

運動對阿基里斯肌腱的影響

楊昌斌 國立東華大學體育與運動科學系助理教授

前言

阿基里斯肌腱是人體最大最強壯的肌腱，可以提供在運動時踝關節的穩定性，是運動員能否持續競技運動表現重要的因素。雖然阿基里斯肌腱是最大的肌腱，但由於所接受的應力較大，因此阿基里斯肌腱的傷害也是運動員常見的運動傷害之一，尤其是持拍運動（racquet sports）、田徑、排球和足球的運動員。近年來，由於大家有更多的機會參與休閒運動和競技運動，一般民眾阿基里斯肌腱受傷的機會也提高了。其中，時常從事跑步運動的人，阿基里斯肌腱受傷的比率比同

年齡沒有參與跑步運動者多出約 10 倍。有許多文獻指出，高爆發性的運動與跑步是造成阿基里斯肌腱斷裂的主要原因（李靜，2004；董廣新、李志敢，2007）。但是也有文獻指出，適當的運動是可以有效鍛鍊肌腱強度。本文將歸納出運動對阿基里斯肌腱造成影響的機制。

阿基里斯肌腱的結構與特性

一、功能

阿基里斯肌腱的主要功能為緩衝及吸收衝擊力，減少肌肉的損傷，以及提供站立時踝關節的穩定性，防止身體前傾，也提供負重、走路、跑步、跳躍等運動表現。

二、結構

阿基里斯肌腱是由腓腸肌 (gastrocnemius) 和比目魚肌 (soleus) 兩種肌肉匯集而成，長度約為 15 公分，是人體最大最強壯的肌腱。結構可以分成肌腱—肌肉結合部 (Tendomuscular junction)、肌腱部 (Tendon) 以及肌腱—跟骨結合部 (Tendocalcaneal junction) 三個部份。阿基里斯肌腱中段約 7 公分處與跟骨的附著點是最容易受傷的

部分，原因是因為該部位的血液供應較不足。

三、外觀與排列

正常肌腱的外觀是珍珠白色；斷裂後修復的肌腱外觀是呈現混濁的白色，就膠原蛋白纖維的排列來說，正常的肌腱有較整齊緊密的組織結構，肌腱強度較強（圖 1）；而受傷後自行修復的肌腱膠原蛋白纖維排列較紊亂鬆散，肌腱的強度較差（圖 2）。

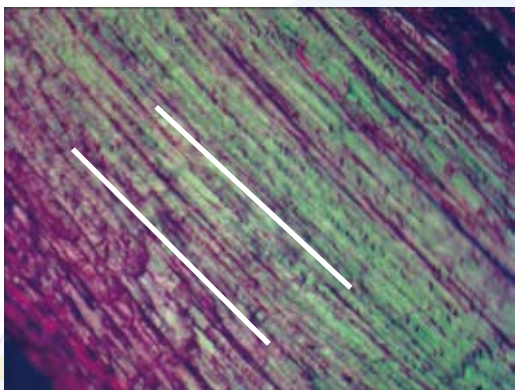


圖1 健康的肌腱切片圖

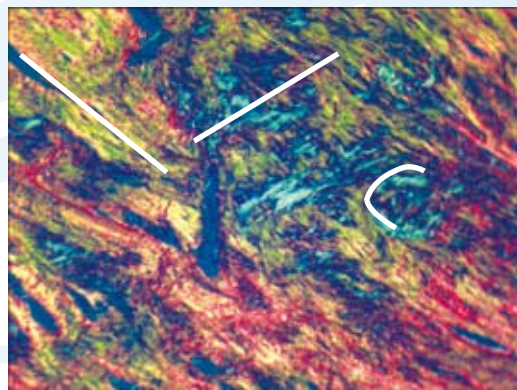


圖2 受傷後自行修復的肌腱切片圖

註：白線為肌腱生長方向。

四、組成

肌腱主要是由膠原蛋白 (collagen) 所構成，大約佔肌腱組織的 97%，其中第一型膠原蛋白 (type

I collagen) 大約佔總數量的 60%，提供肌腱有較強的抗拉能力，其次是第三型膠原蛋白 (type III collagen)，約佔總量的 1.5%。這兩

種膠原蛋白存在於阿基里斯腱，使其具有彈性與抗拉力。肌腱內的細胞主要是由腱母細胞（tenoblasts）和腱細胞（tenocytes）所組成，約佔90~95%，剩餘的5~10%有纖維軟骨細胞、腱鞘滑膜細胞、內皮細胞和平滑肌細胞（Kirkendall & Garrett, 1997）。

運動對阿基里斯腱的影響

一、適當的運動可強化阿基里斯肌腱

目前有不少探討運動對阿基里斯肌腱影響的研究。在動物實驗方面，Buchanan & Marsh（2001）針對下坡跑步與水平跑步對於雞的阿基里斯肌腱強度的研究中發現，雖然運動對肌腱的直徑沒有明顯影響，但是有運動介入的肌腱強度顯著高於控制組；洪任峰、黃昌林與薛剛（2005）針對不同訓練方式對大鼠阿基里斯肌腱影響的研究中發現，接受循環訓練組8週後，阿基里斯肌腱的膠原蛋白排列與力學特性（剛性、最大抗拉強度等……）比控制組好；Kirsten, Peter, Henning, Gert-Peter, 與 Anja（2007）針對體能訓

練與大鼠阿基里斯肌腱力學特性與膠原蛋白合成影響的研究中發現，運動雖然對肌腱的強度沒有影響，但走路運動介入比起其他組的大鼠有較大的比目魚肌質量，這可能可以間接緩衝受力於肌腱上的力量，也有助於預防肌腱傷害。在人體實驗方面，沈勇偉、張林、劉勁松（2010）研究短跑運動員與非運動員阿基里斯肌腱的力學特性與橫斷面積發現，短跑運動員的肌腱有較佳的彈性係數（elastic modulus）與剛性（stiffness）；Rosager, Aagaard, Dyhre-Poulsen, Neergaard, Kjaer, 與 Magnusson（2002）從MRI觀察到經過訓練的跑者阿基里斯肌腱直徑比未受訓練的人大，認為可能有較好的強度；由此看來，適度的運動訓練基本上對阿基里斯肌腱是有正面的幫助。此外，適當的運動也可促進阿基里斯肌腱傷害的修復。朱金強與滕學仁（2010）在兔子斷裂的阿基里斯肌腱斷裂縫合後，以等速運動介入的研究中發現，在縫合後4週，進行強度低的被動訓練是安全且有利於修復；楊昌斌（2008）

的動物實驗中認為，游泳加上走路運動介入會讓斷裂修復後的結構更完整。由現今關於阿基里斯肌腱斷裂後修復的文獻來看，運動介入對於肌腱修復是一個很重要且有效的方式。

二、不適當的運動對阿基里斯肌腱的傷害

適當的運動可以強化肌腱或促進傷害修復，反之，過度的運動或訓練可能會對肌腱造成傷害。一般而言，運動對阿基里斯肌腱的傷害可分為是急性（acute）或慢性（chronic）。如果運動中肌腱過度疲勞、過度訓練、運動技術不良或鞋子屬性不符合需求等因素都可能會造成慢性的肌腱疾病（Khan, Maffulli, 1998；Williams, 1986；Selvanetti, Puddu, 1997；Kvist, 1991）。此外，在運動後沒有適當的緩和運動，會讓疲勞與細微損傷累積，形成慢性肌腱疾病，也可能導致阿基里斯肌腱的斷裂（李曉宇、張世春，2007）。罹患慢性肌腱疾病若沒有接受適當的治療，可能會導致肌腱斷裂。而急性傷害通常是因

為熱身不足、小腿肌群收縮過猛或慢性肌腱傷害造成的肌腱弱化而導致肌腱部分斷裂或完全斷裂等疾病（董廣新、李志敢，2007）。如2012年劉翔在倫敦奧運會男子田徑110跨欄的預賽中，因阿基里斯肌腱斷裂而無緣晉級準決賽。因此，運動並不盡然都有助於肌腱的強化。

阿基里斯肌腱對運動的適應機制與傷害預防

運動訓練對於人體的生化適應的原則為「先破壞再改建」，運動訓練的刺激會破壞人體內的身體恒定性（homeostasis），改變身體內在機能性，進而適應外在給予的刺激，人體就在這破壞－修復－適應的循環中得到身體素質的強化。人體內有一用進退廢的機制，稱為「機械信號轉導（mechanotransduction）」，此機制會將機械刺激轉化為化學訊號，進而修復被破壞的組織並強化（Khan & Scott, 2009）。洪任峰、黃昌林與薛剛（2005）的動物實驗中發現，循環訓練組在2、3、4週的力學特性比起控制組明顯較差，膠

原蛋白排列較為紊亂；在第6週循環訓練組的力學特性與控制組無差異，膠原蛋白的排列也恢復正常；第8週循環訓練組的各方面數值都優於控制組，膠原蛋白的排列也較為緊密。由此發現，肌腱組織對運動訓練的適應可能需要4週以上。這結果可能是為什麼運動常常造成肌腱傷害的主要關鍵，因此進行運動訓練時，應該盡量給予組織修復與適應的時間，避免訓練強度上升幅度過大而在肌腱弱化期間受傷。根據Langberg等人（1999）研究「沒運動」和「有運動」的阿基里斯肌腱的血液流量，發現運動後肌腱的血流量增加4倍。熱身運動可以增加阿基里斯腱的血液運輸能力，因此在從事強度較強的『主要運動』前的熱身運動是非常重要的，也許可以進而使肌腱比較不容易發生傷害。

結語

雖然運動訓練有造成阿基里斯肌腱受傷的風險，但是合理的運動對於阿基里斯肌腱的強化是有幫助

的。只要在運動訓練前有充足的熱身，訓練過程中小心評估自己的能力、技術增加訓練量，不可操之過急，並給予組織充分的時間修復訓練時造成的微創傷，如此就可避免在肌腱的弱化期受傷，又可經由運動訓練強化阿基里斯肌腱。

參考文獻

- 朱金強、滕學仁（2010）。跟腱斷裂後早期等速康復訓練的效果。《齊魯醫學雜誌》，25（4），344-346。
- 任洪峰、黃昌林、薛剛（2005）。不同訓練方式對大鼠跟腱適應性變化影響的實驗研究。《中國現代醫學雜誌》，15（22），3386-3390。
- 李曉宇、張世春（2007）。業餘羽毛球運動員運動性跟腱斷裂的調查與分析。《青海師範大學學報》，7，99-101。
- 李靜（2004）。跟腱斷裂的早期診斷與手術治療。《武漢大學學報》，25（4），483-484。
- 沈勇偉、張林、劉勁松（2010）。短跑訓練對跟腱橫截面積和彈性模量的影響。《體育學報》，17（1），92-95。
- 楊昌斌（2008）。不同的運動介入對大鼠阿基里斯肌腱修復的影響（未出版博士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 董廣新、李志敢（2007）。運動中跟

- 腱斷裂的原因及預防。中國組織工程研究與臨床康復，11（39），7984-7987
- Buchanan, C. I. & Marsh, R. L. (2001). Effects of long-term exercise on the biomechanical properties of the Achilles tendon of guinea fowl. *European Journal of Applied Physiology*, 90(1), 164-171.
- James, M. C. & David, M. P. (2003). *Basic clinical massage therapy (Integrating Anatomy and Treatment)*. The leg, Ankle, and Foot.
- Kirkendall, D. T. & Garrett, W. E. (1997). Function and biomechanics of tendons. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7, 62-66.
- Khan, K. M. & Scott, A. (2009). Mechanotherapy: how physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair. *British Journal of Sports Medicine*, 43, 247-252.
- Khan, K. M. & Maffulli, N. (1998). Tendinopathy: An Achilles' heel for athletes and clinicians. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 8, 151-154.
- Kirsten, L., Peter, S., Henning, L., Gert-Peter, B. & Anja, N. (2007). The effect of running, strength, and vibration strength training on the mechanical, morphological, and biochemical properties of the Achilles tendon in rats. *Journal of Applied Physiology*, 102(2), 564-572.
- Langberg, H., Skovgaard, D., Bulow, J., et al. (1999). Negative interstitial pressure in the peritendinous region during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 87, 999-1002.
- Rosager, S., Aagaard, P., Dyhre-Poulsen, P., Neergaard, K., Kjaer, M. & Magnusson S. P. (2002). Load-displacement properties of the human triceps surae aponeurosis and tendon in runners and non-runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12, 90-98.
- Selvanetti, A. C. M. & Puddu, G. (1997). Overuse tendon injuries: basic science and classification. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 5, 110-117.
- Williams, J. G. (1986). Achilles tendon lesions in sport. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 3, 114-135.
- Wilson, J. J. & Best, T. M. (2005). Common overuse tendon problems: A review and recommendations for treatment. *American Family Physician*, 72(5), 811-818.