

預防前十字韌帶受傷的運動訓練模式

唐誌陽

國立臺灣體育運動大學球類運動學系

通訊作者：唐誌陽
地址：404 臺中市北區雙十路一段 16 號
傳真號碼：(04)2222-0376
電子郵件：chihyang@ntupes.edu.tw

摘要

膝關節是人類身體內最大的關節，支撐著人體的重量、膝蓋的屈曲和伸直。前十字韌帶 (Anterior Cruciate Ligament, ACL) 損傷約有 7 成發生於運動中（跳躍、急停、變換方向等各種動作），其中有 7 成是屬於非接觸型損傷。運動員一旦 ACL 受到損傷後要再回到競技場上，都需要 6 個月以上的治療與復健。現在，世界各國將焦點集中於如何能有效的預防與降低 ACL 損傷。不管預防 ACL 損傷運動模式介入訓練的長或短，都能達到一定的預防效果；然而，介入期間過長會影響到正規訓練，選手也會感到乏味，短時間有效率的方案，較為大多數運動團隊接受與實施。未來研究方向，可以將預防 ACL 損傷運動模式推廣至國高中、大學代表隊或社會隊，探討是否能有效降低 ACL 的損傷。

關鍵詞：膝關節，非接觸，介入



壹、前言

膝關節是身體內最大的關節，是由股骨、脛骨、腓骨和髌骨（俗稱膝蓋骨）所組成，支撐著人體的重量、膝蓋的屈曲和伸直。在股骨和脛骨之間有半月軟骨，厚約3~9毫米，這個軟骨的功能，即是吸收來自外力的衝擊，並使關節能圓滑的進行活動，相當於靠墊的功能。此外，尚有幾條韌帶，負責膝關節的穩定及運動。像籃球屬於開放性的運動，它具有高速度、高爆發力及高技巧性等，同時也要求個人和團隊技戰術高度的合作的競賽特性。另外也是一種攻守切換快速與激烈的運動，它包含跳躍、急停、變換方向等各種動作。在場上比賽球員之間身體上多多少少都會發生碰撞與接觸，像這樣的運動特性，選手受傷的機率相對比較高。近年，為了能讓比賽進行得更安全，都把焦點集中在受傷前的預防（鈴川仁人等，2011；Gwinn, Wilckens, McDevitt, Ross, & Kao, 2000; Paterno, Myer, Ford, & Hewett, 2004）。

近幾年，世界各國將焦點集中於如何能有效的預防膝關節前十字韌帶（Anterior Cruciate Ligament, ACL）損傷。ACL的主要功能是在防止脛骨向前移動及控制膝關節的旋轉活動。當ACL受損或撕裂，脛骨便有可能因某些動作（例如：跳躍）而導致移位。ACL損傷是一種相當常見的下肢運動傷害，根據研究結果顯示，在美國每年大約有10萬人的ACL損傷，約有5萬~7.5萬人接受ACL重建手術（Dunn et al., 2004）。ACL一旦損傷，選手為了早點回到熟悉的競技場上繼續運動生涯與不影響日常生活活動，都需進行ACL重建與長時間的復健，所以為了降低其損傷機率，預防ACL的損傷是當今一個很重要的課題。本文的目的在於探討ACL重要性與受傷，及實施預防ACL損傷訓練模式，以瞭解其預防效果。

貳、重要性與受傷機轉

ACL起自脛骨髁間隆起的前方，斜向後上方，附於股骨外側髁的內側面。膝十字韌帶牢固地連結股骨和脛骨。當膝關節完全屈曲和內旋脛骨時，此韌帶牽拉最緊，防止脛骨向前移動和膝關節過伸，所以人體在從事任何運動時，需由膝關節周邊韌帶來穩定關節、保護關節動作。ACL斷裂常發生於運動傷害、摩托車車禍、和摔傷等。受傷的機轉常是

一個突然外力加諸於膝關節而致產生膝外翻、外轉、或過度伸直的扭轉，而導致膝關節內的ACL斷裂。受傷當時，約1/4的患者會聽到膝蓋裏面有斷裂聲，接著就發生劇烈疼痛倒地而無法再繼續行動。伴隨來的常是膝部腫脹、膝關節無法活動、膝部不穩定（鬆脫或跑掉的感覺）、走路與上樓梯困難。膝關節亦有軟骨和半月板保護以減少因運動而產生的震動及壓力，並提供潤滑及營養，而受傷較嚴重的患者，除了ACL斷裂外可能會同時合併有半月板破裂、關節軟骨破裂、內側側韌帶斷裂或後外側組織等傷害（McCauley et al., 1994; Rose & Gold, 1996）。

ACL損傷機轉可以分為接觸性，是屬於與他人劇烈碰撞造成膝關節或下肢的前方、外側、後側承受過大的外在力量，使的過度伸展、外翻或外旋，因而造成損傷。另外一種則為非接觸性，是屬於當人體下肢進行急停、著地、改變方向等減速動作時，或是進行跳躍時的加速動作等使下肢姿勢不當，且並無其他外力施加於身上而造成的損傷。表一為ACL損傷的運動種類與男女別。ACL損傷有7成是在運動中所發生（Daniel, Stone, Sachs, & Malcom, 1985），有7成是屬於非接觸型損傷（Boden, Dean, Feagin, & Garrett, 2000），這些通常發生於如籃球、排球、足球等運動時的急停動作、方向變換動作、跳躍著地、重心後傾等動作中出現。ACL受傷時，有膝關節屈曲不夠、膝關節外翻等共同因素（Devita & Skelly, 1992; Malinzak, Colby, Kirkendall, Yu, & Garrett, 2001; McLean, Lipfert, & van den Bogert, 2004）。非接觸性ACL的患者有較小的股骨切跡寬度，並有全身性關節鬆弛的現象，表示膝關節構造的差異，可能會增加非接觸性ACL傷害的風險（LaPrade & Burnett, 1994; Uhorchak et al., 2003）。

而女性參與運動的人數日益增加之下，因運動而造成的傷害也隨之增加。人體構造因人而有所不同的特徵，在性別差異部分，女性的身體特質和男性有所不同，所以女性在ACL受傷的風險比男性高（Arendt & Dick, 1995; Yu, Lin, & Garrett, 2006）。Gwinn et al. (2000)等學者針對男女的ACL損傷進行研究調查，結果顯示足球，籃球，橄欖球，排球等的女性發生率比男性高。Micheli, Metzl, Di Canzio, and Zurakowski (1999)等學者分析不同性別高中足球選手與籃球選手ACL損傷的發生率，發現女性足球選手與籃球選手比男性選手多。表一為黑澤尚、星川吉光、高尾良英、坂西英夫與川野哲英（2001）

表一 ACL 損傷的運動種類與男女別

	男性	女性	合計
滑雪	61 (25.3%)	58 (30.7%)	119 (27.7%)
籃球	19 (7.9%)	62 (32.8%)	81 (18.8%)
足球	40 (16.6%)	1 (0.5%)	41 (9.5%)
美式足球	41 (17.0%)		41 (9.5%)
排球	9 (3.7%)	25 (13.2%)	34 (7.9%)
橄欖球	28 (11.6%)	0	28 (6.5%)
體操	6 (2.5%)	14 (7.4%)	20 (4.7%)
柔道	13 (5.4%)	3 (1.6%)	16 (3.7%)
羽球	4 (1.7%)	6 (3.2%)	10 (2.3%)
棒球	7 (2.9%)	0	7 (1.6%)
手球	5 (2.1%)	2 (1.1%)	7 (1.6%)
角力	5 (2.1%)	0	5 (1.2%)
跳箱	0	5 (2.5%)	5 (1.2%)
其他	3 (1.2%)	13 (6.9%)	16 (3.7%)
合計	241 (100%)	189 (100%)	430 (100%)

資料來源：黑澤尚等（2001）。

所整理 ACL 損傷的運動種類與男女資料中，女性在滑雪、籃球、排球、體操等項目比男性多。

根據以上文獻論文整理可知，非接觸型是造成 ACL 損傷的最大原因之一，另外男女選手比較之下，女選手在特定的競技運動項目中，確實出現較高的 ACL 損傷之發生機率。

參、預防 ACL 受傷的運動訓練

運動員一旦 ACL 受到損傷後要從受傷到復出，再回到競技場上，一般而言都需要 6 個月以上的治療與復健。所以在運動競技場上對於 ACL 損傷的預防對於每一種運動而言是一個很重要的課題。研究調查顯示，美國 15 ~ 25 歲間的年輕運動選手當中，每年約有 80,000 ~ 250,000 人發生 ACL 斷裂 (Flynn et al., 2005)，此外每年大約有 175,000 人接受 ACL 重建手術，治療所需的金額高達 2 億美元 (Gottlob, Baker, Pellissier, & Colvin, 1999)。這種情況下，最有效的治療方法就是預防。Caraffa, Cerulli, Projetti, Aisa, and Rizzo (1996) 等學者分析 40 支準職業與業餘足球隊的 600 位選手，分為控制組與本體感覺訓練組 (proprioceptive training)，探討預防 ACL 損傷，本體感覺訓練組每日 20 分、共有 5 階段、難度因階段不同而有所調整。結果發現在 3 個球季後，本體感覺訓練組有 10 位 ACL 損傷，控制組有 70 位 ACL

損傷，平均每 1 球季 1 球隊的 ACL 損傷率，為運動群 0.15，控制群 1.15 呈現顯著性差異，達到預防的效果。

為了預防及降低非接觸型的 ACL 損傷發生率，日本的三木英之、清水結 (2012) 從 2006 ~ 2011 年針對日本女子籃球聯盟 (Women's Japan Basketball League Organization, WJBL) 所屬球隊選手進行運動傷害的調查，結果顯示 69% 在進攻時所造成 ACL 損傷，67% 在下半場發生。另外以 WJBL 所屬的球隊選手為對象，開發出簡易預防下肢傷害的運動模式，目的在減少選手的膝關節、腳踝等傷害的發生，確保選手的運動生命。此運動模式內容有以核心肌群為中心的肌力（下肢、體幹）、跳躍、平衡、技術 4 大項，每個項目裡面約有 5 種動作，每個動作施作時間、次數與難度因階段而不同，一星期的訓練中每個項目至少實施 2 次以上。結果顯示有效預防非接觸型的 ACL 損傷的發生。這個運動模式由上往下推廣來預防外傷的發生，其實施對象分為基礎班屬於高中與大學、中階班屬於甲組隊與高階班屬於職業隊的 3 階段，既可當作訓練前的熱身，也可當作補助運動訓練用，由球隊自行決定。另外有 Hewett et al. (2005) 等學者，針對高危險性的運動足球、籃球、排球為對象的 205 名女性選手，進行跳躍訓練。還有 Paterno et al. (2004) 等學者，以 41 位健康的高中女性運動選手為對象，每

2 星期一次提升訓練內容與強度，每次介入訓練至少 1 小時以上，雖然只進行 6 星期的介入，但確實達到預防的效果。另外也有 1 年以上的長期介入，Mandelbaum et al. (2005) 等學者，14 ~ 18 歲之間的女性足球選手進行 2 年的介入訓練，降低了 ACL 損傷。以上文獻顯示不管介入訓練期間的長或短，都能達到一定的預防效果，但是通常每次正規的訓練練習時間約為 2 ~ 3 小時，如果使用這其中的 1 小時來實施預防訓練模式的進行，可能會影響各隊的正常訓練時間與效果。所以日本的浦辺幸夫等 (2007) 在不影響正規訓練時間之下開發出選手容易施做且在 10 分鐘內即能完成實施的預防 ACL 損傷運動模式 (表二)，包含開閉眼站立 (圖一)，右腳或左腳深蹲 (圖二) 在內的平衡訓練；Russian Hamstring (圖三)、跨步走 (圖四) 在內的肌力訓練及交互蹲跳、左右腳腳交換連續跳 (圖五) 及 180°回轉跳 (圖六) 等在內的跳躍訓練。其研究結果發現介入前 ACL 損傷發生率為每 1,000 小時為 0.111，1 年後降為運動群 0.038，非運動群 0.082，有效的預防

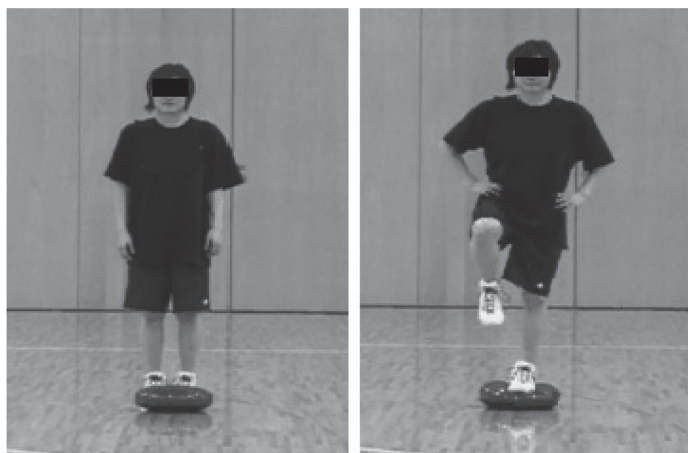
ACL 損傷，另外也改善受試者的身體運動能力。從 ACL 損傷發生的年齡層來看，青春期過後是最多的 (Louw, Manilall, & Grimmer, 2008)。在這時期如因損傷接受手術或復健將會有一段長時間脫離競技及影響本身的競技能力，身體活動及發育也會受到影響。青少年時期在發育成長階段中是最重要的時期，為減少 ACL 損傷的危險因子的發生，有必要在這時期介入實施預防 ACL 損傷運動模式。鈴川學者針對 110 名青少年選手為對象，實施預防青少年受傷運動模式，一星期 3 次、最少 3 個月的時間。實施前後進行 Continuous Jump Test 測量膝屈曲角度、膝外翻角度及最大跳躍高度。結果顯示女子在膝外翻角度，男子在跳躍高度達到顯著效果。著地時膝外翻角度的增加是 ACL 受傷的危險因子，所以角度的減少可減少 ACL 的受傷危險。預防 ACL 損傷運動模式對於非損傷群而言，除了能增加肌力、及平衡能力外，另外也縮短了全身反應時間能力 (佐々木理恵子等, 2010)。ACL 損傷是任何時間點，隨時都有可能發生，肌群的功能越強，人體在運動時的屈、

表二 預防 ACL 損傷的運動訓練——10 分鐘的運動內容

項目	次數	時間
一、平衡訓練 (4 分，每完成兩項目休息 10 秒)		
1. 兩腳開眼站立 (膝關節輕度屈曲) *		30 秒
2. 兩腳閉眼站立 (膝關節輕度屈曲) *		30 秒
3. 右腳開眼站立 (膝關節輕度屈曲) *		15 秒
4. 左腳開眼站立 (膝關節輕度屈曲) *		15 秒
5. 右腳閉眼站立 (膝關節輕度屈曲) *		10 秒
6. 左腳閉眼站立 (膝關節輕度屈曲) *		10 秒
7. 右腳深蹲	5 次	15 秒
8. 左腳深蹲	5 次	15 秒
9. 兩腳站立運球		30 秒
二、肌力訓練 (3 分，每項目間休息 20 秒)		
1. Russian Hamstring	10 次	30 秒
2. Russian Hamstring	保持 10 ~ 20°傾協	30 秒
3. 跨步走	25 m (籃球場長度) * 2 次	40 秒
三、跳躍訓練 (3 分，每項目間休息 10 秒)		
1. 交互蹲跳	10 次	30 秒
2. 兩腳往前連續跳	7 次	20 秒
3. 左右腳交換連續跳	10 步	30 秒
4. 橫向跳	5 趟來回	30 秒
5. 180°回轉跳	右 2 次，左 2 次	30 秒

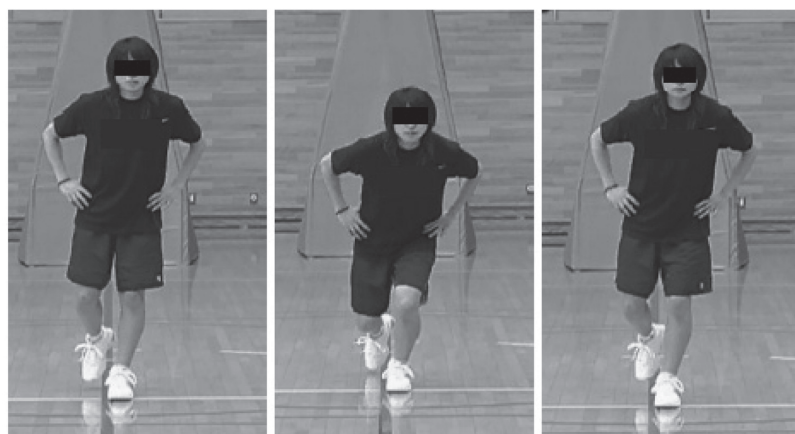
資料來源：浦辺幸夫等 (2007)。

註：* 使用平衡氣墊。



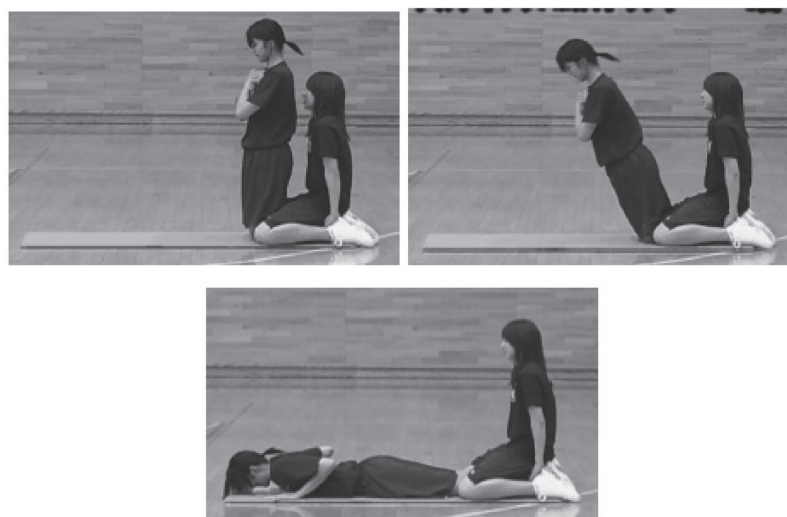
圖一 開閉眼站立

資料來源：WJBL (2007)。



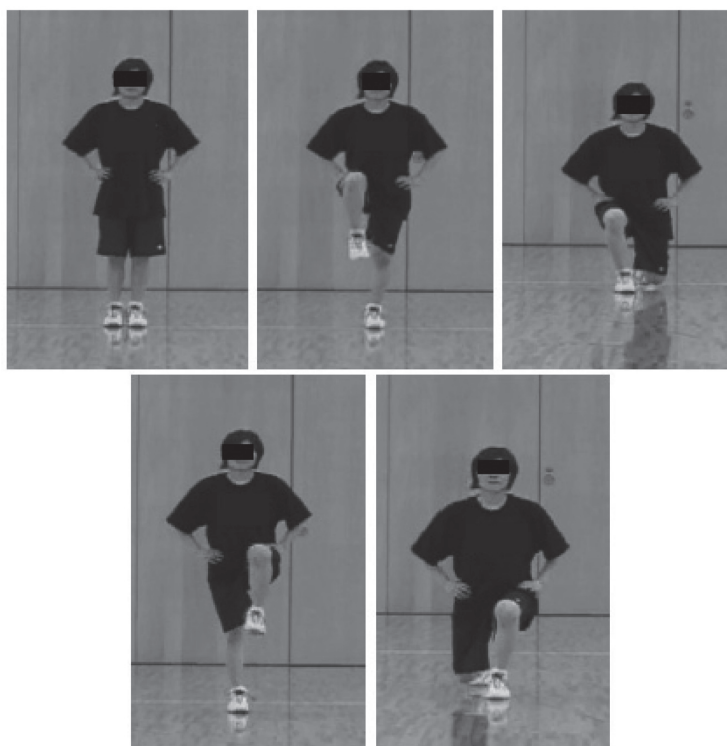
圖二 左腳或右腳深蹲

資料來源：WJBL (2007)。



圖三 Russian Hamstring

資料來源：WJBL (2007)。



圖四 跨步走

資料來源：WJBL (2007)。



圖五 左右腳交換連續跳

資料來源：WJBL (2007)。



圖六 180°回轉

資料來源：WJBL (2007)。

伸、跳躍、轉體等動作，所能徵召的肌肉纖維就越多，一、在運動中維持脊椎得中正以及控制脊椎前、後、左、右、扭轉的動作；二、讓身體的穩定度增加；三、在運動中產生爆發力；四、在運動中增加肌肉的肌耐力，讓你能更輕盈的做出每一個動作；五、減少運動傷害的發生。所以預防 ACL 損傷運動模式應該是整個球季都要實施比較好。

由以上的文獻整理可知，如和預防 ACL 損傷、降低受傷率及延遲在競技場上的時間，是當今一個重要研究課題，然而介入其間過長會影響正規訓練，選手也會感到乏味，短時間且有效率的方案，較為能大多數運動團隊接受與實施。

肆、未來研究方向

當一個運動行銷、賽事或政策等的實行，往往在提升運動人口的同時，相對的運動傷害的患者亦可能隨之增加，當中以影響選手運動生命的 ACL 損傷最為受到注目。ACL 損傷或接受重建手術後的選手，往往想再回到競技場上繼續奔馳、競技時，受傷過的一側經常需要使用膝關節固定式護具或採用運動貼紮方式來保護及增進膝關節的穩定度，然而這個動作則會影響到受傷後的運動表現能力與成績。在未來研究方面，可以將預防 ACL 損傷運動模式推廣至國高中、大學代表隊或社會隊，探討是否

能有效降低 ACL 或腳踝等下肢的損傷，以及在使用護具時可能產生的負面影響降到最低，藉此期許選手能在競技運動場上，創造更優異的競技運動表現與延長其運動生命。

參考文獻

- 三木英之、清水結（2012）。前十字靭帯損傷予防の効果と展望——バスケットボールにおける取り組み。日本臨床スポーツ医学会誌，29 卷 11 期，1147-1154 頁。
- 佐々木理恵子、浦辺幸夫、山中悠紀、平田和彦、木村浩彰、越智光夫（2010）。膝前十字靭帯損傷予防プログラムにおける全身反応時間の変化。日本臨床スポーツ医学会誌，18 卷 1 期，100-107 頁。
- 浦辺幸夫、宮下浩二、田中浩介、越田専太郎、佐々木理恵子、石井良昌等（2007）。膝前十字靭帯損傷予防プログラムの実施効果。日本臨床スポーツ医学会誌，15 卷 2 期，270-277 頁。
- 黒澤尚、星川吉光、高尾良英、坂西英夫、川野哲英編（2001）。スポーツ外傷学IV下肢。東京：医歯薬。
- 鈴川仁人、永野康治、玉置龍也、中村絵美、清水結、赤池敦等（2011）。中学生バスケットボール選手の着地動作における性差と下肢外傷予防プログラムの効果。リハビリテーションひろば，49 期，49-56 頁。
- Arendt, E., & Dick, R. (1995). Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(6), 694-701.
- Boden, B. P., Dean, G. S., Feagin, J. A., Jr., & Garrett, W. E., Jr. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23(6), 573-578.
- Caraffa, A., Cerulli, G., Proietti, M., Aisa, G., & Rizzo, A. (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 4(1), 19-21.
- Daniel, D. M., Stone, M. L., Sachs, R., & Malcom, L. (1985). Instrumented measurement of anterior knee laxity in patients with acute anterior cruciate ligament disruption. *The American Journal of Sports Medicine*, 13(6), 401-407.
- Devita, P., & Skelly, W. A. (1992). Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetic in the lower extremity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(1), 108-115.
- Dunn, W. R., Lyman, S., Lincoln, A. E., Amoroso, P. J., Wickiewicz, T., & Marx, R. G. (2004). The effect of anterior cruciate ligament reconstruction on the risk of knee reinjury. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(8), 1906-1914.
- Flynn, R. K., Pedersen, C. L., Birmingham, T. B., Kirkley, A., Jackowski, D., & Fowler, P. J. (2005). The familial predisposition toward tearing the anterior cruciate ligament: A case control study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(1), 23-28.
- Gottlob, C. A., Baker, C. L., Jr., Pellisser, J. M., & Colvin, L. (1999). Cost effectiveness of anterior cruciate ligament reconstruction in young adults. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 367, 272-282.
- Gwinn, D. E., Wilckens, J. H., McDevitt, E. R., Ross, G., & Kao, T. C. (2000). The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(1), 98-102.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Jr., Colosimo, A. J., McLean, S. G., et al. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492-501.
- LaPrade, R. F., & Burnett, Q. M., II. (1994). Femoral intercondylar notch stenosis and correlation to anterior cruciate ligament injuries. A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(2), 198-202.
- Louw, Q. A., Manilall, J., & Grimmer, K. A. (2008). Epidemiology of knee injuries among adolescents: A systematic review. *British Association of Sport and Medicine*, 42(1), 2-10.
- Malinzak, R. A., Colby, S. M., Kirkendall, D. T., Yu, B., & Garrett, W. E. (2001). A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clinical Biomechanics*, 16(5), 438-445.
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., et al. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1003-1010.

- McCauley, T. R., Moses, M., Kier, R., Lynch, J. K., Baeton, J. W., & Jokl, P. (1994). MR diagnosis of tears of anterior cruciate ligament of the knee: Importance of ancillary findings. *American Journal of Roentgenology*, *162*(1), 115-119.
- McLean, S. G., Lipfert, S. W., & van den Bogert, A. J. (2004). Effect of gender and defensive opponent on the biomechanics of sidestep cutting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *36*(6), 1008-1016.
- Micheli, L. J., Metzl, J. D., Di Canzio, J., & Zurakowski, D. (1999). Anterior cruciate ligament reconstructive surgery in adolescent soccer and basketball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, *9*(3), 138-141.
- Paterno, M. V., Myer, G. D., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2004). Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, *34*(6), 305-316.
- Rose, N. E., & Gold, S. M. (1996). A comparison of accuracy between clinical examination and magnetic resonance imaging in the diagnosis of meniscal and anterior cruciate ligament tears. *Arthroscopy*, *12*(4), 398-405.
- Uhorchak, J. M., Scoville, C. R., Williams, G. N., Arciero, R. A., St. Pierre, P., & Taylor, D. C. (2003). Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: A prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *The American Journal of Sports Medicine*, *31*(6), 831-842.
- Women's Japan Basketball League. (2007). **WJBL** 外傷予防プログラム【DVD】。東京：作者。
- Yu, B., Lin, C. F., & Garrett, W. E. (2006). Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task. *Clinical Biomechanics*, *21*(3), 297-305.

Training Program for Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injury

Chih-Yang Taun

Department of Ball Sports, National Taiwan University of Sport

Abstract

The knee joint is the largest joint in the human body, sustaining the body weight and allowing legs to bend and straighten. An estimation of 70% Anterior Cruciate Ligament (ACL) injuries occurred during jumping, stopping suddenly, and changing directions and 70% of those injuries were through the non-contact mechanism. Athletes with ACL injuries usually need more than 6 months of treatment and rehabilitation before returning to the sport. Nowadays, countries all over the world strive to prevent and reduce ACL injuries. The prevention program for ACL injuries may reach the effects to some extents regardless the length of intervention. However, if the intervention program takes far too long, athletes may feel bored. A short and efficient program is often preferred and executed by most sport teams. Future research directions could promote the effective prevention program among high schools, universities, or club teams and investigate the efficiency in reducing ACL injuries.

Keywords: knee joint, non-contact, intervention

