

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

功能性肌力訓練計畫對腦性麻痺兒童粗動作功能之效果之先趨研究 - 坐/站荷重測試及下肢肌肉之肌電活動

Pilot study of the effects of functional strengthening exercise for children with cerebral palsy-sit/stand maximum repetition measurement and the electromyography activities of lower extremities

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC89 - 2320 - B - 002 - 070 -

執行期間：88年08月01日至89年07月31日

計畫主持人：廖華芳

協同主持人：林光華

研究人員：甘蜀美

執行單位：台大醫學院物理治療學系

中華民國 89 年 7 月 31 日

中文摘要

根據現代理論，阻力訓練於功能性活動中進行較能促進腦性麻痺兒童 (CP) 之功能，加阻力是否會造成不良反應尚未知，乃進行此研究。目的：探討兒童坐站荷重測試之再測信度，與不同阻力下動作分期時間與下肢肌肉肌電活動。方法：選取 6 至 12 歲一般兒童與痙攣型 CP 兒童各 16 位；於間隔一星期內進行 2 次坐/站最大荷重測試，分析不同日再測信度及 1RM、6RM 與 10RM 之相關；並在坐/站活動 10RM、6RM、1RM 阻力值及無阻力等 4 種情況下，以電子量角器電壓式開關及肌電訊號收集及分析系統，分析坐/站各分期時間及優勢腳下肢 7 條肌肉 (臀大肌、髖外展肌、髖內收肌、後腓肌、股外側肌、脛前肌、腓腸肌) 之肌電活動表現。結果：兩組兒童之坐/站 1RM、6RM、10RM 阻力值之再測信度良好 ($ICC > 0.88$)；3 個阻力值有高度相關 ($R \geq 0.99$)。隨阻力增加，兩組兒童站起各分期時間顯著延長，下肢各肌肉標準化最大肌電值顯著增加；在高阻力 (1RM) 下 CP 兒童各分期時間顯著較一般兒童長，大部分肌肉較一般兒童提早收縮且較慢達到最大肌電收縮。在加阻力之情況下，CP 兒童下肢動作型態較趨近正常，即遵循脛前肌→股外側肌→臀大肌順序收縮。CP 兒童之股外側肌及髖內收肌於 1RM 時最大肌電值比值顯著高於 10RM。CP 兒童互為拮抗肌比值與共同收縮比，於各阻力下無顯著差異。結論：兩組兒童之坐/站最大荷重測試之再測信度高。CP 兒童於不同阻力下進行坐/站活動，其動作時間與肌肉之肌電活動表現有些不同，作者依據 8 個指標，建議 10RM 比 1RM、6RM 較適合做為 CP 兒童之訓練阻力。不同功能性阻力活動及其效果尚待進一步研究。

關鍵字：腦性麻痺 (cerebral palsy)、坐站活動 (sit to stand)、阻力測試 (resistive testing)、肌電圖 (electromyography)、肌力訓練 (strength training)

Abstract

According to the new concept, resistance exercise with functional movement pattern (such as sit to stand) may bring about greater functional improvement. Which amount of loading may cause the side-effect in cerebral palsy (CP) children. **Purposes:** (1) examining the test-retest reliability of repetitive maximum test (10RM, 6RM, and 1RM) during sit-to-stand task in ND children; (2) investigating the movement time and electromyography activities of lower extremity muscles in different loading amount during sit-to-stand task. **Method:** Sixteen non-disabled (ND) children and sixteen CP children with agedrange 6-12 years were included. The measurements of sit-stand repetition maximum (10RM, 6RM, 1RM) were tested with an one-week interval to test the test-retest reliability. Electromyography system, electro-goniometer and switches were used to collect the data of movement time and electromyography activities of muscles of dominant leg (gluteus maximum, abductor, adductor, medial hamstrings, vastus lateralis, tibialis anterior, medial gastrocnemius) in 3 loading conditions. **Result and Discussion:** Test-retest reliability was good in both groups (ICC 0.86 – 0.96). The loads of 10RM, 6RM and 1 RM were highly correlated ($r = 0.99 - 1.0$). The movement time of each phase of standing up was longer with increasing resistance in both groups. There were significant differences between the movement time in 1RM, 6RM and NW conditions. Also, CP children took longer time to stand up than ND children in higher resistance condition (6RM, 1RM). In CP children, more children showed normal phasing of muscle contractions when they performed the sit to stand task with resistance than without weight. The normal phasing is that from sitting to standing that the onset of muscle activities begin from tibialis anterior, followed by vastus lateralis and then gluteus maximus. The onset of muscle activities of most muscles was earlier and took longer time to reach maximum amplitude in CP children while comparing to that of ND children. The normalized maximal activities of muscles of lower extremities increased with increasing resistance. Neither the ratio of normalized maximal activities of couples of agonists and antagonists nor co-contraction ratio did not reveal any significant differences in different loading conditions. From the results of this study, the authors use 8 indicators to evaluate which load can cause better strengthening effects and induce less side effects for CP children. Authors suggest 10RM better than 1RM and 6RM. **Conclusion:** Sit-to-stand repetition maximum tests is reliable in CP and ND children. From the results of Movement time and EMG activities of LE were different in various loads, The authors suggest using 10RM for functional resistance training for CP children. The loading effects in different functional tasks effects of functional strengthening program for CP children need further investigations.

Key word : cerebral palsy, sit to stand, resistive testing, electromyography, strength training

緣由與目的

腦性麻痺 (Cerebral Palsy, CP) 為一非進行性之症候群，以動作障礙為其主要症狀，近年來臨床上常使用肌力訓練[Hearly 1985, McCubbin 1985, Pitetti 1991, Damiano 1995a,b]。雖然已有實驗證明 CP 兒童下肢肌力與功能有正相關[Kramer 1994]，但經傳統肌力訓練後，功能方面之改善仍無一致結論。[Damiano 1995a,b, MacPhail 1995]。因過去 CP 兒童肌力訓練方式多採於開放式動力鍊 (open kinetic chain) 下執行單條肌肉收縮[Hearly 1985, McMubbin 1985, Pitetti 1991, Damiano 1995a,b, MacPhail 1995]，此訓練方式與現代「任務取向」(task oriented) 及「動態系統理論」(dynamic system theory) 所提出之治療觀念並不符合。理論上將肌力訓練結合功能性活動，將更有療效。但何種阻力可有效增強功能並減低 CP 兒童異常動作型態之惡化？尚無相關研究。本研究目的：1).探討功能性坐/站活動下，執行 10RM、6RM、1RM 最大荷重測試之再測信度；2).10RM、6RM、1RM 荷重阻力之相關性；3).比較四種阻力下執行功能性坐/站活動，其各分期時間及下肢肌肉活動。

方法

第一階段選取 14 位一般兒童 (平均年齡 111.4 ± 16.9 個月) 及 16 位痙攣型雙邊麻痺 CP 兒童 (平均年齡 94.7 ± 25.9 個月)，於間隔一星期內進行 2 次坐/站最大荷重測試，分析不同日再測信度及 10RM、6RM 與 1RM 3 種最大荷重阻力之相關性。第二階段，依據前一階段所測得之坐/站活動 10RM、6RM、1RM 阻力值及無阻力 (no weight, nw) 等 4 種情況下，以電子量角器 (electrogoniometer, Biometrics Ltd, USA) 電壓式開關及肌電訊號收集及分析系統 (Gould Instrument System)，分析 16 位一般兒童與 16 位痙攣型雙邊麻痺兒童坐/站各分期時間及下肢 7 條肌肉 (臀大肌、髖外展肌、髖內收肌、後腿肌、股外側肌、脛前肌、腓腸肌) 之肌電活動表現。

結果

兩組兒童之坐/站 1RM、6RM、10RM 最大荷重能力測試阻力值之再測信度方面，一般兒童之 ICC 值皆大於 0.88 ($p < 0.001$)，CP 兒童皆大於 0.96 ($p < 0.001$)。以 1RM 與 10RM、6RM 之相關係數都大於 0.99 ($p < 0.001$)。隨阻力增加，兩組兒童站起各分期時間顯著延長，且在高阻力下，CP 兒童又顯著較一般兒童長 (圖 1)。在加阻力之情況下，CP 兒童下肢動作型態較無阻力下趨近正常，即較多比例兒童於站起時，遵循脛前肌→股外側肌→臀大肌之收縮順序。CP 兒童於各阻力下大部分肌肉較一般兒童提早收縮且較慢達到最大肌電收縮。隨著阻力之增加 CP 兒童與一般兒童下肢各肌肉之標準化最大肌電值有顯著增加。與無阻力相比，CP 兒童之股外側肌及髖內收肌於 1RM 時最大肌電值比值顯著高於 10RM (圖 2)。CP 兒童互為拮抗肌最大肌電值比值與共同收縮比，於各阻力下無顯著差異 (圖 3)。

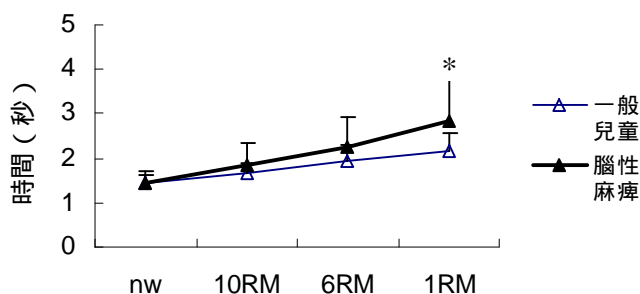


圖 1：兩組兒童於不同阻力下站起執行時間之變化

CP > ND, *effect size $r > 0.5$

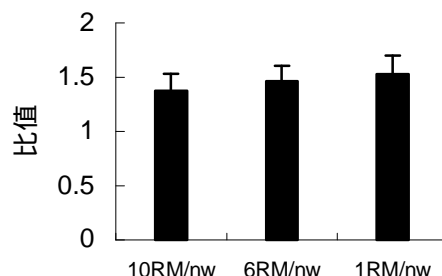


圖 2：腦性麻痺兒童肱內收肌於無阻力下與各阻力下最大肌電值比值

10RM/nw < 1RM/nw, effect size $r > 0.5$

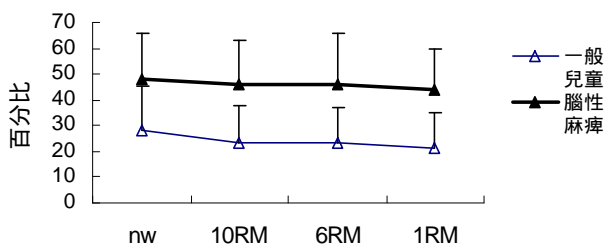


圖 3：兩組兒童於不同阻力下後腿肌與股外側肌組共同收縮比之變化

討論

由於 CP 兒童合作度通常較低，測量信度是否良好，將影響治療方法選擇之正確性。本研究不僅證實 CP 兒童與一般兒童坐/站最大荷重測試於有很高之重測信度，且 3 者之間相關性極高。過去腦性麻痺兒童傳統肌力測試僅部份肌肉測試信度在可接受之範圍，由於臨床上 1RM 測試比 10RM 容易，因此將使此功能性坐站荷重測試與訓練在臨床上容易執行。

為了解於何種阻力下下肢伸直肌可得到最大之肌力訓練，且其站起之時間，肌肉收縮順序，拮抗肌比值與共同收縮比較接近正常兒童，作者嘗試使用本研所得正常兒童在阻力下之表現，並以腦性麻痺兒童無阻力狀況下為參考點，使用表 1 之 8 個指標，得總分如表 1 所示，10RM 得分最高，1RM 最低，顯示 CP 兒童之肌力訓練其阻力採 10RM 應優於 6RM 與 1RM。

表 1. 腦性麻痺兒童訓練強度選擇指標

指標	10RM	6RM	1RM
動作執行時間	0	-1	-2
肌肉收縮次序	+1	+1	+1
肌肉由起始收縮至最大肌電值產生時間點	0	-2	-2
各肌肉標準化最大肌電值	+2	+2	+2
作用肌於各阻力下與無阻力時最大肌電值比值	0	0	+1
痙攣肌於各阻力下與無阻力時最大肌電值比值	0	0	-2
互為拮抗肌最大肌電值比值	0	0	0
共同收縮比	0	0	0
總分	+3	0	-2

-2:顯著負向效果, -1:負向效果, 0:無影響, +1:正向效果, +2:顯著正向效果

計畫成果自評：

本研究為結合傳統肌力訓練與現代理論而創新提出的一種功能性肌力測試與訓練方法。因此本研究結果對神經損傷之訓練有參考價值。結果顯示測試信度良好，在 10RM 阻力值下不會造成 CP 兒童不良反應，但其臨床運用與治療效果需進一步研究。

參考文獻：

- 1.Healy A. Two methods of weight-training for children with spastic type of cerebral palsy. *Research Quarterly* 1958;29:389-395.
- 2.McCubbin JA, Shasby GB. Effects of isokinetic exercise on adolescents with cerebral palsy. *Adapted Physical Activity Quarterly* 1985;2:56-64.
- 3.Pitetti KH, Fernandez JE, Lanciault MC. Feasibility of an exercise program for adults with cerebral palsy : a pilot study. *Adapted Physical Activity Quarterly* 1991;8:333-341.
- 4.Damiano DL, Vaughan CL, Able MF. Muscle response to heavy resistance exercise in children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1995a;37:737-39.
- 5.Damiano DL, Kelly LE, Vaughn CL. Effects of quadriceps femoris muscle strengthening on crouch gait in children with spastic diplegia. *Physical Therapy* 1995b;75:658-671.
- 6.Kramer JF, Macphail HE. Relationships among measures of walking efficiency, gross motor ability, and isokinetic strength in adolescents with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy* 1994;6:3-8.