

從交叉轉移談復健的肌力訓練

洪 櫻 花

國立虎尾技術學院

摘要

復健的目的主要在使受傷部位的功能恢復以及使運動員能盡早參與運動訓練；除增加關節活動幅度與柔軟度外，莫不以提升肌力為主要目的。肌肉肌力訓練的交叉轉移 (cross-transfer) 現象，是由於單邊的肌肉阻力訓練使非訓練邊肢體因大腦皮質在傳送肌肉收縮訊息時（刺激），在脊髓處產生動作刺激的擴散，以至訓練邊肌肉收縮的刺激同時擴散至未動作邊的肢體，引起對側邊肌群的反射；亦可說是神經系統傳導的適應，常被利用在運動傷害或開刀後的復健上。

關鍵詞：肌力訓練、交叉轉移 (cross-transfer)、復健

壹、前言

不同的肌肉收縮訓練方式，可以產生不同的訓練效果，不論在選手訓練方面或運動傷害復健上，除增加關節活動幅度與柔軟度外，莫不以提升肌力為主要目的。肌肉的發展除受肌肉組織結構影響外，亦受肌肉的生理橫斷面積與中樞神經系統等的影響。Narici 等人 (1989) 經由肌肉橫斷面積的核磁共振法探討，認為肌力訓練時，肌力的增加，百分之四十是肌肉肥大所造成；百分之六十左右是由於神經系統的適應。當面對肢體受傷而無法利用該肢體復健時，如何運用神經系統的刺激擴散現像作有利的肌力復健運動，是本文所要探討的。

貳、交叉轉移的源起

Scripture 等人，於 1894 年提出「cross-education」（交叉教育）的名詞，認為



單邊的技巧練習同樣會影響對側邊；與運動技能學習中的「兩側遷移」意義相同。例如：我們習慣使用慣用手右手寫字，當利用左手練習寫字時，雖然寫的字不如右手寫的順暢，但仍能用未經練習的非慣用手左手寫出字來，這就是交叉教育 (cross-education) 的現象所造成的。

在肌力訓練方面，單邊的肌力阻力訓練方面，不但可以使訓練邊的肌肉肌力增加，非訓練邊的肌肉肌力也有提高的情形 (Hellebrandt 等人，1974; Stevens 等人，1980; Housh 和 Housh, 1993)，此種現象的產生，稱為交叉轉移 (cross-transfer)。

參、交叉轉移在肌力訓練上的相關文獻

一、肌力訓練方面

就肌肉收縮的型態而言，包括了等長的靜態收縮與向心、離心的動態收縮三種；日常生活動作中，此三種肌肉收縮型態都有可能產生，但主要多以等長或向心收縮為主；當拮抗肌群的肌力在較少被使用的情況下，一旦被徵召時，便很容易受不了強大的阻力或重複使用，而導致受傷。受傷情況輕者幾週可康復，嚴重者有時需幾月或幾年的長期復健才能恢復未受傷前的關節活動幅度與肌力，有時甚至受傷的肢體為求固定打上石膏，造成肌肉暫時性的萎縮；因此如何運用各種方式對受傷肢體做最有利的幫助，是復健過程中的重點之一。

Hellebrand 等人，在 1947 年，以啞鈴對單邊的膝伸肌肌群進行阻力訓練，結果發現對側非訓練邊的肢體同樣有肌力增加的情形產生；Kannus 等人 (1992) 曾以單邊八週的肌肉向心阻力訓練，探討對側非訓練邊肢體肌力的變化情形，亦發現有交叉轉移的效果存在，但多僅止於肌肉向心收縮訓練；而為使肌力訓練與復健工作更具有效性和安全性，便有等速儀器的產生。等速肌力測試的觀念源於 1960 年代左右，經由儀器上的速度變數控制之特性，使肢體在進行某一動作時，其動作範圍均為等速，而無法加速；目的便是在保護肢體，視其各動作範圍的角度所能產生的力量為其阻力，而不使受傷肢體再次受傷。House 和 House (1993) 在單邊肘部等速向心收縮訓練實驗結果中指出對訓練邊肢體的屈肌訓練，發現對側非訓練邊肢體的伸肌肌力有顯著的增加，但非訓練邊肢體的屈肌肌力卻沒有顯著的增加，也證明了交叉轉移在肌力訓練上的應用。



二、不同肌肉收縮速度與肌肉收縮方式

不同的肌肉收縮速度會有不同的訓練負荷，所造成的訓練結果亦有所不同，對肌肉向心收縮而言，收縮速度愈快時，相對的阻力變小；收縮速度愈慢時，負荷愈大，最大力矩值較高。但對肌肉離心收縮而言，速度增加時，最大力矩值並無明顯的變化（譚傳明，1990）。

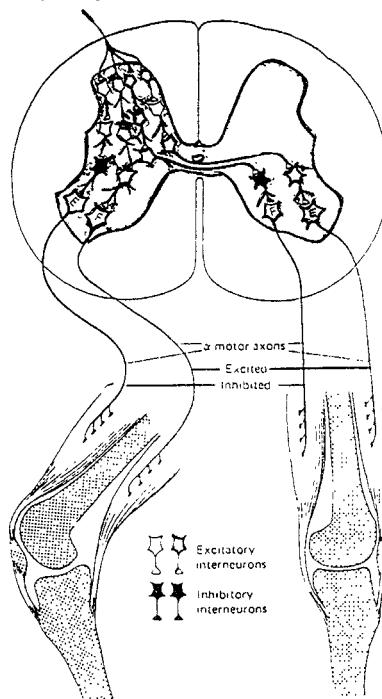
Housh 和 Housh (1993) 針對不同的肌肉收縮速度 ($60^{\circ} / \text{sec}$ 、 $120^{\circ} / \text{sec}$ 、 $180^{\circ} / \text{sec}$ 、 $240^{\circ} / \text{sec}$ 、 $300^{\circ} / \text{sec}$) 探討肱三頭肌向心收縮訓練之效果及交叉轉移的情形，結果發現在不同的收縮速度下，除 $300^{\circ} / \text{sec}$ 外，肱三頭肌的最大肌力均顯著增加，且有交叉轉移的效果存在。Kannus 等人 (1992) 也以二種不同的轉速 ($60^{\circ} / \text{sec}$ 、 $240^{\circ} / \text{sec}$) 對股四頭肌作等速向心收縮肌力訓練，發現訓練邊與非訓練邊的肌力均有顯著差異。而在同功率的條件下，肌肉離心收縮比肌肉向心收縮更能利用較少的運動單位及消耗較少的能量而產生較大的肌力 (Albert, 1991)。Dudley 等人 (1991) 及 Lacerte 等人 (1992) 發現離心與向心聯合收縮訓練在肌力方面大於完全向心收縮訓練；謝伸裕和林麗娟 (1993) 的研究中也指出，完全離心收縮訓練優於完全向心收縮訓練，因此在肌力訓練上，離心收縮的訓練方式似乎優於向心收縮訓練。但 Housh 等人與 Kannus 等人僅就肌肉向心收縮作探討，並未對不同轉速下的肌肉離心收縮訓練進一步說明。因此在不同轉速下的肌肉離心收縮訓練對交叉轉移的效果是否與向心收縮訓練的結果相同，未來將可進一步探討。

肆、交叉轉移現象的可能因素

Hellebrandt 等人 (1947) 曾提出二個肌力交叉轉移的二個潛在機轉，指出肌力交叉轉移的效果主要是因為大腦皮質在傳送肌肉收縮訊息時（刺激），在脊髓處產生動作刺激的擴散，以至肌肉收縮的刺激同時擴散至未動作邊的肢體；再者因肢體動作姿勢的維持，引起反射，使對稱邊的肌肉系統產生共濟收縮。另外 Schmidt 等人 (1985) 在其神經系統生理一書中的一項痛覺實驗中發現，痛覺感受的刺激除了影響同側的屈肌與神經外，部份神經衝動的傳導也會交叉性的擴散到對側，引起對側邊肌群的反射；也就是說一邊的伸肌興奮收縮，在交叉轉移的效果上是對側邊屈肌的反射共濟收縮，而不是伸肌（如圖一）；或如 Kimo 等人 (1978) 所說的，神經系統傳導的適應是因為訓練可誘導神經系統降低 α 動作神經的抑制，因此有較多的刺激流入對側邊的屈肌。



皮膚痛覺接受器傳入神經



圖一 Schmidt 等人 (1985) 痛覺實驗中，脊髓處產生痛覺刺激的擴散圖

伍、結語

任何的肢體傷害，其復健目的不外乎使受傷肢體儘早復原，而當單邊肢體因受傷而固定時，可採用未受傷肢體單邊的肌肉收縮訓練；依肌力的“交叉刺激擴散”現象，在復健計劃中，考慮所欲復健的肢體與肌肉群，並考慮肌群的收縮訓練方式，以擬定復健肌力的計劃。

參考文獻

- 林清和。(1996)。運動學習程式學。文史哲出版社。頁 603-666。
- 謝仲裕、林麗娟。(1993)。離心收縮和向心收縮訓練對肱三頭肌肌力之影響。中華民國運動醫學年會專刊。
- 譚傳明。(1990)。肌肉向心收縮及離心收縮機轉之探討。國立成功大學碩士論文。
- Albert, M. (1991). Eccentric muscle training in sports and orthopedics. Churchill



Livingstone Inc, New York.

- Dudley, G. A., Tesch, P. A., Miller, B. J., & Buchanan, P., (1991). Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 62 (6), 543-550.
- Hellebrandt, F. A., Parrish, A. M., & Houtz, S. J., (1947). The influence of unilateral exercise on the contralateral limb. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 28, 76-85.
- Housh, D. J., & Housh, T. J., (1993). The effects of unilateral velocity-specific concentric strength training. Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy, 17 (5), 252-256.
- Kannus, P., Alosa, D., Cook, L., Johnson, R. J., Renstrom, P., Pope, M., Beynon, B., Yasude, K., Nichols, C., & Kaplan, M., (1992). Effect of one-legged exercise on the strength, power and endurance of the contralateral leg. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 64, 117-126.
- Komi, P. V., & Viitasalo, T. J., (1977). Changes in motor unit activity and metabolism in human skeletal muscle during and after repeated eccentric and concentric contractions. Acta Physiologica Scandinavica, 100, 246-254.
- Lacerte, M., Delateur, B. J., Alquist, A. D., & Questad, K. A. (1992). Concentric versus combined concentric-eccentric isokinetic training programs: Effect on peak torque of human quadriceps femoris muscle. Archives of Physical Medicine & Rehabilitation, 73 (11), 1059-1062.
- Narici, M. V., Roi, G. S., Laaandoni, L., Minetti, A. E., & Cerretelli, P. (1989). Change in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of human quadriceps. European Journal of Applied Physiology, 59, 310-319.
- Schmidt, R. F., Dudel, J., Janing, W., & Zimmermann, M., (1985). Nervous System-Physiology. Springer-Verlag New York, Inc.
- Stevens, C. J., Costill, D. L., Benham, D., & Whitehead, T., (1980). Transfer of gains in muscle strength and endurance following unilateral isokinetic training. Medicine and Science in Sports and Exercise (abstract), 12, 121.

