



6-1-1995

Electrical Stimulation versus Conventional Exercise in Strengthening Quadriceps After Lower Leg Injury

Rong-Fong John

Yun-Er Wang

Yen-Chun Wu

Wen-Ling Chen

Tse-Chieh Hsueh

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

John, Rong-Fong; Wang, Yun-Er; Wu, Yen-Chun; Chen, Wen-Ling; and Hsueh, Tse-Chieh (1995) "Electrical Stimulation versus Conventional Exercise in Strengthening Quadriceps After Lower Leg Injury," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 23: Iss. 2, Article 7.

DOI: <https://doi.org/10.6315/3005-3846.1954>

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol23/iss2/7>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

探討電刺激與傳統肌力訓練在下肢受傷後股四頭肌肌力的比較

詹榮豐 王雲娥 吳炎村 陳文玲* 薛澤杰

本研究的目的是在探討電刺激與傳統肌力訓練在下肢受傷後股四頭肌肌力的比較。十七位下肢受傷後1-3個月的受試者，被隨機地分配至實驗組(10人)及控制組(7人)，控制組接受股四頭肌的等長(isometric)肌力訓練，實驗組則接受Russian's電刺激(Russian's electrical stimulation, RES)，做出最大的等長收縮(isometric contraction)。本研究採用的RES是藉由2500 Hz的中頻波，調節在每秒50 bursts，做每節重覆十次的電刺激，每次做10秒的收縮和50秒的休息，在6-7週內共做20節。對於大腿肌力的評估，則使用Cybex II 6000 Isokinetic Dynamometer分別將角速度設在每秒60度，180度，並藉由布尺測量兩側大腿周長及用Bandi Test來評估患膝的功能障礙程度。本研究的數據經由統計分析，其結果顯示實驗組在肌力和Bandi Test上優於控制組，而大腿周長則無統計上的差別。故由本研究的結果得知電刺激對於下肢受傷患者在手術後肌力的增強上，優於傳統的肌力訓練。

關鍵詞：等速肌力測試儀(isokinetic dynamometer)，股四頭肌(quadriceps)，電刺激(electrical stimulation)

前 言

在運動傷害中，常見有膝關節損傷及下肢骨折的病人，對這些病人最直接的影響，就是股四頭肌的肌力減退，久之會造成續發性症狀的出現，如膝關節穩定度的降低，步態的改變，甚至周遭軟組織的損傷等。故需早期為病人擬定一套有效的復健計劃，以降低其肌力與耐力的減退。早在1946年已有記載利用傳統的電刺激來刺激神經損傷的肌肉以增強肌力[1]，直至1977年俄人Kots將電刺激用於俄籍奧運選手，並宣稱可增加30-40%的肌力，才引起醫界對於用電刺激來增強肌力的興趣。1979年Eriksson及Haggmark認為電刺激優於傳統的肌力訓練[2]，但這方面的報告仍甚少，至於是否優於傳統的肌力訓練，則眾說紛云[3-5]，故本研究的目的是在比較電刺激與傳統肌力訓練對下肢受傷後股四頭肌的肌力訓練效果。

材料與方法

一、對象(Subjects)

收集20位來自成大醫院復健科及骨科門診的單側膝關節損傷或下肢骨折在三個月內的自願者，其中如有下述情況，則不列為本研究的對象，1)神經系統損傷，包含上、下神經元受損。2)肌肉病變或損傷者。3)股四頭肌肌力無法抗地心引力者。4)參與本研究之前四週有做過肌力訓練者。其基本資料如表一，分組採隨機分組，包括實驗組和控制組各10人，其中控制組有3人中途退出。

二、評估方法

每位受試者在接受治療前與完成整個治療過程當日，均接受同一位物理治療師的評估，評估內容為1)利用等速肌力測試儀Cybex 6000 (Lumex, Inc. Bay Shore,

投稿日期：84年7月20日 覆審日期：84年8月20日 接受日期：84年9月13日

*國立成功大學醫學院物理治療學系

國立成功大學醫學院附設醫院復健部

抽印本索取地址：詹榮豐，成大醫院復健部，台南市勝利路138號

電話：(06)2353535 轉 2666

表一、受試者的基本資料

	實驗組	控制組
性別 男	4	2
女	6	5
平均年齡(歲)	36.5	39
平均體重(公斤)	59.5	59.5
平均身高(公分)	162.8	161.6
左側下肢	5	4
右側下肢	5	3
前十字韌帶	2	1
後十字韌帶	-	-
下肢骨折	5	5
合併至少		
上述二項診斷	3	1

表二、Knee Extension/Knee Flexion

	Set 1	Set 2	
Speed(Extension)	60	180	(度/秒)
(Flexion)	60	180	(度/秒)
Reps.	3	3	(次)
Rest	20	20	(秒)



圖一

NY)測試膝伸肌及膝屈肌尖峰力矩值(Peak Torque) [3,6]。首先依本機器標準測試程序，測試膝伸肌與膝屈肌肌力(圖一)[7,8]，每一受試者均教導其儘量伸直或彎屈膝，重複三次後，間隔 20 秒再以另一速度測試，整個測試內容如表二。2)以布尺測量大腿周長(Thigh circumference)，測量內容列於表三。3)患側膝功能障礙程度：由同一物理治療師採班迪量表(Bandi test)進行評估[9]。其內容列於表四，明顯障礙給2分，輕微障礙給1分，沒有障礙給0分。總分0分為優良，1-4分屬良好，5-9分屬尚可，10分以上則屬不良。

三、訓練步驟

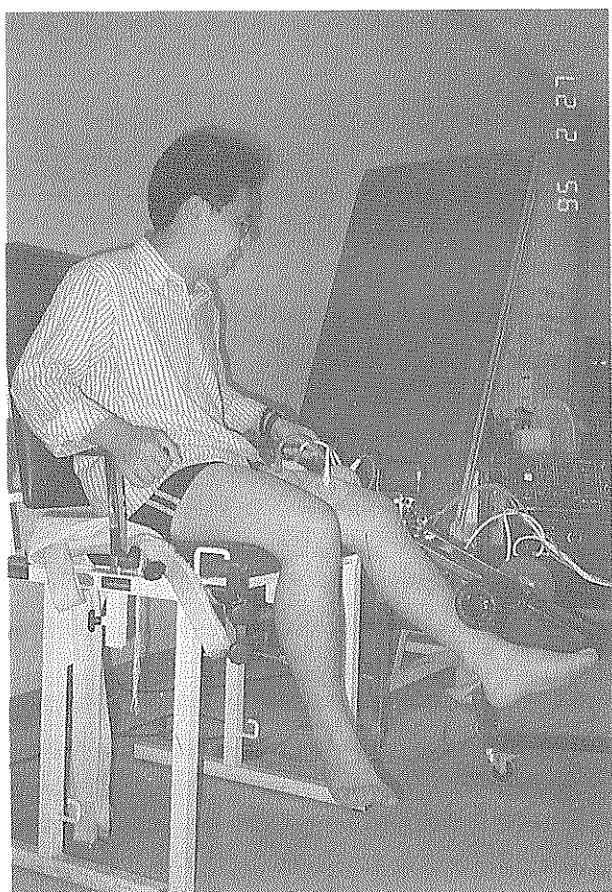
實驗組的每位受試者坐在下肢重量訓練器(N-K table)，以向量干擾波電刺激儀(Omnistim medium frequency current generator)的四個海綿吸盤分別置於患側的股四頭肌上，並在患側腳踝上方處加上受試者可以忍受最大的重量(1-3 公斤)，作出受試者所能做的最

表三

大腿周長	內側膝關節(M.T.P.)以上 5公分	健側	患側
	10 公分		
	15 公分		
	20 公分		
	25 公分		

表四

	Bandi Test:0,1,2(分)
走遠路有困難	
休息時膝痛	
走平路時酸痛	
上樓時酸痛	
下樓時酸痛	
蹲下時酸痛	
蹲->站時痛	
行進間膝部不穩定感	
膝部重複腫脹	
工作能力障礙	



圖二

大動作，然後作等長收縮(voluntary maximal isometric contraction, MVIC)(圖二)。每位受試者接受每週三節，每節重覆十次動作，連續20節，共6-7 週的電刺激[6,10]。其波型(wave form)為 sine-Faradic, pulse width 為0.5-1 msec, frequency 為2500 Hz, intensity為受試者忍受的最大強度，收縮時間與休息時間比例為10秒/50秒。而控制組的每位受試者測試位置和時間如實驗組，僅在患側腳踝上方處加上受試者可以忍受最大的重量(1-3 公斤)，每節重覆十次作出其所能做的最大動作，然後作等長收縮(MVIC)。

所有資料均使用paired t test來分析各組在治療前後之差別($P < 0.05$ 為有意義)，再以Student's t test來比較兩組間之差異($P < 0.05$ 為有意義)。

結 果

一、大腿周長：實驗組患側之大腿周長在治療後普遍大於治療前，然在統計學上並無顯著差異(表五)。

二、膝伸肌尖峰力矩/膝屈肌尖峰力矩：不管在快速或慢速下，各組在治療後皆有進步，然僅實驗組呈現顯著進步($p < 0.05$)，至於兩組在治療後之尖峰力矩則有顯著的差異($p < 0.05$)(表六,七)。

三、膝功能障礙：結果顯示實驗組及控制組在治療後皆有改善，且各組間及兩組間皆有顯著的差異($p < 0.05$) (表八)。

表五、比較各組及兩組間患側大腿周長在治療前後之差異(Mean \pm SD)

組別	MTP 以上	訓練前 周長(cm)	訓練後 周長(cm)	p (within)
實驗組 (n=10)	5cm	39.64 \pm 3.09	39.13 \pm 3.10	0.038*
	10cm	40.47 \pm 2.95	40.61 \pm 3.11	0.523
	15cm	43.92 \pm 3.44	44.77 \pm 3.44	0.067
	20cm	47.63 \pm 4.17	48.67 \pm 3.66	0.051
	25cm	52.26 \pm 5.15	52.71 \pm 4.54	0.326
控制組 (n=7)	5cm	39.07 \pm 4.22	39.14 \pm 3.82	0.055
	10cm	40.60 \pm 4.78	40.68 \pm 4.35	0.866
	15cm	44.84 \pm 5.17	44.31 \pm 3.71	0.082
	20cm	48.40 \pm 5.15	48.18 \pm 3.66	0.167
	25cm	51.52 \pm 5.03	51.21 \pm 5.01	0.179
p (between)			0.321 0.866 0.082 0.167 0.179	

within: 訓練前與訓練後的比較

between: 訓練後實驗組和控制組的比較

* : statistically significant ($p < 0.05$).

表六、比較各組及兩組間屈肌尖峰力矩值(peak torque)在治療前後之差別

組別	速度 (度/秒)	訓練前 (呎-磅)	訓練後 (呎-磅)	p (within)
實驗組 (n=10)	60	18.8±9.90	31.8±13.78	0.002*
	180	11.1±8.75	25.2±15.79	0.008*
控制組 (n=7)	60	19.42±0.080	21.57±7.36	0.412
	180	9.28±6.70	10.42±7.19	0.647
p (between)		0.019*	0.029*	

within：訓練前與訓練後的比較

between：訓練後實驗組和控制組的比較

*：statistically significant (p<0.05)

表七、比較各組及兩組間伸肌尖峰力矩值(peak torque)在治療前後之差別

組別	速度 (度/秒)	訓練前 (呎-磅)	訓練後 (呎-磅)	p (within)
實驗組 (n=10)	60	31.7±22.68	50.0±34.81	0.003*
	180	16.2±11.04	37.0±24.05	0.002*
控制組 (n=7)	60	32.57±17.88	36.14±19.24	0.11
	180	18.00±11.59	19.14±19.24	0.73
p (between)		0.03*	0.02*	

within：訓練前與訓練後的比較

between：訓練後實驗組和控制組的比較

*：statistically significant (p<0.05)

討 論

由本研究的結果得知電刺激確實可用在下肢受傷患者，在手術後增強肌力，改善膝功能，且其效果優於傳統肌力訓練，在統計上有顯著意義(p<0.05)，此結果與Hulbach(1983)，Morrissey(1985)，Cheng-Lun(1988)等人之研究結果相符合[11]。Kots指出電刺激引起的肌肉收縮係被動模式，可促進運動神經元之激發而加強肌肉發展張力的能力，經由長期電刺激訓練，更可以降低運動神經元之激發閾值(threshold)，而誘發平日鮮有活動的神經元，他並認為肌肉自主收縮(voluntary contraction)先天即有限制，無法達到百分之百，故傳統肌力訓練運動，對於肌力的進步，有可能是自然恢

表八、比較各組及兩組間膝功能障礙在治療前後差別

組別	訓練前 (分)	訓練後 (分)	p (within)
實驗組(n=10)	11.00±5.27	3.90±2.68	<0.01*
控制組(n=7)	10.42±2.93	7.14±2.85	0.01*
p (between)		0.02*	

within：訓練前與訓練後的比較

between：訓練後實驗組和控制組的比較

*：statistically significant (p<0.05)

復(spontaneous recovery)加上動作學習(motor relearning)的效果。由實驗組的結果來看，電刺激的部位在患側的股四頭肌，卻得到患側膝伸肌與膝屈肌的尖峰力矩，在治療後皆有顯著進步(p<0.05)，其解釋理由為，當一較大的肌肉群做等長收縮時，可產生overflow facilitation的效果，來促進較弱肌肉群肌力的增強[12,13]。

從膝功能障礙程度的結果顯示，兩組在實驗前後及兩組間皆有改善，且具統計上的意義，同時也發現實驗組在實驗後，每一患者皆恢復至良好級以上(1-4分以下)，甚至有兩位患者恢復至優良級。而控制組在實驗前後於統計學上也有意義，但以個別來探討則僅以恢復至良好級顯示，會懷疑其結果的可靠性，但依據下述理由，似乎可增強其可靠性—電刺激能誘發更大肌肉收縮，抑制疲勞，延緩肌肉萎縮，促進血液循環。

而在股四頭肌萎縮方面，由患側15cm,20cm,25cm資料顯示實驗組在實驗後有增大，但控制組卻反而降低，顯然電刺激較能防止患側肌肉萎縮速度，但在統計學上無意義，此結果與Eriksson(1976) John. A. Mccarthy(1988)研究相符合，他解釋理由是電刺激能防止oxidative enzyme activity降低。在5cm處卻發現實驗組在實驗後降低，而控制組卻增大，在此解釋理由乃受傷後軟組織水腫，而電刺激能造成較大的肌肉收縮，促進血液循環，水腫消退，另一影響因子有可能布尺在測量時伸縮彈性也會有誤差。

另外在統計上無法看出兩組在肌肉萎縮上有何差別，作者在此認為如果受試者接受電刺激的次數能更增加，研究的系列夠大，再以肌肉切片加上運動生理去探討生化的另一層面，或許可以增強電刺激對這些下肢受傷後復健之臨床價值，這點仍有待未來進一步之研究。

參考文獻

1. Walmsley RP, Letts G: A comparison of torque generated by knee extension with a maximal voluntary muscle contraction via-a-vis electrical stimulation. *J Orthop Sports Phys Ther* 1984; 6: 10-7.
2. Owens J, Malone T: Treatment parameters of high frequency electrical stimulation as established on the electrostim. *J Orthop Sports Phys Ther* 1983; 4: 162-8.
3. Dellitto A, Rose SJ, Mckowen JM: Electrical stimulation versus voluntary exercise in strengthening thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery. *Phys Ther* 1988; 68: 660-3.
4. Laughman RK, Youdas JW, Garrett TR: Strength changes in the normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation. *Phys Ther* 1983; 63: 494-9.
5. Currier DP, Lehnman J, Lightfoot P: Electrical stimulation in exercise of the quadriceps femoris muscle. *Phys Ther* 1979; 59: 1508-12.
6. Selkowitz DM: High frequency electrical stimulation in muscle strengthening. *Am J Sports Med* 1989; 17:103-11.
7. Dellitto A, Mckowen JM: Electrical elicited co-contraction of thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery. *Phys Ther* 1988; 68: 45-50.
8. Lieber RL, Kelly MJ: Factors influencing quadriceps femoris muscle torque using transcutaneous neuromuscular electrical stimulation. *Phys Ther* 1991; 71: 715-22.
9. 林永福，詹美華：髕骨軟化症保守療法之效果。中華物理治療學會雜誌1984; 9: 33-7.
10. Selkowitz DM:Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Phys Ther* 1985; 65: 186-96.
11. Soo C-L, Currier DP: Augmenting voluntary torque of healthy muscle by optimization of electrical stimulation. *Phys Ther* 1988; 68: 333-7.
12. Wellock L: Development of bilateral muscle strength through ipsilateral exercise. *Phys Ther Rev* 1945 34: 227-32.
13. Portney LG, Sullivan PE: Electromyographic analysis of ipsilateral and contralateral shoulder and elbow muscles during the performance of PNF patterns. Read at the Annual Conference of the Society for Behavioral Kinesiology, Boston, 1979.

Electrical Stimulation versus Conventional Exercise in Strengthening Quadriceps After Lower Leg Injury

Rong-Fong John, Yun-Er Wang, Yen-Chun Wu,
Wen-Ling Chen*, Tse-Chieh Hsueh

The purpose of this study was to investigate the treatment effect of Russian's electrical stimulative training program versus conventional exercise in muscle strengthening of quadriceps. Seventeen patients who had undergone surgery for fracture of lower leg or ACL,PCL reconstruction or repairment,were randomly divided into two groups;7 patients served as a control group underwent isometric contraction of quadriceps,another 10 patients served as a study group underwent with maximal tolerable isometric contraction induced by Russian's E.S..The parameter of Russian's E.S.consisted of 2500 Hz median frequency modulated at 50 bursts per second(50 pps)10 times Russian's E.S. was accepted at each session,each time consisted of 10 second induced contraction with 50 second rest interval,the total training program was 20 sessions.The muscle strength of quadriceps and hamstrings was assessed with Cybex II 6000 isokinetic dynamometer at the speed of 60,180 degrees/second.Tape measure was used to assess bilateral thigh circumference,Bandi test was used to assess the degree of functional mobility.The results revealed that the muscle strength and Bandi test of the study group is better than that of the control group,but the circumference of thigh between two groups showed no significant difference.The results of this study showed that soon after major reconstructive knee surgery or lower leg fracture,RES can provide greater isometric strength gains than that of conventional exercise.

Department of Physical Therapy, College of Medicine, National Cheng-Kung University.

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, College of Medicine, National Cheng-Kung University,Tainan, Taiwan, R.O.C.