



6-1-1994

### The effects of Russian Stimulation to muscle power: Comparison of CMAP and muscle strength test

Huann Chang

Rai-Chi Chan

Chou-Jong Chen

Chi-Han Lee

Tao-Chang Hsu

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



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

#### Recommended Citation

Chang, Huann; Chan, Rai-Chi; Chen, Chou-Jong; Lee, Chi-Han; and Hsu, Tao-Chang (1994) "The effects of Russian Stimulation to muscle power: Comparison of CMAP and muscle strength test," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 22: Iss. 2, Article 10.

DOI: <https://doi.org/10.6315/3005-3846.1914>

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol22/iss2/10>

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](mailto:twpmrscore@gmail.com).

# 俄氏電刺激對於肌力增強效果與複合肌肉動作 電位之間相互關係之評估

張 奐<sup>1,2</sup> 詹瑞棋<sup>1,3</sup> 陳昭蓉<sup>1</sup> 李季涵<sup>1</sup> 徐道昌<sup>1</sup>

本研究的目的是在探討利用電腦化肌電圖儀，測試用俄氏電刺激訓練前及訓練後之複合肌肉動作電位各項參數與肌力作一相關性的比較，藉以用客觀定量方法來取代主觀而易產生誤差的肌力測試。本實驗對象為正常成年人20位，分別用肌力測試儀及電腦化肌電圖儀，測量短外展姆短肌和外展小指肌的肌力及複合肌肉動作電位，經一個月的俄氏電刺激訓練後，再重複測試一次肌力及誘發複合動作電位，作各個配對比較，結果發現只有肌力增加有意義， $p < 0.001$ ，肌力大小和複合肌肉動作電位各項參數都無線性關係， $p > 0.05$ 。所以單純使用肌肉誘發電位來監測肌力的改變是不可行的。不過，隨著科技之發展，用客觀的記錄整合肌電圖儀及力譜分析等方法，來精確顯示肌力的改變應是一個新穎可行的趨勢。

關鍵詞：俄氏電刺激(Russian stimulation)，複合肌肉動作電位(compound muscle action potential (CMAP))

## 前 言

利用俄氏電刺激訓練肌力早在1960年代即已開始使用，此類電刺激是利用高頻率及高強度的交流電，刺激肌肉產生強烈不自主的收縮，長期刺激可轉化快速收縮的第二型肌纖維為耗氧型的第一型肌纖維[1,2]，同時也增加局部的血流量而達到增強肌力的效果[3]。最大肌力的產生乃是肌肉中所有運動單元之肌纖維持續地反覆收縮，而誘發複合肌肉動作電位的形成乃是所有運動單元之肌纖維同時作一次的去極化收縮；Lippold [4]早在1952年就指出肌力大小與收縮時的表面肌電波圖形成正比關係，當收縮力增大則表面肌波圖形亦成比率增加。Bouisset [5]於1973年也提出相同結論。本研究的目的是以俄氏電刺激，刺激手部外展姆短肌及外展小指肌，做為肌力訓練的一種方式，分別對正常活動量之志願受試者，評估其接受俄氏電刺激訓練前及訓練後肌力之差異，及其複合肌肉動作電位各項參數改變狀況，作各個配對比較，找

出其間相關性，並預估其將來是否可用在病患身上；肌力測試因具有主觀合作程度的影響，對於不合作的病人可能不易進行，而CMAP之檢查病人只須放鬆肌肉即可操作，故本研究嘗試以電學檢查的方式來排除主觀因素之影響，希望能建立一種客觀，迅速又可靠的方法來評估肌力訓練的成效。

## 方 法

本研究對象為正常成年人20位，其中男性12位，女性8位，年齡由27至41歲，平均32歲，都沒有全身性或上肢局部性的神經病變，也沒有上肢外傷或畸形的病史。記錄儀器使用Nicolet Viking八頻道肌電圖儀，內設有電腦自動判讀及分析功能，在操作時可直接判讀出該CMAP之振幅，表面積，潛時及間期等參數，所有資料皆同時貯存於磁碟片中。肌力測試儀是用GS1650 Strain Gauge安裝在自行設計的固定架上(圖一)，作為外展姆短肌的肌力測量；用壓力閥值測

投稿日期：83年2月28日 覆審日期：83年4月12日 接受日期：83年5月3日

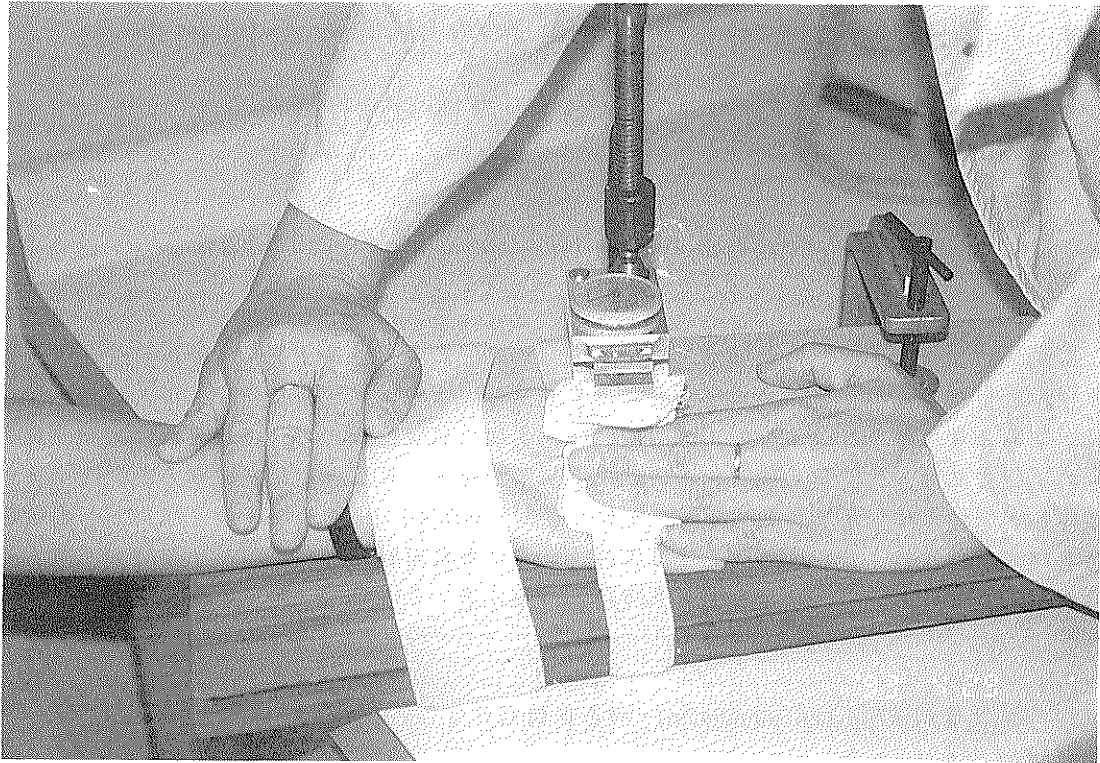
台北榮民總醫院 復健醫學部<sup>1</sup>

中國醫藥學院 醫學系復健醫學科<sup>2</sup>

國立陽明大學醫學院 醫學系復健醫學科<sup>3</sup>

抽印本索取地址：張 奐，台北榮總復健醫學部，台北市石牌路二段201號

電話：8757293, 8757363 (秘書)



圖一、

量儀(pressure threshold meter)作為外展小指肌的肌力測量(圖二)。肌力訓練器則是用Dynatronics向量干擾電波治療儀壹台做為俄氏電刺激訓練之用(圖三)。

實驗開始時，採隨機抽樣方式選取左手或右手做試驗，先測試外展姆短肌及外展小指肌的最大力量三次，每次休息三十秒，取其平均值做為肌力的基準

值。再讓受測者舒適的仰躺於檢查台，手掌朝上置於身旁，室溫控制在25℃，標準銀銻盤氏記錄電極放在外展姆短肌的肌腹處，參考電極置於大姆指掌指關節上，用超大電量分別在手肘及遠端腕橫紋正中神經處施予電刺激，由電腦自動判讀其CMAP並記錄其潛時，間期，振幅，表面積及神經傳導速度；接著再以



圖二、



圖三、

同樣方式測試外展小指肌CMAP之各項參數值及尺神經傳導速度並記錄之。肌力訓練是用俄氏電刺激方式之積極訓練程式刺激10秒，休息10秒[6]，刺激強度達到最大肌力強度之75%即可，每日10分鐘[6]，每週六次，連續訓練一個月。在此測試一個月內，建議受測者不要做手部肌力訓練；且所有測試電極均使用全新電極，以避免接觸不良或干擾。訓練結束後，再以同樣方法測試各位受測者之外展姆短肌及外展小指肌的最大肌力，CMAP之各項參數值，以及正中神經和尺神經傳導速度等並記錄之。在研究結果的統計分析上，係用BMDP (Biomedical Computer Program)統計軟體之pair t-test及線性回歸(linear regression)方式，比較所有受試者訓練前及訓練後兩者間之肌力與誘發動作電位各項參數差異及相關性。

## 結 果

由實驗得知，在訓練前，男性外展姆短肌最大平均肌力為 $4.08 \pm 1.43$ KG，女性為 $2.79 \pm 0.86$ KG，兩性平均為 $3.57 \pm 1.42$ KG；訓練後男性最大肌力為 $5.09 \pm 1.65$ KG，女性為 $3.44 \pm 0.7$ KG，兩性平均肌力為 $4.43 \pm 1.61$ KG,  $p=0.0005$ ，具有統計學上差異。在外展小指肌肌力訓練前，男性最大平均肌力為 $1.75 \pm 0.53$ KG，女性為 $1.25 \pm 0.3$ KG，兩性平均肌力為 $1.55 \pm 0.53$ KG；訓練後男性最大肌力為 $2.12 \pm 0.67$ KG，女性是 $1.48 \pm 0.25$ KG，兩性平均為 $1.86 \pm 0.64$ KG,  $p=0.0003$ ，也具有統計學上的差異(表一)。由以上數據顯示正常男性的肌力都顯著比女性大。在誘發複合肌肉動作電位方面不論是在腕部刺激或在肘部刺激，訓練前與訓練後之波形大小都雷同，但是由電腦以客觀條件衡量各項參數時，發現訓練後

之外展姆短肌及外展小指肌的間期，振幅及表面積都有增大的趨勢(表二、三)，其平均值也都指出較大的肌力其間期，振幅及表面積都較大，但 $p>0.05$  (表二、三)，都不具有統計學上的差異性，所以肌力和動作電位參數之間並沒有真正相關性存在。另外在正中神經及尺神經傳導速度方面，訓練前和訓練後都無明顯差異， $p>0.05$ ，也都不具有統計學上的意義。

## 討 論

由本研究結果以及前人的報告可知，利用俄氏電刺激訓練對於肌肉力量的改善確有其實際的效果及統計學上的意義；Munsat在1976年就發現電刺激能增加第 I 型肌纖維的比例及第 II 型肌纖維的體積[7]；Eriksson也發現電刺激能明顯增加細胞內琥珀酸去氫酶的程度，此也表示經電刺激訓練過的肌肉，有氧代謝能力及耐力都較強[8]。由本研究所發現的肌力增強情形以及俄氏電刺激的訓練機轉來推論，因為俄氏電刺激對於肌肉及神經進行的是非特異性之電刺激，在訓練中受試者並沒有進行其他的反應或制約訓練，所以肌力的增加應該可以視為是肌肉之纖維肥大及有氧代謝能力及耐力增強的結果，而不是神經控制整合能力改善所造成的。

利用俄氏電刺激訓練肌力，其刺激強度只要達到最大肌力強度的百分之七十五即可；一星期六次，一次十分鐘，太長的時間會造成肌肉疲乏(經本小組測試超過十分鐘以上的俄氏電刺激訓練，肌力反而有漸減的現象)；在刺激及休息時間(on to off ratio)採1:1的比率，以便達到更積極的訓練效果[6]。

本實驗所採用的外展姆短肌測力儀，乃是將食指捏力評估器改裝而成(圖一)，外展小指肌的肌力測試

表一、訓練前及訓練後肌力平均值之比較(男性n=12，女性n=8)

	APB* (B)+	APB (A)++	ADQ** (B)	ADQ (A)
男性	$4.08 \pm 1.43$	$5.09 \pm 1.65$	$1.75 \pm 0.53$	$2.12 \pm 0.67$
女性	$2.79 \pm 0.86$	$3.44 \pm 0.70$	$1.25 \pm 0.30$	$1.48 \pm 0.25$
總計	$3.57 \pm 1.42$	$4.43 \pm 1.61$ ( $p=0.0005$ ) $\neq$	$1.55 \pm 0.53$	$1.86 \pm 0.64$ ( $p=0.0003$ ) $\neq$

\* APB 外展姆短肌      \*\* ADQ 外展小指肌  
 + (B) 訓練前      ++ (A) 訓練後  
 $\neq p<0.0005$ ，具有統計學上的意義  
 單位：kg

表二、外展拇短肌訓練前及訓練後之複合肌肉動作電位各項參數平均值(n=20)

		潛時(ms)	間期(ms)	振幅(mV)	表面積(mVms)
訓練前	W*	2.71 ± 0.71	5.53 ± 0.83	14.72 ± 7.17	45.79 ± 12.28
	E+	6.45 ± 0.55	5.60 ± 0.77	14.80 ± 3.02	45.58 ± 11.50
訓練後	W*	2.69 ± 0.62 (p>0.1)≠	5.62 ± 0.72 (p>0.5)	15.73 ± 2.74 (p>0.1)	49.39 ± 10.75 (p>0.1)
	E+	6.26 ± 0.96 (p>0.1)	5.85 ± 0.83 (p>0.1)	15.24 ± 2.70 (p>0.5)	47.80 ± 10.89 (p>0.5)

W\* 手腕部位

E+ 手肘部位

≠ p>0.05都不具有統計學上的意義

表三、外展小指肌訓練前及訓練後之複合肌肉動作電位各項參數平均值(n=20)

		潛時(ms)	間期(ms)	振幅(mV)	表面積(mVms)
訓練前	W*	2.24 ± 0.19	5.81 ± 0.33	11.231 ± 1.81	36.42 ± 5.11
	E+	5.77 ± 0.54	5.99 ± 0.43	10.01 ± 1.88	34.83 ± 6.94
訓練後	W*	2.25 ± 0.39 (p>0.1)≠	6.01 ± 0.53 (p>0.05)	11.38 ± 2.13 (p>0.5)	37.84 ± 7.65 (p>0.1)
	E+	5.83 ± 0.63 (p>0.1)	6.06 ± 0.48 (p>0.1)	10.87 ± 1.99 (p>0.5)	36.21 ± 7.42 (p>0.5)

W\* 手腕部位

E+ 手肘部位

≠ p>0.05都不具有統計學上的意義

儀則是用壓力閥值測量儀改裝而成(圖二)，所以在測量時難免會有一些誤差，為了使這些誤差減至最低，在測試時前臂及其他四指的固定，姆指或小指與測力儀之間的距離都變得益形重要。本研究特別由一位醫師專門負責操作手部的固定及力量測試，以期將人為誤差降到最低程度。

在本實驗中雖然複合肌肉動作電位之間期，振幅及表面積，經俄氏電刺激訓練後有稍增大的趨勢，但與肌力增大相比，均沒有線性關係，所以要以本研究所採取的複合肌肉動作電位檢查來取代主觀的肌力檢查是行不通的。一般而言，肌肉收縮力量愈強，其所參與的肌纖維活動應該愈多，誘發複合肌肉動作電位

應愈大，但在實際測試時，最大力量的產生中乃是肌肉中所有運動單元之肌纖維持續反覆地收縮，即使在使用最大力時，有些運動單元仍可有多次的去極化，甚至每秒可達60至120次[9,10,11]。相對的，誘發複合肌肉動作電位的形成乃是所有運動單元之肌纖維同時作一次的去極化收縮，再加上一些感覺神經電位波而成，與運動單元的去極化頻率無關，所以無法涵括運動單元重覆放電所造成之影響，兩者確有不同之處。另外可能是因為記錄電極所能夠收集到的肌電活動範圍有限，一些較遠的肌電活動在未到達記錄電極前，便因其它因素如皮膚或軟組織的阻擋干擾而消失了，所以記錄電極所收集到的肌電波可能只表示大部分的

肌肉單一次活動情形，而不像最大肌力測試時所有相同功能的運動神經元同時作連續性的興奮，所以用CMAP來監測肌力的改變經本研究證明並不是合適的方法。以往也有文章探討廢用性肌肉萎縮及類風濕性關節炎患者之肌電學診斷報告，發現其誘發複合肌肉動作電位之各項參數與正常值相差不大[12]；若再加上本篇研究結果，我們更可以很明顯的看出肌力之大小與誘發複合肌肉動作電位並無線性關係。

由本實驗小組所設計出來的肌力測試儀並不能完全測出肌肉真正的力量。它只能顯出在爆發力最大時所呈現的最大力量，並沒有包括肌肉是否疲乏以及最大肌力以外的肌肉活動情形，真正理想的方式應該是要設計出更精密的肌肉力量曲線圖，測知該肌肉的最大爆發力，耐力及肌肉所作的功率，配合著肌電診斷儀一起檢查，再探討其間的相關性。以等速肌力儀來作檢查及訓練可能是一個較精確的方法，但是耗費較大，而且也不能測試小肌肉如本研究所用的APB及ADQ等；在肌電檢查方面可以朝向記錄整合肌電圖(integrated EMG)轉折與振幅分析(turns-amplitude analysis)及力譜分析(power spectrum analysis)等方向來進行。總之，隨著科技之進展，用客觀的肌電檢查方法來精確顯示肌力的改變應該是一個新穎而可行的趨勢。

## 參考文獻

1. Sreter FA, et al.: Fast to slow transformation of fast muscles in response to long-term phasic stimulation. *Emp. Neurol*, 1982;75:95.
2. Greathouse DG: Effect of short-term electrical stimulation on the ultrastructure of rat skeletal muscles. *Phys. Therapy*, 1986;66:946.
3. Hudlicka D, et al.: Early changes in fiber profile and capillary density in long-term stimulated muscles. *Am J. Physiol.* 1982;243:H528.
4. Lippold OCJ: The relation between integrated action potentials in a human muscle and its isometric tension. *J. Physiol*, 1952;117:492-499.
5. Bouisset S, Goubel F: Integrated electromyographical activity & muscle work. *J. Appl. Physiol.* 1973;35:695-702.
6. Meryl Roth Gersh, *Electrotherapy in Rehabilitation*, Philadelphia: F.A. Davis Company, 1992;230-231, 235-247.
7. Munsat et al.: Effects of nerve stimulation on human muscle, *Arch Neurol.* 1976;33:608.
8. Eriksson E, et al.: Comparison of isometric muscle training & electrical stimulation supplementing isometric muscle training in the recovery after major knee ligament surgery. *Am J. Sports Med.* 1976;7:169.
9. Milner-Brown HS: The relation between the surface electromyogram and muscular force. *J Physiol.* 1975;246:549-569.
10. Tanji J: Recruitment of motor units in voluntary contraction of a finger muscle in man. *Experi Neuro.* 1973;40:759-770.
11. Gans BM: M-response quantification technique. *Arch Phys Med Rehabil.* 1981;62:376-380.
12. 潘筱萍、詹瑞棋、徐道昌：類風濕性關節炎病人肌力變化之探討—電腦肌電圖分析，*中華民國復健醫學雜誌* 1985；13：13-18。

# The Effect of Russian Stimulation to Muscle Power — Comparison of CMAP and Muscle Strength Test

Huann Chang<sup>1,2</sup>, Rai-Chi Chan<sup>1,3</sup>, Chou-Jong Chen<sup>1</sup>,  
Chi-Han Lee<sup>1</sup>, Tao-Chang Hsu<sup>1</sup>

The purposes of this study are: 1. To monitor the improvement of muscle performance following Russian stimulation training by muscle strength test and compound muscle action potential (CMAP) recording. 2. To investigate the place of quantitative CMAP recording technique in evaluation of muscle power. The APB and ADQ muscles from 20 healthy volunteer were included. Muscle strength was recorded by strain gauge, and CMAP of both muscles were recorded by Viking EMG following supramaximal electrical stimulation at wrist. Two evaluation sequences were done before and after Russian stimu-

lation training of APB and ADQ muscles for 1 month. Results disclosed that, although muscle strength increased significantly after training ( $p < 0.001$ ), the latency, amplitude, duration and surface area of the CMAP failed to show statistical differences before and after training. We conclude that Russian stimulation training may improve the muscle strength, but this improvement can not be monitored by just recording the CMAP. Further advanced techniques such as integrated EMG and power spectrum analysis will be considered as our future investigation tools.

---

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Veterans General Hospital-Taipei<sup>1</sup>

Section of Physical Medicine and Rehabilitation, Chinese Medical College<sup>2</sup>

Department of Physical Medicine and Rehabilitation Medical College, National Yang-Ming University<sup>3</sup>