'Leary S. Comparison of computer interface devices for persons with severe physical disabilities. *Am J Occup Ther* 1993;47:1022-30.
2. Thoumie P, Charlier JR, Alecki M, et al. Clinical and functional evaluation of gaze controlled system for the severely handicapped. *Spinal Cord* 1998;36:104-9.
3. Chen YL, Chen WL, Kuo TS, et al. A head movement image (HMI)-controlled computer mouse for people with disabilities. *Disabil Rehabil* 2003;25:163-7.
4. Bravo PE, LeGare M, Cook AM, et al. A study of the application of Fitts' law to selected cerebral palsied adults. *Percept Mot Skills* 1993;77:1107-17.
5. Radwin RG, Vanderheiden GC, Lin ML. A method for evaluating head-controlled computer input devices using Fitts' law. *Hum Factor* 1990;32:423-38.
6. 李永輝，黃証柳：滑鼠之人因工程與績效評估。J Ergon Study 1999；1：89-94。

Using Fitts' Law to Evaluate Functional Performance of Operating Computer Input Devices in Patients With Cervical Cord Injury

Chien-Hsiu Liu, Shu-Chun Liu,¹ Hsu-Tung Chu,² Chi-Ming Shin,² Yung-Wen Tang, Liu-Ing Bih³

Department of Rehabilitation, Jen-The Junior College of Medicine, Taichung;

¹Department of Occupational Therapy, and ²Assistive Technology Center, Chung Shan Medical University Hospital, Taichung;

³Department of Rehabilitation Medicine, Chung Shan Medical University, Taichung.

Due to the recent development of the assistive technology, patients with cervical cord injury may use an adapted computer input system to participate in various computer related activities, and as a result patients improve their quality of daily living and leisure activities. Fitts' Law is a reliable reference to compare the performance of normal persons using an input device like a mouse. The purpose of this study is to apply Fitts' Law to understanding the functional performance of patients with cervical cord injury when operating a mouse, trackball, and sip-and-puff controller.

Twenty-five subjects were included in this study. The controls consisted of eight males and eight females without a cervical cord injury who averaged 26.9 ± 2.4 years old. Of the nine patients with a cervical cord injury, seven were males and two were females who averaged 28.0 ± 6.6 -years-old. The research methods consisted of two parts. First, the 16 control subjects used testing software of the computer input interfaces to establish baseline values for the mouse. Second, the nine patients were tested with the computer input interfaces. According to Fitts' Law, input tasks were designed by six difficulty levels of 1.15, 2.15, 2.74, 3.74, 4.32, and 5.32. When the cursor moved, the software recorded the movement time and the real-time orbit. Movement time was considered the experiment variable.

The results of the study and control groups were analyzed separately. It was found that the movement time of all participants operating familiar computer input interface presented a linear prediction equation. At all levels of difficulty, the control group's performance using a regular mouse was superior to that of performance of cervical cord injured patients using three different computer input interfaces. The study group shows that with an Index of Difficulty 1.15 and 2.15, moving duration of the regular mouse was shorter than that of the trackball. However, when the Index of Difficulty was greater than 2.72, the movement time of the trackball was less than that of mouse. At all levels of difficulty, the movement times of the sip-and-puff controller were longer than that of the other two controllers.

These findings support that the performance of patients with a cervical cord injury operating three different kinds of computer input interface is within an acceptable and practical range although their reaction speeds are slower than that of the control group. Nevertheless, patients with cervical cord injuries could benefit from using adapted input system in daily life. (Tw J Phys Med Rehabil 2005; 33(4): 205 - 211)

Key words: cervical cord injury; computer input interface; Fitts' law