

# 腦性麻痺兒童之坐至站功能性肌力與其粗動作功能及下肢肌力之相關

廖華芳<sup>1</sup> 黃維彬<sup>2</sup> 徐阿田<sup>3</sup> 黃美涓<sup>2</sup>

**目的：**探討腦性麻痺兒童坐站功能性肌力與其粗動作功能及下半身個別肌肉群肌力之關係。**方法：**20名6-12歲痙攣型雙邊麻痺兒童，在2-7天內接受粗動作功能量表(Gross Motor Function Measure 2<sup>nd</sup>, GMFM)，坐站一次最大荷重，下肢個別肌肉之最大等長肌力(以尼可拉斯肌力測試儀測量髋、膝及踝關節之伸直及屈曲肌、髋關節外展及內收肌、踝關節背屈肌與蹠屈肌)，及腰部脊旁肌肌耐力(以碼表測試維持時間)等測量。坐站一次最大荷重與個別肌力都除以體重得標準化肌力。以皮爾森積差相關係數與逐步回歸分析檢定變項間之相關。**結果：**標準化坐站一次最大荷重與GMFM之總分及訓練領域目標分數呈高相關( $r=0.76\sim0.80, p<0.01$ )，各肌肉肌力與坐站一次最大荷重有顯著相關，標準化膝伸直肌肌力及髋外展肌肌力為標準化坐站一次最大荷重之最佳預測因子( $R^2=0.72, p<0.01$ )。**結論：**痙攣型雙邊麻痺兒童之坐站功能性肌力與其粗動作功能及膝伸直肌、髋外展肌肌力有高相關，因此坐站荷重測試可為測試腦性麻痺兒童之功能性肌力方法之一，建議進一步研究增進腦性麻痺兒童粗動作功能之最佳阻力訓練量之訓練方法阻力。(物理治療 2005;30(5):207-216)

**關鍵詞：** 腦性麻痺、坐站活動、粗動作功能、肌力

近年來對於腦性麻痺(cerebral palsy, CP)兒童之治療方法由過去的減少正症狀(positive sign)(如肌肉痙攣、不正常反射)，逐漸朝向改善負症狀(negative sign)(如肌肉無力、平衡反應缺損)為主。<sup>1</sup>一些研究開始探討CP兒童接受肌力訓練後，其功能之改善效果；<sup>2-6</sup>結果顯示，經傳統的單一關節肌力訓練後，其肌力雖有加強，功能是否進步卻尚無定論。<sup>7</sup>如Damiano與Abel(1998)之研究顯示，訓練後CP兒童走路速度稍有增加，也改善屈膝步態；<sup>6</sup>但MacPhail與Kramer(1995)之研究顯示，訓練後肌力雖增加但行走速度卻未改善。<sup>5</sup>CP兒童之單一關節肌力訓練效果未確認，可能因過去研究下肢肌力訓練方法時，其採單一關節動作或開放式動力鏈(open kinetic chain)之動作型態，<sup>2-5,8</sup>與日常

生活中，下肢肌肉多作多關節動作及閉鎖式動力鏈(closed kinetic chain)動作不符；也可能由於選擇訓練之肌肉與研究探討之功能變項並無直接相關，導致訓練後雖有肌力增強，動作功能卻不一定有改善。<sup>5</sup>因此近年來已有功能性肌力之訓練計畫及成效相關報告。<sup>9-11</sup>然而由於上述研究缺乏功能性肌力測試方法，或有功能性測試方法，其阻力僅能由身體本身重量給予，以反覆次數計算之，皆與肌力測試之概念不符。因此對於後續肌力訓練或研究皆是一大障礙。

肌力測試之基本概念是每個肌肉群可以產生的一次最大力量，即一次收縮可抵抗之最大阻力。<sup>12</sup>本研究室結合肌力訓練與動作特異性原則，設計出一種功能性肌力測試方法－“坐站荷重測試”(Loaded Sit-to-Stand Test, LSTST)來量化腦

<sup>1</sup> 台大醫學院物理治療學研究所

<sup>2</sup> 林口長庚紀念醫院復健科

<sup>3</sup> 成大醫學院物理治療學研究所

通訊作者：黃維彬 林口長庚紀念醫院復健科物理治療室 桃園縣龜山鄉復興街5號 電話：(03)3281200-2652

E-mail: weibin.huang@msa.hinet.net

收件日期：94年3月4日 接受日期：94年7月22日

性麻痺兒童的功能性肌力，<sup>13</sup> LSTST可得到坐站一次最大荷重(one repetitive maximum of LSTST, STS1RM)。將STS1RM除以身體體重即可得標準化坐站一次最大荷重(normalized one repetitive maximum of LSTST, NSTS1RM)。研究結果也指出在坐站荷重活動下，CP兒童並未增加下肢肌肉共同收縮比例(co-contraction ratio)或惡化下肢動作控制，故坐站荷重測試／訓練應可作為CP兒童之下肢肌力測試及訓練方法。<sup>13-14</sup> 此外，過去研究顯示，LSTST具高信度，<sup>13</sup> CP兒童STS1TRM低於一般兒童，2組兒童其STS1RM與身體非脂肪質量有顯著相關，<sup>15</sup> 在CP兒童NSTS1RM亦與行走速度有顯著相關，<sup>16</sup> 但CP兒童NSTS1RM與粗動作功能及個別肌力之相關如何，仍有待進一步探討。

Nitz研究肌病變(myotonic dystrophy)病人的坐至站功能發現，三組不同程度坐至站功能程度的病人(可獨立由坐到站；需用手幫忙才可由坐到站；無法獨立由坐到站)，其下肢股四頭肌與脛前肌的肌力總和有明顯差異，且其坐至站功能程度與行走功能程度有顯著相關。<sup>17</sup> 近年來有研究指出腰部脊旁肌、髖伸直肌、膝伸直肌、膝屈曲肌為坐到站主要作用肌肉，<sup>18</sup> 顯示下肢某些肌肉力量會影響坐至站能力，而且坐至站能力與動作功能有相關。因此推論如能以本研究室所發展之坐站荷重訓練加強下肢肌力，或許可同時改善其坐至站與行走功能。但對於CP兒童，以坐站荷重訓練所增加之功能性肌力(如STS1RM)與粗動作功能之相關性尚不清楚，且CP兒童此STS1RM與何個別肌肉肌力最有相關也不清楚，而上述問題的釐清，將有助於發展坐站荷重訓練是否為CP兒童有效訓練方法的重要關鍵之一。

由於CP兒童之下肢肌力，明顯低於正常兒童，<sup>19-20</sup> 且每位CP兒童肌肉無力之形態與程度皆不同，但根據Damiano等人對於CP兒童實施肌力訓練研究之建議，選擇訓練何個肌肉群之肌力，為測試下肢各單一肌肉等長收縮肌力，以最為無力之兩條肌肉為主要肌力訓練重點，可使兒童之粗大動作功能得到改善。<sup>6</sup> 因此必須了解STS1RM與那些肌肉肌力較有相關，當可推測坐至站荷重訓練在臨床上對CP兒童那些肌肉群可產生較大之肌力增強效果。故本研究另一目的為探討CP兒童NSTS1RM與粗大動作功能及腰部脊旁肌力及下肢個別肌力之關係。

## 方 法

### 手握測力器信效度先趨研究

尼克斯手握測力器(Nicholas Manual Muscle Tester; Model 01160, Lafayett Instrument Company, Indiana, U.S.)

A.)為一數位化顯示之手握肌力測量儀，其測量原理是利用應力計(strain gauge)所組成之受力感測元件(load cell)來測量所受到之加壓力量，測量範圍為0-199.9公斤，其敏感度為0.1公斤。因不同台之尼克斯手握測力器所測量之值不能互相比較，<sup>20</sup> 且其準確會受溫度影響，故本實驗使用之尼克斯手握肌力測試器皆為同一部，實驗前為確定其準確度與溫度對測試值之影響，以材料測試系統(MTS 858.02 Mini Bionix Testing System, MTS System Corporation, Eden Prairie, Minnesota)黃金標準檢測欲使用之尼克斯手握測力器作之效度。分別控制室溫於攝氏22度、攝氏26度、攝氏29度下30分鐘以上情況下，同時取得手握力器與材料測試系統之壓力值，以材料測試系統壓力紀錄值減去手握測力器讀值除以材料測試系統壓力值×100%稱為差異百分比。結果顯示三種溫度下兩個儀器之差異百分比以室溫攝氏29度為最高。以單因子變異數分析法檢定，發現三種溫度之平均差異百分比無顯著差異( $F=2.44, p>0.05$ )。但因CP兒童下肢肌力範圍約為0-10公斤，<sup>20</sup> 室溫攝氏29度時，尼克斯手握測力器在壓力值10公斤以下其差異百分比皆約高於10%，而室溫低於攝氏26度以下時，測力器與材料測試系統間之差異百分比皆約低於10%，但壓力值愈小，差異愈大，且室溫為攝氏26度時手握測力器讀值與材料測試系統加壓值呈顯著相關( $r=1.0, p<0.001$ )。故本研究進行時，控制室溫於攝氏22到26度之間，以確保手握測力器測量肌力之效度。

手握測力器測試各肌肉群之測試姿勢與標準步驟為參考本研究室已建立好之標準程序與信度。<sup>20</sup> 由於本研究室過去所使用之髖伸直肌測試方法，CP兒童常無法做出抗拒力動作，導致測力器讀值常為零，且尚無建立踝背屈及踝蹠屈之標準測量方法。故本研究在髖伸直肌、踝背屈肌與踝蹠屈肌參考Damiano等人研究之測量法，<sup>6</sup> 並進行信度研究。髖伸直肌測試姿勢為受測者採側躺，非受測邊髖關節彎曲以幫忙固定，受測邊髖關節維持伸直，測力器固定於受測邊大腿後側遠端1/3處；踝關節蹠屈肌力測試姿勢為受測者採仰躺姿，頭朝上方，雙手平放於身體兩側，受測邊髖關節與膝關節屈曲90度，置放在椅子上。施測者站在受測邊將測力器置於第1-5根蹠骨足底處。踝屈曲肌力測試姿勢如踝蹠屈肌，測力器置於第1-5根蹠骨足背處。本研究測試者以標準測量方式，分別在3-7天內測量3位正常兒童(年齡為6, 9, 12歲)之下肢個別肌力2次，計算測試者之再測信度，結果顯示其再測信度良好( $ICC=0.86-0.97, p<0.01$ )。

### 受試者

本實驗採取方便取樣方式，在台灣的北部徵召21名雙邊痙攣型雙邊麻痺(spastic diplegia)CP兒童參與本實驗。實

驗進行前，本研究已取得台大醫學倫理委員會之審查通過，並將實驗程序及目的與家長說明，並取得家長簽寫之同意書。

CP兒童選擇條件為：(1)年齡在6到12歲間；(2)能獨立完成坐到站之動作，且可維持站姿2秒以上；(3)能聽從指令且配合度良好；(4)無明顯肌肉攣縮或關節變型；(5)平日坐與站姿勢無顯著不對稱且兩側肌力總和差異不超過20%；(6)近半年來未接受任何神經或肌肉骨骼手術。排除1位因兩側肌力差超過20%以上，其餘20名CP兒童(10名男性，10名女性)參與本實驗。受試者基本資料如表1所示。所有受測者皆完成粗動作功能量表、坐站荷重測試及個別肌肉群肌力測試。依行走功能程度分類，<sup>23</sup> 20位CP兒童中15位屬戶外功能性行走，5位可達室內功能性行走。其中有4位接受過選擇性背根神經切除術(selective posterior rhizotomy)1年以上，2位接受過肌肉鬆弛術(soft tissue release)半年以上。

## 測量工具

本實驗所使用的主要測量工具與器材有四種：(1)粗動作功能量表(Gross Motor Function Measure 2nd, GMFM)：用來評估CP兒童的粗動作功能程度；<sup>21</sup> (2)有口袋可加重量之背心(簡稱阻力背心)、鉛條及可調高度坐椅：用來測量坐站荷重測試；(3)尼克拉斯手握測力器：測量CP兒童下肢單獨各肌肉群的肌力；(4)碼錶：記錄在俯臥姿CP兒童能維持雙手及頭皆離開床面的時間來量化腰背脊旁肌肌力。

粗動作功能量表為Russell等人於1989年設計，主要是針對小於20歲且動作年齡小於5歲CP兒童所設計，測量其動作功能及動作品質，其再測信度良好(ICC=0.92)，不同測試者間信度良好(ICC=0.87~0.99)，<sup>21</sup> 內容包括五個向量，為躺／翻身(GMFMA)、爬／跪(GMFMB)、坐(GMFMC)、站(GMFMD)、走／跑／跳(GMFME)，共88項測試，每項給0到3分。因此分數範圍為0~264分。此量表為目前公認測量CP兒童粗動作功能有無進步的最佳評估工具。<sup>22</sup> 所以本研究選取此評量工具作為粗動作功能變數。而量表以各分項原始分數除以分項滿分稱為百分比分數，以百分比分數代表各分項功能程度，再取五分項之百分比

表1. 受測者基本資料(人數為20人)

	平均值	標準差	範圍
年齡(月)	87.9	13.9	72 - 122
體重(公斤)	21	3.5	14 - 30
身高(公分)	118.1	6.4	105 - 128

分數的平均為總和分數(簡稱GMFMT)代表其平均粗動作功能程度，本研究以GMFMT代表其目前粗動作功能程度。另外由於本研究所選取之受測者皆可獨立完成由坐到站的動作，且可站立2秒以上。因此GMFMA、GMFMB、GMFMC近乎滿分，故以站分項(GMFMD)及走／跑／跳分項(GMFME)之百分比分數平均為訓練領域目標分數(goal area score, GMFMG)，代表其欲訓練領域分項的目前功能程度。正式測試前，測試者(通訊作者)經過GMFM之測量信度檢定合格。

坐站荷重測試所使用工具為阻力背心及鉛條及可調整高度之坐椅。阻力背心為可調整長度，有四個口袋，如圖1所示。鉛條分淺色及暗色，其中淺色0.5公斤，暗色1公斤，事先用標準砝碼校正，記錄其重量，單位為克。測試時，其誤差以加減標準砝碼維持其單位準確至100克。

尼克拉斯手握測力器比傳統之徒手肌力測試方法(Manual muscle testing)能更客觀量化肌力。本研究室先前以尼克拉斯手握肌力測試器，測量正常及CP兒童肌力，發現經標準程序測試，其信效度良好(ICC>0.87)，且已有部分台灣地區6-12歲正常兒童之肌力參考值。<sup>19</sup> 故本研究選取尼克拉斯手握測力器作為測量CP兒童個別肌肉群之最大等長肌力之測量工具。

針對腰部脊旁肌的肌力測試方法在先趨研究之結果顯示，以手握測力器按照徒手肌力測試標準方法測量5位CP

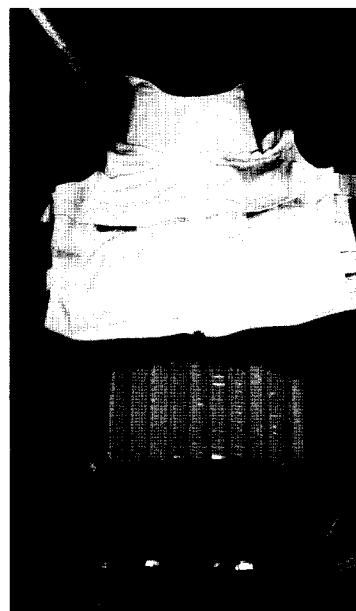


圖1. 阻力背心及測試鉛條

兒童，皆得量測值為0，故本研究以碼表記錄CP兒童維持一特定抗重力姿勢的時間長短，作為其肌力值。本研究所使用之電子式碼錶，可顯示至百分之一秒。用來測量腰部脊旁肌肌力。

## 研究步驟

先對受測兒童進行人體測量，包括身高、體重，並記錄其基本資料，如姓名、年齡、診斷、行走能力及優勢側。<sup>23</sup>以平時上樓梯時先上樓梯之腳為優勢側。行走能力分為三種程度：(1)戶外功能性行走(community ambulator)：可獨立在戶外行走，不需幫助；(2)室內功能性行走(household ambulator)：在室內可獨立行走，但戶外行走受到距離限制；(3)運動性行走(exercise ambulator)：需扶持才能行走。而為了避免肌肉疲勞的影響。測量時分兩天隨機測量二組變項，一次為測量粗動作功能量表及STS1RM，另一次測量下肢個別最大等長肌力及腰部脊部肌肌力，兩次間隔2-7天，以避免肌肉疲勞的影響測試結果。

## 測量方法

GMFM測試部份由同一名經過GMFM再測信度檢定合格之物理治療師，在一安靜無干擾且有施測手冊之標準設置的環境下，依施測手冊之標準施測方法進行測量。

LSTST測試STS1RM，其詳細測量方法可參考Gan等人之報告。<sup>13</sup> LSTST於CP兒童其再測信度已獲証實( $r=0.97$ )，<sup>13</sup>也具良好之測試者間信度(ICC 0.94,  $p<0.0001$ )：<sup>16</sup>不同動作障礙嚴重度CP兒童之NSTS1RM顯著不同，<sup>15</sup>輕度痙攣型雙邊麻痺兒童之NSTS1RM與非體脂肪質量有顯著相關( $r=0.88$ ,  $p<0.001$ )；<sup>15</sup>與自選行走速度( $r=0.37$ )及行走時生理耗能指數之倒數( $r=0.39$ )也有顯著相關( $p<0.05$ )，<sup>16</sup>故LSTST具信效度。

以尼克拉斯手握測力器測量兩側髖關節、膝關節、踝關節之伸直、屈肌及髖關節外展、內收肌的最大等長收縮力。正式測量時，必須讓兒童熟身並說明及示範測試之方法，確定兒童瞭解後，再開始測試並記錄測量值，給受試者的口令為用最大的力量壓測試者之手，以達成測試(make test)維持3秒鐘；每個肌肉群測三次，每次測試之間休息15秒；每條肌肉測試的順序為隨機選取，但以最少變換姿勢為原則。

腰部脊旁肌肌力測試方法為：兒童俯臥在床上，頭側床面略低於骨盆處床面5公分，測試者固定其骨盆，要求受測者上半身離開床至髂骨上緣(ilial crest)作出如飛機狀，手、頭皆離開桌面，記錄上半身維持離開床面的時間(圖2)。<sup>24</sup>共測量3次，每次之間休息15秒。

## 資料處理

NSTS1RM為STS1RM除以其體重。粗動作功能總分(GMFMT)分數為將粗動作功能量表各分項百分比分數加總再除以分項數目為粗動作功能總分分數。訓練領域目標分數(goal area score, GMFMG)為粗動作功能量表分數之站分項(GMFMD)，走／跑／跳分項(GMFME)之兩分項百分比分數之平均為訓練領域目標分數。標準化個別肌肉最大等長肌力為測量個別肌肉在標準測試姿勢下之最大等長肌力，計算三次之平均值，再除以體重，再將兩側肌力平均得標準化個別肌肉群最大等長肌力。腰部脊部肌肌力為測量維持測量姿勢最長的時間，取其三次平均值。

## 統計分析

所有資料皆輸入SPSS10.0版統計分析軟體(SPSS Inc, 1999)。NSTS1RM與GMFM量表分數及個別肌力之相關性分析方面，先分別畫出二變數變項散布圖(scatter plot)，如呈線性分布趨向，則以皮爾森積差相關(Pearson product-moment correlation)係數檢定。NSTS1RM與腰部脊旁肌力及其下肢個別標準化最大等長肌力之逐步複迴歸分析方面，因腰部脊旁肌力與下肢個別最大等長肌力單位不同，為避免因不同測量單位的影響，各變項轉化為標準分數(Z分數)作統計分析，得最佳複迴歸方程式， $\alpha$ 設為0.05(單尾檢定)。

## 結果

依行走功能程度分類，<sup>23</sup> 20位CP兒童中15位屬戶外功能性行走，5位可達室內功能性行走。其中有4位接受過選擇性背根神經切除術(selective posterior rhizotomy)1年以上，2位接受過肌肉鬆弛術(soft tissue release)半年以上。

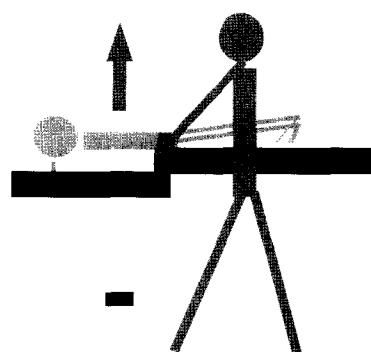


圖2. 腰部脊旁肌肌力測試姿勢



受測者之STS1RM原始平均為 $9.1 \pm 5.2$ 公斤；NSTS1RM平均值為 $0.44 \pm 0.23$ ，即CP兒童完成坐至站一次動作之最大荷重平均是身體體重之44%。粗動作功能量表平均百分比分數範圍為79.0-99.7，躺／翻身分項、坐分項、爬／跪分項之平均百分比分數皆為95以上，接近滿分100。總分(GMFMT)及訓練領域目標分數(GMFMG)的範圍則分別為74.3~100和49.8~100。下肢個別最大等長肌力之平均肌力範圍為2.1至9.8公斤，腰部脊旁肌力平均為 $50.1 \pm$

43.3秒(表2.)。下肢各肌肉群標準化最大等長肌力，其平均範圍為0.10到0.47。

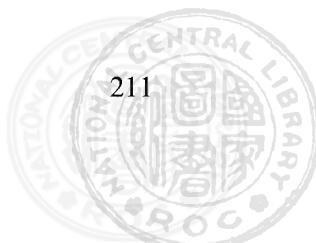
GMFMT及GMFMG與NSTS1RM之散佈圖如圖3.所示，2變數間是直線相關，因此進一步以皮爾森積差相關係數檢定，GMFMT，GMFMG與NSTS1RM其相關性達到顯著相關( $r=0.76$ ;  $r=0.80$ ,  $p<0.001$ )(表3.)。

NSTS1RM與個別標準化肌力之散佈圖皆呈直線相關趨向，因此進一步以皮爾森積差相關係數，結果皆呈有意義

表2. 腦性麻痺兒童之坐站一次最大荷重、粗動作功能量表分數與下半身肌力之平均值與標準差

變項	平均值	標準差	範圍
<b>坐站一次最大荷重</b>			
STS1RM*(公斤)	9.1	5.2	1.5 - 24
NSTS1RM**	0.44	0.23	0.08 - 1.04
<b>粗動作功能量表分項百分比分數</b>			
躺／翻身分項	98.3	2.0	96.1-100
坐分項	99.7	0.9	96.7-100
爬／跪分項	97.7	4.0	88.1-100
站分項	85.6	10.9	64.1-100
走／跑／跳分項	72.3	20.7	27.8-100
GMFMT	90.5	7.5	74.3-100
GMFMG	79.0	15.3	49.8-100
<b>下肢個別肌肉群肌力原始值</b>			
腰部脊旁肌(秒)	50.1	43.3	2.67-157.2
髓伸直肌(公斤)	4.7	2.8	0.6-10.4
髓屈曲肌(公斤)	5.7	1.9	3.0-9.3
髓外展肌(公斤)	5.7	2.1	2.5-10.6
髓內收肌(公斤)	6.1	2.0	2.6-10.0
膝伸直肌(公斤)	7.1	2.6	2.8-12.2
膝屈曲肌(公斤)	4.0	2.2	1.0-8.4
踝背屈肌(公斤)	2.1	1.5	0.1-4.4
踝蹠屈肌(公斤)	9.8	3.3	4.3-15.2
<b>下肢各肌肉群標準化最大等長肌力</b>			
髓關節伸直肌	0.22	0.13	0.03-0.54
髓關節屈曲肌	0.27	0.08	0.17-0.40
髓關節外展肌	0.27	0.08	0.12-0.48
髓關節內收肌	0.29	0.08	0.15-0.44
膝伸直肌	0.34	0.11	0.14-0.55
膝屈曲肌	0.19	0.10	0.05-0.40
踝關節背屈肌	0.10	0.06	0.003-0.20
踝關節蹠屈肌	0.47	0.13	0.28-0.72

\*STS1RM：坐站一次最大荷重，\*\*NSTS1RM：標準化坐站一次最大荷重



正相關( $r=0.4\sim0.78, p<0.05$ )，如表3所示，即下肢各肌肉群肌力越高者，其坐至站功能性肌力也越高。與NSTS1RM相關性最高為髖外展肌肌力、其次為膝伸直肌肌力、腰部脊旁肌肌力、膝屈曲肌肌力、髖屈曲肌肌力、髖伸直肌肌力、踝背屈肌肌力、髖內收肌肌力、踝蹠屈肌肌力。標準化髖外展肌肌力及膝伸直肌肌力與NSTS1RM之散佈圖與迴歸直線見圖4。

為了解預測NSTS1RM之個別肌力之最佳複迴歸方程式，因此以NSTS1RM之標準化Z分數(ZNSTS1RM)為依變項，標準化個別肌力標準Z分數為自變項，進行逐步線性複迴歸分析。求得CP兒童以個別肌力預測之最佳複迴歸方程式如下：

$ZNSTS1RM = 0.49ZNMHAB + 0.45ZNMKKE + e$  其中ZNSTS1RM為NSTS1RM轉化為標準Z分數，ZNMHAB為標準化髖外展肌肌力之Z分數，ZNMKKE為標準化膝伸直肌肌力之Z分數(見表4.)， $R^2=0.72$ 。因此，髖外展肌和膝伸直肌肌力最能預測坐站功能性肌力。

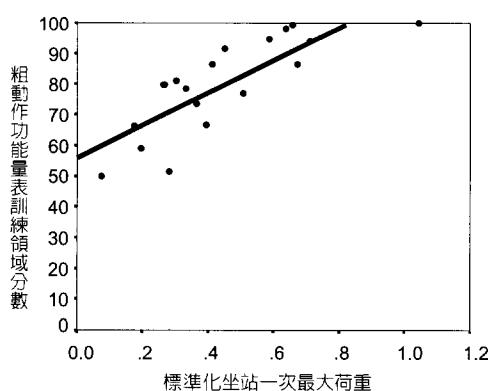


圖3. 標準化坐站一次最大荷重(NSTS1RM)與粗動作功能量表訓練領域分數(GMFMG,  $r=0.80, p<0.001$ )及粗動作功能量表總分(GMFMT,  $r=0.76, p<0.01$ )之回歸線

表3. 標準化坐站一次最大荷重與粗動作功能量表分數及標準化個別肌力之相關係數

變項	r
GMFMT*	0.76***
GMFMG**	0.80***
髖外展肌	0.78***
膝伸直肌	0.76***
腰部脊旁肌	0.70**
膝屈曲肌	0.67**
髖屈曲肌	0.67**
髖伸直肌	0.59**
踝背屈肌	0.49*
髖內收肌	0.42*
踝蹠屈肌	0.40*

\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$  由皮爾森相關係數檢定(單尾)

\* GMFMT：粗動作功能量表總分百分比分數

\*\* GMFMG：粗動作功能量表訓練領域目標百分比分數

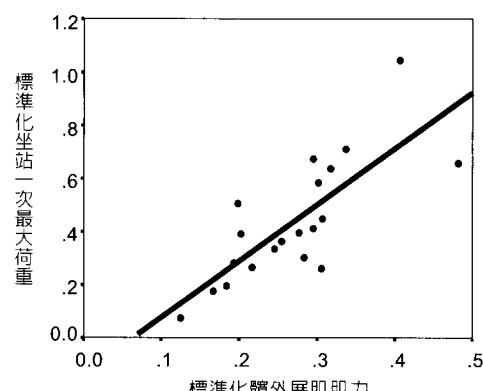
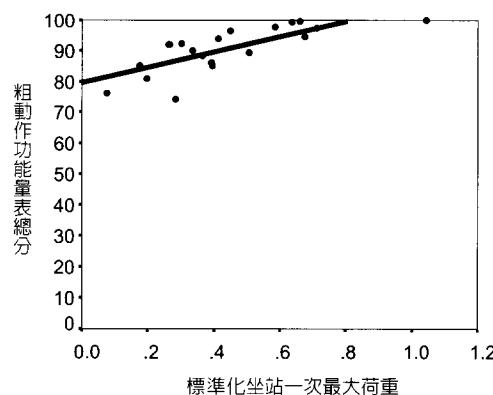
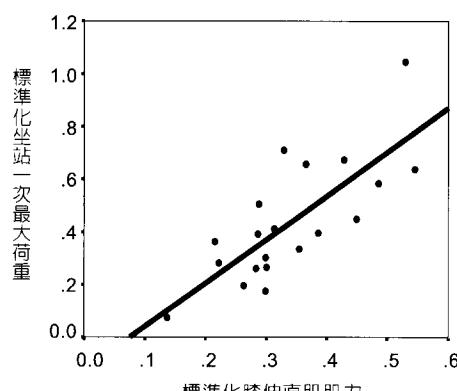


圖4. 標準化坐站一次最大荷重(NSTS1RM)與標準化髖外展肌肌力 ( $r=0.78, p<0.001$ ) 及標準化膝伸直肌肌力( $r=0.76, p<0.001$ )之回歸線



## 討 論

本研究結果顯示CP兒童的NSTS1RM與其粗動作功能呈顯著相關，與先前以下肢個別肌力與功能之相關研究結果相類似。<sup>24</sup>先前研究結果顯示，CP兒童之膝伸直肌力與粗動作功能程度( $r=0.58-0.68$ )<sup>25</sup>呈正相關。但本研究結果其坐站荷重能力所代表之坐站功能性肌力與粗動作功能程度之相關程度( $r=0.76-0.80$ )高於以往研究。其原因之一可能為本研究為採多關節之功能性肌力測試方式之研究，而多關節功能性肌力測量方式與日常生活之動作最為接近，<sup>16</sup>且多關節功能性肌力可避免傳統個別等長肌力測試時，需考慮測試關節角度與選擇性動作控制之影響。Dodd等人研究已顯示荷重之功能性肌力訓練，如踮腳尖、蹲站、上下階梯可增加腦性麻痺兒童粗大動作功能；<sup>10</sup>然而多大阻力之荷重訓練對腦性麻痺兒童之其粗動作功能效果最好，仍有待進一步研究。因此未來可利用LSTST得每位CP兒童之NSTS1RM，並由此來量化其阻力，探討阻力與療效之關係。

本研究之坐站功能性肌力與個別肌力之相關性結果顯示，與NSTS1RM最有相關的為髖關節外展肌力及膝伸直肌肌力。兩塊肌肉肌力可解釋坐站最大荷重能力之變異數72%。但審視以往之坐站研究，皆無討論髖關節外展肌力對坐至站功能之影響。因為傳統上認為在坐到站之主要動作為完成矢狀面的動作，髖外展肌與髖內收肌之作用方式為互相協調，保持髖關節之穩定，在正常兒童坐至站活動中其肌電活動並不明顯。<sup>14</sup>但有研究指出臀中肌與臀小肌為主要負責走路時提供髖關節穩定之肌肉。<sup>26</sup>在站立時髖外展肌及內收肌為主要維持人類站立時左右穩定的肌肉。<sup>27</sup>因此推論CP兒童在坐站最大荷重情況下，其髖關節需有較高的穩定性。過去研究顯示正常兒童之髖外展肌力略大於髖內收肌力，<sup>20</sup>本研究與黃等人之研究皆顯示CP兒童之髖外展肌力略低於髖內收肌力，<sup>20</sup>且CP兒童於下肢伸直肌用力時，常會伴隨髖內收肌張力增加，<sup>28</sup>推測CP兒童於坐至

站活動中，容易因髖關節外展肌無法與髖內收肌力維持平衝，其髖關節容易維持在內收及內轉之姿勢，<sup>29-30</sup>因此髖外展肌力的大小會影響CP兒童在坐至站活動中髖關節之穩定性。

NSTS1RM與膝伸直肌高相關之結果與Pai研究正常人的坐到站活動之動力學分析，大腿所產生力矩為主要負責其往上的力矩相符。<sup>31</sup>另一方面，先前研究之坐至站肌電活動分析，由坐到站時，當身體繼續向前到開始要往上站起，此時由膝伸直肌主要負責產生往上的力量。<sup>18</sup>故綜合分析由坐到站時之肌電活動與動力學分析，膝伸直肌應為主要負責產生由坐到站時，所需往上的主要力量，故NSTS1RM與膝伸直肌有高度相關。未來研究可進一步探討坐站荷重訓練對CP兒童髖外展肌與膝伸直肌之效果。

對於肌力測試方法之選擇，應考慮其測量目的，測量對象及可使用之測量儀器，來決定何種測量方式為宜。<sup>32</sup>因此以下依目的、對象及儀器三方面討論：(1)測量目的：現今之治療重點已從改善機能損傷(impairment)逐漸朝向功能(function)上的改善。<sup>1</sup>因此肌力評估之目的也較為重視其評估結果對功能之影響。傳統之肌力測量方式，採用單一肌肉群、單一關節之肌力測量方式，如要評估其肌力程度對粗動作功能的影響，常需評估所有肌肉。<sup>6</sup>而本研究所使用之LSTST，其所測得之NSTS1RM對粗動作功能之解相關達到顯著相關，NSTS1RM可解釋粗動作功能總分分數(GMFMT)58%變異性( $R^2=0.58, p<0.01$ )，高於傳統之單一關節肌力測量方式的可解釋35%變異性，<sup>6</sup>故LSTST對評估CP兒童肌力對於粗動作功能之影響有其優勢。(2)測量對象：傳統之肌力測量方法，要求測試時，需作出標準之單一關節動作，<sup>33</sup>對於CP兒童而言，常無法作出單一關節動作而使得其肌力無法測量，<sup>34</sup>但LSTST採用多關節、閉鎖式動力鏈動作，與其日常生活之動作相符，CP兒童較易配合，其再測信度良好。<sup>13</sup>但此測量方法受限於受測兒童需為可獨立完成由坐到站之動作，且可獨立維持站2秒以上。因此不適用於一些較嚴重之CP兒童，故LSTST目前僅適用

表4. 下肢標準化個別肌力預測標準化坐站一次最大荷重之最佳複迴歸方程式

自變項	B	SEB	95%CI	R square	F	p
常數項	0	0.13	-0.26-0.26			
標準化髖外展肌肌力	0.49	0.17	0.13-0.84	0.60	27.40	<0.01
標準化膝伸直肌肌力	0.45	0.17	0.09-0.80	0.72	21.94	<0.01

自變項為髖伸直肌、髖屈曲肌、髖外展肌、髖內收肌、膝伸直肌、膝屈曲肌、踝背屈肌、與踝蹠屈肌之標準化肌力Z分數及腰部脊旁肌肌力Z分數

依變項為標準化坐站一次最大荷重之Z分數



於輕度CP兒童。(3)測量儀器：LSTST所需儀器主要為椅子、荷重背心及鉛條，在臨牀上容易獲得，且其價格較手握測力器及等速測力儀便宜，故可作為臨牀使用。因此LSTST適用於臨牀評估輕度CP兒童之下肢功能性肌力對粗動作功能之影響。

## 研究限制

本研究以每位受測者舒服的速度進行坐站荷重測試，因此無法控制每位受測者於坐至站活動速度一樣。但Pai研究發現於坐至站動作速度愈快者，其往前的力矩愈大，因此可能造成其需較少往上的力矩，<sup>31</sup>而本坐站荷重測試時其坐至站完成時間明顯長於正常無荷重情況下，<sup>14</sup>故需較高之往上力矩。每人所需往上力矩不同，可能影響到每人坐站荷重活動時各肌肉用力情況不同，影響其個別肌力與坐站荷重能力之相關性。

本研究選取之受測者兩測肌力差需小於20%，且受測者兩側之肌力平均並無統計上之明顯差異，因此以兩側肌力平均作為肌力代表。但CP兒童於動作時常為不對稱載重，雖本研究受測者其肌力兩側未有明顯差異，但動作時其兩側承重不一定無明顯差異，建議未來可在力板上進行坐站荷重測試，計算其兩側載重比例，以確定其兩側載重無明顯差異。

本實驗之坐站荷重測試時，為了與CP兒童平時之策略相同，故採用髋—軀幹策略由坐到站，但有研究指出，此策略可提供較佳之穩定性，所需平衡能力較少，但需產生較大之肌肉力量。<sup>35</sup>因此可能使研究結果中個別肌力與坐／站最大荷重之相關性過於高估。此外，本研究腰部脊旁肌的肌力測試方法，因前置實驗時以徒手肌力測試儀按照標準方法測量5位CP兒童，皆無法量測，故改為以碼表記錄其維持一特定抗重力姿勢的時間長短，作為其肌力大小之表示，但此方法無法單獨量測其肌力，量測之值可能代表其肌肉耐力。故對於CP兒童之腰部脊部肌的肌力測量方法建議需再進一步研究。

## 結 論

CP兒童的坐至站功能性肌力與其粗動作功能及下肢個別肌力有高度相關，因此LSTST可作為臨牀上下肢功能性肌力之評估方法。並建議量化其訓練阻力，進一步探討達到最好功能性療效之最佳阻力訓練量。

## 參考文獻

1. Fetters L. Measurement and treatment in cerebral palsy: An argument for a new approach. *Phys Ther* 1991;71:244-7.
2. McCubbin JA, Shasby GB. Effects of isokinetic exercise on adolescents with cerebral palsy. *Adapt Phys Act Q* 1985;2:56-64.
3. Damiano DL, Vaughan CL, Abel MF. Muscle response to heavy resistance exercise in children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1995;37:731-9.
4. Damiano DL, Kelly LE, Vaughn CL. Effects of quadriceps femoris muscle strengthening on crouch gait in children with spastic diplegia. *Phys Ther* 1995;75:658-67.
5. MacPhail AHE, Kramer JF. Effect of isokinetic strength-training on functional ability and walking efficiency in adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1995;37:763-75.
6. Damiano DL, Abel MF. Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79: 119-25.
7. Darrah J, Fan JSW, Chen LC, Nunweiler J, Watkins B. Review of the effects of progressive resisted muscle strengthening in children with cerebral palsy: A clinical consensus exercise. *Pediatr Phys Ther* 1997;9:12-7.
8. Healy A. Two methods of weight-training for children with spastic type of cerebral palsy. *The Research Quarterly* 1958; 29:389-95.
9. Blundell SW, Shepherd RB, Dean CM, Adams RD. Functional strength training in cerebral palsy: a pilot study of a group circuit training class for children aged 4-8 years. *Clin Rehabil* 2003;17: 48-57.
10. Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003;45:652-7.
11. McBurney H, Taylor NF, Dodd KJ, Graham HK. A qualitative analysis of the benefits of strength training for young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003;45:658-63.
12. Kahn BA, Scuderi GR, McCann PD. Why sports medicine. In: Scuderi GR, McCann PD, editors. (eds). *Sports Medicine, A Comprehensive Approach*. 2nd ed. Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier Mosby 2005. p. 13-4.
13. Gan SM, Liao HF: The Reliability Study and Comparison of Sit-to-Stand Repetitive Maximum Capacity in Children with Cerebral Palsy and Children without Disability. *FJPT* 2002;27: 292-302.
14. 甘蜀美。腦性麻痺兒童坐/站最大荷重測試及下肢肌肉之肌電活動。台灣大學醫學院物理治療學研究所。碩士論文。2000。
15. 廖華芳、劉盈綺、劉金枝。可獨立行走雙邊痙攣型腦性麻痺兒童與一般兒童下肢肌力與身體組成之相關。物理治療 2002 : 27 : 273-82。



16. 劉金枝、廖華芳、林光華。輕度痙攣型雙邊麻痺兒童由坐至站功能性肌力與行走功能之相關性。物理治療 2004；29：176-83。
17. Nitz JC, Burns YR, Jackson RV. Sit-to-stand and walking ability in patients with neuromuscular conditions. *Physiother* 1997;83:223-7.
18. Goulart FR, Valls-Sole J. Patterned electromyographic activity in the sit-to-stand movement. *Clin Neurophysiol* 1999;110: 1634-40.
19. Wiley ME, Damiano DL. Lower-extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1998;40: 100-7.
20. Hwang AW, Liao HF, Hsu AT, Gan SM, Lee CR. Reliability of Nicholas Hand-held Dynamometer of Muscle Strength Measurement in Non-disabled Children and Children with Cerebral Palsy. *FJPT* 2002;27:69-82.
21. Russell DJ, Rosenbaum PL, Cadman DT, Gowland C, Hardy S, Jarvis S. The gross motor function measure: A means to evaluate the effects of physical therapy. *Dev Med Child Neurol* 1989;31:341-52.
22. Nordmark E, Hagglund G, Jarnlo GB. Reliability of the gross motor function measure in cerebral palsy. *Scand J Rehabil Med* 1997;29:25-8.
23. Badell-Ribera A. Cerebral palsy: Postural-locomotor prognosis in spastic diplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1985;66:614-9.
24. Connolly B. Testing in Infants and Children. In: Hislop HJ, & Montgomery J, editors. (Eds.), Daniels and Worthingham's Muscle Testing: Techniques of Manual Examination. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1995:235-60
25. Kramer JF, MacPhail HEA. Relationships among measures of walking efficiency, gross motor ability, and isokinetic strength in adolescents with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther* 1994;6:3-8.
26. Gottschalk F, Kourosh S, Leveau B. The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. *J Anat* 1989;166:179-89.
27. Winter DA. A.B.C. (Anatomy, Biomechanics and Control) of Balance During Standing and Walking. Waterloo, Ontario: Waterloo Biomechanics, 1995:41-54.
28. Bobath B. Adult Hemiplegia: Evaluation and Treatment. London: William Heinemann Medical Books. 1970.
29. Kumagai M, Shiba N, Higuchi F, Nishimura H, Inoue A. Functional evaluation of hip abductor muscles with use of magnetic resonance imaging. *J Orthop Res* 1997;15:888-93.
30. Arnold AS, Komattu AV, Delp SL. Internal rotation gait: A compensatory mechanism to restore abduction capacity decreased by bone deformity. *Dev Med Child Neurol* 1997;39:40-4.
31. Pai YC, Rogers MW. Speed variation and resultant joint torques during sit-to-stand. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72:881-5.
32. Jones MA, Stratton G. Muscle function assessment in children. *Acta Paediatr* 2000;89:753-61.
33. Bohannon RW. Muscle strength testing with hand-held dynamometers. In: Amundsen L R (Ed.), Muscle Strength Testing : Instrumented and Non-instrumented Systems. New York: Churchill Livingstone Inc. 1990.
34. Bobath B. Abnormal Postural Reflex Activity Caused by Brain Lesions. London: Charted Society of Physiotherapy. 1971.
35. Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor control: Theory and practical applications. Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins. 1995.



# The Relations Between Sit-to-Stand Functional Muscle Strength and Gross Motor Function, Muscle Strength of Lower Extremities in Children with Spastic Diplegia

Hua-Fang Liao<sup>1</sup> Wei-Bin Hwang<sup>2</sup> Ar-Tian Hsu<sup>3</sup> Alice MK Wong<sup>2</sup>

**Purposes:** To investigate the relations of the sit-to-stand functional muscle strength with gross motor abilities and the individual muscle strength in children with cerebral palsy.

**Methods:** 20 children with spastic diplegia and age range of 72 to 122 months were recruited. The scores of Gross Motor Function Measure (GMFM), normalized one repetition maximum of the loaded sit-to-stand test (NSTS1RM), and normalized maximum isometric strength in lower extremities with Nicholas hand-held dynamometer were obtained for each child within 2-7 days. **Results:** There was significant correlation between NSTS1RM and the GMFM total scores and goal dimension scores ( $r=0.76\sim 0.80$ ,  $p<0.01$ ), and between NSTS1RM and muscle strength of 8 muscles of lower extremities and trunk extensor strength. The stepwise regression found that the muscle strength of knee extensor and hip abductor were the best predicting factors for NSTS1RM ( $R^2=0.72$ ,  $p<0.01$ ). **Conclusion:** The NSTS1RM was highly correlated with the gross motor function and the muscle strength of hip abductors and knee extensors in children with spastic diplegia. The loaded sit-to-stand test can be used for quantitative muscle strength testing and for investigating the optimal strengthening load in children with cerebral palsy. (FJPT 2005;30(5):207-216)

**Key Words:** Cerebral palsy, Sit-to-stand, Gross motor function, Muscle strength

<sup>1</sup> School and Graduate Institute of Physical Therapy, College of Medicine, National Taiwan University

<sup>2</sup> Department of Rehabilitation Medicine, Chang-Gung Memorial Hospital,

<sup>3</sup> School and Graduate Institute of Physical Therapy, College of Medicine, National Chen-Kung University

Received: March 4, 2005 Accepted: July 22, 2005

