

青少年女子足球選手下肢力量、速度與敏捷能力分析 與相關之研究

陳佳慧¹ 黃雅陵² 張嘉澤³

¹ 國立體育大學教練研究所 ² 長庚技術學院體育組

³ 國立體育大學運動技術研究所

摘要

本研究目的主要探討青少年女子足球選手下肢力量、速度和敏捷之能力分析與關係及給予訓練調整。方法：以 34 名青少年足球員為研究對象，其平均年齡 13.74 ± 1.21 歲，平均身高 158.79 ± 5.23 公分，平均體重 52.12 ± 6.59 公斤，平均球齡 2.91 ± 1.16 年。本研究測試分為三項，一、下肢力量表現：透過下蹲跳（counter movement jump, CMJ）測試；二、速度能力：利用 30 公尺直線衝刺跑；三、敏捷能力：利用伊利諾敏捷測試（illinois agility run）。結果顯示：下肢力量表現平均 31.93 ± 4.69 公分，30 公尺直線速度表現為 5.12 ± 0.22 秒，敏捷表現 20.11 ± 1.22 秒。下肢力量表現與速度達顯著關係（ $p < .05$ ）；速度、下肢力量表現分別與敏捷表現未達顯著關係（ $p > .05$ ）。結論：青少年女子足球選手之速度、下肢力量與敏捷能力都需要再加強，下肢力量與速度能力兩者之間有相關性；下肢力量、速度分別與敏捷能力皆無相關性。因此可得知無法以一種訓練方式就能同時提升三種能力，教練在安排訓練內容時，必須針對體能特性與相關性做設計。

關鍵詞：下蹲跳，伊利諾敏捷跑

主要聯絡人：陳佳慧 國立體育大學教練研究所
333 桃園縣龜山鄉文化一路 250 號

電話：0939-039512
E-mail: mandy-0209@yahoo.com.tw

壹、緒論

Hollmann and Hettinger (1976) 指出體能是一個運動員競技能力的組合。它主要建立於身體器官功能程序與肌肉組織，並且顯現在力量、速度、耐力及柔軟度之能力。體能是由力量、速度、耐力與柔軟度所組成且四個能力必須互相協調才會有完整的技術表現 (Neumann et al., 2002)；因此可得知須要先具備良好的體能才會有所謂的技術表現。Mohr et al. (2008) 根據丹麥女子足球聯賽錄影分析顯示，在一場 90 分鐘比賽中大約需跑動 9-11 公里，其中有 10-15 % 為高強度動作 (>15 km/h)，因此於訓練上就會以長時間耐力為主，而往往忽略其他的體能能力。

Reilly and Thomas (1976)、Dufour (1993) 透過錄影帶分析即發現，在一場足球比賽中，以最快速度衝刺型態之比率約佔 11.2-18.8%，每場平均衝刺 145-195 次，每次衝刺 10-15 公尺 (2-3 秒)；Withers et al. (1984) 對澳洲職業足球員比賽分析，顯示在每場比賽足球員平均折返 50 次，最大衝刺距離平均為 20-30 m，且每場比賽中每一名運動員約進行 100 次衝刺跑，這數字仍可能再持續增加中；Valquer et al. (1998) 指出在足球比賽中，發現 96 % 的衝刺距離短於 30 m，49% 的距離短於 10 m。許樹淵 (1997) 指出敏捷能力為身體或部分迅速改變方向的能力或是指球員在各種狀況下，隨機應變，快速變換位置、轉換動作以適應球場上動作需求的能力；Thomas (2000) 對於在足球比賽中，沒有持球時，足球員也必需包含加速度和減速度、突然改變方向、身體傾斜跑和向後或側移動的能力。基本的個人能力如搶球、運球、跳躍頭頂與射門等都需要下肢力量 (爆發力)。Schmidtbleicher (1992) 指出跳躍能力可做為爆發力的指標。因此綜合以上文獻可得知，在足球運動中體能方面，下肢力量、速度和敏捷三種能力與耐力同等的重要，值得教練與選手注意。

在下肢力量與速度能力之相關研究中，許多研究結果皆指出跳躍能力和短距離速度有顯著相關 (Manning et al., 1988, Bosco et al., 1995, 陳佳慧等, 2007)。而速度與敏捷能力之相關研究中，Pauole et al. (2000) 研究中發現 40 碼直線衝刺和敏捷能力有顯著相關；但 Buttifant et al. (1999) 指出在職業澳洲足球員和橄欖球員的直線衝刺和敏捷能力卻是沒有顯著相關，以及陳佳慧等

(2007) 研究 16 位女子足球選手速度與敏捷能力之間亦無相關性存在。另外在敏捷與下肢力量之相關研究結果中，Young et al. (2002) 研究結果則顯示敏捷與下肢力量之間，有其相關性但很低；但亦有研究指出兩者之間無相關性（陳佳慧等，2007）。綜合上述三者相關之研究結果發現，在下肢力量與速度之關係較為一致的結果表示均為顯著相關，但在速度與敏捷、下肢力量與敏捷能力之關係研究較有不一致的結果。因此本文主要目的為：一、透過測試瞭解青少年女子足球選手體能中之下肢力量、速度和敏捷能力；二、再次確認三者能力之關係；三、分別給予此團隊訓練調整建議。

貳、研究方法

一、研究對象

以 34 名青少年女子足球選手為本研究之受試者，所有受試者均為同一所國中女子足球隊，在本研究測試之前均接受規律相同訓練，具有一定的體能水準；基本資料為年齡 13.74 ± 1.21 歲，身高 158.79 ± 5.23 公分，體重 52.12 ± 6.59 公斤，球齡 2.91 ± 1.16 年。所有受試者在接受口頭與書面告知本研究流程之後，皆填寫實驗參加同意書、基本資料表和疾病調查表；且未有任何運動傷害和實驗前沒有進行高強度運動訓練。

二、實驗方法

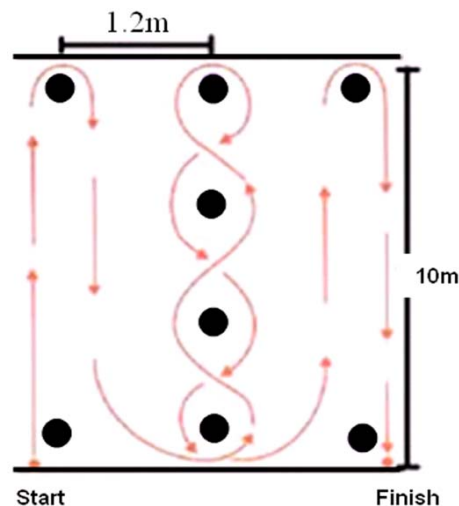
本研究測試儀器是利用芬蘭製 Newtest 攜式運動檢測儀，此系統設計是由許多教練、訓練員、運動科學家提供的建議所完成，檢測系統中的方法和公式，是經過許多運動科學研究證實和理論所設定（Matti, 2004），是標準實用的運動能力檢測儀器，包含多種類的垂直跳測試、速度測試、敏捷測試、無氧能力測試和心肺功能的評估。本研究測試分為三項，受試者於熱身後，先進行下肢力量測試，休息 5 分鐘後，再進行 30 公尺速度測試，受試者依序進行完第一次 30 公尺測試後，再進行第二次速度測試；休息約 5 分鐘後，進行敏捷測試，測試程序與 30 公尺速度測試相同。

(一)下肢力量：本研究利用下蹲跳（counter movement jump, CMJ）測試方式，

其公式為 $\text{Jump high (cm)} = 9.81 * \text{Flight time}^2 / 8$ 來代表下肢力量表現 (Matti, 2004)。受試者聞訊後，站上測力板中央雙腳與肩同寬，雙手插腰身體向下蹲至膝彎曲 90 度後，盡最大力量向上跳後再自然落下，在跳躍過程中身體保持平衡且雙手不可離開腰部，測試共跳 2 次，取最高之跳躍高度成績。

(二)速度能力：本研究依據 Wisløff et al. (2004) 利用 30 公尺之方式測試優秀的足球運動員速度能力。受試者位於起跑線後，採站立式起跑，聞訊後盡力向 30 公尺外之終點衝刺，透過紅外線傳輸擷取參數。測試頻率為 2 次取最佳成績，以時間和速率了解參與者之 30 公尺速度之能力。

(三)敏捷能力：利用伊利諾敏捷測試 (illinois agility run)，此測試起初是美國橄欖球隊設計，後來在橄欖球和足球運動項目也廣大的使用。測試方式如圖一，受試者於起 (Start) 點開始後做 10 公尺直線衝刺後，S 型曲折跑，最後 10 公尺直線折返至終點 (Finish)，受試者測試 2 次取最佳成績。



圖一 伊利諾敏捷跑

三、實驗儀器

芬蘭製多功能攜帶式運動數據檢測儀 (Newtest Powertimer)、電腦、皮尺和體能訓練組。

四、統計分析

將所測得之數據以平均數與標準差呈現，利用皮爾森簡單相關係數分析下肢力量、速度和敏捷能力之關係。曲線圖形製作採用 Sigma Plot 8.0 版進行分析。

參、結果與討論

一、結果

表一為 30 公尺直線速度、下肢力量與敏捷表現之平均數與標準差。在下肢力量表現與速度表現此兩變數之皮爾森簡單相關係數為 $r=-.402$ ， $p=.018$ ，可知兩變數間達顯著關係；而下肢力量表現與敏捷表現之兩變數皮爾森簡單相關係數為 $r=-.232$ ， $p=.186$ ，可知兩變數間未達顯著關係。速度表現和敏捷表現兩變數皮爾森簡單相關係數為 $r=.336$ ， $p=.052$ 可知兩變數間未達顯著關係，如表 2。依據訓練學理論（Harre, 1986）體能要素相互關係訓練應用與能力分析，圖二為 30 公尺直線速度與下肢力量表現分析之四象限圖，於 A 區運動能力判斷為下肢力量佳，速度能力差，共有 5 位選手，B 區為兩者能力均佳，共有 11 為選手，C 區為下肢力量差，速度能力佳，共有 8 位選手，D 區為兩者能力均差，共有 10 位選手。

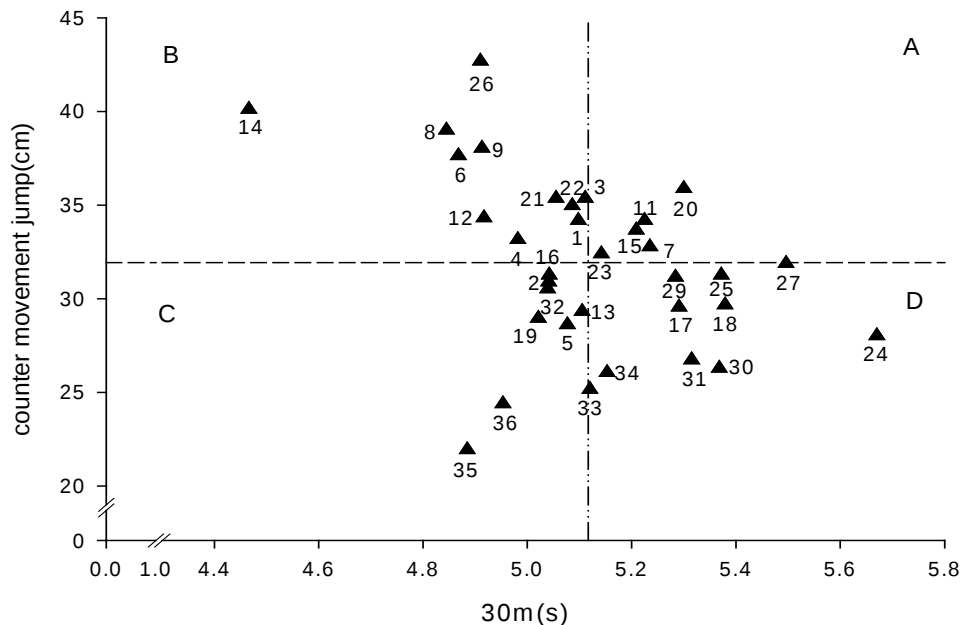
表一 速度、下肢力量和敏捷表現平均值與標準差

	平均數±標準差	最大值	最小值
30 m (s)	5.12±0.22	5.67	4.47
CMJ (cm)	31.93±4.69	42.69	21.94
Agility (s)	20.11±1.22	22.80	18.14

表二 速度、下肢力量和敏捷能力表現之皮爾森簡單相關係數分析

	r	p
速度 (30 m) 與下肢力量 (CMJ)	-.402	.018*
下肢力量 (CMJ) 與敏捷 (Agility)	-.232	.186
速度 (30 m) 與敏捷 (Agility)	.336	.052

* $p<.05$



圖二 下肢力量表現與速度之四象限圖

二、討論

在 30 公尺速度能力表現判斷，Davis et al. (1997) 指出依據完成時間將女性運動員分級為優等 <4.5s、好 4.6-4.5s、中等 4.8-4.7s、尚可 5.0-4.9s、劣 >5.0s。本研究青少年女子足球選手 30 公尺能力有 25 位屬於劣、5 位為尚可、3 位為中等、只有 1 位低於 4.5s 屬於優等，由此可知速度能力有待加強。在下肢力量表現方面，石罕池等 (2005) 研究我國中華隊女子排球、壘球、足球下肢跳躍能力，其中華女子足球隊平均年齡約 17 歲，其結果 CMJ 跳躍能力約 37 公分較其他兩個運動項目低，需要再加強訓練；而本研究之青少年女子足球選手其下肢力量表現只有兩位為 40 與 43 公分，24 位高於 30 公分，10 位低於 30 公分，因此可知本團隊之下肢力量能力也需要加強。在敏捷能力之判斷，Matti (2004) 依據完成時間將女性運動員分級為優等 <17.0s、好 17.05-17.9s、中等 18.0-21.7s、尚可 21.8-23.0s、劣 >23.0s。本研究中之青少年女子足球運動員有 31 位，其成績介於 18.0-21.7s 屬於中等能力，2 位成績為 22.8s 屬於尚可，只有 1

位其成績分級為劣，成績為 24.34s，由此可知本研究之青少年女子選手其敏捷能力呈現集中且在中等等級。建議可以加強訓練讓團體能力可以達到優等之等級。

由表二得知，本研究青少年女子足球選手下肢力量表現與速度能力之間有顯著相關，此結果與 Hennessy et al. (2001) 研究相同。Schmidtbleicher (1992) 指出跳躍能力可做為爆發力的指標；也就是爆發力 (Power) 是肌肉力量 (Force) 輸出表現與肌肉收縮速度 (Velocity) 的綜合表現，即 $P=F \times V$ (Hakkinen, 1989)，因此下肢力量與速度之間有相關性。在下肢力量表現與敏捷表現無顯著關係 ($p>.05$)，此結果與陳佳慧等 (2007) 研究結果相同，此原因為敏捷跑比直線衝刺跑相當複雜，敏捷能力表現，主要是需要高運動神經控制。但 Young et al. (2002) 研究下肢力量與敏捷能力為低相關與本研究結果不同，其原因為本研究青少年女子足球選手其下肢力量能力需加強，因此作者認為應該是此原因而導致本研究兩者之間為無相關。在速度與敏捷表現兩者之間也沒有顯著相關 ($p>.05$)，Young et al. (2001) 分兩種訓練方式一為直線速度訓練，二為敏捷訓練，發現直線速度訓練其速度表現有進步；但是在敏捷方面進步卻是有限的。同樣地，只有敏捷訓練其快速改變方向表現成績進步；但速度卻沒有進步。此篇研究加以說明了，直線速度與方向改變的速度能力並不能互相轉移，也就是說雖然直線速度能力增加但是不能增進改變方向的速度能力也就是敏捷能力。不過，方向改變的速度能力則是建立在直線速度的基礎上。由此研究更可以發現，速度和敏捷之間並沒有存在著絕對的遷移效果，明顯指出速度與敏捷訓練皆具有其特殊性存在。

綜合上面相關研究探討可以得知，從訓練的層面來看，是無法以一種訓練方式就能同時提升三種能力。然而在團體球類運動項目中，球員人數很多且每位球員的能力也有所差異，若是能夠讓其差異越小，教練在比賽中，愈能執行戰術。因此在訓練上教練就必須先清楚了解每一位球員的能力，再進行分組方式做訓練。由圖 2，就可以明確的看出本研究整個團隊的速度能力和下肢力量表現是分散的。依據訓練學理論 (Harre, 1986)，體能要素相互關係訓練應用與能力分析判斷，A、B、C、D 四區塊為本研究團體之速度能力和下肢力量表現其建議訓練方式如表三，Grosser (1991) 提出 Ins and outs 速度訓練，所謂 Ins

指的是最高速度出現後至 Outs 結束之距離約 30 公尺然後再放鬆跑，因此在進入最高速度前需有一段距離起始速度。伸展縮短理論（SSC）其訓練目的是使肌肉被迫伸展後再迅速的收縮，這種結合肌肉離心和向心兩種收縮的訓練方式，來增加神經感覺受納器的激發率，提高神經肌肉系統的反應能力，且在伸展反射和彈性能的機制下，來增進肌肉向心收縮的力量（Baechle and Earle, 2000）。在敏捷訓練方面，Young et al.（2001）研究建議要提升敏捷能力不只要訓練敏捷，還必須再加上直線速度的訓練。因為速度訓練可以使肌肉之間與肌肉組織達到伸縮之協調，能夠準確地參與動作進行，擴大運動終板，增加神經傳導的速度，使更多肌肉被動員（Neumann et al., 2002）。因此其訓練調整方式除了可以透過測試方式之方法做為訓練，亦可以利用多個三角錐擺成 S 型之方式訓練；在許多運動如橄欖球、網球和足球等運動項目中，增強式訓練對於運動員的敏捷能力可能是有幫助（Parsons and Jones, 1998; Robinson and Owens, 2004; Yap and Brown, 2000）。

表三 下肢力量表現和30 m直線速度訓練方式

區域	判斷	訓練調整
A	下肢力量佳，速度能力差	下肢力量維持現況訓練或再增強訓練。10-20 m最大速度跑、30 m最大速度跑或Ins and outs速度訓練
B	下肢力量與速度能力佳	維持現況訓練或再增強訓練
C	下肢力量差，速度能力佳	加強腿部最大肌力訓練（1RM最大力量方式）或配合SSC型態之訓練或快速力量（35-50%1RM）。速度維持現況訓練或再增強訓練
D	下肢力量與速度能力差	加強腿部最大肌力訓練（1RM最大力量方式）或配合SSC型態之訓練或快速力量（35~50%1RM）。10-20 m最大速度跑、30 m最大速度跑或Ins and outs速度訓練

肆、結論與建議

一、結論

- (一)本研究青少年女子足球隊之速度、下肢力量與敏捷能力都需要再加強。
- (二)本研究青少女子足球運動員之速度能力與下肢力量表現有相關性；而速度、

下肢力量表現分別與敏捷能力之間無相關性。

二、建議

在團隊球類運動項目中，選手在體能上會有不同差異，透過簡單的測試方式，可了解足球選手下肢力量、速度與敏捷能力，但無法以一種訓練方式就能同時提升三種能力，再透過四象限分析，教練在安排訓練可進行分組訓練，以期獲得最佳訓練效果與比賽成績。

參考文獻

- 石罕池、孫淑芬、吳家慧、陳瑞蓮（2005）。我國女子團體球類選手下肢跳躍能力之分析探討。*北體學報*，13，160-168頁
- 許樹淵（1997）。*運動科學導論*。臺北市：師大書苑。
- 陳佳慧、張嘉澤、謝志君（2007）。女子足球選手速度、下肢力量和敏捷能力關係之探討。2007年國際體育運動與健康休閒發展學術研討會。2007.03.17，銘傳大學，40頁。
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2000). *Essentials of strength training and conditioning*. 2nd edition. Champaign, IL: National Strength and Conditioning Association.
- Bosco, C. A., Belli, M., Astrua, J., Tihanyi, R., Pozzo, S., Kellis, O., et al. (1995). A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *European Journal Applied Physiology*, 70, 379-386.
- Buttifant, D., Graham, K., & Cross, K. (1999). Agility and speed of soccer players are two different performance parameters. *Journal of Sports Sciences*, 17, 809.
- Davis, B. D., Bull, R., Roscoe, J., & Roscoe, D. D. (1997). *Physical education and the study of sport*. London: Mosby.
- Dufour, W. (1993). Computer-assisted scouting in soccer. In Reilly, T., Clarys, J., & Stibbe, A. (eds). *Science and football II*(pp.160-166). New York: E. & F. N. Spon.
- Grosser, M. (1991). *Schnelligkeitstraining*. Grundlagen, Methoden, Leistungssteuerung, Programme. BLV Sportwiss. 108-110.
- Hakkinen, K. (1989). Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. *Journal of Sport Medicine*, 29, 9-26.

- Harre, D. (1986). *Trainingslehre*. Berlin. In: Grosser et al.: Das neue Konditionstraining, 12-14.
- Hennessy, L., & Kilty, J. (2001). Relationship of Strength-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 326-331.
- Hollmann, W., & Hettinger, T. H. (1976). *Sportmedizin, arbeits- und trainingsgrundlagen*. Stuttgart-New York.
- Manning, J. M., Dooly-Manning, C., & Perrin, D. H. (1988). Factor analysis of various anaerobic power test. *Journal of Sports Medicine*, 28, 138-144.
- Matti, T. (2004). *Testing athletic performance in team and power sports*. Finnish: Newtest Oy.
- Mohr, M., Krstrup, P., Andersson, H., Kirkendall, D., & Bangsbo, J. (2008). Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 341-349.
- Neumann, G., & Hottenrott, K. (2002). *Das grosse buch vom laufen*, 117-119.
- Parsons, L. S., & Jones, M. T. (1998). Development of speed, agility and quickness for tennis athletes. *Strength and Conditioning*, 20, 14-19.
- Pauole, K., Madole, K., & Lacourse, M. (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power and leg speed in college aged men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14, 443-450.
- Reilly, T., & Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different position roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies*, 2, 87-97
- Robinson, B. M., & Owens, B. (2004). Five-week program to increase agility, speed, and power in the preparation phase of a yearly training plan. *Strength and Conditioning*, 26(5), 30-35.
- Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power event. In: Komi PV, editor. *Strength and power in sport*. London: Blackwell Scientific Publications, 381-395.
- Thomas, R. (2000). *The physiological demand of soccer*. Soccer and Science. 91-105.
- Valquer, W., Barros, T. L., & Sant'anna, M. (1998). *High intensity motion pattern analyses of Brazilian elite soccer players*. In: Tavares F, editor. IV World Congress of Notational

- Analysis of Sport; 23-27. Porto: FCDEF-UP.
- Withers, R.T., Maricic, Z., Wasilewski, S., & Kelly, L. (1984). Match analysis of Australian professional soccer players. *Journal of Human Movement Studies*, 8, 159-176.
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, R., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285-288.
- Yap, C. W., & Brown, L. E. (2000). Development of speed, agility, and quickness for the female soccer athlete. *Strength and Conditioning*, 22, 9-12
- Young, W. B., McDonald, H. M., & Scarlett, J. B. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 315-319.
- Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 282-288.

TO ANALYSIS OF LEG STRENGTH, SPEED, AND AGILITY ABILITY IN YOUNG FEMALE SOCCER PLAYERS

Chia-Hui Chen¹, Ya-Ling Huang², & Jia-Tzer Jang³

¹Institute of Coaching Science, National Taiwan Sport University

²Chang Gung Institute of Technology

³Graduate Institute of Sports Training Science, National Taiwan Sport University

ABSTRACT

The purpose was to first analysis leg strength, speed, agility and ability in order to give training adjustment suggestions for young female soccer players. Method: thirty-four female soccer players (age: 13.74 ± 1.21 years old, height: 158.79 ± 5.23 cm, weight: 52.12 ± 6.59 kg, soccer training experience: 2.91 ± 1.16 years) participated in this study. To measure leg strength using the counter movement jump test (CMJ), speed using 30m-sprints and agility using the Illinois Agility Run test. Result: Leg strength and speed ability (30 m) were 31.93 ± 4.69 cm and 5.12 ± 0.22 m/s respectively. Agility ability was 20.11 ± 1.22 s. Leg strength and speed (30 m) correlated significantly ($p < .05$). However, no correlation between leg strength and agility as well as speed and agility was found ($p > .05$). Conclusion: In this study a relationship between leg strength and speed (30 m) was found. Since there were no correlation between leg strength and agility as well as speed and agility we suggest that all three abilities have to be trained individually.

Key words: Counter movement jump, Illinois Agility Run