

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

動作溢流對拔河選手手指生理震顫的影響 (II)

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 102-2410-H-040-015-
執行期間：102年08月01日至103年10月31日
執行單位：中山醫學大學物理治療學系

計畫主持人：陳怡靜
共同主持人：黃英修、林彥廷
計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理人員：蔡宜穎
 博士班研究生-兼任助理人員：石昇文

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫可公開查詢
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中華民國 104 年 02 月 05 日

中文摘要：動作溢流(contralateral motor overflow)是一側肢體動作造成對側肢體非自主性的肌肉活化現象，也是交叉遷移訓練(cross education)重要的生理基礎。動作溢流在肌肉疲勞發生時尤為明顯，並與個人所受的運動訓練與動作學習經驗有關。由於拔河選手的特定主要手部肌肉群需要特殊長期重量訓練，除了局部肌肉組織肥大之外，可能伴隨大腦塑性與傳出神經溢流(efferent neuronal outflow)的改變；由於生理震顫較傳統肌電圖能更敏銳地反應疲勞特徵，更可以便利地評估個別手指的控制反應。本年度研究計畫以手指生理震顫、肌電圖、與施力量測，探討拔河選手的手部動作溢流與正常人的差異。此計劃目的是「探討拔河選手在手部肌肉疲勞發生時，動作溢流造成對側手指生理震顫特徵改變的情形是否異於正常人」。研究結果顯示：肌肉疲勞造成明顯的對側手指震顫的增加，此現象不因拔河選手接受長期高強度的局部肌力訓練而有所不同。

中文關鍵詞：動作溢流、疲勞、生理震顫、樣本熵

英文摘要：Contralateral motor overflow is an involuntary muscle activation associated with strenuous contralateral movement, subserving to a physiological basis of cross education in muscle strengthening. Motor overflow manifests with muscle fatigue, relating to previous motor training and movement experience. As the tug-of-war athletes receive special strengthening on hand muscles, we may well expect local tissue hypertrophy and adaptive change in brain connectivity that leads to efferent neuronal outflow. On account of superior sensitivity in detection of fatigue characteristics and inter-digit movement enslaving, the purpose of this project is to investigate the difference in motor overflow for the tug-of-war athletes using physiological tremors. In this project, we examined whether motor overflow under fatigue condition result in a greater structural change in physiological tremor for the tug-of-war athletes. The results shown that muscle fatigue brought about a marked disinhibition of lateral spread of motor overflow to the opposing limb, which was not different between control subjects and tug-of-war athletes who received long-term high-intensity strength for years.

英文關鍵詞： MOTOR OVERFLOW； FATIGUE； PHYSIOLOGICAL TREMOR；
SAMPLE ENTROPY

科技部補助專題研究計畫成果報告

(期中進度報告/期末報告)

動作溢流對拔河選手手指生理震顫的影響 (II)

Contralateral motor overflow and restructuring of digit physiological tremors for the tug-of-war athletes (II)

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 102-2410-H-040 -015 -

執行期間：102 年 8 月 1 日至 103 年 10 月 31 日

執行機構及系所：中山醫學大學 物理治療學系

計畫主持人：陳怡靜 助理教授

共同主持人：黃英修 教授、林彥廷 助理教授

計畫參與人員：蔡宜穎、石昇文

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 ____ 份：

執行國際合作與移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

期末報告處理方式：

1. 公開方式：

非列管計畫亦不具下列情形，立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否 是

3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考 否 是，____ (請列舉提供之單位；本部不經審議，依勾選逕予轉送)

中 華 民 國 104 年 1 月 31 日

一、中英文摘要

動作溢流(contralateral motor overflow)是一側肢體動作造成對側肢體非自主性的肌肉活化現象，也是交叉遷移訓練(cross education)重要的生理基礎。動作溢流在肌肉疲勞發生時尤為明顯，並與個人所受的運動訓練與動作學習經驗有關。由於拔河選手的特定主要手部肌肉群需要特殊長期重量訓練，除了局部肌肉組織肥大之外，可能伴隨大腦塑性與傳出神經溢流(efferent neuronal outflow)的改變；由於生理震顫較傳統肌電圖能更敏銳地反應疲勞特徵，更可以便利地評估個別手指的控制反應。研究計畫以手指生理震顫與施力量測，探討拔河選手的手部動作溢流與正常人的差異。此計劃目的是「探討拔河選手在手部肌肉疲勞發生時，動作溢流造成對側手指生理震顫特徵改變的情形是否異於正常人」。研究結果顯示：肌肉疲勞造成明顯的對側手指震顫的增加，此現象不因拔河選手接受長期高強度的局部肌力訓練而有所不同。

關鍵詞：動作溢流、疲勞、生理震顫、樣本熵

Contralateral motor overflow is an involuntary muscle activation associated with strenuous contralateral movement, subserving to a physiological basis of cross education in muscle strengthening. Motor overflow manifests with muscle fatigue, relating to previous motor training and movement experience. As the tug-of-war athletes receive special strengthening on hand muscles, we may well expect local tissue hypertrophy and adaptive change in brain connectivity that leads to efferent neuronal outflow. On account of superior sensitivity in detection of fatigue characteristics and inter-digit movement enslaving, the purpose of this project is to investigate the difference in motor overflow for the tug-of-war athletes using physiological tremors. In this project, we examined whether motor overflow under fatigue condition result in a greater structural change in physiological tremor for the tug-of-war athletes. The results shown that muscle fatigue brought about a marked disinhibition of lateral spread of motor overflow to the opposing limb, which was not different between control subjects and tug-of-war athletes who received long-term high-intensity strength for years.

Keywords: Motor overflow, fatigue, physiological tremor, sample entropy

二、前言

動作溢流(motor overflow)是當一側肢體關節發生動作時，對側肢所產生同步非自主性的肌肉活化現象。動作溢流普遍發生於兒童、老年人與正常成人 (Parlow, 1990; Armatas, 1994; Mayston et al., 1999)，尤其是從事費力、困難的作業、動作疲勞、學習新運動技能時，動作溢流的產生最為明顯 (Lazarus 1992)；動作溢流過去經常被負向看待，被認為是造成動作障礙、對側關節靈活度降低的因素；但是近年來，在運動科學的研究發現動作溢流可以在肌肉重量訓練時，增加對側肢體肌肉活化的正面功能 (Shima et al., 2002; Seger & Thorstensson et al., 2005; Gabriel et al., 2006; Lee & Carroll 2007)；Shields 等人(1999)將年輕健康男性受試者，進行六週的右手握力耐力訓練，研究結果發現：即使是單側的重量訓練，研究發現對側的肌肉力量也會有明顯的增加，稱為肌力訓練的交叉遷移效應(cross education) (Hortobagyi et al., 1997)。由於拔河選手的特定主要手部肌肉群需要特殊長期重量訓練，除了局部肌肉組織

肥大之外，可能伴隨大腦塑性與傳出神經溢流(efferent neuronal outflow)的改變。

三、研究目的：

本研究計畫為一延續計畫第二年部分，擬利用生理震顫與施力量測，探拔河選手的手部動作溢流與正常人的差異。計劃目的是「探討拔河選手在手部肌肉疲勞發生時，動作溢流造成對側手指生理震顫特徵改變的情形是否異於正常人」。比較拔河選手與正常對照組在單側重覆握力後，兩組受試者在肌肉疲勞後所產生動作溢流，是否造成對側手指生理震顫特徵的差異。探討拔河選手疲勞發生時是否有較明顯的代償機制，讓更多的興奮性動作溢流發生，以減少疲勞間接造成對側同源肌肉群 (homologous muscles)的影響。

本計畫的假說是：拔河選手長時間同時進行握力訓練，致使拔河選手調節動作溢流的機制受到適應性改變，在單側疲勞產生時，會有更多的代償性的興奮性神經衝動傳導至對側，更增加手指生理震顫振幅與指間生理震顫的關聯性。

四、文獻探討

動作溢流發生的原因與胼胝體徑路(transcallosal pathway)活化有很大的關連性(Green, 1967; Zülch, 1969; Shimizu et al., 2002)；當單側大腦半球興奮時，傳遞至另一側的大腦半球的興奮量可藉由胼胝體徑路抑制機制(transcallosal inhibition)調整，當胼胝體徑路抑制高時，動作溢流少，對側大腦半球興奮相對低；反之，當胼胝體徑路抑制低時，動作溢流多，對側大腦半球興奮高。研究發現經常性重量訓練可降低胼胝體抑制，使兩側大腦半球運動區同步興奮，促進交叉遷移效果的發生。

生理震顫是一種有規律性、但不完全自主的微小肢體活動，可用加速規 (accelerometer) 或肌電圖來量測。情緒注意力、疲勞發生、中央神經主動控制皆可影響神經成份生理震顫。在十公尺定距離射擊，將瞄準目標縮小，受到注意力的影響，手指生理震顫在8-12 Hz尖頻振幅增加且愈有規則性(Morrison et al., 2001)。在疲勞產生過程時，生理震顫的振幅逐漸明顯，同時生理震顫的頻譜分析發現8-12 Hz之低尖頻與20-25 Hz之高尖頻均有相對應之變化，8-12 Hz尖頻振幅隨疲勞增加而增加，但20-25 Hz尖頻反而下降(Sakamoto et al., 1992)。利用生理震顫探討肌肉疲勞在方法學上有優越性，研究顯示：生理震顫較肌電圖更敏銳地偵測肌肉疲勞的產生(Huang et al., 2006, 2007)；因為生理震顫同時反應了肌肉的神經與機械成份的變化，然而，肌電圖訊號僅能代表肌肉神經成份的變異(Hwang et al., 2009)。有鑑於生理震顫8-12 Hz頻率成份與肌肉運動元之同步激發(synchronization)有關的特質(Miao et al., 1995a)，有學者主張不能單純地把生理震顫視為動作控制的瑕疵，而是大腦簡化肌肉控制的一種方式(McAuley et al., 2000)。

同側肢體的活動會經由動作溢流的效應影響對側肢體生理震顫的結構與特徵；在正常年輕人利用非慣用手作最大程度用力的握拳動作時，對側慣用手的伸直手指生理震顫的振幅會增加，代表最大用力時動作溢流所產生的興奮作用，會擴展至對側慣用手；而且不同手指間的生理震顫交互訊息量(mutual information)會增高，使不同手指的生理震顫耦合程度變高，意謂動作溢流造成手指間動作自由度(degree of freedom in joint space)下降，手指

活動的獨立性也受到影響。

因為長時間握力訓練，拔河選手會慢慢地改變大腦塑性與通往對側大腦的投射徑路的效率(Sale, 1988)，可能造成動作溢流的改變。動作溢流被認為是肌肉疲勞的一種代償機制(Addamo et al., 2007; Boonstra et al., 2008)，拔河選手可能因握力訓練發展出能對抗疲勞的代償適應性變化，在疲勞發生時，拔河選手以更多的興奮性動作溢流，減少對側肌肉疲勞的產生。

五、研究方法

(1) 受測者:

招募了15位年滿18歲沒有規律運動習慣的健康大學生(控制組)與15位年滿18歲的拔河選手(拔河選手組)參與實驗，受試者排除有神經肌肉的症狀或徵兆者。

(2) 實驗流程

在了解本研究計畫，同意參與本研究後，簽署受測者同意書。開始進行以下實驗步驟:

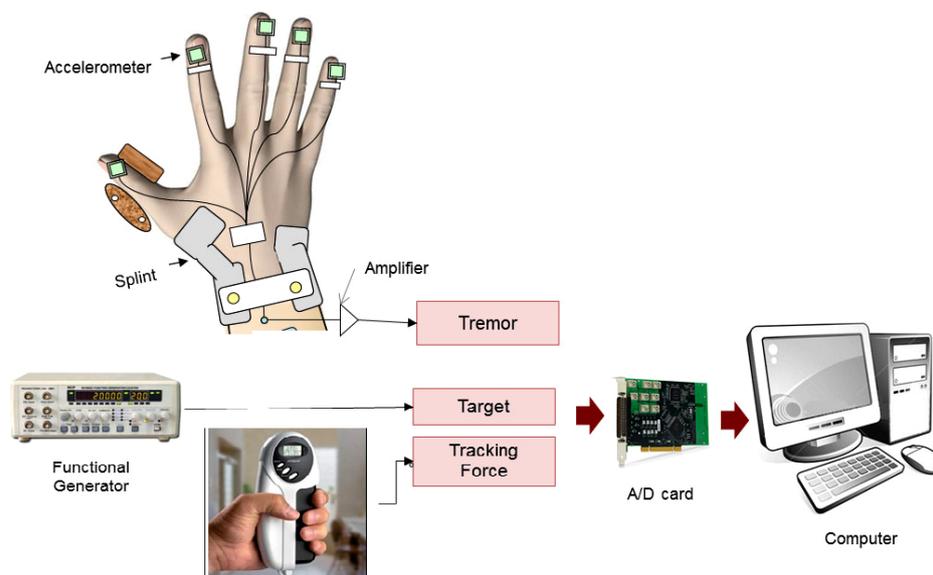


圖 1. 實驗整合系統示意圖，包含加速規(accelerometer)、訊號產生器(functional generator)、目標視覺迴授訊號(target signal)、以及測力計系統。非慣用手施力作用於測力計(tracking force)，而同步量測慣用手手指的姿勢生理震顫。

主要分成三個步驟 (圖 2):

1. 前測(Pre-test):

於實驗開始時，受測者先進行非慣用手最大握力(maximal voluntary contraction, MVC)測試，以最大力量抓握測力器 3 秒，決定最大握力。之後，受測者舒適的坐在椅子上，且他的慣用手手腕和前臂固定於桌上的熱塑性副木上(圖 1)。非慣用手則自然垂放身旁，以手部握住測力器。受測者以非慣用手執行三次動態正弦抓握測驗，慣用手手指保持伸直以評估疲勞發生前慣用手的生理震顫。動態正弦抓握為，受測者將非慣用手手指彎曲握住測力器，控制抓握力量在 50%-100%最大抓握力量範圍(50%-100% MVC)之間，以跟隨頻率 0.6 Hz 之目標正弦波，收縮時間共計 20 秒。在三次抓握測驗之間休息至少三分鐘。前測結束後，受測者休息 3 分鐘，接著進行下一實驗步驟。本計劃採非慣用手進行抓握的原因是比慣用手抓握更能產生較大的對側動作溢流。

2. 抓握疲勞收縮(Fatiguing contraction):

受測者的慣用手手指保持自然放鬆，以非慣用手於測力器上執行前述之重複動態正弦抓握，直到非慣用手抓握的 20 秒平均施力小於目標曲線平均振幅之 70% (疲勞指數(fatigue index)=0.7)，代表非慣用手已發生握力疲勞。

3. 後測(Post-test):

受測者立即執行三次與前測相同的評估測試，但每次測試間並不休息(減少疲勞恢復發生)；並記錄疲勞發生後非慣用手執行動態正弦抓握時，慣用手手指保持伸直時的生理震顫。若疲勞效應改變動作溢流，慣用手手指的生理震顫預期將發生結構的改變。

在前測與後測中，受測者的姿勢與加速規測量的放置位置為：固定受測者慣用手手腕和前臂於桌上的熱塑性副木上，同時受測者維持慣用手展開，即全部手指伸直指向前方並平行於地面，伸直之手指無任何支撐。五個加速規測量，固定在大拇指、食指、中指、無名指和小指的遠端指節的背面上，測量慣用手手指垂直方向的生理震顫。手指的震顫活動訊號將被十倍放大後被記錄。全部的訊號被 LabVIEW 平台上之 custom program (LabVIEW v.8.5; National Instruments, Austin, TX) 所呈現與記錄，抽樣頻率為 1K 赫茲。

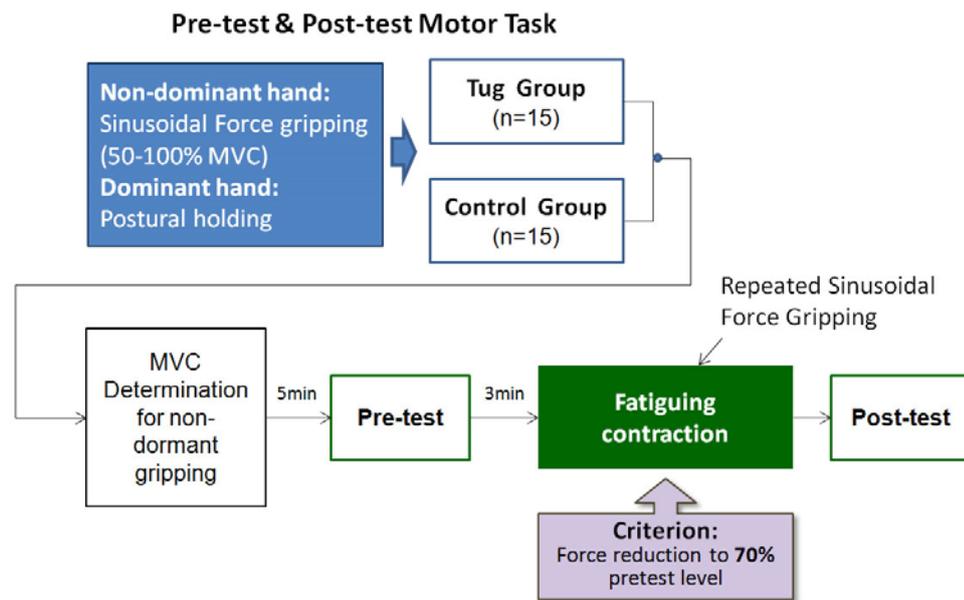


圖 2. 實驗流程圖與實驗設計架構

(3) 訊號與資料處理

計算均方根值代表生理震顫的強度；計算任何兩個手指生理震顫的交互訊息(mutual information)，交互訊息代表兩手指震顫時間序列的相同性質出現機率，交互訊息數值越高代表指間震顫有較高的相關性或受共同因素的影響較大，當動作溢流明顯，指間震顫有較高的交互訊息。由於本計劃收集 5 個手指生理震顫，進一步資料分析有必要適當減少資訊量；本計劃使用主成份分析(principal component analysis, PCA)簡化震顫分析，主成份分析著重轉換原始震顫訊號成為一些互相獨立的線性組合變數(主成份)，並以最少的主成份代表原始震顫訊號最多的變異量。本研究採代表原始震顫訊號至少 80% 變異量之主成份進行後續分析。主成份分析已被證實適合做為多肢體生理震顫的簡化分析(Chen et al., 2011, 2012; Hwang, 2009, 2011)。再以樣本熵(sample entropy analysis)來定量主成份的複雜程度。若受測者慣用手生理震

顫主成份的樣本熵面積平均值較高，表示震顫主成份有更複雜的結構，平均樣本熵面積是可靠的指標以測量生物時間序列(biological time series)的複雜性(complexity)。

(4). 統計分析：

本研究主要關注兩組受試者(控制組vs. 拔河選手)在疲勞前測試(pre-test)、疲勞後測試(post-test)兩個時間點測試之手指生理震顫各項參數是否不同。以二因子變異數分析(two way ANOVA)分析上述各項生理震顫參數之組別效應與時間疲勞效應顯著性。顯著水準 p 定為0.05，並視顯著性結果採適當之事後檢定

六、結果與討論

拔河組共徵招15位業餘級拔河選手參與此研究(全為男性)。這些選手來自大學的拔河隊，除了參與比賽之外每天進行拔河相關訓練約3-6小時，相關訓練資歷約1-7年 (5.5 ± 1.0 年)。控制組為15位沒有規律運動的大學生(全為男性)。所有測試者的慣用手皆為右手，且無任何神經肌肉系統問題的症狀。

研究結果顯示：不論是控制組或是拔河組在肌肉疲勞後，皆會造成對側手指震顫強度的增加(圖3. 左圖)($P=0.007$)；然而在此疲勞前後的手指震顫增加程度，以疲勞前的手指震顫振幅總合加以標準化後，兩組間的增加程度並無統計上的差異(圖3. 右圖)(控制組： $57.7 \pm 10.6\%$ ；拔河組： $27.1 \pm 11.9\%$ ； $P=0.147$)。

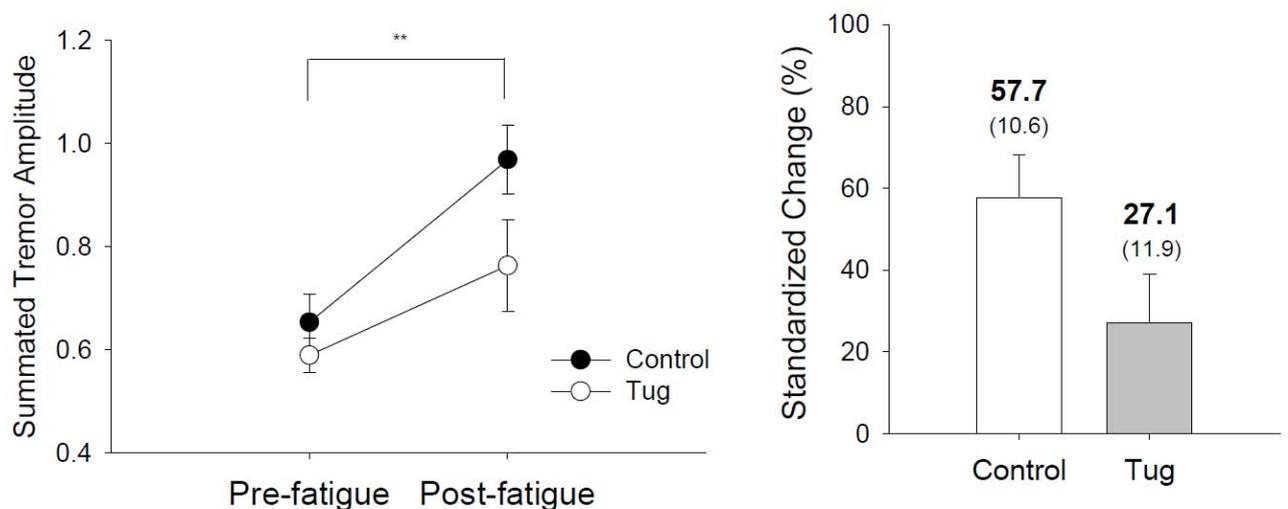


圖 3. 控制組與拔河組之間對側手指震顫強度振幅的總合(左圖) 與疲勞前後手指震顫強度振幅的標準化差異程度(右圖)

在對側手手指震顫組成成份的複雜度分析上，結果顯示：肌肉疲勞後皆會造成控制組與拔河組的手指震顫組成的複雜度下降(圖4. 左圖)($P=0.001$)；此疲勞前後的手指震顫組成複雜度的下降程度，若進一步以疲勞前的手指震顫組成複雜度總合加以標準化後，兩組間的下降程度並無統計上的差異(圖4. 右圖)(控制組： $-12.4 \pm 2.7\%$ ；拔河組： $-12.3 \pm 2.8\%$ ； $P=0.993$)。

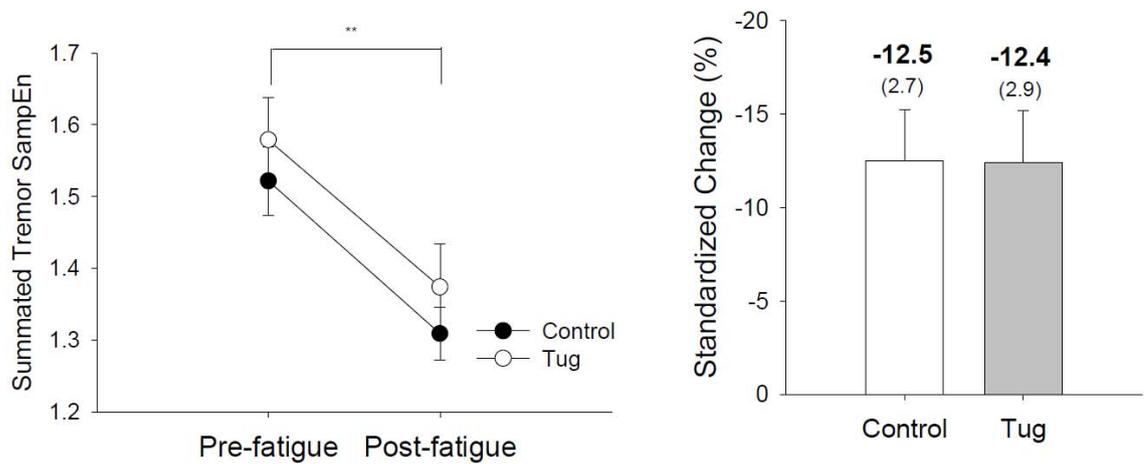


圖4. 控制組與拔河組之間對側手指震顫情形樣本熵的總合(左圖) 與疲勞前後手指震顫情形樣本熵的標準化差異程度(右圖)

在對側手手指間生理震顫交互訊息值的部分，發現肌肉疲勞後皆會造成控制組與拔河組的手指間震顫交互訊息的複雜度下降(圖 5. 左圖)($P=0.035$)，交互訊息值下降代表手指間的運用自由度在肌肉疲勞後是增加的。此疲勞前後的手指間震顫交互訊息組成複雜度的下降程度，若進一步以疲勞前的手指間震顫交互訊息複雜度總合加以標準化後，兩組間的下降程度並無統計上的差異(圖 5. 右圖)(控制組： $45.0 \pm 10.7\%$ ；拔河組： $47.3 \pm 21.3\%$ ； $P=0.947$)。

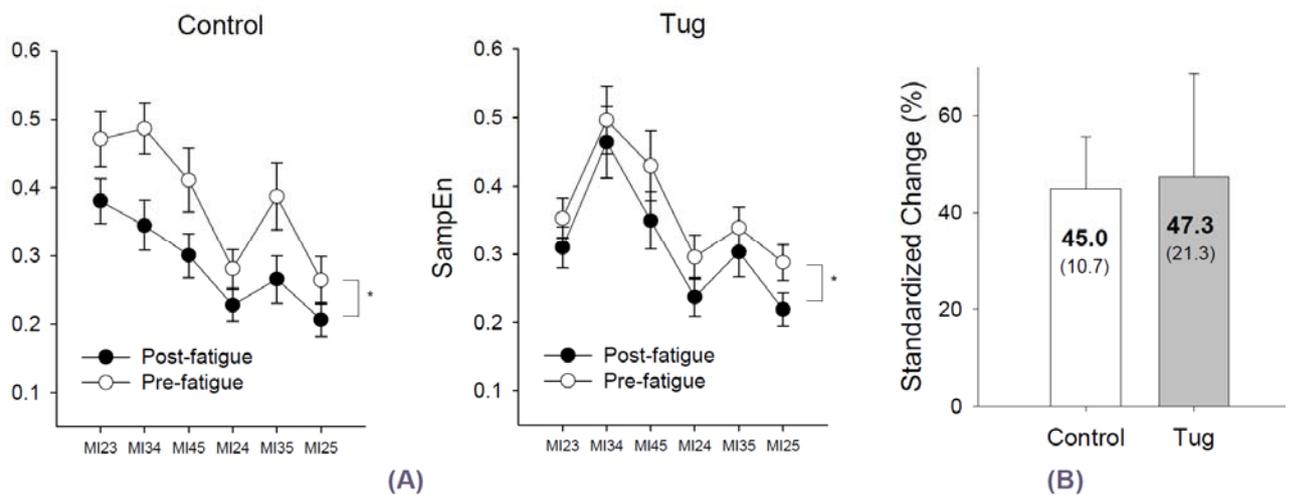


圖5. 控制組與拔河組之間指間生理震顫交互訊息值的樣本熵的總合(A) 與疲勞前後手指指間生理震顫交互訊息值的樣本熵的標準化差異程度(B)。(MI23: tremor mutual information between the index and middle fingers, MI34: tremor mutual information between the middle and ring fingers, MI45: tremor mutual information between the ring and little fingers, MI35: tremor mutual information between the middle and little fingers, MI24: tremor mutual information between the index and ring fingers, MI25: tremor mutual information between the index and little fingers)

綜合上述結果呈現：肌肉疲勞會造成對側手指震顫振幅明顯的增加、震顫組成成分的複

雜度減少與手指間的自由度增加，但此現象不因拔河選手接受長期高強度的局部肌力訓練而有所不同。

七、參考文獻

1. Addamo PK, Farrow M, Hoy KE, et al. The effects of age and attention on motor overflow production--A review. *Brain Res Rev.* 2007; 54(1): 189-204.
2. Armatas CA, Summers JJ, Bradshaw JL. Mirror movements in normal adult subjects. *J Clin Exp Neuropsychol.* 1994; 16: 405-413
3. Boonstra TW, Daffertshofer A, van Ditschuijzen JC, et al. Fatigue-related changes in motor-unit synchronization of quadriceps muscles within and across legs. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008; 18(5): 717-31.
4. Chen YC, Yang ZR, Hsu ML, et al. Differences in cross modulation of physiological tremor in pianists and non-musicians. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(9): 1707-15.
5. Chen YC, Yang JF, Hwang IS. Global effect on multi-segment physiological tremors due to localized fatiguing contraction. *Eur J Appl Physiol.* 2012; 112:899-910.
6. Green JB. An electromyographic study of mirror movements. *Neurology.* 1967; 17: 91-94.
7. Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med.* 2006; 36(2): 133-49.
8. Huang CT, Hwang IS, Huang CC, et al. Exertion dependent alternations in force fluctuation and limb acceleration during sustained fatiguing contraction. *Eur J Appl Physiol.* 2006; 97(3): 362-71.
9. Huang CT, Huang CC, Young MS, et al. Age effect on fatigue-induced limb acceleration as a consequence of high-level sustained submaximal contraction. *Eur J Appl Physiol.* 2007; 100(6): 675-83.
10. Hwang IS, Yang ZR, Huang CT, et al. Reorganization of multidigit physiological tremors after repetitive contractions of a single finger. *J Appl Physiol.* 2009;106(3):966-74.
11. Hwang IS. Roles of load-induced reorganization of multi-digit physiological tremors for a tracking maneuver. *Eur J Appl Physiol.* 2011; 111(2): 175-86.
12. Lazarus JC. Associated movement in hemiplegia: The effects of force exerted, limb usage and inhibitory training. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992; 73: 1044-1049.
13. Lee M, Carroll TJ. Cross education: possible mechanisms for the contralateral effects of unilateral resistance training. *Sports Med.* 2007; 37(1): 1-14.
14. Mayston MJ, Harrison LM, Stephens JA. A neurophysiological study of mirror movements in adults and children. *Ann Neurol.* 1999; 45: 583-594.
15. McAuley JH, Marsden CD. Physiological and pathological tremors and rhythmic central motor control. *Brain.* 2000;123 (Pt 8): 1545-67.
16. Miao T, Sakamoto K. Monitoring accumulative fatigue of finger by autoregressive modeling of physiological tremor. *Appl Human Sci* 1995b; 14(1): 29-36.
17. Morrison S, Keogh J. Changes in the dynamics of tremor during goal-directed pointing. *Human Movement Sci* 2001; 675-693.
18. Parlow SE. Asymmetrical movement overflow in children depends on handedness and task characteristics. *J Clin Exp Neuropsychol.* 1990; 12: 270-280.
19. Sakamoto K, Nishida K, Zhou L, et al. Characteristics of physiological tremor in five fingers and evaluations of fatigue of fingers in typing. *Ann Physiol Anthropol.* 1992; 11(1): 61-8.

20. Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 1988; 20 (Suppl 5): S135-45.
21. Seger JY, Thorstensson A. Effects of eccentric versus concentric training on thigh muscle strength and EMG. *Int J Sports Med.* 2005; 26(1): 45-52.
22. Shields RK, Leo KC, Messaros A, Somers V K. Effects of repetitive handgrip training on endurance, specificity, and cross-education. *Phys Ther.* 1999; 79(5): 467-475.
23. Shima N, Ishida K, Katayama K, et al. Cross education of muscular strength during unilateral resistance training and detraining. *Eur J Appl Physiol.* 2002; 86(4): 287-94.
24. Shimizu T, Hosaki A, Hino T, et al. Motor cortical disinhibition in the unaffected hemisphere after unilateral cortical stroke. *Brain.* 2002; 125: 1896-1907.
25. Zülch KJ, Müller N. Associated movements in man. In: Vinken PJ, Bruyn GW, eds. *Handbook of Clinical Neurology.* Amsterdam, Nehterlands: North Holland Publishing Co; 1969: 404-426.

科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2015/02/03

科技部補助計畫	計畫名稱: 動作溢流對拔河選手手指生理震顫的影響 (II)
	計畫主持人: 陳怡靜
	計畫編號: 102-2410-H-040-015- 學門領域: 運動生物力學
無研發成果推廣資料	

102 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：陳怡靜		計畫編號：102-2410-H-040-015-					
計畫名稱：動作溢流對拔河選手手指生理震顫的影響 (II)							
成果項目		量化			單位	備註 (質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等)	
		實際已達成數 (被接受或已發表)	預期總達成數 (含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (本國籍)	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	2	2	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			
國外	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (外國籍)	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			

<p style="text-align: center;">其他成果</p> <p>(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p style="text-align: center;">無</p>
---	--------------------------------------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

科技部補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

學術成就：已著手撰寫投稿論文，預計投稿至 SCI sports science 領域之期刊。本計劃主要在於延續過去動作控制的研究經驗，瞭解一般人與拔河選手之間因特別化的肌力訓練，在肌肉疲勞的情形之下造成動作控制機制不同的影響。

技術創新：利用加速規測量動作控制而造成的生理震顫。

社會影響：一般人與拔河選手之間在肌肉疲勞之下的動作控制機制的瞭解是運動科學的新知識，可做為訓練學理參考。