

橄欖球選手啟動速度與下肢爆發力之相關性分析 Relationships between start speed and lower limbs power in rugby players

¹林威名 Wei-Ming Lin ¹洪敏豪 Min-Hao Hung ²吳政文 Cheng-Wen Wu ¹何金山 Chin-Shan Ho*

¹國立體育大學運動科學研究所 Graduate Institute of Sports Science, National Taiwan Sports University

²元智大學體育室 Physical Education Office, Yuan Ze University

投稿日期：2017 年 9 月；通過日期：2017 年 11 月

摘 要

結論：英式橄欖球為一項身體碰撞且需頻繁進行短衝刺及瞬間改變方向的一種團隊運動。下蹲跳搭配測力板是常見的下肢爆發力檢測方式，研究結果顯示下肢爆發力與橄欖球選手之短距離速度以及專項能力達到顯著相關，唯過去研究短距離衝刺大多為 10~30 公尺，缺少啟動階段 (0~5 公尺) 之研究，且此階段扮演相當重要角色。因此本研究目的探討橄欖球選手啟動階段速度與最大力量、發力率之相關性。**方法：**招募 15 為男性大專橄欖球選手作為實驗參與者。使用 10 台三維動作分析系統捕捉反光點軌跡(100Hz)，計算 2.5 公尺與 5 公尺之時間，以及使用 Kistler 測力板擷取垂直跳垂直方向地面反作用力(1000Hz)。以 Matlab 2008a 自行撰寫電腦程式計算及分析資料。統計分析以皮爾森相關係數 (Pearson's correlations) 檢驗參數間之相關性，顯著設定為 $p < .05$ 。**結果：**5 公尺啟動速度與最大力量及發力率分別呈現中度負相關 ($r = -0.616$, $r = -0.702$)，最大力量與發力率呈現中度正相關 ($r = 0.597$)。發力率及最大力量與 5 公尺啟動速度達到顯著相關性。**結論：**透過最大肌力訓練以及增強式跳躍訓練可改善啟動速度與短距離速度；且以 5 公尺啟動速度更能夠有效檢測出橄欖球選手之啟動表現。

關鍵詞：發力率、短距離加速、下蹲跳

壹、緒論

英式橄欖球 (rugby) 為一項包含大量短距離衝刺、改變方向以及身體碰撞的團隊運動 (Jones, West, Crewther, Cook, & Kilduff, 2015)，其賽制主要分為七人制與十五人制，這兩種賽制相異的部分為人數與時間，其餘競賽規則中並無差異，正規橄欖球賽制場地為長 100 公尺、寬 70 公尺的草地球場上進行比賽。十五人制比賽時間分為上、下半場各 40 分鐘、中場休息 10 分鐘，而七人制則為上、下半場各 7 分鐘，半場間休息 2 分鐘。橄欖球運動不論於七人制或十五人制競賽中，球員於場上發揮運動表現包括短距離衝刺、瞬間加減速度以及改變方向之不同體能技術指標，由此可知優秀橄欖球員皆須具備良好的下肢肌力、爆發力以及敏捷能力，進而在場上達到良好的表現成績。

下肢肌力與爆發力特性為橄欖球選手重要的運動能力之一，過去研究進行下肢爆發力檢測時使用儀器常見的為測力板 (force plate)、線性感測裝置 (liner

transducers) 以及加速規 (accelerometers)，在下肢肌力與爆發力的測驗項目中，下蹲跳 (countermovement jump, CMJ) 是最常見的測驗動作；亦有研究結果顯示 CMJ 之下肢力學參數與橄欖球選手運動表現具顯著的相關性 (Conlon, Haff, Nimphius, Tran, & Newton, 2013; Köklü, Alemdaroğlu, Özkan, Koz, & Ersöz, 2015; Loturco et al., 2015; 陳宗榮等人, 2012)。此外 Gabbett Kelly, Ralph, and Driscoll (2009) 分析選手在專項能力、下肢爆發力與敏捷能力之相關性，結果發現專項能力較優異的選手在下肢爆發力與敏捷能力上比專項能力一般選手達到更好的表現。同時 Gabbett, Jenkins, and Abernethy (2011) 也研究了橄欖球選手之專項能力與下肢爆發力之相關性，發現專項能力與下肢爆發力及加速度能力顯著相關，Speranza, Gabbett, Johnston, and Sheppard (2015) 探討青少年橄欖球選手之最大肌力與專項能力之相關性，結果發現最大肌力標準化後與

*通訊作者: 何金山 Email: kilmur33@gmail.com

地址：桃園市龜山區文化一路 250 號

專項能力也達到顯著相關。下肢肌力與爆發力會直接或間接影響橄欖球選手專項運動表現，因此爆發力與肌力檢測可做為橄欖球選材及運動訓練成效的參考指標之一。

在進行橄欖球比賽時，若發生違例或犯規情形時將會舉行鬥牛 (scrum)、爭邊球 (lineout)、自由踢 (free kick) 或罰踢 (penalty kick)，或是在球員進行碰撞後形成亂集團 (ruck, maul)，上述情況都會使支援或後排球員停下腳步、重新從靜止狀態持續進攻 (open play)，過去文獻則指出橄欖球比賽中選手每次衝刺由靜態啟動之比例，前鋒與後衛大約分別為 41% 與 29%，每次衝刺時間平均為 3 秒且皆接近最大速度表現 (Duthie, Pyne, Marsh, & Hooper, 2006; Deutsch, Kearney, & Rehrer, 2007)，因此橄欖球選手必須具備短距離及短時間內之衝刺能力，要在短距離、短時間內達到最大速度，下肢肌力與爆發力特別重要。過去針對短距離速度測驗之文獻，主要將速度表現分期為啟動階段 (0~2.5 公尺)、加速度階段 (0~10) 公尺以及最大速度階段 (30 公尺以上) (Barr, Sheppard, Gabbett, & Newton, 2014; Charalambous, Irwin, Bezodis, & Kerwin, 2012; Young, McLean, & Ardagna, 1995; 陳德盛、陳佳慧、張嘉澤, 2017)，從橄欖球比賽內容之專項性來看，速度表現中之啟動期與加速度期應最符合實際橄欖球比賽中之運動表現，因此啟動階段與加速度能力對於橄欖球來說特別重要，在進行速度訓練時，橄欖球教練或肌力與體能教練應更專注於此兩分期之訓練。

綜上所述，下肢肌力及爆發力與橄欖球專項能力呈現顯著相關性，球員有越良好的下肢肌力與爆發力越能夠在專項能力上有好的表現，而從過去文獻分析橄欖球比賽內容來看，球員要能夠在短距離內產生碰撞的優勢，啟動階段與加速度似乎為最重要之能力之一，唯過去針對橄欖球選手研究大多使用整段時間分析 (10 公尺至 30 公尺)，缺乏啟動階段，因此本研究目的在於探討下肢爆發力與啟動速度之相關性，希望提供未來教練或球員在訓練上一個新的檢測指標。

貳、方法

一、研究對象

本研究招募 15 位國內男性大專甲組橄欖球選手作為受試對象，受試者在半年內皆無神經骨骼肌肉傷害導致無法完成本實驗之情況。受試者基本資料如表一所示。

表一、受試者資料表

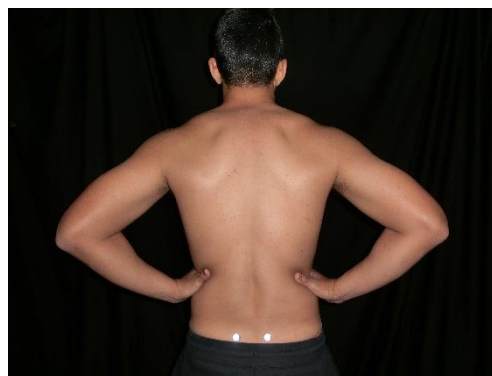
| 參與者人數 | 年齡 (歲) | 身高 (公分) | 體重 (公斤) |
|-------|------------|-------------|------------|
| 15 | 21.88±2.05 | 175.46±8.12 | 85.11±9.23 |

二、實驗方法

本研究在測驗前均進行基本熱身運動，降低產生運動傷害之風險，在熱身運動後即進行 5 公尺短衝刺與下肢爆發力之測驗，兩項測驗在以下加以說明。

5 公尺短衝刺

受試者在實驗室內進行 5 公尺短衝刺，設備使用 10 台三維動作捕捉分析系統 (T40, Vicon Motion System Ltd., West Way, Oxford, UK)，擷取頻率設定為 100Hz。進行 5 公尺短衝刺測試前，在起點、2.5 公尺與 5 公尺位置設置反光球作為基準點，當受試者光球座標與起點、2.5 公尺點與 5 公尺點重疊時，即定義為開始動作點、0~2.5 點與 0~5 公尺點；動作捕捉攝影機將紀錄反光標誌之空間內運動軌跡並擷取起點~2.5 公尺與 5 公尺時間。本研究採取 2 顆反光球黏貼至左右髂後上棘 (PSIS)，並將兩顆光球座標相加除以二得中間虛擬光點，此位置最接近身體之質心位置，如圖一。



圖一、 反光球黏貼位置

三、下肢爆發力

受試者於測力板 (Type 9287, Kistler Inc., Switzerland) 進行下蹲跳，受試者下蹲至膝關節角度約 110 度時立即向上起跳，並要求受試者雙手叉腰，限制其手臂擺動影響下肢爆發力參數，取樣頻率設定為 1000Hz。下肢爆發力力學參數包括最大力量 (peak force, PF) 以及發力率 (rate of force development, RFD)。最大力量定義為整段力量曲線之峰值；發力率定義為離心階段最低點至向心階段最大力量峰值之斜率，離心階段定義為力量曲線開始失重階段，而向心階段則定義為最低點開始提升之階段。

四、資料處理與統計分析

本研究將蒐集數據以電腦程式語言 Matlab (R2008a, The MathWorks, USA) 自行撰寫程式分析, 擷取 0~2.5 公尺速度 (2.5MV)、5 公尺速度 (5MV) 以及計算垂直跳之最大力量、發力率參數, 上述參數皆已進行倍體重 (BW) 標準化計算。統計分析方法以 SPSS (Ver. 20.0, SPSS Inc., USA) 統計分析軟體進行分析, 使用皮爾森相關係數 (Pearson's Correlations) 分析 2.5 公尺時間、5 公尺時間及下肢爆發力力學參數之相關性, 顯著水準設定為 $p < .05$ 。相關性係數定義為低度 ($r = 0.2 \sim 0.4$)、中度 ($r = 0.4 \sim 0.6$)、高度 ($0.6 \sim 0.8$)、極高 (0.8 以上)。

參、結果

本研究測驗過後所得之選手平均 0~2.5 公尺速度為 3.30 ± 0.53 公尺/秒、五公尺速度為 3.90 ± 0.41 公尺/秒、最大力量為 2.58 ± 0.36 倍體重、發力率為 5.49 ± 1.42 倍體重/秒, 如表二所示。

由表三顯示出五公尺平均速度與最大力量及發力率分別呈現中度相關 ($r = 0.616$, $r = 0.702$), 最大力量與發力率呈現中度相關 ($r = 0.597$)。

表二、啟動速度與下肢爆發力描述性統計

| | 平均數±標準差 |
|-----------------|-----------|
| 2.5MV (m/s) | 3.30±0.53 |
| 5MV(m/s) | 3.90±0.41 |
| Peak Force (BW) | 2.58±0.36 |
| RFD (BW/s) | 5.49±1.42 |

表三、啟動速度與下肢爆發力之相關性分析

| | 2.5MV | 5MV | Peak Force | RFD |
|------------|-------|------|------------|--------|
| 2.5MV | -- | .085 | .328 | .010 |
| 5MV | -- | -- | .616* | .702** |
| Peak Force | -- | -- | -- | .597* |
| RFD | -- | -- | -- | -- |

* $p < .05$, ** $p < .01$

肆、討論

過去研究檢測下肢爆發力多以下蹲跳做為主要動作, 因其機制主要透過下肢牽張收縮循環 (stretch shortening cycle, SSC) 產生力量, 與運動中下肢機制相似, 且是一個安全且快速方便的一種方式 (Mitchell, Pumpa, & Pyne, 2017)。過去許多研究探討下蹲跳表現與衝刺表現之關聯性, 研究者都明確指出經由下蹲跳所測得之下肢爆發力參數與衝刺表現達到中度到高度之相關性 (Conlon et al., 2013; Markström, & Olsson, 2013; Loturco et al., 2015)。在過去這類型下肢爆發力

與短距離衝刺的研究中, 受試者大多為田徑短跑專項選手, 距離多為 60 公尺以上的衝刺, 階段屬於最大速度期, 但在本研究中使用橄欖球選手的情況下, 距離訂為 2.5 公尺及 5 公尺, 在動作分期上屬於加速期, 而兩者產生相似的結論, 代表造成 30 公尺或 60 公尺以上之衝刺表現與下蹲跳表現之相關性結果可能在啟動階段就已產生相關性。最大力量與 5 公尺時間達中度相關 ($r = -0.601$), 此結果符合過去研究 (Conlon et al., 2013), 顯示出啟動速度期下肢最大力量之重要性, 在身體於靜止狀態的情況下, 需要有良好的下肢向心收縮力量, 使身體在短距離內產生快速移動; 而在發力率方面, 只與 5 公尺時間達顯著相關 ($r = -0.687$), 卻沒有與 2.5 公尺時間達到顯著相關, 產生此結果可能與兩者參數產生機制有關, 發力率為單位時間內之力量差距, 較大的發力率可讓最大力量提早出現, 有利於力量時間曲線下的積分值, 即衝量值, 衝量愈大, 速度的改變量便愈大, 故有利於 5 公尺此加速期間的表現, 以獲得更大的衝刺速度。

研究發現 0~2.5 公尺啟動速度沒有與任何下肢爆發力參數達到顯著相關, 與過去研究結果相似 (Young, McLean, & Ardagna, 1995), 但在 5 公尺啟動速度則達到顯著相關, 原因可能在於 0~2.5 公尺之啟動速度可能受到起跑技術以及重心轉移影響, 在過短的距離內無法單純以下肢爆發力進行分析, 但最大力量與發力率仍與 5 公尺啟動速度達到顯著相關, 因此此兩種參數應為橄欖球選手須重視的基本運動能力之一, 而在檢測方面 5 公尺啟動速度似乎比 2.5 公尺啟動速度更能夠準確的量測出橄欖球選手之啟動速度水準。根據本研究結果可推測出, 教練若欲增加橄欖球選手之短距離速度, 必須加強下肢最大肌力與爆發力; 最大肌力可透過低反覆、高強度的阻力訓練, 在訓練中使肌肉接近最大自主收縮、徵招更多的快縮肌以及運動單位, 達到增進最大肌力與最大力量的目的 (Haff, Whitley, & Pottenger, 2001); 而下肢爆發力則可採用增強式訓練 (plyometric training), 透過反覆的跳躍刺激反射神經元、使神經肌肉產生激活、加速神經傳導速度以及提升彈性能儲存能力, 進而增加下肢爆發力、提升加速度表現 (Behrens et al., 2016)。

綜上所述, 在橄欖球比賽中包含許多由停止狀態開始的短距離衝刺, 選手越能夠在短距離中達到越高的速度, 越能夠牽制對手且越能夠在身體碰撞上產生優勢, 因此啟動速度階段對於橄欖球選手特別重要。

伍、結論與建議

本研究結論為 0~5 公尺啟動速度與下肢最大力量以及發力率有關，0~2.5 公尺啟動速度則無與任何參數達到相關。建議未來研究能夠進一步探討啟動速度與橄欖球專項動作之相關性，如擒抱或閃切動作等；在實務的訓練及檢測上，可將 5 公尺衝刺作為往後橄欖球選手之檢測項目之一，並且可以以高強度、低次數的最大肌力訓練以及跳躍性增強式訓練來達到增進橄欖球選手短距離加速能力的目的，並注意選手之訓練周期安排適當的訓練課表，將提升選手運動能力之效益最佳化。

引用文獻

- 陳德盛、陳佳慧、張嘉澤 (2017)。短期訓練對青年田徑選手 200 公尺速度表現之影響。《運動表現期刊》，4(1)，23-31。
- 陳宗榮、王宇涵、翁明嘉、李鴻棋、李清祺、王敏憲、余清芳、彭賢德 (2012)。比較增強式訓練與阻力訓練對垂直跳表現之立即性影響。《華人運動生物學期刊》，7，206-210。
- Barr, M. J., Sheppard, J. M., Gabbett, T. J., & Newton, R. U. (2014). Long-term training-induced changes in sprinting speed and sprint momentum in elite rugby union players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2724-2731.
- Behrens, M., Mau-Moeller, A., Mueller, K., Heise, S., Gube, M., Beuster, N., ... & Bruhn, S. (2016). Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 170-176.
- Charalambous, L., Irwin, G., Bezodis, I. N., & Kerwin, D. (2012). Lower limb joint kinetics and ankle joint stiffness in the sprint start push-off. *Journal of Sports Sciences*, 30(1), 1-9.
- Conlon, J., Haff, G. G., Nimphius, S., Tran, T., & Newton, R. U. (2013). Vertical jump velocity as a determinant of speed and agility performance. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 21(S2), 88-90.
- Deutsch, M. U., Kearney, G. A., & Rehrer, N. J. (2007). Time-motion analysis of professional rugby union players during match-play. *Journal of Sports Sciences*, 25(4), 461-472.
- Duthie, G. M., Pyne, D. B., Marsh, D. J., & Hooper, S. L. (2006). Sprint patterns in rugby union players during competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(1), 208-214.
- Gabbett, T. J., Jenkins, D. G., & Abernethy, B. (2011). Correlates of tackling ability in high-performance rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 72-79.
- Gabbett, T., Kelly, J., Ralph, S., & Driscoll, D. (2009). Physiological and anthropometric characteristics of junior elite and sub-elite rugby league players, with special reference to starters and non-starters. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 215-222.
- Haff, G. G., Whitley, A., & Potteiger, J. A. (2001). A brief review: Explosive exercises and sports performance. *Strength and Conditioning Journal*, 23(3), 13-20.
- Jones, M. R., West, D. J., Crewther, B. T., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2015). Quantifying positional and temporal movement patterns in professional rugby union using global positioning system. *European Journal of Sport Science*, 15(6), 488-496.
- Köklü, Y., Alemdaroğlu, U., Özkan, A., Koz, M., & Ersöz, G. (2015). The relationship between sprint ability, agility and vertical jump performance in young soccer players. *Science & Sports*, 30(1), e1-e5.
- Loturco, I., D'Angelo, R. A., Fernandes, V., Gil, S., Kobal, R., Abad, C. C. C., ... & Nakamura, F. Y. (2015). Relationship between sprint ability and loaded/unloaded jump tests in elite sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 758-764.

- Markström, J. L., & Olsson, C. J. (2013). Countermovement jump peak force relative to body weight and jump height as predictors for sprint running performances: (in) homogeneity of track and field athletes? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 944-953.
- Mitchell, J. A., Pumpa, K. L., & Pyne, D. B. (2017). Responses of lower-body power and match running demands following long-haul travel in international rugby sevens players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(3), 686-695.
- Speranza, M. J., Gabbett, T. J., Johnston, R. D., & Sheppard, J. M. (2015). Muscular strength and power correlates of tackling ability in semiprofessional rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2071-2078.
- Young, W., McLean, B., & Ardagna, J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(1), 13-19.

Relationships between start speed and lower limbs power in rugby players

¹Wei-Ming Lin ¹Min-Hao Hung ²Cheng-Wen Wu ¹Chin-Shan Ho*

¹ Graduate Institute of Sports Science, National Taiwan Sports University

² Physical Education Office, Yuan Ze University

Submit date : September 2017 ; Qualified date : November 2017

Abstract

Introduction: Rugby is a contact sport, in which players perform a lot of accelerations and change of directions during a match. Several studies have found that the lower-limbs power correlated with the acceleration and rugby-specific ability. The aim of this study was to analyze that correlations between the start speed and lower-limbs power. **Method:** Subjects were fifteen male rugby players. A force plate and 3D motion analysis system were used to capture the countermovement jump and 2.5 and 5 meters data. The jump height and velocity were calculated by self-design Matlab programs. Pearson product moment correlation coefficients was used to correlate on each variable. **Result:** There were moderate negative correlations between the time at 5 meters and peak force, and peak rate of force development. ($r = -0.601$, $r = -0.687$). The peak force was highly correlated with the rate of force ($r = 0.597$). **Conclusion:** The rate of force development, peak force and time of 5 meters have significant correlations. The coach can improve the start speed and short sprint velocity through the maximum strength training and plyometric training.

Keywords: rate of force development, short sprint velocity , countermovement jump
