

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

座墊與軀幹側撐對脊髓損傷病人動靜態活動時腰椎負荷的  
影響

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2314-B-002-098-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立臺灣大學醫學院職能治療學系

計畫主持人：黃小玲

共同主持人：呂東武，毛慧芬

計畫參與人員：林彥聖，羅一凱，羅慧珊，陳建今

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 31 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC93-2314-B-002-098-

執行期限：93年8月1日至94年7月31日

主持人：黃小玲 執行機構及單位名稱：國立台灣大學醫學院能治療學系

共同主持人：呂東武(台大醫學工程研究所)，毛慧芬(台大職能治療學系)

計畫參與人員：林彥聖、羅一凱、羅慧珊、陳建今

## 中文摘要

**背景及目的：**本研究計畫的主要目的為探討軀幹側支撐對脊髓損傷病人靜態坐姿下脊柱排列變化情形及臀部承受壓力大小與壓力中心移動情形，另外也利用病人的主觀感受來互相對照，檢視輪椅中常用的擺位系統對脊髓損傷病人的實際影響。臨床上，輪椅擺位系統廣泛用來改善脊髓損傷個案的坐姿，但軀幹側支撐對脊柱與骨盆的排列及臀部壓力大小與壓力中心的影響，卻少有相關文獻之驗證。

**方法：**共有 14 位男性脊髓損傷的病人（年齡：36.8±8.3 歲，身高：165.3±6.5 公分，體重：57.7±8.6 公斤，受傷時限：12.7±6.5 年）參與本研究。受試者坐於評估椅上，頭部及身體特定部位貼上紅外線反光球，在無/有軀幹側支撐兩種情況下，分別利用利用電腦三維動作分析系統 (Vicon 512, Oxford Metrics, U. K.) 量測脊柱及骨盆的空間位置，並同步同時用壓力量測系統 (Tekscan Advanced Clinsear, U. S. A.) 測量臀部壓力分佈情形。另外，也請個案自填自覺坐姿的滿意度問卷。利用配對-t 檢定來比較使用軀幹側支撐前後身體各區段間的相對運動及壓力改變，並利用皮爾森相關係數 (Pearson's correlation) 求壓力中心 (Center of pressure, COP) 運動與身體各區段相對運動的相關性。主觀問卷的資料則利用威爾卡克森 (Wilcoxon signed ranks test) 來比較使用軀幹側支撐前後的滿意度，以上資料均用 SPSS 11.0 (SPSS Inc., U.S.A.) 來進行相關統計分析。

**結果：**經由配對-t 檢定的結果發現使用軀幹側支撐前後身體各部分的相對運動並沒有明顯改變 ( $p > 0.05$ )，但鑑於受試者個案數不多，因此進一步用 effect size 加以

驗證，結果發現使用軀幹側支撐後，在頭與軀幹上段的旋轉角度、伸直角度及軀幹中段與下段的伸直角度等三部分有中到大的作用 (Medium to large effect size,  $0.5 < d < 0.8$ )，隱約可見改變的趨勢。臀部最大壓力值在使用軀幹側支撐後全部個案都降低，但是對稱指數只有 4 個個案是降低的 ( $p = 0.967$ )，並沒有發現明顯改善兩側骨盆對稱的現象。由皮爾森相關係數比較結果發現身體區段間的相對運動與壓力中心的運動並沒有明顯的相關性 ( $r = -0.32 \sim 0.47$ )，顯示脊柱間的排列及相對運動不一定與臀部的壓力中心運動有一致性的關係。另外，由個案主觀的問卷結果中發現，在使用軀幹側支撐後，個案對自我的坐姿滿意度明顯提升，( $z = -2.28, p = 0.023$ )，包括覺得坐的比較挺直，比較舒服，比較安全等等，顯示軀幹側支撐有立即的效果，可以明顯改善個案自己感覺的坐的姿勢。

**結論：**使用軀幹側支撐並未明顯改變脊柱與骨盆的相對運動，顯示脊柱與骨盆的動作非常複雜，有賴後續更精密的三維脊柱骨盆模型及計算方法，此議題仍待未來研究的進一步驗證。有側支撐時，臀部最大壓力值降低，但是對稱指數及壓力中心位移卻沒有同時降低。此結果暗喻在給予脊髓損傷個案輪椅擺位處方時，需同時考量脊柱與骨盆，不可偏廢。

**關鍵詞：**脊髓損傷；軀幹側支撐；臀部壓力；坐姿

## Abstract

*Background and purpose.* The purpose of this study was to investigate the effects of lateral trunk support on spinal and pelvic alignment, buttock pressure distribution,

and displacement of center of pressure for spinal cord injured patients. Special seating has been widely used in clinic to improve sitting postures of spinal cord injured patients. However, little evidence has been found about the effects of lateral trunk supports on the spinal and pelvic alignment and buttock pressure distribution.

**Methods.** Fourteen male spinal cord injured patients (age:  $36.8 \pm 8.3$ yr; height:  $165.3 \pm 6.5$ cm; weight:  $57.7 \pm 8.6$ kg; injury duration:  $12.7 \pm 6.5$  yr) participated in this study. The subject sat on the experimental chair without any extra support but with reflexive markers attached on the specific body positions. Static shape of the spine and pelvis and the buttock pressure distribution were recorded simultaneously with Vicon system (Vicon 512, Oxford Metrics, U. K.) and Tekscan Pressure Assessment System (Tekscan Advanced Clinseat, U.S.A.). Then the lateral trunk supports were added according to the shape of the spine by an experienced therapist. Static shape of the spine and pelvis and the buttock pressure distribution were recorded again. In addition, self-report satisfaction questionnaire was fill out by the subject. *Paired-t* test was used to compare differences between two seating conditions in the relative movements between trunk and pelvis, and maximal buttock pressure and symmetry index. The correlation between the body movement and center of pressure movement were analyzed by Pearson's correlation. The subjective satisfaction questionnaire was analyzed by Wilcoxon signed ranks test.

**Results.** The results of *paired-t* test showed that there were no significant differences between two seating conditions ( $p > 0.05$ ). Due to small sample size in this study, effect size was further used to examine whether there were significant differences of the relative movements among spinal segments and pelvis between the two seating conditions. Medium to large effect size ( $0.5 < d < 0.8$ ) was noted after using lateral trunk supports during rotation between head and upper trunk, flexion/extension angles between head and upper trunk, and flexion/extension angles

between middle trunk and lower trunk. With lateral trunk supports, peak pressures at the buttock were smaller than those without lateral trunk supports for all subjects. Only 4 subjects had smaller symmetry index ( $p = 0.967$ ), there was no obvious difference found after using lateral trunk supports. Besides, there was no obvious correlation between the body movement and center of pressure movement ( $r = -0.32 \sim -0.47$ ), indicated that there was no agreement between spinal and pelvic movements and center of pressure movement. After using lateral trunk supports, subjective satisfactions were improved ( $z = -2.28$ ,  $p = 0.023$ ), including more erect, more comfortable, and safer sitting postures. **Conclusions.** Kinematic analysis of 3D spine-pelvis movements did not show the significant change after using lateral trunk supports, which might be related to the complicate movements existed among spine and pelvis, simplified 3D spine-pelvis model and the calculating methods. Further study on this issue will be necessary. Peak pressures at the buttock were reduced after using lateral trunk supports. Nevertheless, symmetry index and center of pressure displacement were not reduced accordingly. These results implied that spine and pelvis should be regarded as a whole when prescribing the special seating for spinal cord injured patients.

**Keywords:** Spinal cord injury; Lateral trunk supports; Buttock pressure; Sitting Posture

### 前言及研究目的：

從事活動時，上半身、軀幹或骨盆的移動，造成身體重心的改變而使腰椎承受大小及方向均不一的負荷是誘發脊髓損傷病人下背痛的重要因素。過去的文獻多著重在利用座墊或輪椅擺位來改善壓瘡 (pressure sore) 及脊柱曲線 (spinal alignment) 的問題，鮮少針對下背痛此一脊髓損傷極為廣泛的問題。有關脊髓損傷病人乘坐輪椅，從事動靜態活動時的腰椎負荷情形之研究，對改善解決脊髓損傷病人下背痛有很大的幫助，極為重要。然而，過去的文

獻中，卻從未被探討過。因此，此議題是現階段脊髓損傷病人照護研究上極為迫切之課題。

影響腰椎負荷的因素約略可以包括 (1) 靜態坐姿時，上半身、脊柱排列及骨盆相對位置是否造成重心的改變而產生不平衡的力矩。(2) 使用軟質座墊，降低骨盆的穩定度，造成軀幹及骨盆相對位置的改變。(3) 動態活動如推輪椅時，除了身體曲線改變的影響，還外加手推輪圈的施力會傳導至腰椎，造成腰椎負荷的改變。

本研究計畫的主要目的為探討軀幹側支撐對脊髓損傷病人靜態坐姿下脊柱排列變化情形及臀部承受壓力大小與壓力中心移動情形，另外也利用病人的主觀感受來互相對照，檢視輪椅中常用的擺位系統對脊髓損傷病人的實際影響。期盼藉由客觀的定量測量與生物力學分析，深入研究探討目前臨床上常用於輪椅擺位的軀幹側支撐對脊髓損傷病人這類長期輪椅使用者進行靜態活動時的影響。

#### **研究方法：**

共有受試者 14 位男性脊髓損傷的病人 (年齡：36.8±8.3 歲，身高：165.3±6.5 公分，體重：57.7±8.6 公斤，受傷時間長短：12.7±6.5 年) 參與本研究。個案均符合以下標準：(1) 損傷在頸髓第四節至腰髓第十一節的脊髓損傷個案，(2) 受傷一年以上，(3) 每天乘坐輪椅四小時以上。

受試者脊柱與骨盆三維位置之量測利用電腦輔助三維動作量測系統(Vicon512, Oxford Metrics, U.K.)進行。該系統具有六個超高解析度紅外線攝影機，可以 60-240Hz 頻率拍攝貼附於受試者身上標記點的紅外線反光球標記，任一標記被二個以上攝影機拍下即可透過電腦程式計算其空間座標。使用六個攝影機可確保任一個反光標記均可滿足上述要求。該系統使用前必須先行校正，針對本計畫需求，將自行設計製作一 10 公分 x 10 公分 L 型的校正器(calibration object)以確保系統精度至 1mm。標記黏貼位置包括頭部、胸骨凹口(sternum notch)、劍突尾端(xiphoid)、左右肩峰(acromion)、脊柱上中下各取幾個重要點及左右 ASIS 及 PSIS，此外，另設計製作一棒狀指標器，上有三個反光標記。以

指標器棒尖沿受試者之脊柱(脊突)劃過以描述脊柱之三維形狀曲線，再由自行撰寫電腦程式求出曲線參數以利受試者間及測試條件間之比較。另外，臀部承受壓力由壓力墊(Tekscan Advanced Clinseat, U.S.A.)測量而得。此壓力測量墊由約 2000 個感應器組合而成，而且可以與電腦輔助三維動作量測系統同步擷取個案身體各部位的三度空間位置與臀部所受壓力值作為比對。

受試者黏貼反光標記於指定身體部位後，靜坐於可依個案身材調整的評估椅上，同時同步記錄靜態脊柱及骨盆三維空間相對座標及臀部承受之壓力大小，並以簡單問卷訪問病人此時自覺的坐姿及腰部疼痛情形。待完成後，由有經驗的職能治療師依個案情形在評估椅上加上軀幹側支撐後，再執行一次先前的步驟，記錄靜態脊柱及骨盆三維空間相對座標及臀部承受之壓力大小，並以簡單問卷訪問病人此時自覺的坐姿及腰部疼痛情形。

頭部與軀幹上段，軀幹上段與中段，區幹中段與下段，區幹下段與骨盆，骨盆與評估椅間的相對運動情形，利用三維脊柱骨盆模型(3-D spine-pelvis model)分析。由同步所測量所得的臀部左右壓力最大值，計算身體左右的對稱指數(symmetry index=(A-B)/(0.5(A+B)))\*100%，再將資料利用 Matlab 7.01 分析。利用配對-t 檢定來比較使用軀幹側支撐前後身體各部分間的相對運動及壓力改變，並利用皮爾森相關係數(Pearson's correlation)求在壓力墊上的壓力中心(Center of pressure, COP)位移與身體各部分間相對運動的相關性。主觀問卷的資料則利用威爾卡庫森(Wilcoxon signed ranks test)來比較使用軀幹側支撐前後的滿意度，以上的研究資料均用 SPSS 11.0 (SPSS Inc., U.S.A.)來進行相關統計分析。

#### **研究結果：**

經由配對-t 檢定的結果發現使用軀幹側之撐前後身體各部分的相對運動並沒有明顯改變(p>0.05)，但鑑於受試者個案數不多，因此進一步用 effect size 加以驗證，結果發現使用軀幹側支撐後在以下相對運動有中等到大的作用(Medium to large effect size (0.5 < d < 0.8))：頭與軀幹上段的旋轉

角度 (rotation between head and upper trunk)、頭與軀幹上段的伸直角度 (flexion/extension angles between head and upper trunk)、及軀幹中段與下段的伸直角度 (flexion/extension angles between middle trunk and lower trunk) 等三部分。使用軀幹側支撐後在相對運動有小到中等作用 (Small to medium effect size ( $0.2 < d < 0.5$ )) 如下：軀幹上段與中段的側彎角度 (lateral bending angle between upper trunk and middle trunk)、軀幹上段與中段的旋轉角度 (rotation angle between upper trunk and middle trunk)、軀幹上段與中段的伸直角度 (flexion/extension between upper trunk and middle trunk)、軀幹下段與骨盆間的側彎角度 (lateral bending angle between lower trunk and pelvis)、軀幹下段與骨盆間的伸直角度 (flexion/extension between lower trunk and pelvis) 等。

臀部最大壓力值在使用軀幹側支撐後全部個案都降低但是對襯指數只有 4 個個案是降低的 ( $p = 0.967$ )。也就是說，使用軀幹側支撐之後，並沒有由臀部受壓情況發現明顯改善兩側對襯的現象。由皮爾森相關係數比較結果發現沒有任何身體部位間的相對運動與壓力墊上顯示的壓力中心位移有明顯相關 ( $r = -0.32 \sim 0.47$ )，顯示脊柱間的排列與相對運動不一定與臀部的壓力中心移動有一致性的關係。

另外，由個案主觀的問卷結果中發現，在使用軀幹側支撐後，個案對自我的坐姿滿意度明顯提升，( $z = -2.28, p = 0.023$ )，包括覺得坐的比較挺直，比較舒服，比較安全等等，顯示軀幹側支撐有立即的效果，可以明顯改善個案自己感覺的坐的姿勢。

#### **討論：**

本研究計畫的主要目的為探討軀幹側支撐對脊髓損傷病人靜態坐姿下脊柱排列變化情形及臀部承受壓力大小與壓力中心移動情形，另外也針對病人的主觀感受來互相對照，檢視輪椅中常用的擺位系統對及隨損傷病人的實際影響。經由結果發現使用軀幹側之撐前後身體各部分的相對運動並沒有明顯改變 ( $p > 0.05$ )，但進一步經由

effect size 加以驗證，仍然可以發現在特定的相對運動如：頭與軀幹上段的旋轉角度，頭與軀幹上段的伸直角度，及軀幹中段與下段的伸直角度，有改變的趨勢，也間接得知，脊柱與骨盆的動作是三維的，而且非常複雜。至於無法由三維力動學資料中得到明顯改變的原因可能包括本研究所設計的三維脊柱骨盆模型太過簡化需再求精密，需要用別的方法計算脊柱與骨盆三維空間位置等等，尚有待以後的研究繼續努力。

由結果中得知所有個案在使用軀幹側支撐後，臀部最大壓力值全部都降低但是對襯指數只有 4 個個案是降低的 ( $p = 0.967$ )。身體部位間的相對運動與壓力中心的位移也沒有明顯的相關 ( $r = -0.32 \sim 0.47$ )。通常我們都是假設當脊柱排列改變時，相對的每一脊椎骨的重心都會改變，然後地心引力的反作用力跟著改變，當然臀部壓力的分佈也會跟著改變。由結果中得知，運動學及力動學結果並不一致，顯示脊柱間的排列及相對運動不一定與臀部的壓力中心移動有一致性的關係。這可能的原因為給予軀幹側支撐時是以個案脊柱的排列而不是以平均臀部壓力為主要的考量，所以可能改變了脊柱的排列但並未改變身體重心的穩定度。然而，如果我們擺位時沒有同時考量脊柱與骨盆，就可能反而造成臀部壓力的增加或兩側壓力的不平均。

個案主在使用軀幹側支撐後對自我的坐姿滿意度明顯提升，( $z = -2.28, p = 0.023$ )，跟臨床上的情形是比較相符的，顯示軀幹側支撐有立即的效果，可以明顯改善個案自己感覺的坐的姿勢，但由於研究使用的評估椅與個案自己的輪椅不盡相同，以及乘坐輪椅的長期效果等都有待後續研究繼續努力。

#### **五、計畫結果自評**

目前文獻上尚缺乏輪椅擺位系統之客觀實證，尤其是三維動作分析的部分，因

為脊柱與骨盆的動作非常的複雜，本研究鑑於補助經費之不足，無法採購攜帶型測力板及力規，仍試圖利用現有的電腦三維動作分析系統及壓力量測系統突破困難，得到初步的結果。但精細之三維脊柱骨盆模型，三維運動計算方法及擺位系統對脊髓損傷乘坐輪椅的長期效用仍有待後續之研究。

### 參考文獻

- Aissaoui, R., Kauffmann, C., Dansereau, J., & de Guise, J. A. (2001). Analysis of pressure distribution at the body-seat interface in able-bodied and paraplegic subjects using a deformable active contour algorithm. *Med Eng Phys*, 23(6), 359-367.
- Alm, M., Gutierrez, E., Hultling, C., & Saraste, H. (2003). Clinical evaluation of seating in persons with complete thoracic spinal cord injury. *Spinal Cord*, 41(10), 563-571.
- Bolin, I., Bodin, P., & Kreuter, M. (2000). Sitting position - posture and performance in C5 - C6 tetraplegia. *Spinal Cord*, 38(7), 425-434.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cook, A. M., & Hussey, S. M. (2002). Seating systems as extrinsic enablers for assistive technologies. In A. M. Cook & S. M. Hussey (Eds.), *Assistive Technologies: Principles and Practice* (2nd ed., pp. 165-211). St. Louis: Mosby, Inc.
- Fuhrer, M. J., Garber, S. L., Rintala, D. H., Clearman, R., & Hart, K. A. (1993). Pressure ulcers in community-resident persons with spinal cord injury: prevalence and risk factors. *Arch Phys Med Rehabil*, 74(11), 1172-1177.
- Greenspan, A. (2000). Scoliosis and Anomalies with general affect on the skeleton. In A. Greenspan (Ed.), *Orthopedic Radiology : A Practical Approach* (3rd ed., pp. 891-930). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Harms, M. (1990). Effect of wheelchair design on posture and comfort of users. *Physiotherapy*, 76(5), 266-271.
- Hastings, J. D., Fanucchi, E. R., & Burns, S. P. (2003). Wheelchair configuration and postural alignment in persons with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 84(4), 528-534.
- Hobson, D. A., & Tooms, R. E. (1992). Seated lumbar/pelvic alignment. A comparison between spinal cord-injured and noninjured groups. *Spine*, 17(3), 293-298.
- Holmes, K. J., Michael, S. M., Thorpe, S. L., & Solomonidis, S. E. (2003). Management of scoliosis with special seating for the non-ambulant spastic cerebral palsy population--a biomechanical study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 18(6), 480-487.
- Kernozek, T. W., & Lewin, J. E. (1998). Seat interface pressures of individuals with paraplegia: influence of dynamic wheelchair locomotion compared with static seated measurements. *Arch Phys Med Rehabil*, 79(3), 313-316.
- Koo, T. K., Mak, A. F., & Lee, Y. L. (1996). Posture effect on seating interface biomechanics: comparison between two seating cushions. *Arch Phys Med Rehabil*, 77(1), 40-47.
- Lancourt, J. E., Dickson, J. H., & Carter, R. E. (1981). Paralytic spinal deformity following traumatic spinal-cord injury in children and adolescents. *J Bone Joint Surg Am*, 63(1), 47-53.
- Lonstein, J. E., & Akbarnia, A. (1983). Operative treatment of spinal deformities in patients with cerebral palsy or mental retardation. An analysis of one hundred and seven cases. *J Bone Joint Surg Am*, 65(1), 43-55.
- Magee, D. J. (2002). Assessment of Posture. In D. J. Magee (Ed.), *Orthopedic Physical Assessment* (4th ed., pp. 873-903). Philadelphia: Saunders.
- Ragan, R., Kernozek, T. W., Bidar, M., & Matheson, J. W. (2002). Seat-interface pressures on various thicknesses of foam wheelchair cushions: a finite modeling approach. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(6), 872-875.
- Salerno, S., & Kirshblum, S. (2002). Wheelchairs/adaptive mobility equipment

- and seating. In S. Kirshblum, D. I. Campagnolo & J. A. Delisa (Eds.), *Spinal Cord Medicine*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Tanimoto, Y., Tokuhira, A., Takechi, H., & Yamamoto, H. (2001). *Measurement of SCI patient's buttock pressure on wheelchair and bed*. Paper presented at the Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, International Workshop.
- Vaccaro, A. R., & Silber, J. S. (2001). Post-traumatic spinal deformity. *Spine*, 26(24 Suppl), S111-118.
- Zollars, J. A. (1993). *Special Seating* (3rd ed.). Santa Cruz: PAX Press.