肌電回饋誘發電刺激器對腦性麻痺兒童之效果：單一個案研究

甘蜀美 廖華芳

研究目的：探討肌電回饋誘發電刺激器（Electromyographic-triggered Electrical Muscle Stimulation）合併功能訓練對腦性麻痺兒童肌力及動作功能之影響。**方法**：採用多基準線單一個案設計，個案為一7歲雙邊痙攣女童。實驗流程分為基準期1（下肢2週）、治療期（下肢8週、上肢4週）、基準期2(4週)。個案接受5次評估，包括最大等長肌力、步行功能、粗動作功能評量(Gross Motor Function Measure，簡稱GMFM）與布魯因斯克-歐西瑞司基動作評量之精細動作組合量表（Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency，簡稱BOTMP）測試。第2次（E2）與第3次（E3）評估間為下肢治療期，上肢之基準期。依據基準期1測試結果，上下肢分別選擇腕伸直肌及臀大肌為訓練肌肉，並於功能性姿勢下訓練。治療期中個案接受持續8週、每週2次、每次45-60分之訓練。**結果**：基準期1之肌力及動作功能未有明顯變化。E2-E3間下肢肌力與功能有改善，上肢則無。治療期中髖伸直肌肌力增加且明顯大於下肢其他肌肉；E3-E4間腕伸直肌之肌力增加與上肢其他肌肉類似。個案行走之步行速度及步距增加；GMFM中跪/爬、站立、走/跑/跳向量皆有改善，尤以站立增加8%最為明顯。BOTMP中上肢速度及靈巧度明顯進步。**結論**：在功能性姿勢下以肌電回饋誘發電刺激器訓練腦性麻痺兒童，能增加肌力及動作功能，值得臨床上使用；然本研究僅單一個案，確實之療效有待進一步探討。(物理治療2000;25(3):146-156)

關鍵詞：肌電迴饋誘發電刺激器，肌力訓練，粗動作功能，腦性麻痺，多基準線單一個案設計

腦性麻痺（Cerebral Palsy，CP）為非進行性之症候群，以動作障礙為主，常有肌肉張力增加、不正常反射等正症狀（positive syndrome），及缺乏自主動作控制、平衡反應[1]、肌力不足[2]等負症狀。傳統上CP之物理治療皆以神經發展技術（neurodevelopmental treatment）為取向，希望由降低肌肉痙攣及不正常反射等正症狀，改善其動作功能[3]。近年來，隨著治療觀念如任務取向（task-oriented approach）、動態系統理論（dynamical systems theory）、動作控制與學習（motor control and learning）之提出及研究之支持，治療CP兒童之重點漸漸轉變成以改善負症狀（如肌肉無力）及強調功能性活動之學習以促進其動作功能[4-5]。研究證明CP兒童下肢肌力與功能有正相關[6]，且功能性活動訓練比單一系統之機能訓練可得更好之效果[5]。使用神經肌肉電刺激可增加肌力並具有動作教育之功效[7]，而訓練時給予回饋較無回饋可得較佳之動作學習結果[8]，因此許多學者嘗試以肌電回饋

台灣大學醫學院 物理治療學系暨研究所
通信作者：廖華芳 台北市中山南路7號 台大醫學院物理治療學系 E-Mail: hfliao@ha.mc.ntu.edu.tw
收件日期：89年1月15日 修訂日期：89年3月1日 接受日期：89年4月16日

(electromyographic biofeedback, EMG-BF)及神經肌肉電刺激 (neuromuscular electrical stimulation, NMES) 來訓練CP兒童自主動作控制及增加肌力以促進功能[9-12]。

肌電回饋(EMG-BF)爲使用表面電極片偵測肌肉運動單元動作電位後，回饋系統(feedback system)將獲得之肌肉收縮資料轉換成能讓受測者可感知的視覺、聽覺訊息，可促進兒童學習使用有效的動作控制策略執行功能性活動[13]。Colborne將EMG-BF運用在9-15歲半邊型CP兒童於行走時的踝伸直肌，結果顯示受試者的踝關節前推功率(push-off power)增加，進而行走時之步距、速度與對稱性皆增加[11]。Toner以EMG-BF訓練CP兒童踝關節之主動動作，使踝關節主動關節角度及肌力增加[12]。另外也有學者使用肌電回饋，有效降低流口水並增加CP兒童吞嚥能力[14]。雖EMG-BF經由視、聽覺回饋達到治療效果，但對本體覺回饋之提供卻有限；且對於主動收縮力量不足之肌肉，單獨使用EMG-BF無法協助病患增加動作單元之徵召程度，此爲EMG-BF被認爲在使用之限制[15-16]。

近年來臨床工作者使用NMES訓練神經系統受損患者，以期達到肌肉教育(muscle education)、降低痙攣、增加肌力、促進行走能力及上肢功能之功效[7,10]。使用NMES訓練5歲及12歲脊柱裂兒童股四頭肌肌力，持續8週，其肌肉力矩(torque)增加[17]。在中度及重度肌肉無力之神經肌肉疾病成人患者，將NMES結合阻力訓練，不但肌力增加且肌肉疲乏指數(fatigue index)也降低[18]。Carmick應用NMES於21個月大之半邊型CP兒童之上肢及下肢後，發現可改善步態及行走耗能指數、矯正不正確姿勢、並增加上肢伸直、抓與握之能力[9,19-20]。Comeaux使用NMES於12位4到14歲CP兒童之脛前肌及腓腸肌並與行走運動相結合，可明顯增進行走功能[21]。但外加之電刺激所產生之動作是否能轉移爲主動動作，至今未定論。

由於「動作學習理論」中強調需有主動重覆性之動作，才可增加患者動作學習及中樞神經系統之重建[22]。而神經肌肉電刺激爲患者被動接受電刺激，EMG-BF之本體感覺回饋不足，因此將NMES、肌電回饋及運動結合而形成肌電回饋誘發電刺激(electromyographic-triggered electrical muscle stimulation，EMG-EMS)，應比單獨使用有更明顯療效[23]。EMG-EMS爲先設定目標肌肉之肌肉閾值，於患者嘗試(attempt)起始一主動動作，並達到預先設定的肌電閾值後，才引發電刺激產生更大肌肉收縮，在患者執行動作時有加大本體感覺輸入之效果，目標肌肉與相關肌肉一起產生動作可達重建正常動作型態之目的[24-25]。Field使用EMG-EMS並與傳統物理治療結合，訓練中風患者腕伸直肌，腕關節主動活動度及上肢動作功能有明顯改善。然EMG-EMS於CP之療效研究有限。Atwater將10位5-16歲痙攣型CP兒童分兩組以EMG-EMS訓練上肢腕伸直肌及下肢脛前肌，可能因患者人數不足及嚴重度差異太大，且無控制組，因此訓練結果並無得到一致結論，值得進一步探討。由於每個CP兒童本身變異性大，因此可先研究單一個案(single subject)EMG-EMS之效果[7]。本研究目的爲探討使用EMG-EMS是否有效增加CP兒童下肢及上肢肌力，進而增加其動作功能。

研究方法

本研究採多基準線單一個案實驗設計(multiple baseline single-subject design)[26]。爲釐清在研究進行中自然成長(natural development)造成之動作功能進步，因此以個案之上肢爲下肢之控制組。

個案基本資料

本研究患者選取標準爲6-12歲痙攣型CP兒童，能聽從指令且配合度良好，可使用或不使用輔具獨立行走，家長及兒童能配合1週2次之訓練時間。個案爲一7歲7個月痙攣型雙邊麻痺(spastic diplegic)女童，就讀一般國小一年級，參與本研究前接受每月一次物理治療及職能治療，在參與本研究期間並無接受任何治療。下肢肌肉爲中度痙攣，被動關節活動度在正常範圍內，右腳有脛骨內轉現象，兩側下肢於1年前接受過後腱肌延長及前足關節固定手術。視力方面有斜視及近視並有配戴眼鏡。使用雙臂枴(forearm crutch)短距離獨立行走，但在家中以爬行移動居多，左側手較好，日常

生活除洗澡及上廁所需要協助，其他可自理。

測試流程

測試流程（圖1）共14週，前2週爲下肢基準期1（baseline 1 of lower extremity，簡稱LB1），第3週至第10週爲下肢治療期（treatment phase of lower extremity，簡稱LT），11-14週爲下肢基準期2（baseline 2 of lower extremity, LB2）。本研究以個案之上肢當其下肢之控制組，因此1-6週爲上肢基準期1（baseline 1 of upper extremity，UB1），7-10週爲上肢治療期（treatment phase of upper extremity，UT），11-14週爲上肢基準期2（baseline 2 of upper extremity，UB2）。因此在基準期與治療期可互相比較，E2-E3階段，上肢基準期爲下肢治療期之控制組。

個案於LB1期前後（UB1期前中）（圖1 A）接受2次測試（E1，E2），LT期中（亦即UT期開始前）LT與UT期後及後4週接受測試（E3，E4，E5）。內容包含慣用側肌肉最大等長收縮肌力（下肢有9條肌肉群，即髖伸直肌（hip extensor）、髖屈曲肌（hip flexor）、髖外展肌（hip abductor）、髖內收肌（hip adductor）、膝屈曲肌（knee flexor）、膝伸直肌（knee extensor）、踝伸直肌（ankle plantarflexor）、踝背曲肌（ankle dorsiflexor）及上肢7條肌肉群，即肩屈曲肌（shoulder flexor）、肩伸直肌（shoulder extensor）、肩外展肌（shoulder abductor）、肘屈曲肌（elbow flexor）、肘伸直肌（elbow extensor）、腕伸直肌（wrist extensor）、腕屈曲肌（wrist flexor））（肌力測試方法請見附錄一）、「粗動作功能評量」（Gross Motor Function Measure, GMFM）、「布魯因斯克-歐西瑞司基動作評量」之精細動作組合量表（Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency，BOTMP）與步行功能評量。

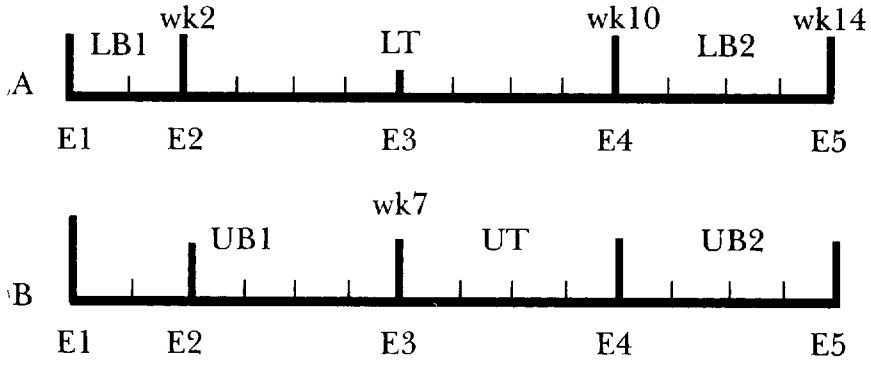


圖1. 實驗流程圖

測試方法

最大等長肌力（maximal voluntary contraction，MVC）

使用尼古拉斯手握式測力器（Nicholas Manual Muscle Tester；Model 01160, Indiana, Lafayette Instrument），此台儀器在正常兒童及CP兒童及成年人上、下肢肌肉有好的再測及測試者間信度[27-28]。

測試前必須讓兒童暖身10分鐘（拉筋、行走），並說明及示範測試之方法，確定兒童瞭解後再開始

測試並紀錄測試值：給受測者口令爲使用最大之力抵抗測試者之力並維持5秒，每條肌肉測試三次取平均值，每次之間休息15秒，不同肌肉之間休息2到3分鐘。各肌肉測試姿勢與方法於附錄一。髖伸直肌除第一次使用標準測試方法外，皆使用修正式測試方法。

「粗動作功能評量」

「粗動作功能評量」(GMFM)於CP兒童測試具良好再測及測試者間信度[29]。本研究於進行測試前先將環境建構完全以免干擾測驗，請受測者穿著貼身衣物以利評分，每個測試項目測試前先示範，以確定兒童瞭解後再進行測試；依評量手冊中標準給分，將各大項中全部得分相加並計算百分比。本研究選取爬/跪（crawl/kneeling）、站（stand）、走/跑/跳（walk/run/jump）三大項來評估。

步行功能之評量方法

讓個案行走10公尺並拍攝錄影帶，分析步行速度（公尺/分）、步頻（步/分）、步幅長（stride length、單位公分）。

「布魯因斯克 - 歐西瑞司基動作評量」

BOTMP之再測信度（test-retest reliability）與不同測試者間信度（interrater reliability）良好（r=0.87，0.9）。建構效度（construct validity）亦屬可接受範圍。本研究選取包含反應速度（response speed）、視動控制（visual-motor control）、上肢速度及靈敏度（upper-extremity speed and dexterity）之精細動作組合量表（Fine Motor Composite），測試記錄其記點分數（point score）與標準分數（standard score）並得相對年齡（age equivalent）[30]。

治療計劃

本研究使用AM 800 EMG-EMS（Automove AM800；Danmeter A/S），電刺激參數如下，波寬0.2 ms，雙向方型波（biphasic square wave pulse），頻率35 pps、刺激/休息時間（on/off）爲4秒/12秒，電刺激強度上升/下降時間（ramp up/down）1秒/1秒、電刺激強度以能產生最大收縮且個案能忍受之範圍爲主。本研究選取下肢臀大肌及上肢腕伸直肌爲訓練肌肉。選擇訓練肌肉之標準以肌力及上、下肢動作功能的表現綜合考量(表1、表2、表3)。

由於本研究室已有國內30名正常兒童與20名CP兒童使用此尼古拉斯手握式測力器測試所得之肌力平均值[28]，除有些肌肉群因測試姿勢不同無法相比外，本研究個案肌力值與正常兒童比較，都明顯低落很多（見表1），其中髖伸直肌，若照標準測試姿勢，個案肌力爲0，因其無法在俯臥姿勢伸直髖關節抬高下肢。一般肌力值小於正常值50%以下爲較無力需加強[31]。且由個案步行功能測試結果來分析，發現其步頻（cadence）略少，因步幅長（stride length）明顯過短而造成行走速度太慢（見表2），個案於行走時腰椎有過度前傾（hyper-lordosis）之異常步態，被動髖伸直角度未受限，因此判斷髖伸直肌無力爲其主要問題，乃選擇臀大肌爲下肢主要訓練肌肉。於臀大肌貼上EMG-EMS電極片，於跨站姿勢進行重心向前轉移與跨步動作時，由治療師於骨盆加阻力來訓練髖部主動伸直動作。

本研究個案之肩部與肘部肌力與正常兒童比較，雖略低，但較本研究室所得之CP兒童平均值高。由於無腕部肌力平均值資料，無法比較。其BOTMP精細動作組合量表標準分數不到20，百分位數低於4%，因此有重度精細動作發展障礙；其障礙同時顯現於反應速度（response speed）、視動控制（visual-motor control）與上肢速度及靈敏度（upper-extremity speed and dexterity）（見表3）。觀察此兒童之手部操作，腕部周圍肌肉較無力。由於過去研究顯示腕伸直肌等遠端肌力與精細動作功能相關[32]，因此選擇腕伸直肌爲主要訓練肌，於個案在執行拇指食指捏動作（pincer grasp）時訓練腕伸直肌力。

下肢治療期爲8週，上肢治療期爲期4週，一週2次、每次45-60分鐘。包含暖身5分鐘（拉筋、每次訓練之前選取以下1-2種動作來暖身：軀幹旋轉及載重、肢體運動來做暖身包含推小球、由地板站起坐下、上下階梯、單腳站，動作重複5次或持續60秒）及EMG-EMS訓練40-50分鐘。

表 1. 上肢與上肢各肌肉肌力

肌 肉 群	本個案（kg）	CP 平均值（kg）*	正常兒童 平均值（kg）*
肩外展肌	5	1.9	1.6†
肩屈曲肌	5.7	2.2	1.9†
肩伸直肌	2.2	1.4	1.5†
肘屈曲肌	6.3	3.3	8.6
肘伸直肌	3.3	3.4	4.7
腕屈曲肌	3.4	–	–
腕伸直肌	3.5	–	–
髖屈曲肌	5.9	3.1	9.4
髖伸直肌	0	3.4	5.1†
髖外展肌	2.8	3.6	3.4†
髖內收肌	3.2	3.8	3.1†
膝屈曲肌	5.8	2.4	9.3
膝伸直肌	6	3.9	12.8
踝屈曲肌	2.5	–	9.6
踝伸直肌	4.5	–	–

*引用黃(1999)之研究

†之肌肉測試姿勢與腦性麻痺兒童不同

表 2. 五次評估之行走功能參數與 6 歲兒童平均值

	E1	E2	E3	E4	E5	6 歲兒童平均值*
速度（公尺/分）	36	38	47	50	49	68.4
步頻（步/分）	120	121	125	127	125	144
步幅長（公分）	60	62	76	78	78	97

*引自 Campbell SK (1995) : Physical Therapy for Children

表 3. 五次評估所得布魯因斯克 - 歐西瑞司基動作評量結果

分項計點分數 (point score)	E1	E2	E3	E4	E5	7 歲兒童分數*
反應速度	0	0	0	0	0	6
視動控制	5	4	4	3	4	16
上肢速度及靈敏度	11	12	12	16	16	30

*引自 Bruininks (1978)

EMG-EMS使用步驟如下：1)企圖（attempt），要求患者企圖產生一髖伸直或腕伸直最大主動動作；2)偵測（detection），電極片紀錄此時肌電訊號強度；3)設定閾值（threshold），以超過企圖之肌電值來設定；4)刺激（stimulus），當患者主動收縮之肌電值大於設定閾值則會啓動電刺激，因而加大患者主動動作能力而達完全關節角度之動作。每星期再重新設定閾值[16]。

下肢訓練方式

閾值設定：患童腳採前後跨站立，酒精擦拭後將電極片貼於前側腳臀大肌肌腹處，令個案伸直前後腳髖關節將身體重心移至前側腳上，於最後角度時（terminal range），於前上髂骨脊（ASIS）處給予斜後方向之阻力5秒，測試臀大肌最大收縮時之肌電活動，以中間3秒平均肌電值之80%爲閾值。
訓練：教導患者於電刺激休息時，收縮臀大肌，並將身體重心轉移，治療師於骨盆處給予向斜後方向之阻力，令個案於電刺激開始時將後側腳往前跨一步。

上肢訓練方式

閾值設定：患童採坐姿，手放於桌上，電極片貼於腕伸直肌肌腹處，令個案執行腕關節伸直動作於最後角度（terminal range）給予阻力，持續收縮5秒，取中間3秒平均肌電值80%爲閾值。
訓練：於電刺激休息時令個案在肘伸直與腕伸直時以食指與拇指做捏緊（pincer grasp）將衣夾打開，當腕伸直肌之肌電活動值超過閾值時會啓動電刺激。

閾值設定：臀大肌共接受16次EMG-EMS治療。閾值每週皆有增加持續至治療結束，左、右兩腳無差別（圖2）。腕伸直肌共接受8次EMG-EMS治療。每週閾值皆持續增加，左手增加較右手快且閾值也較高。

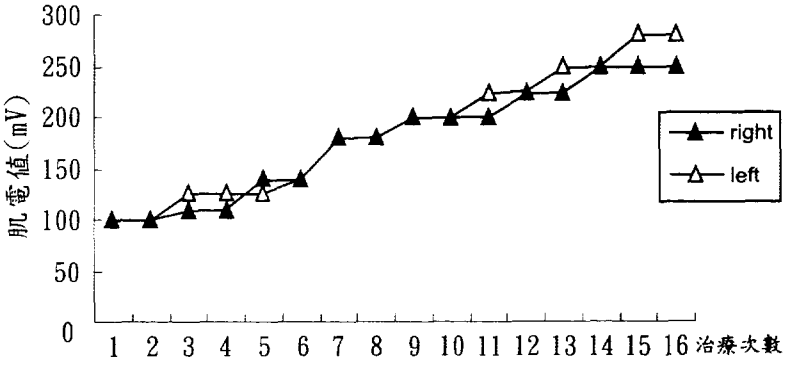


圖2 下肢治療期臀大肌肌電閾值變化

結　果

訓練前後肌力之變化

由於本研究個案之髖伸直肌爲主要訓練肌肉，若按標準測試姿勢無法得髖伸直肌之肌力值，乃修正測試姿勢成俯臥，於髖關節屈曲30度時於大腿之下2/3處加阻力，以得肌力值於研究過程中之變化。因此圖三之髖伸直肌之肌力值與表一不同。LB1時髖伸直肌肌力及下肢其他肌肉之平均肌力，只有0.5公斤左右之變動。在LT中，髖伸直肌肌力增加由2.3公斤增到6.3公斤，較下肢平均肌力由4.5公斤

到5.6公斤增加之速率較快且多，除髖伸直肌外，臀內收肌、臀外展肌，踝背屈肌肌力也有增加。於LB2期肌力有些許下降（圖3）。

UB1時間較長，在3次測量中腕伸直肌及上肢平均肌力變化不大，E2至E3間上肢肌力並未因下肢臀大肌訓練而受影響。UT期中，腕伸直肌肌力由3.2公斤增到4.2公斤，而上肢肌力平均值由4.5公斤增至5.8公斤，兩者增加之速率類似，因此除腕伸直肌外，肩伸直肌、肘伸直肌也有較明顯增加。UB2期時上肢肌力略有下降情形（圖3）。

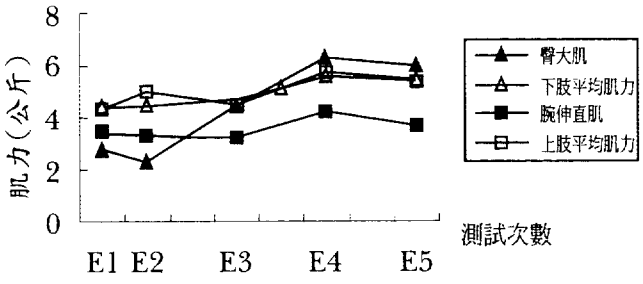


圖3 肌力5次評估結果

訓練前後動作功能之改變

LB1中，行走功能每週增加步幅長約1公分、步頻0.5步/分、速度1公尺/分。在LT期中（E2至E4）平均每週增加步幅長2公分、速度1.5公尺/分。LB2（E4至E5）中步行功能略有退步（表2）。

訓練前後GMFM之改變

E1至E2及E4至E5並無變化，E2到E4則有增加情形。爬/跪項目中因高跪表現變好，使百分比由90.5%增加95.2%，站立項目中因獨自站立時間、由站立撿起地板物體能力增加使分數由61.5%增加69.2%，而走/跑/跳項目分數由22.2%進步至27%，因獨自行走步數與獨自上下樓梯能力增加（圖4）。

訓練前後BOTMP之變化

E1至E2及E4-E5無明顯變化，E3到E4則有上升情形。UB期精細動作部分上肢速度及靈巧度之計點分數（point score）由12分增加至16分，表現增加之項目有拿筆畫線之錯誤數及穿珠兩手拿錢幣時間等皆有較佳之表現。其他測試項目並未改變（表3）。

在E1與E2兩次測試中，不管上肢下肢肌力值或動作功能方面並無明顯變化。下肢髖伸直肌肌力由E2-E3開始明顯增加（由2.3公斤增至4.5公斤），直到治療停止，而下肢平均肌力值此時增加幅度並不大，而在治療後4週才有明顯上升（圖3），行走功能方面於E2-E3這段期間也有較明顯增加，到E3-E4時增加趨於緩和，GMFM爬/跪及站立項目，在E2-E3期表現明顯變好，E3-E4這兩次測試中分數並未改變；但走/跑/跳表現由E2-E3-E4持續增加（圖4）。而上肢肌力及精細動作功能在E2-E3兩次測試表現皆維持不變，直到E3-E4時表現才明顯增加（表3，圖5）。

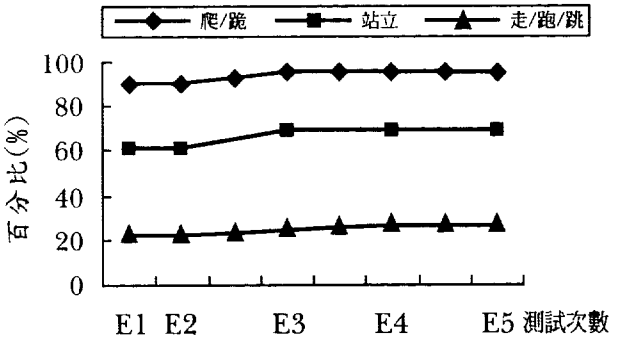


圖4 粗動作功能評量5次評估結果

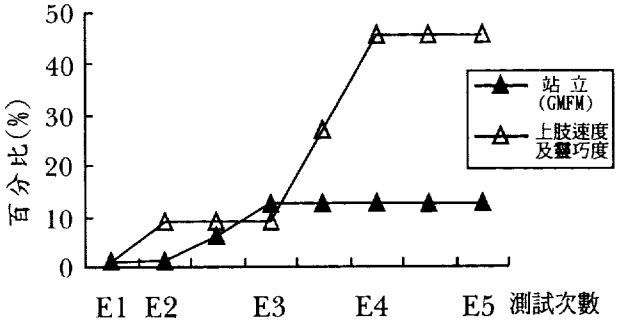


圖5 粗動作及精細動作5次評估結果

討 論

由此單一個案研究結果發現使用EMG-EMS於功能性姿勢下執行肌力訓練，對肌力及動作功能有一正面效果，此結果符合動作學習理論，及任務取向之治療原則[33]。本研究訓練之CP兒童於肌力訓練後上、下肢肌力及動作功能皆有進步情形。Damiano在非功能性姿勢下訓練CP兒童膝伸直肌，肌力有明顯增加但在步態功能方面卻無明顯改善[5]。因此後續Damiano之研究，在非功能性姿勢下訓練CP兒童最無力之肌肉後，行走速度及步頻增加，在GMFM走/跑/跳項目有明顯增加，與本研究結果相似[31]。因此功能性肌力訓練是否比非功能性肌力訓練可得較好之效果，值得進一步探討。但本研究除受電刺激之肌肉肌力增加外，其他肌肉之肌力亦增加，因執行功能性動作時會包含許多肌肉同時協調性收縮[34]，或許因此使整個肌力都有增加之現象。

文中個案經訓練後，上肢幾乎所有肌肉肌力皆增加，在功能上，以上肢速度及靈巧度較基準期有較明顯進步。Francisco以EMG-EMS訓練中風病患腕伸直肌9週後，傅格-梅爾（Fugl-Meyer self-care）量表自我照顧項目中表現有進步[24]；而Atwater令11-12歲CP兒童接受EMG-EMS 8週，每週3次腕伸直肌訓練後，上肢動作時間（movement time）縮短且主動關節活動角度增加，但皮巴迪動作評量表（Peabody Developmental Motor Scale，PDMS）中精細動作分數並未改變[7]。McCubbin給予10-20歲CP兒童肘伸直肌肌力訓練6週，在動作時間及力矩產生之速度（rate development of torque）上有明顯進步[35]。由於肌力增加可增加動作速度，本研究兒童因而在精細動作方面以上肢速度與靈巧度之功能進步較明顯。

研究顯示CP兒童下肢平均肌力與行走速度及步頻、粗動作功能有正相關（r = 0.59-0.71）[31]。CP兒童下肢肌力約只有正常兒童50%，因此肌力訓練可使動作功能表現增加，而肌力訓練活動之設計需遵守運動特異性原則（exercise specificity），即訓練動作與真實活動越接近，可達到較多功能之進步[34]；而本研究於站立姿勢下執行肌力訓練，除肌力明顯增加外，在GMFM中站立項目得到約8%的進步，在走/跑/跳項目中也有5%的增加，比Damiano在非功能性姿勢下肌力訓練增加1.7%較多，因此在肌力訓練中除需針對多條肌肉來訓練外也應考慮訓練姿勢，以達最好之效果。本研究在行走功能中，速度增加11公尺/分，其中步頻約增加8步/分、步幅長增加16公分與Damiano結果相似。在基準期2中肌力及動作功能並未有明顯變化，顯示治療期中動作功能之表現增加大部分由此訓練所造成，持續治療將可造成功能上持續進步。

本研究爲單一個案，結果並無法應用於解釋全部的個案，即類化能力受限。檢討本研究所使用之電刺激參數中刺激強度上升（ramp up）時間過短，因而使個案可忍受之電刺激強度有限，使肌肉強度增加受限；而腕伸直肌電刺激刺激時間/休息時間（on/off）中刺激時間太短，可能會造成肌肉無法完全產生有效最大收縮，這是後續研究中應改善的。於計畫進行中個案在執行動作時，作者有觀察到主動關節活動及握力之改善，然由於未系統化評估，而無法完全顯示出此方面之訓練效果。未來研究希望能增加訓練的人數，並可比較各種不同治療方式，如傳統肌力訓練、只使用EMG-EMS或結合兩種治療等方向來研究，以確知EMG-EMS使用功效。

參考資料

1. Liao HF, Jeng SF, Lai JS. The relation between standing balance and walking function in children with spastic diplegia cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1997;39: 106-12.
2. Wiley ME, Damiano DL. Lower-extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1998;40: 100-7.
3. Bobath B. Abnormal Postural Reflex Activity Caused by Brain Lesions. 2nd ed. London: Charted Society of Physiotherapy 1971.
4. Fetter L. Measurement and treatment in cerebral palsy: an argument for a new approach . Phys Ther 1991;71: 244-74.
5. Damiano DL, Vaughan CL, Able MF. Muscle response to heavy resistance exercise in children with spastic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1995;37:737-39.

6. MacPhail HE, Kramer JF. Effect of isokinetic strength-training on function ability and walking efficiency in adolescents with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1995; 37:763-75.
7. Atwater SW, Tatarka ME, Kathrein JE. Electromyography-triggered electrical muscle stimulation for children with cerebral palsy : a pilot study. Pediatr Phys Ther 1991; 3:190-99.
8. Baker M , Regenos E , Wolf SL. Developing strategies for biofeedback : applications in neurological handicapped patients. Phys Ther 1977;57:402-8.
9. Carmick J. Clinical use neuromuscular electrical stimulation for children with cerebral palsy , part 2 : upper extremity. Phys Ther 1993;73:513-27.
10. Schleenbaker RE ,Mainous AG. Electromyographic biofeedback for neuromuscular reeducation in the hemiplegic stroke patient : a meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil 1993;74:1301-4.
11. Colborne GR,Wright FV, Naumann S. Feedback of triceps surae electromyography in gait of children with cerebral palsy : a controlled study. Arch Phys Med Rehabil 1994;75:40-5.
12. Toner LV, Cooker K , Elder GCB. Improved ankle function in children with cerebral palsy after computer-assisted motor learning. Dev Med Child Neurol 1998;40:829-35.
13. Hansen GVO. EMG -controlled functional electrical stimulation of the paretic hand. Scand J Rehabil Med 1979;11: 189-93.
14. Koheil R, Sochaniwskyj A. Biofeedback techniques and behavior modification in the conservative of drooling by children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1987; 29:19-26.
15. Field R. Electromyographically triggered electric muscle stimulation for chronic hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil 1987;68:407-14.
16. Kasman GS. SEMG-Triggered Neuromuscular Electrical Stimulation. In : Kasman GS, Cram JR , Wolf SL. Clinical Applications in Surface Electromyography : Chronic Musculoskeletal Pain. Aspen : Gaithersburg, Md;1998:p193-211.
17. Karmel-Ross K , Coopermann DR. The effect of electrical stimulation on quadriceps femoris muscle torque in children with spina bifida. Phys Ther 1992;72:723-30.
18. Milner-Brown HS , Miller RG. Muscle strengthening through electric stimulation combined with low-resistance weights in patients with neuromuscular disorder. Arch Phys Med Rehabil 1988;69:20-4.
19. Carmick J. Managing equinus in children with cerebral palsy : electrical stimulation to strengthen the triceps surae muscle. Dev Med Child Neurol 1995;37:965-75.
20. Carmick J. Guidelines for the clinical application of neuromuscular electrical stimulation for children with cerebral palsy. Pediatr Phys Ther 1997;9:128-36.
21. Comeaux P, Patterson N. Effect of neuromuscular electrical stimulation during gait in children with cerebral palsy. Pediatr Phys Ther 1997;9:103-9.
22. Carr LJ, Harrison LM, Evans AL, Stephens JA. Patterns of central motor reorganization in hemiplegic cerebral palsy . Brain 1993;116:1223-47.
23. Cozean CD , Pease WS , Hubbell SL. Biofeedback and functional electrical stimulation in stroke rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil 1987;68:407-14.
24. Francisco G, Chae J. Electromyography-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors: a randomized pilot study. Arch Phys Med Rehabil 1998;79:570-5.
25. Kraft GH. Electromyogram-triggered muscle stimulation. Arch Phys Med Rehabil 1988;69:149-55.
26. Kratochwill TR. Signal Subject Research, strategies for evaluating change. New York : Academic Press;1978:p53-7.
27. Bohannon RW, Anderws AW. Interrater reliability of hand-held dynamometry. Phys Ther 1987;67:931-33.
28. 黃靄雯、廖華芳。尼可拉斯手握測力器應用於正常兒童及腦性麻痺兒童肌力測試之信效度。 國立台灣大學物理治療研究所。碩士論文；1999 。
29. Russell DJ, Rosenbaum PL, Cadman DT. The gross motor function measure : a means to evaluate the effects of physical therapy. Dev Med Child Neurol 1989;31:341-52.
30. Bruiniks RH. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Manual. American Guidance Service ,Inc. 1978.
31. Damiano DL, Abel MF. Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. Arch Phys Med Rehabil 1998;79:119-25.
32. Koch BM, Simenson RL. Upper extremity strength and function in children with spinal muscular atrophy type II. Arch Phys Med Rehabil 1992;73:241-5.
33. Schmidt RA. Motor Control and Learning : A Behavioral Emphasis 2nd ed. Champaign, Ill : Human Kinetics ; 1988: p64-6.
34. Kisner C, Colby LA. Therapeutic Exercise: Foundation and Techniques 3rd Ed , Philadelphia: F.A: Davis Company ; 1990:p56-110.
35. McCubbin JA, Shasby GB. Effects of isokinetic exercise on adolescents with cerebral palsy. Adapted Phys Activity Quart 1985;2:56-64.

附錄 1.

臀伸直肌：標準姿勢：兒童俯臥，髖關節與膝關節伸直，在髖關節伸直 20 度下進行測試，測試者一手固定受測者臀部另一手於大腿下 2/3 處給予阻力維持 5 秒。

修正姿勢：兒童俯臥髖關節以下垂出床緣，在髖關節屈曲 30 度下進行測試，測試者一手固定受測者臀部另一手於大腿下 2/3 處給予阻力維持 5 秒。

臀外展肌：受側者仰臥，髖關節擺於自然位置（neutral position），測試者一手固定骨盆，另一手於大腿外側靠遠端 1/2 處給予阻力維持 5 秒。

髖內收肌：受側者仰臥，受測腳髖關節外展 15 度，另一腳屈曲，測試者一手固定骨盆，另一手於受測側大腿內側 1/2 處給予阻力維持 5 秒。

膝後腱肌：受側者採俯臥頭朝下方雙手平放兩側，受測者膝關節屈曲與床面夾角爲 45 度。施測者站立於測試側固定大腿，於小腿之下 2/3 處給予阻力維持 5 秒。

股外側肌：受測者採坐姿，膝伸直與水平夾角成 45 度，並抓住床邊緣以固定身體。施測者爲於受測者前方固定大腿，並於小腿下 2/3 處給予阻力維持 5 秒。

踝屈曲肌：受測者採坐姿膝關節及踝關節屈曲 90 度，施測者固定小腿並於第二根蹠骨頭近端處給於阻力維持 5 秒。

踝伸直肌：兒童採仰臥，於腿下方墊枕頭使髖關節膝關節屈曲 90 度，施測者固定小腿並於第二根蹠骨頭近端處給於阻力) [28、31]。

肩屈曲肌：受測者採坐姿雙腳平放於地面，膝關節呈 90 度，受測側肩關節屈曲 90 度手掌朝下，另一手抓住椅緣以固定身體。施測者站於測試測，一手固定肩膀，一手將測力器置於上臂遠端 1/3 處給於阻力維持 5 秒。

肩伸直肌：受測者採俯臥，肩伸直不與床面接觸即可。測試者將測力器固定於上臂遠端 1/3 處給於阻力維持 5 秒。

肩外展肌：受測者採坐姿雙腳平放於地面，膝關節呈 90 度，受測側肩關節外展 90 度手掌朝下，另一手抓住椅緣以固定身體。施測者站於測試測，一手固定肩膀，一手將測力器置於上臂遠端 1/3 處給於阻力維持 5 秒。

肘屈曲肌：採仰臥姿勢，肩外展 30 度肘關節屈曲 90 度。測試者，另一手固定上臂，一手將測力器固定於前臂遠端 1/3 處內側給於阻力維持 5 秒。

肘屈曲肌：採仰臥姿勢，肩外展 30 度肘關節屈曲 90 度。測試者，另一手固定上臂，一手將測力器固定於前臂遠端 1/3 處外側給於阻力維持 5 秒。

腕伸直肌 受測者採坐姿測試手平放於桌上，腕關節伸直與桌面呈 45 度施測者固定其前臂於腕骨處給予阻力維持 5 秒。

腕屈曲肌 受測者採坐姿測試手平放於桌上，腕關節伸直與桌面呈 45 度施測者固定其前臂於腕骨處給予阻力維持 5 秒。

Effect of Electromyography-Triggered Electrical Muscle Stimulation for Children with Cerebral Palsy: Single Subject Design

Shu-Mei Gan Hua-Fang Liao

Purpose: To investigate the effect of electromyographic- triggered electrical muscle stimulation (EMG-EMS) with functional resistance training on the muscle strength and gross motor function of children with cerebral palsy. ***Methods:*** Multiple baseline single-subject design for a 7-year old child. with spastic diplegic. Duration of baseline 1st was 2 weeks. Of the treatment was 4 weeks and of 2nd baseline was 4 weeks. The case received 5 times evaluation. Between the 2nd (E2) and 3rd (E3) evaluation, the lower extremity was treated and the upper extremity was as control. Both of the upper extremity(UE)and lower extremity(LE)received treatment between E3 and E4. The evaluation included maximal isometric contraction, walking function, Gross motor Function Measure (GMFM) and Fine Motor Composite of Bruininks-Oseretsky Test for Motor Proficiency (BOTMP).The gluteus maximum (GM) and wrist extensor (WE) were chosen as the training target muscles according to the evaluation results at the 1st baseline. The functional training with EMG-EMS were applied to the GM for 8 weeks and the WE for 4 weeks. The child received treatment twice per week, 45 min. to 60 min. per time. ***Results:*** the muscle strength and the motor function did not change during the 1st baseline. During E2-E3, the strength and motor function of LE showed improving, and they were not in UE. During treatment period, the strength of GM increased more than the other LE muscles, the increasing of strength of WE was similar with the other UE muscles. The walking speed, stride length, GMFM, the upper extremity speed and dexterity of BOTMP in the treatment period were better than those in the baseline. ***Conclusion:*** The EMG-EMS with functional training can improve the muscle strength and the motor function in child with cerebral palsy. (FJPT 2000;25(3):146-156)

Key words: Electromyographic-triggered electrical muscle stimulation, Strengthening, Gross motor function, Cerebral palsy, Multiple baseline single-subject design

School and Graduate Institute of Physical Therapy, College of Medicine, National Taiwan University
Corresponding author: Hua-Fang Liao, School and Graduate Institute of Physical Therapy, College of Medicine, National Taiwan University No7, Chung-Shan South Road, Taipei, Taiwan, R.O.C
Received: Jan. 15, 2000. Revised: Mar. 1, 2000. Accepted: Apr. 16, 2000.

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC