

選擇性背神經根切斷術對腦性麻痺病童步態之成效

陳嘉玲 黃美涓 洪維憲 陳協慶* 鄧復旦 雷大雅**

嚴重的肌肉痙攣不但大大的影響腦性麻痺病童的功能，也會造成步態的異常。而近年來醫學上常以選擇性背神經根切斷術來改善患者的肌肉痙攣。本研究的主要目的是要探討選擇性背神經根切斷術在治療痙攣型腦性麻痺步態上的成效。本研究共收集13位年齡介於3至17歲屬於純粹性痙攣型腦性麻痺的病童，在進行手術前與手術後的9個月至1年間各施予步態分析評估；並額外選取17位年齡、性別相配之正常兒童做為病童手術前後比對步態改善的依據。步態分析乃利用連續性足底壓步態分析儀(computer dynography, CDG)來評估受測者步行時足底作用力變化的情形。經9個月至1年的追蹤，開刀後病童在作用力線、步態週期圖及後足、中足、前足之最大垂直作用力百分比在治療後統計上有明顯的進步，但在平均步行速度、步頻、單腳及雙腳支撐期時間、平均步長、步長之穩定性及對稱性、步態週期中腳跟支撐期、腳板支撐期及腳尖離地期之平均垂直作用力並沒有顯著的改善。因此，腦性麻痺病童經選擇性背神經根切斷術後，雖然在與時間及空間特性有關的步態數上沒有明顯的改善，但由於促使足底壓重新分佈，使得與足底負荷有關的參數上有明顯的進步。

關鍵詞：腦性麻痺，選擇性背神經根切斷術，步態分析
(台灣醫學Formosan J Med 1998;2:509-19)

前 言

腦性麻痺(cerebral palsy)病童乃是由於腦部在發育成熟前，受到損傷而導致上運動神經元症狀，而肌肉痙攣是最常見的症候，由於痙攣的產生使其運動控制(motor control)障礙，進一步造成運動功能障礙，影響日常生活及步態異常，因此，如何有效地降低肌肉張力以改善其步態一直是臨床醫師致力研究的課題。雖然傳統上治療痙攣的方法有很多，如藥物、復健治療、支架治療、神經阻斷術或骨科手術，但這些方法只對較局部性及輕度的肌肉痙攣效果較佳，對於廣泛性及較嚴重的肌肉痙攣，若以傳統的治療方法無效時，目前則可採用選擇性背神經根切斷術。

自19世紀末，許多研究開始探討不同方式的背神經根切斷術對使肢體鬆軟或降低肌肉張力的療效。1888年，Abbe是第一位利用背神經根切斷術來治療神經痛的學者[1]。而1898年，Sherrington以去大腦的貓做實驗，發現背神經根切斷術會使肢體變鬆軟[2]。1913年Foerster利用背神經根切斷術來治療痙攣的同時，他在手術當中以電刺激來監視下肢的動作，以保留支配股四頭肌的神經根[3]。但由於完全性的背神經根切斷術常會造成很多併發症，如感覺性協調障礙(sensory ataxia)，皮膚感覺降低，壓瘡等問題，所以在第一次世界大戰後就很少採用。

近代在選擇性背神經根切斷術的研究中，對傳統的手術方式進行改善，而使這種治療痙攣的手術方法被廣泛的接受。由於手術仍然不

長庚紀念醫院 兒童醫院復健科 神經外科**

朝陽科技大學工業管理技術系*

受文日期 民國87年5月15日 接受刊載 民國87年9月5日

通訊作者連絡處：黃美涓醫師，桃園縣龜山鄉復興街5號，長庚紀念醫院復健科

能有效的保存本體感覺，之後Fasano使用不同的方法，乃術前利用肌電圖的圖形來分離出那些有傷害性痙攣的小神經束(rootlet)，再加以選擇性的切除，經過二至七年的追蹤，其痙攣並沒有復發[4,5]。1982年Peacock爲了保留大小便的功能，乃由腰薦管道(lumbosacral canal)來做選擇性的背神經根切斷術，結果發現六十例病童其痙攣都得到很好的改善。近年來，國外越來越多的醫學中心已廣泛的應用選擇性背神經根切斷術(selective posterior rhizotomy, SPR)來降低肌肉痙攣，南非神經外科醫師Peacock所改良的選擇性背神經根切斷術，是目前公認最有效且長期降低肌肉痙攣的外科手術[6-9]。

在國內已有多家醫院開始實施此項手術，亦有實施SPR之報告[10]，但鮮有探討足底作用力的變化，而本研究方法乃是以連續性足底壓力步態分析儀對腦性麻痺病童術前及術後做步態上之分析，了解術後改善的情形以作為臨床治療的參考。

方 法

受測者

本研究收集痙攣性下肢型(spastic diplegia)腦性麻痺病童13位，男性10位女性3位，平均年齡爲 6.9 ± 1.0 歲，身高爲 111.3 ± 5.1 公分，體重爲 23.9 ± 3.1 公斤，於接受選擇性背神經根切斷術前做第一次步態評估，在追蹤9-12個月再做術後的步態評估；並選取17位正常兒童的步態爲依據，包括9位男性8位女性，平均年齡爲 6.7 ± 0.9 歲，身高爲 117.6 ± 4.4 公分，體重爲 24.3 ± 2.7 公斤，作為手術前後改善的比較參考。病童的來源爲至長庚醫院復健科接受復健治療之病童，病童的選擇須符合下列條件：1. 純粹痙攣型之腦性麻痺兒童；2. 年齡在3至17歲之間且能獨自行走；3. 有足夠的軀幹控制能力；4. 無嚴重之關節攣縮及肌肉無力的現象；5. 家屬能充份了解手術之目的及積極配合復健之治療。

手術方法

病人接受麻醉後的手術過程中，醫師首先

在其兩下肢髓內收肌(hip adductors)、股四頭肌(quadriceps)、脛旁肌(medial hamstring)、脛前肌(tibialis anterior)、腓腸肌(gastrocnemius)貼上肌電圖表面記錄電極，連接多頻道肌電圖機器(Nicolet Viking IIE, Nicolet Biomedical Instruments, WI, USA)以進行手術中肌電圖判讀，接著做椎板切斷術(laminectomy)，再將背神經根分成多條小神經束，以神經鉤(hook)去鉤住每一條小神經束，加給20Hz，1秒鐘的電刺激，刺激強度爲3.0~5.0毫安培，再由肌電圖之圖形來判定其小神經束反應正常與否，並將異常之小神經束切除，以保留正常之小神經束。肌電圖圖形之判斷，乃是根據肌電訊號產生之時間及受激發之肌肉來決定，正常之反應乃是刺激某一小神經束，只會激發所支配之肌肉(如刺激薦椎第一條神經，其腓腸肌會受激發)，若其它同側或對側的肌肉亦受激發，或刺激停止後肌電訊號仍持續存在(after discharge)則爲不正常反應。此外，爲了防止手術後感覺異常或肌肉無力之併發症產生，每條神經束約只切斷30~70%之小神經束。整個手術過程根據以上之原則來完成兩側第二腰椎至第一薦椎之選擇性背神經根切除。

步態分析儀器設備與步驟

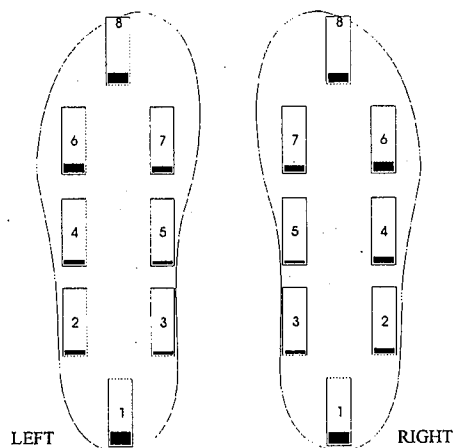
本研究使用連續性足底壓步態分析系統(Computer Dyno Graphy, CDG, Infotronic, Tubbergen, Netherlands)來進行手術前後的步態評估，CDG系統主要包括一個可攜帶型的資料收集裝置及一雙測量鞋，每隻鞋子的前足、中足、後足各有3、2、3個壓力感測元件(sensor)，可用來收集足底與地面間之作用力大小。此系統在實驗過程中以50Hz的頻率連續收集20秒間受測者步行中足底作用力的變化情形，事後透過序列傳輸埠將資料收集裝置連結到個人電腦，透過軟體的控制將所擷取之資料下載至個人電腦，並以捲尺直接量測受測者在20秒間所步行的距離，以便由電腦進行資料分析。

資料處理

實驗中量測所得的足底作用力、20秒間的

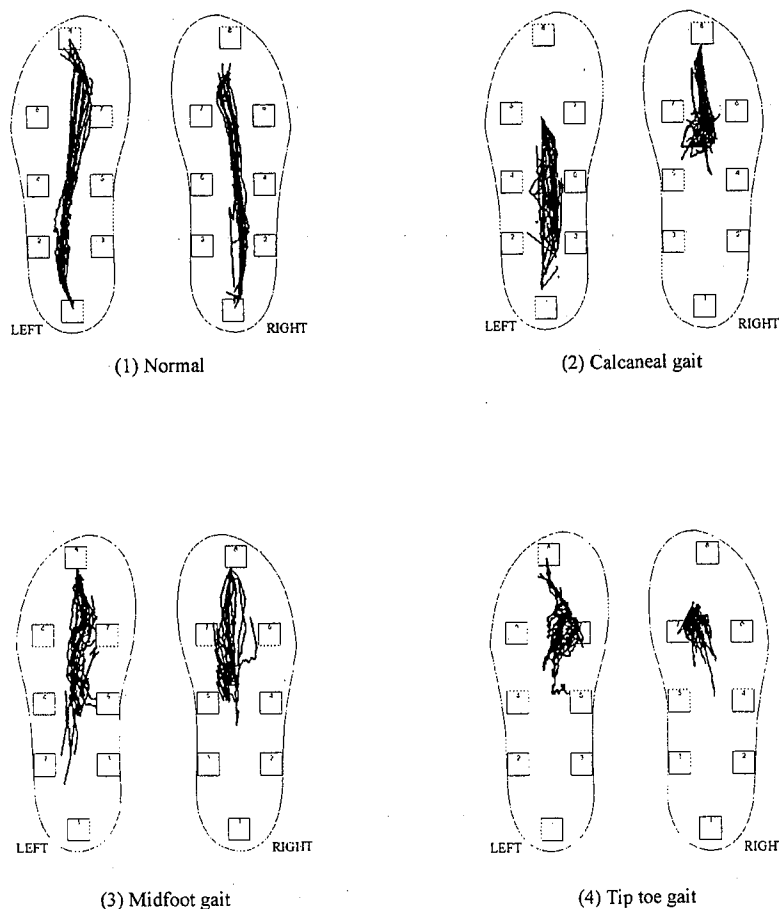
步數及步行距離，可經由分析軟體計分析計算得到步行速度(velocity)、步頻(cadence)、步長(step length)及步態週期中單腳及雙腳支撐期(single and double support)時間的相關資料；分析軟體並可以提供每隻鞋底8個不同位置的感應元件在步態支撐期中與地面最大垂直作用力之平均值(單位為牛頓)(圖一)，以及在腳跟支撐期(heel-on phase)、腳板支撐期(midstance phase)及腳尖離地期(toe-off phase)三個不同時期時，每個時期腳底與地面產生垂直作用力之平均值；同時分析軟體也利用圖形顯示的方式，提供足底壓力中心相對於鞋底之作用力線(gait line)(圖二)，以及合併左右腳足底壓力軌跡的步態週期圖(cyclogram)(圖三)。

本實驗室曾使用CDG系統檢查30位腦性麻痺病童及30位正常兒童，發現作用力線及步態

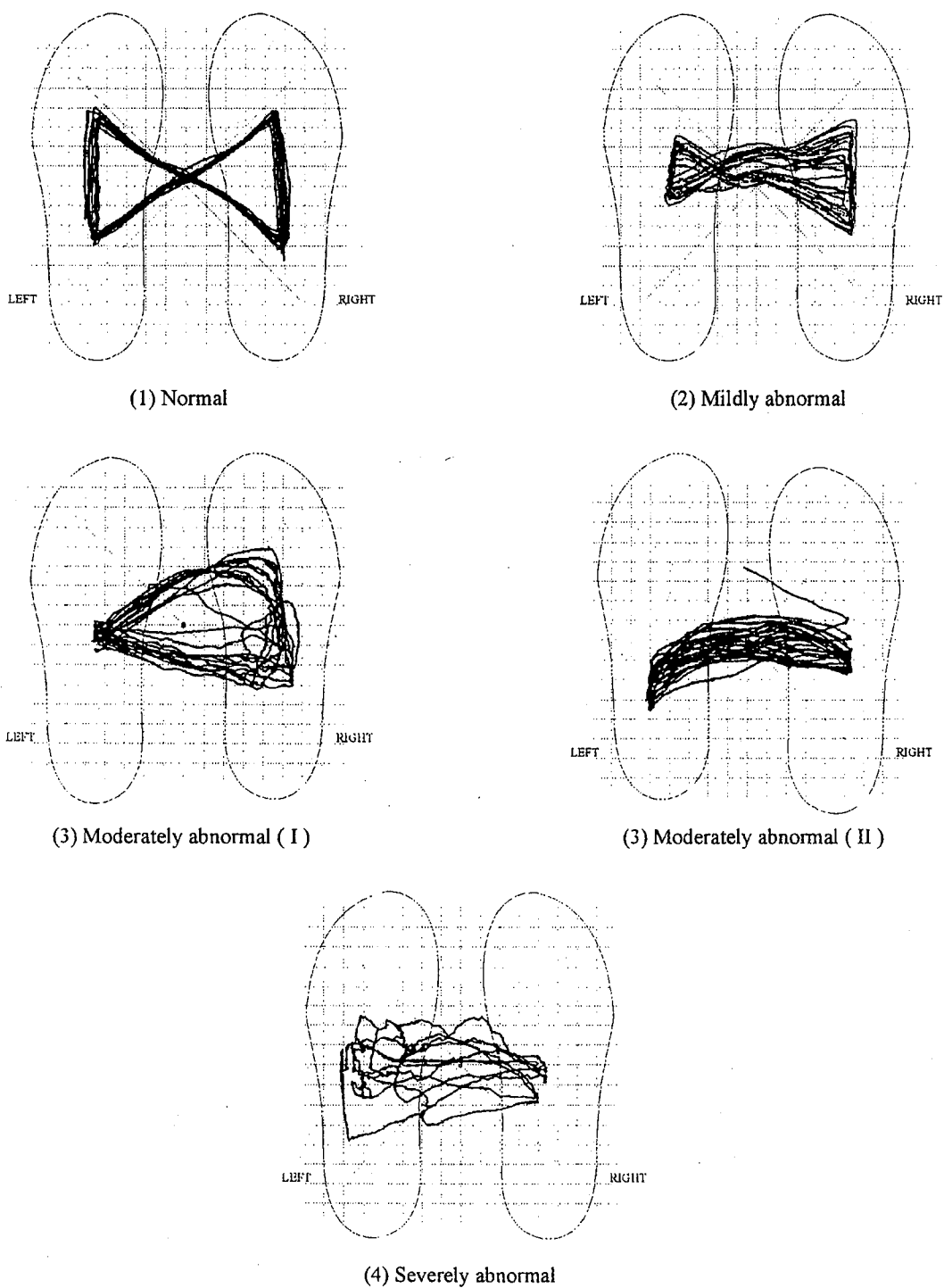


圖一：鞋底8個感應元件的位置

週期圖各可分成4級。本研究根據此結論將受測者作用力線以其長度及起始的位置分成4個等



圖二：根據作用力線的長度及起始的位置將之分成4個等級(此乃自本實驗室30位腦性麻痺病童及30位正常兒童之資料庫)



圖三：依據步態週期圖的形狀、中心點位置將之分成4個等級（此乃自本實驗室30位腦性麻痺病童及30位正常兒童之資料庫）

級(圖二)：第1級為正常的作用力線，起始點位於後腳跟並延伸至前足；第2級的作用力線是以後足為起始點，但作用力線長度僅延伸至中足；第3級的作用力線是以中足為起始點；而第4級的作用力線是以腳尖為起始點；等級愈高代表步行時以腳跟著力的運動控制能力愈差。

本研究將正常為蝴蝶形狀(butterfly shape)之步態週期圖，以足長的十八分之一為一計算方格，兩腳對稱的中心點為原點，將受測者的步態週期圖依其軌跡圖之形狀、及中心點與原點的距離分成4個等級(圖三)：第1及第2級的步態週期圖都為蝴蝶形狀，而第1級的中心點需與原點的距離小於2個方格(正常步態週期圖)；第2級的中心點則與原點的距離大於2個方格(輕度異常)；第3級的步態週期圖的形狀則為長方形或三角形(中度異常)；第4級步態週期圖的形狀則為亂形(重度異常)；等級愈高代表步行時左右兩側運動控制的能力差異性愈大。

利用分析軟體所提供的左右腳平均步長及其標準差，可進一步定義兩腳的對稱性與穩定性。兩腳之對稱性，是以兩腳平均步長的差除以兩腳平均步長所得的百分比來作為對稱指數(symmetry index)，該指數的數值愈小，則表示受測者步態的對稱性愈好；而穩定性則是以兩腳步長之平均標準差除以兩腳平均步長所得的百分比來作為穩定指數(consistency index)，該指數的數值愈小，則表示受測者步態的穩定性愈好。

本研究為了瞭解足底各部位之最大作用力的分佈情形，將各部位之最大作用力以足底承受的總作用力之百分比率來表示。首先將足底分為前足、中足、後足三個部位，各部位分別包含有3、2、3個感應元件，然後計算前足部位的3個感應元件之最大作用力和，再將其除以8個感應元件之最大作用力之和，來求得前足部位的最大垂直作用力百分比(percentage of maximum vertical forefoot force)，以此作為評估步行中前足部位所承受作用力的比率；以上述同樣的方法可分別計算出中足與後足之最大垂直作用力百分比。

為了降低體型所造成的影響，在統計分析

前需將上述處理所得到的部份資料作正規化(normalized)處理。其中步行速度、步長除以身高(body height, BH)，而垂直作用力之平均值則除以體重。

統計方法

研究中對於腦性麻痺兒童在手術前後其作用力線及步態週期圖，分別依照其分類等級給予評分，並採用Wilcoxon signed rank test來檢定手術前後評分上的差異；對於步行速度、步頻、步長、單腳支撐期、雙腳支撐期、對稱性、穩定性、後足、中足、及前足最大垂直作用力百分比、腳跟、腳板支撐期及腳尖離地期之垂直作用力則採用Student's paired t-test來檢定；所有之檢定項目並以 p 值0.05做為各變項在手術前後有無明顯差別的判斷標準。

結 果

我們將資料分析的結果分為二部份，第一部份為病童手術前後的比較，第二部份為正常兒童的資料，主要提供病童手術後改善的參考指標。

腦性麻痺病童治療前後步態上各項參數的比較

治療前，腦性麻痺病童正規化之平均步行速度(BH/秒)、正規化之平均步長(%BH)及步頻(步數/分鐘)、單腳及雙腳支撐期之時間分別為0.37BH/秒、25%BH、94.3步數/分鐘、47.1毫秒(msec)及23.1毫秒；治療後，則分別為0.35BH/秒、24%BH、83步數/分鐘、50.9毫秒及29.0毫秒，統計上沒有明顯的差異。在步長之穩定性、對稱性方面，治療前，病童的穩定指數、對稱指數分別為21.7%、10.2%；治療後則為22.5%、13.5%，在統計上也沒有明顯的差異(表一)。

病童在治療前，腳跟支撐期、腳板支撐期及腳尖離地期之平均垂直作用力分別為13.1、11.1、12.7牛頓/公斤，治療後，分別為14.4、13.3、14.5牛頓/公斤，在統計上沒有明顯的差異。在治療前，病童後足、中足及前足最大垂直作用力百分比分別為10.7%、26.4%、

表一：腦性麻痺病童(手術前後)與正常兒童步態之時間及空間特性參數

步態參數	腦性麻痺病童		正常兒童 (n=17)
	術前(n=13)	術後(n=13)	
步行速度(BH/秒)	0.37±0.15	0.35±0.16	0.70±0.19
步頻(步數/分鐘)	94.3±23.5	83.0±22.5	117.9±17.3
步長(%BH)	25.0±8.4	24.0±7.0	41.9±11.5
單腳支撐期時間(毫秒)	47.1±21.3	50.9±17.2	39.6±4.1
雙腳支撐期時間(毫秒)	23.1±13.3	29.0±16.6	12.5±4.3
步長對稱性(%)	10.2±7.3	13.5±11.4	5.1±3.6
步長穩定性(%)	21.7±9.3	22.5±12.7	13.9±5.9

BH：身高；病童手術前後皆無明顯差異

對稱性：是以兩腳平均步長的差除以兩腳平均步長所得的百分比

穩定性：是以兩腳步長之平均標準差除以兩腳平均步長所得的百分比

表二：腦性麻痺病童(手術前後)與正常兒童步態之作用力相關參數

步態參數	腦性麻痺病童			正常兒童 (n=17)
	術前(n=13)	術後(n=13)	手術前後差異(p值)	
平均垂直作用力(牛頓/公斤)				
腳跟支撐期	13.1±2.7	14.4±3.2	NS	16.2±2.7
腳板支撐期	11.1±3.5	13.3±2.7	NS	12.5±2.5
腳尖離地期	12.7±2.9	14.5±2.9	NS	14.9±2.8
最大垂直作用力百分比(%)				
後足	10.7±9.2	34.1±13.0	<0.001	40.2±3.8
中足	26.4±10.7	10.7±17.6	<0.001	12.1±4.6
前足	62.9±15.4	55.2±17.4	<0.001	47.7±3.6

NS：無明顯差異

62.9%，治療後，則分別為34.1%、10.7%、55.2%，在統計上皆有明顯的差異($p < 0.001$)(表二)。在治療前，作用力線在右腳為3級的有9例，4級的有4例，左腳有2例為2級，4例為3級，7例為4級，治療後，右腳作用力線有2例從3級進步到2級(15.4%)，有4例從4級進步到3級(30.8%)，以左腳而言，有3例自3級進步到2級(23.1%)，有1例自4級進步到2級(7.7%)，有6例自4級進步到3級(46.2%)，即右腳作用力線在治療後有46.2%之病例有改善，而左腳有77.0%之病例有改善，在統計上有明顯的差異(右腳： $p = 0.014$ ，左腳： $p = 0.002$)(表三)。而治療前，步態週期圖2級的有2例，3級的有11例，治療後，有1例從3級進步到1級(7.7%)，有6例從3級進步到2級(46.2%)，即共有53.9%的病例有進步，在統計上有明顯的差異($p = 0.011$)(表三)。

正常兒童步態資料

正常兒童的正規化之步行速度、正規化之步長及步頻分別為0.70BH/秒、41.9%BH及117.9步數/分鐘，單腳及雙腳支撐期之時間則分別為39.6、12.5毫秒；在步長之穩定及對稱指數則分別為13.9%及5.1%(表一)；在腳跟支撐期、腳板支撐期及腳尖離地期之平均垂直作用力分別為16.2、12.5及14.9牛頓/公斤；後足、中足及前足最大垂直作用力百分比分別為40.2%、12.1%及47.7%(表二)。

討 論

本研究經由連續性足底壓步態分析儀所得結果發現，以足底壓力分佈、作用力線及步態週期變化，較步行速度、步長和步頻等傳統步態分析參數更能表現病童在手術前後步態的改

表三：腦性麻痺病童手術前後在足底作用力線及步態週期圖其級數的變化

術前	術 後			Wilcoxon Signed rank test (<i>p</i> 值)
	第1級 n(%)	第2級 n(%)	第3級 n(%)	
足底作用力線				
右腳				0.014
第3級		2(15.4)	7(53.9)	
第4級		0(0)	4(30.8)	
左腳				0.002
第2級		2(15.4)	0(0)	
第3級		3(23.1)	1(7.7)	
第4級		1(7.7)	6(46.2)	
步態週期圖				0.011
第2級	0(0)	2(15.4)	0(0)	
第3級	1(7.7)	6(46.2)	4(30.8)	

善。

手術能明顯改善腦性麻痺病童足底各部位之最大作用力，使其在步態過程中，足底壓力分佈更趨近正常兒童。手術前病童在步態週期中之前、中足之最大垂直作用力百分比皆較正常兒童大15.2%、14.3%，而後足最大垂直作用力百分比則比正常兒童小39.5%，此乃因為病童受痙攣的影響，以致於大多會以中足或腳尖著地走路，故足底壓分佈在後足的比率較小，導致腳跟支撐期之垂直作用力及後足垂直作用力百分比皆較正常兒童為小；而手術後病童前、中足之垂直作用力百分比和正常兒童的差為7.5%、1.4%，而後足垂直作用力百分比的差則更降為6.1%，可見手術後由於痙攣的降低，已明顯轉移到由後足來著力，因此可知足底各部位之作用力在手術後皆有明顯的改善，且手術後足底壓力分佈更趨近正常兒童。而在腳跟支撐期、腳板支撐期及腳尖離地期之平均垂直作用力並沒有明顯的差異，乃因手術後痙攣降低雖促成可使足底壓力的重新分佈，但並不會影響各時期作用合力的表現，故術後各步態週期之平均垂直作用力並沒有顯著的改變。

病童在手術後的足底壓力中心軌跡產生的作用力線有明顯的進步。對右腳而言，有6位病童，從以腳尖(第4級)或中足著力(第3級)進步到以中足或後足著力(第2級)，在左腳作用力線上，有10例病童從以腳尖或中足著力進步到以

中足或後足著力，即手術後有46.2-77.0%之病例得到改善。由於痙攣的影響，常會造成腦性麻痺病童踝關節屈肌過強及踝背屈肌力量不夠，使其在著地時的起始點發生在中足或前足，因而造成作用力線過短或只有腳尖著力，影響在步態過程中的穩定及能量消耗；從先前的臨床評估中發現病童在手術後其肌肉張力有明顯的降低[11]，這顯示在手術後痙攣有明顯的改善，如此使病童較能以後足著力[12]或使作用力線延長，故從作用力線顯示有明顯的進步。

病童在手術前後步態週期圖的表現有明顯的改善。有7例病童從中度異常(第3級)進步到輕度異常(第2級)或正常對稱(第1級)之步態週期圖，即有53.9%之病例得到改善。由於痙攣影響，腦性麻痺病童在步態週期圖所呈現出來的中心點位置往往距離原點大於2個方格的非對稱的蝴蝶形狀或其它形狀，顯示其步態的不對稱，這種現象在手術後從步態週期圖可看出有明顯的改善，這種改善可能是因痙攣去除後，改進了走路時雙腳的運動控制，而使其單腳及雙腳支撐期的交替過程中產生的足底壓力變化有顯著改進。

病童在手術前後，步頻在統計上沒有明顯的差異，這與其它報告的結果類似[13-16]。而步行速度、步長、及步長的穩定性及對稱性方面，在統計上也沒有明顯的差異，這可能是由於本研究病童的年齡分佈太廣，且樣本數太少

而造成群體變異性太大；也可能是病童在痙攣去除後，由於追蹤的時間太短，原本無力的肌肉尚未得到適當的訓練，這可在先前的研究發現病童在手術後，臨床的運動功能評估、日常生活的表現並沒有明顯的改善中得到驗證[11]，這使得步行速度及步長等步態參數無法反映出手術後的改善。Vaughan 等人的研究亦發現在手術後第一年，病童在步長有增加，但在速度上則沒有明顯差異，一直到三年後才有明顯增加[12,13]；而Thomas 等人研究也發現在選擇性背神經根切斷術前、及術後1~2年在步態模式雖有改變，但沒有明顯差異，並且指出其間持續只作非手術治療並不能明顯改善他們的步態模式，若要恢復趨近正常的步態功能，則66~75%的病童仍然需要骨科手術的矯正[17]，因此，手術雖可立即降低痙攣，但要改善步態的功能，需要長時間持續的復健治療，有些則更需要加以輔具或手術的矯正。

我們發現很多研究在比較上述的參數時會使用不同的正規化處理，這也造成彼此結果不同的原因，例如Thomas等人發現在手術前後，步長和步行速度都沒有統計上的差異，但使用年齡作正規化之後，正規化步長在手術前後有明顯差異[17]，而Broscarino's則使用腿長來做正規化處理，結果顯示手術後步長有明顯改善，而步行速度則沒有統計上的差異，反倒是在步頻上有明顯的差別[18]，有些研究則沒有作正規化處理而直接以步態參數作比較，結果顯示手術後步行速度及步長會增加[14-16]，而Vaughan等人也沒有作正規化處理，比較結果發現步長有明顯增加，步行速度則在手術後的第3年才有顯著的差異[12]，也因為不同的研究使用不同的正規化方式，所以目前還很難由各研究之結果歸納出以步長及速度這類傳統的步態參數在比較手術後所造成的影響。

經9個月至1年的追蹤，開刀後病童在作用力線、步態週期圖及後足、中足、前足之最大垂直作用力百分比在治療後統計上有明顯的進步，這些步態上的改善，有可能是選擇性背神經根切斷術後的成效，或是復健治療的進步，但由先前的研究發現經由選擇性背神經根切斷

術後，其肌肉張力的改善，比單純保守復健治療有顯著的進步[11]，因此，術後步態上的改善，主要是由於手術後其肌肉張力降低之效果，再經由復健治療改進學習技巧，亦有可能是在一年期間的成長過程中，運動神經功能及協調上的成長與進步。

選擇性背神經根切斷術後，可能會造成感覺神經功能的受損，進一步會造成運動神經功能之減損，手術後，雖然有3例年齡較大的病童，會表示下肢有麻木或感覺異常的情形，但都在1-2星期內消失。但由於研究之病患主要為兒童，故無法很清楚的描述其感覺功能缺損的情形，也很難以徒手肌力測試(manual muscle testing)檢查其肌肉力量，故本研究只能就被動性之肌肉張力來評估，至於運動及日常生活能力之功能性評估，在先前的研究發現手術後未達顯著的改善[11]。

連續性足底壓步態分析儀較傳統步態分析系統適合用來評估步態參數上的變化。一般常見的步態分析系統多屬於固定式的儀器設備，這類系統往往所測量的步態範圍有限，因此受測者的活動空間往往受到限制，量測足底作用力所使用的測力板也因安裝於固定的地板位置，導致收集某些步長過短或需藉助輔具方能行走之病童的步態資料時，往往無法收集到正確的足底作用力。而連續性足底壓步態分析儀最大的功用，在於它是可攜式的不受場地限制，可連續測量數步的足底壓力變化及足底負荷大小分佈，所提供的步態曲線及步態週期圖，讓測試者能很容易評估受測者在步行中重心轉移的穩定性及兩腳步態的對稱性情形。

本研究結果發現手術前後腦性麻痺兒童步態的改變主要反映在與足底力量負荷有關的參數上例如足底各部的作用力百分比、作用力線及週期圖，而與時間及空間特性有關的步態參數(temporal-spatial gait parameters)如步長、速度、步頻等則沒有明顯改善。選擇性背神經根切斷術主要的目的是降低肌肉的痙攣，在先前的研究發現痙攣的降低造成肌肉張力明顯的改善，但在運動功能及日常生活功能上卻沒有顯著的增進[11]，而肌肉張力的降低，是促成足

底作用力重新分佈，及在作用力線及週期圖改善的原因，我們在手術後能即早的從這些參數中看出腦性麻痺兒童步態改善的情形。運動功能的恢復需要較長時間的復健治療、輔具矯正或需要進一步的骨科手術治療，因此，手術後短期間內在與時間及空間特性有關的步態參數上無法顯示其差異。

本研究僅收集13位病童的資料，此乃由於篩選的條件嚴格，所有腦性麻痺病童皆需具備有獨立行走的能力，並且選擇性背神經根切斷術之進行需徵求家長的同意，長期的追蹤也需病童家長之配合，導致病童收案不易。此外，研究的進行有賴神經外科、麻醉科、復健科醫師、物理、職能治療師及醫學工程師等團隊合作才能完成。需要耗費龐大的人力與物力。儘管所得的資料有限，本研究利用連續性足底壓步態分析系統所發展出的作用力線及步態週期圖的簡易辨認模式，很適合臨床醫師的判讀，且由於儀器攜帶方便，適用於腦性麻痺兒童治療前後在步態上的評估。

誌 謝

本文之完成承蒙國科會 NSC84-2331-B-182-078 的贊助，特此誌謝。

參考文獻

1. Abbe R: Resection of the posterior roots of spinal nerves to relieve pain reflex, athetosis and spastic paralysis: Dana's operation. *Med Record* 1911;79:377-81.
2. Sherrington CS: Decerebrate rigidity and reflex coordination of movements. *J Physiol (Lond)* 1898;22:319-37.
3. Foerster O: On the indications and results of the excision of posterior spinal nerve roots in men. *Surg Gynecol Obstet* 1913;16:463-4.
4. Fasano VA, Broggi G, Barolat-Romana G, Sguazzi A: Surgical treatment of spasticity in cerebral palsy. *Childs Brain* 1978;4:289-305.
5. Fasano VA, Barolat-Romana G, Zeme S, Sguazzi A: Electrophysiological assessment of spinal circuits in spasticity by direct dorsal root stimulation. *Neurosurgery* 1979;4:146-51.
6. Peacock WJ, Staudt LA: Selective posterior rhizotomy: evolution of theory and practice. *Pediatr Neurosurg* 1991-92;17:128-34.
7. Peacock WJ, Arens LJ: Selective posterior rhizotomy for the relief of spasticity in cerebral palsy. *S Afr Med J* 1982;62:119-24.
8. Peacock WJ, Arens LJ, Berman B: Cerebral palsy spasticity: selective posterior rhizotomy. *Pediatr Neurosci* 1987;62:119-24.
9. Peacock WJ, Staudt LA: Spasticity in cerebral palsy and the selective posterior rhizotomy procedure. *J Child Neurol* 1990;5:179-85.
10. 楊翠芬、潘筱萍、白偉男等：選擇性背側神經根切除術於處理痙攣型腦性麻痺之成效—初步報告。中華復健醫誌 1992;20:125-30。
11. 黃美涓、陳嘉玲、雷大雅、黃維彬、蔡幸容、鄧復旦：以選擇性背側神經根切除術及肌內酚劑神經阻斷術治療腦性麻痺病童痙攣之成效比較—初步報告。中華復健醫誌 1997;25:129-38。
12. Vaughan CL, Berman B, Peacock WJ: Cerebral palsy and rhizotomy: a 3-year follow-up evaluation with gait analysis. *J Neurosurg* 1991;74:178-84.
13. Vaughan CL, Berman B, Staudt LA, Peacock WJ: Gait analysis of cerebral palsy children before and after rhizotomy. *Pediatr Neurosci* 1988;14:297-300.
14. Cahan LD, Adams JM, Perry J, Beeler LM: Instrumented gait analysis after selective dorsal rhizotomy. *Dev Med Child Neurol* 1990;32:1037-43.
15. Adams J, Cahan LD, Perry J, Beeler LM: Foot contact pattern following selective dorsal rhizotomy. *Pediatr Neurosurg* 1995;23:276-81.
16. Thomas SS, Michael DA, Rosemary P, et al: Gait changes in children with spastic diplegia after selective dorsal rhizotomy. *J Pediatr*

- Orthop 1996;16:747-52.
17. Thomas SS, Michael DA, Cathleen EB, et al: Does gait continue to improve 2 years after selective dorsal rhizotomy? J Pediatr Orthop 1997;17:387-91.
18. Boscarino LF, Ounpuu S, Davis RB 3rd, Gage JR, DeLuca PA: Effects of selective dorsal rhizotomy on gait in children with cerebral palsy. J Pediatr Orthop 1993;13(2):174-9.

Gait Changes in Cerebral Palsy Children after Selective Posterior Rhizotomy

Chia-Ling Chen, May-Kuen Wong, Wei-Hsien Hong, Hsieh-Ching Chen*,
Fuk-Tan Tang, Tai-Ngar Lui**

Abstract: Severe spasticity in children with cerebral palsy (CP) not only causes functional impairment, but also results in gait abnormalities. Selective posterior rhizotomy (SPR) is one of the major methods used to reduce spasticity. In this study, we used a computer dynography (CDG) gait analysis system to assess the effects of SPR on the gait in 13 children (aged 3-17 years) with spastic CP. Seventeen age- and sex-matched healthy children were included as a control group. The gait was evaluated with CDG preoperatively and again 9 months after SPR. After SPR, the grades of gait line, cyclogram shape, and percentage of maximum vertical hindfoot, midfoot and forefoot force improved significantly. However, SPR did not significantly improve the walking velocity, cadence, single and double support phase time, step length, or symmetry and consistency index of step length. Also, the maximum vertical force during gait cycle did not improve significantly after SPR. In conclusion, the distribution of ground reaction forces improved significantly in children with CP after SPR, although the temporal-spatial gait parameters did not change significantly.

Key Words: cerebral palsy, selective posterior rhizotomy, gait analysis

(Full text in Chinese: Formosan J Med 1998;2:509-19)

Department of Physical Medicine & Rehabilitation, Department of Neurosurgery**,
Chang Gung Memorial and Children Hospital
Department of Industrial Engineering and Management, Chaoyang University of Technology*
Address Correspondence to: Dr. May-Kuen Wong,
Department of Rehabilitation, Chang Gung Memorial Hospital,
5, Fu-Hsing St., Kuwi-Shan, Tao-Yuan, Taiwan