

如何預防脊髓損傷患者之上肢累積性傷害：避免不良推行之手動輪椅處方原則

¹台大醫院 復健部 ²台灣大學醫學院 職能治療學系 王顏和¹ 毛慧芬² 陳莞音²

上肢累積性傷害(cumulative trauma disorders) 是脊髓損傷患者常見的次發性問題，估計在傷後10~15年內約有50~70%使用手動輪椅的患者發生上肢疼痛與傷害，此比例隨受傷時間增加而增高，文獻指出隨診斷準則與樣本特性的差異，文獻指出使用手動輪椅患者肩部疼痛的盛行率介於30~70%¹⁻²，常見如肩夾擠症候群¹，腕隧道症候群約40~60%²⁻³，而肘部尺神經病變症狀約22~45%。受傷後15到19年有近半數個案會達嚴重疼痛（需使用止痛藥物、及影響二項以上日常生活活動）的程度¹，已受傷20年以上者肩痛盛行率更達72%，其為導致脊髓損傷患者日常活動需依賴他人的主要原因⁴，也是影響其生活品質的最重要預測因子。因此如何預防或減少脊髓損傷患者推行輪椅而併發之上肢累積性傷害，近來受到醫療照護及輪椅研發產業的高度關注。推行輪椅及轉移位是造成上肢傷害的二項主要活動⁵，本文將針對推行輪椅進行探討。

上肢累積性傷害產生的原因

- 1. 生理構造：**手動輪椅推行（wheelchair propulsion）是耗費體力易導致過勞的移行方式，由於上肢關節與肌肉的先天構造與作用，並非用於提供穩定性，故需要相當的肌肉力量作穩定度控制⁶，容易過度負荷、疲累而導致傷害。
- 2. 輪椅推行之活動特性：**推行輪椅屬於重複且頻繁的動作，若推行時間過長，易累積產生傷害。
- 3. 低效能的輪椅推行：**有效推動輪椅的能量僅

為使用者所出的6-11%⁷，若推行輪椅所需力量與患者的狀況不匹配，更導致低效能的輪椅推行，其又可能分為以下幾種情況：1) 輪椅本身結構不易推行，如輪椅過重，2) 輪椅-人的互動介面不佳，如手推時接觸輪圈的距離過短，推行的頻率過高，3) 推行的環境困難：如上下坡、路面不平等，4) 個案之上肢肌力不足等。

如何預防上肢累積性傷害

輪椅是脊髓損傷患者生活中不可或缺的輔具，一般每日使用多在8~12小時，在不可避免使用的情况下，要達預防或減輕上肢累積性傷害的目的，則應著重於「如何提高輪椅推行的效能」，包含減少推行重量、及降低輪椅-使用者互動介面中損失的能量、降低推行的頻率(cadence or push frequency)等⁷。針對此議題，以下依據目前具有之實證資料，分別說明輪椅處方（包含輪椅及輪椅-人的互動介面），及個案衛教的原則。

輪椅處方原則

1. 儘量使用輕而堅固的輪椅

長久推行超重，會導致神經傳導變差及肌肉的過度使用，而推行阻力與重量（體重及輪椅重量）相關。手動輪椅的型式依據重量分類，可分為運送型(depot)輪椅、輕量(lightweight)輪椅、及超輕型(ultralight)輪椅。運送型輪椅通常為白鐵材質，重達16公斤以上，一般僅建議做短暫推行使用；輕型輪椅重約13~14公斤，為目前國內脊髓損傷患者常見使用的手推輪椅；而最建議其使用的是超輕型

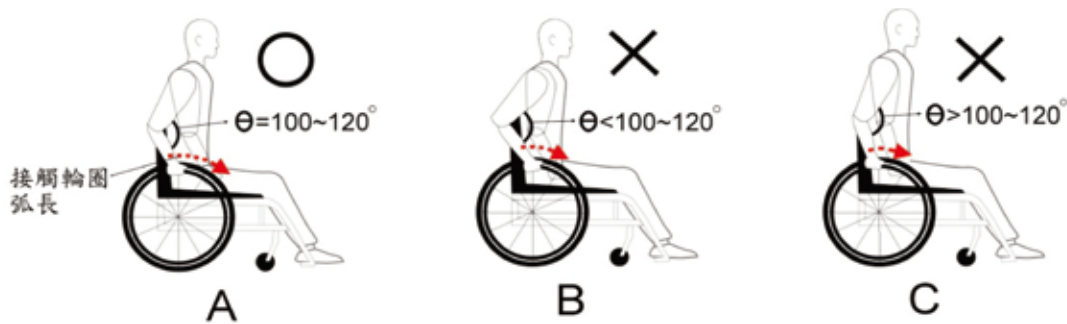


圖1：手肘屈曲角度與手接觸輪圈弧長的關連性。A圖為手肘屈曲角度(θ)為100-120°時會有較大的手部接觸輪圈弧長，推行效率較佳；B圖為手肘屈曲角度過小，易採手臂外展方式推行，導致肩關節夾擠症候群；C圖為角度過大時，手部接觸輪圈弧長會較小。

輪椅，其材質為輕量與堅固的鈦鎢合金，總重約8~12公斤。研究證實超輕型輪椅所需要的推進力最少，可讓使用者以較快的速度推行，行進較長的距離，減少體能負擔、進而減少上肢傷害⁸。

由於超輕型輪椅所使用的製材與零件較好，吸震性較佳，故對脊柱及肩關節傷害較小⁵。此外在標準化故障測試中，重大故障的發生次數顯著較少⁹，對於使用者而言相對安全。而其壽命經測試為傳統型輪椅的13.2倍，因此雖然購買超輕型輪椅的花費看似較高，但以輪椅壽命推算其花費較一般傳統輪椅便宜3.5倍¹⁰，考量其耐用度及安全性而言，是更經濟實惠的。

2. 座椅高度(seat height)宜適度偏低，以提高推行效率

Van der Woude等學者¹¹指出最佳的座高（包含坐墊高度），應是手自然置放於輪圈中心線頂點，手肘屈曲角度（上臂與前臂的夾角）為100-120°（圖1 A），此時的推行效率最佳。另一檢視的方式為請使用者雙手自然且舒

適地下垂於輪椅兩側，中指尖的位置應位於後輪的軸心⁵。上述建議是經臨床測試發現：可獲得較大的手部接觸輪圈弧長或角度(contact angle)¹²（圖1）、及較大的上肢活動度，使一次推行的時間較長，可降低推行頻率，並提高推行效率。針對脊髓損傷者而言，考量其他面向的許可範圍（如轉移位的平面高度落差不宜太大），座椅高度寧低不高，較低的坐椅高度可增進推行效率，此外亦可增加輪椅的穩定度¹³。

3. 在不影響穩定度前提下，後輪的軸心儘量前置，可提高推行效率

發現後輪軸位置適度較前，可以降低推行頻率及力量增加的速率。Cowan等人¹⁴研究利用上述的手肘屈曲角度為標準，檢視相同座高下，輪軸的水平位置對於輪椅推行的效應，結果顯示前置軸心可降低輪椅推行的滾動阻力，同時與較低的施力、較流暢的推行、較低的推行頻率相關。針對40名使用手推輪椅的脊髓損傷患者進行動力學研究，發現前置軸心與較低的最大施力、較大的手部接觸弧長相關，故

可在較少的推行數下達到指定的速度¹⁵。因輪圈的最大受力及推行數與正中神經的損傷有密切的相關¹²，故藉由前移後輪軸心，推測應可有效增進推行效率進而預防腕隧道症候群等正中神經傷害⁵。此外，前置軸心可縮短輪椅前後軸距，使輪椅操作性能提升，降低推行阻力與減少前小輪的震顫¹³，可減少上肢的不適。然而，前置軸心將會影響輪椅的穩定度，而造成後翻的可能¹³，故針對初級的輪椅使用者，後輪軸心的可先設定較後方，或是加裝防傾桿(anti-tipper)，待推行技巧較佳時，再改換輪椅或將後輪軸心前置^{5,13}。

4. 手推輪圈尺寸宜偏大、手輪圈管採易握設計

手推輪圈(handrim)是輪椅推行時上肢與輪椅作用的接觸面，是輪椅-使用者介面中最直接的部件。手推輪圈好比傳動裝置，將使用者的力量轉為輪椅推行的能量，選擇較大直徑的輪圈，則推進力的需求較小，也可增加手部推進速度，增進推行效率。

手推輪圈的接觸面材質多數為陽極處理(anodized)鋁合金，可再以泡棉、橡膠包覆或塑膠塗料等方式，增加接觸面適度的摩擦力以更容易抓握，可避免手指、手部肌肉過度出力的抓握¹³。另一替代方式為請使用者戴上手套推行¹⁶。

手輪圈管直徑與形狀，大多數為19mm，但近年來已有廠商推出形狀不同的手推輪圈以有更好的介面，將手部與輪圈接觸面形狀改為橢圓形(http://www.out-front.com/naturalfit_research.php)，可增大手部與輪圈的接觸面並讓手腕維持正中位置。另改變接觸面的材質可

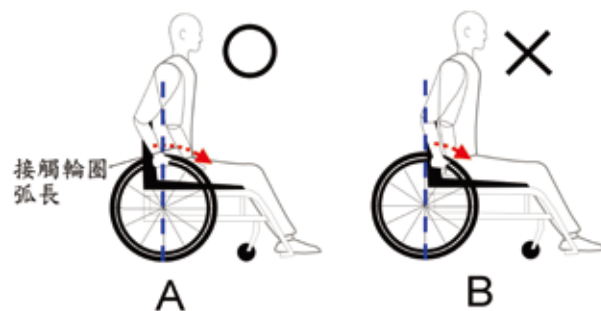


圖2：後輪軸心位置與手接觸輪圈弧長的關連性。A圖為前置軸心（後輪軸心位置約為肩關節垂直地面線上），會有較大的手部接觸輪圈弧長，推行效率較佳；B圖為後輪軸心位置偏後，手部接觸輪圈弧長較小，推行效率較差。

增加摩擦力，下降推行時手指與手腕的出力，多數使用者認為可舒緩肩部肌肉疼痛、更有利於輪椅推行¹⁷。

5. 坐姿擺位良好以減少上肢推行輪椅的傷害

通常C6-C8以下有可能成為手推輪椅的使用者，但C6-C8以及高位的胸髓損傷者(T1-T8)軀幹穩定度與坐姿平衡較差，較有可能形成不當的坐姿如肩部前突、胸椎後彎、及骨盆後傾等問題。不當的坐姿擺位可能為重複施力傷害的加成原因之一，尤其損傷位階高於T2者，因若無較好的軀幹支撐，容易錯誤使用上肢的主要動作肌肉如三角肌、二頭與三頭肌代償動態狀況下的軀幹穩定度，加以重複地推行輪椅，更易造成上肢累積性傷害¹⁶。故椅背(backrest)高度需足夠支撐軀幹，一般而言，損傷的位階愈低，椅背高度可愈低，以容許輪椅推行時的肩部活動，同時手部可有較大輪圈接觸弧長以提升推行效率¹³；原則上，推行輪椅時肩部宜後縮(retraction)，但要避免過度造成肩部外展

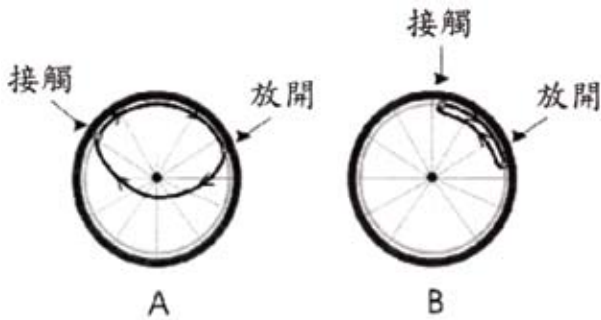


圖3：不同推行輪椅方式的手部動作軌跡：A圖為較建議的半圓弧動作模式(semicircular pattern)；B圖為較不建議的單圈動作模式(single-loop-over pattern)

(abduction) 與內轉(internal rotation)，此為易導致肩關節夾擠症候群之關節位置^{5,16}；另椅背與椅面的夾角可小於90°，增進骨盆穩定度提升坐姿平衡，或椅面有固定軀幹的裝置（如骨盆帶）以提升坐姿穩定度⁵。

6. 推行輪椅的方式

推行輪椅的方式與上肢累積性傷害有極大相關性。縱貫研究與橫斷研究均證實施予手輪的力量快速增加與正中神經傷害密切相關⁵。研究統計大多數臨床個案會使用單圈動作模式(single-loop-over pattern)推行(圖3-B)，但Boninger等(2002)比較各種推行模式的上肢運動軌跡，發現以長且流暢的半圓弧動作模式(semicircular pattern) (圖3-A)推行輪椅，可使手部與輪圈的接觸弧長增大，推行頻率較低，且手部放開時呈自然下垂而沒有極端的方向變化，是生物力學上較為偏好的動作模式，建議個案可練習使用此方式推行輪椅¹⁵。

個案衛教

1. 提高認知與警覺性

健康照護人員包括醫師與治療師，首要能認知維持上肢功能、避免傷害對於脊髓損傷患者的重要性，並告知患者上肢疼痛與傷害的後果、預防原則與治療方式，藉由衛教使患者了解如何調整自己的生活型態、改善可能導致疼痛與傷害的因子⁵。

2. 定期監測

由於脊髓損傷個案的功能狀況會隨著年齡與使用輪椅時間而改變，醫師與治療師應定期監測其變化，包括健康狀態、是否有疼痛及各種不適症狀（如僵硬、水腫、無力、易疲勞等）、輪椅的狀況、及可能導致上肢傷害的風險因子（如心臟疾病、體重快速增加、每日轉位的次數較多、工作性質等），最好直接觀察其輪椅推行與轉位技巧；並建議應如同抽血檢查般，將其列為定期檢查的常規中，以便及早發現與進行介入⁵。

3. 教導保存上肢功能的運動與活動技巧

運動被證實可改善肩關節疼痛的強度，Curtis 等人設計一隨機控制實驗，證實為期六個月的肩關節運動方案（包含5項肩關節運動，2項牽拉前側肩關節肌肉群，3項強化側肌肉群肌力），每日執行牽拉二回，每動作5次，每次維持20~30秒，肌力訓練則每日一回，每動作15次，研究人員並每月電話提醒確認；結果顯示介入組肩關節疼痛指數分數可降低達39.9%，但控制組僅降低2.5%，顯示運動是改善疼痛的有效方式¹⁸。

但運動只是降低關節疼痛的方式之一，若能合併其他介入，如避免傷害事件、正確有

效率的活動方式（如推行輪椅、轉位技巧、拿取高處物品技巧）、儘量減少重複性的上肢活動、及過度出力的活動的次數，也要避免關節處於極端角度下出力（如轉位時手腕過度伸展），才能更全面性達預防成效。

4. 完整評估個案環境

觀察個案於居家環境，及工作、就學與搭乘交通工具時，執行各種活動的情況，以避免推行時遇有高低落差、轉位時平面落差、及拿取物品高於肩部高度等；並與個案討論環境改造調整或使用輔具（如將高處物品改放置於低處，或使用長柄取物夾）的可行解決方式。

5. 適時討論改用電動輪椅

對有能力使用手動輪椅的個案而言，常是到上肢持續疼痛或傷害產生時，才會考慮使用電動輪椅，但導致付出不少代價。故專業人員應該針對產生上肢傷害的高危險群個案，包含已有疼痛或傷害史、老年人或居住於不利推行的環境（如坡道、不平路面），及早提出更換電動輪椅的建議。

使用電動缺點是：花費較高、可能導致活動量不足、體重增加、或某些情境不方便使（如搭乘火車、飛機等），往往造成患者不願使用，故下列幾種方式可提供考慮：如手動與電動輪椅視情境交替使用；或使用外加式動力（add-on-motor）於手動輪椅上；另可選擇新發展的特殊手輪介面如電動輔助手輪推進輪椅（pushrim-activated power-assisted wheelchair, PAPA），其於後輪加上電阻感應，測知個案推人力矩的慣性而以電力輔助加速或減速推

行，故可部分保留手動輪椅的特性，但減少推行所需費力；研究已證實可有效降低推行時所需的心肺負荷量與肩部肌肉的活動，進而減少肩部疼痛¹⁹。另有研發變速輪椅，結構類似變速自行車，根據不同的活動使用不同的傳動，體能較弱或上肢肌力不足的使用者，可在上坡時切換低速檔，以達省力的目的。使用兩週之前後測研究發現，肩部疼痛分數達顯著差異²⁰。

結論

輪椅是脊髓損傷患者生活中不可或缺的輔具，預防上肢傷害的發生是脊髓損傷復健的重要議題，可避免後續的健康問題與醫療花費。減少不良推行造成上肢疼痛傷害則需要提高輪椅推行的效率，其中輪椅的選配處方是關鍵。國內對於輪椅的選擇概念仍有侷限，但近年輪椅研發及人因工程發展有不少進展，專業人員有責任提供符合良好生物力學、人因設計與結構的輪椅處方，另應提供個案相關訊息並持續監控個案狀況，指導正確的推行習慣與方式，及適當上肢運動，以降低上肢傷害的風險，減少脊髓損傷患者的苦痛，提昇其生活品質。

參考文獻

1. Sie I, Waters R, Adkins R, et al: Upper extremity pain in the postrehabilitation spinal cord injured patient. Arch Phys Med Rehabil 1992; 73: 44.
2. Pentland W, Twomey L: Upper limb function in persons with long term paraplegia and implications for independence: Part I. Spinal

- Cord 1994a; 32: 211-8.
3. Pentland W, Twomey L: Upper limb function in persons with long term paraplegia and implications for independence: Part II. Spinal Cord 1994b; 32: 219-24.
 4. Subbarao J, Klopstein J, Turpin R: Prevalence and impact of wrist and shoulder pain in patients with spinal cord injury. The journal of spinal cord medicine 1995; 18: 9.
 5. Consortium for Spinal Cord Medicine: Preservation of upper limb function following spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. J Spinal Cord Med 2005; 28: 434-70.
 6. Veeger H, Van Der Helm F: Shoulder function: the perfect compromise between mobility and stability. J Biomech 2007; 40: 2119-29.
 7. De Groot S, Dallmeijer A, van Asbeck F, et al: Mechanical efficiency and wheelchair performance during and after spinal cord injury rehabilitation. Int J Sports Med 2007; 28: 880-6.
 8. Beekman CE, Miller-Porter L, Schoneberger M: Energy cost of propulsion in standard and ultralight wheelchairs in people with spinal cord injuries. Phys Ther 1999; 79: 146.
 9. Fitzgerald SG, Cooper RA, Boninger ML, et al: Comparison of fatigue life for 3 types of manual wheelchairs. Arch Phys Med Rehabil 2001;82:1484-8.
 10. Cooper RA, Robertson RN, Lawrence B, et al: Life-cycle analysis of depot versus rehabilitation manual wheelchairs. J Rehabil Res Dev 1996; 33: 45-55.
 11. Van der Woude LHV, Bouw A, van Wegen J, et al: Seat height: effects on submaximal hand rim wheelchair performance during spinal cord injury rehabilitation. Journal of Rehabilitation Medicine 2009; 41: 143-9.
 12. Boninger ML, Baldwin M, Cooper RA, et al: Manual wheelchair pushrim biomechanics and axle position. Arch Phys Med Rehabil 2000; 81: 608-13.
 13. Cooper RA, Koontz AM, Ding D, et al: Manual wheeled mobility--current and future developments from the human engineering research laboratories. Disabil Rehabil 2010; 32: 2210-21.
 14. Cowan RE, Nash MS, Collinger JL, et al: Impact of surface type, wheelchair weight, and axle position on wheelchair propulsion by novice older adults. Arch Phys Med Rehabil 2009; 90: 1076-83.
 15. Boninger ML, Souza AL, Cooper RA, et al: Propulsion patterns and pushrim biomechanics in manual wheelchair propulsion. Arch Phys Med Rehabil 2002; 83: 718-23.
 16. Stankovits S: The impact of seating and positioning on the development of repetitive strain injuries of the upper extremity in



- wheelchair athletes. *Work* 2000; 15: 67-76.
17. Dieruf K, Ewer L, Boninger D: The natural-fit handrim: factors related to improvement in symptoms and function in wheelchair users. *The journal of spinal cord medicine* 2008; 31: 578.
 18. Curtis K, Tyner T, Zachary L, et al: Effect of a standard exercise protocol on shoulder pain in long-term wheelchair users. *Spinal Cord* 1999; 37: 421-9.
 19. Fitzgerald SG, Arva J, Cooper RA, et al: A pilot study on community usage of a pushrim-activated, power-assisted wheelchair. *Assist Technol* 2003; 15: 113-9.
 20. Finley MA, Rodgers MM: Effect of 2-speed geared manual wheelchair propulsion on shoulder pain and function. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88: 1622-7. 🇺🇸



學術專論 · 如何預防脊髓損傷患者之上肢累積性傷害：避免不良推行之手動輪椅處方原則