第 2 卷 第 2 期，45-48 頁 (2015 年 12 月) DOI :10.3966/240996512015120202002

仰臥推舉成功與失敗在槓鈴加速度驟減次數之比較
A comparison of successful and unsuccessful bench press attempts in the deacceleration of barbell

[1]鄭仲廷 Cheng, Chung-Ting [2]相子元 Shiang, Tzyy-Yuang* [3]江杰穎 Chiang, Chieh-Ying

[1]國立臺灣師範大學 體育學系 Department of Physical Education, National Taiwan Normal University

[2]國立臺灣師範大學 運動競技系 Department of Athletic Performance, National Taiwan Normal University*

[3]國立體育大學 技擊運動系 Department of Sports Training Science-Combats, National Taiwan Sport University

投稿日期：2015 年 06 月；通過日期：2015 年 10 月

摘 要

目的：比較成功與失敗的仰臥推舉在向心階段的槓鈴加速度驟減次數之差異。方法：15 名規律重量訓練者 (年齡 26.0±4.0 歲、身高 175.1±4.2 cm、體重 76.8±9.8 kg、BMI 25.0±2.7、1RM 重量 90.7±19.4 kg)，訓練經驗至少 1 年以上，以及保持每周 2~5 次重量訓練，1RM 最少可以推起自己體重的重量，在半年內無骨骼肌肉之傷害。實驗使用一個三軸加速規 (Crossbow, CXL50LP3,CA) 擺放在槓鈴中心的位置，取樣頻率設為 1000Hz，收集在成功與失敗情境下仰臥推舉的加速度參數。實驗所採用的強度為 92%預估 1RM，進行 3 下試舉，每次最少加重 2.5kg，並持續加重至無法完成 3 次重複次數，最多測驗 5 組。實驗所得的數據經由 AcqKnowledge 4.1 軟體 (Biopac, US.) 進行事後處理及運算，統計分析以成對樣本 T 檢定比較動作成功與失敗的加速度驟減次數之差異。結果：失敗組的加速度驟減次數顯著多於成功組(平均加速度驟減次數:成功組 1.80 次; 失敗組 4.86 次)。結論：本研究發現失敗組的加速度驟減次數多於成功組，這表示失敗的發生可能藉由加速度驟減次數來預測，研究的結果可以提供未來進行仰臥推舉訓練的監控指標，藉由加速規來監測運動員進行仰臥推舉的加速度驟減次數，提供停止訓練的即時訊息，並且提供負荷選擇的參考依據，提高訓練效率。

關鍵字：仰臥推舉、障礙區、加速度驟減次數

壹、緒論

肌力訓練中，仰臥推舉是最常用來訓練上肢肌力的動作 (Elliott, Wilson, & Kerr, 1989; Van Den Tillaar & Ettema, 2010)。這項運動的進行方式為仰臥在水平臥推板上，兩手掌間距比肩稍寬並正握住槓鈴，兩臂伸直支撐住槓鈴於胸部上方，將槓鈴緩慢垂直落下直到胸口，再將槓鈴推起直到手肘完全伸直。在進行高負荷的仰臥推舉中，當向上推起 35~45%的高度時會出現一種”卡住”的現象，在此階段槓鈴的移動速度出現大幅的下降，並將此稱為障礙區(sticking region) (Van Den Tillaar & Ettema, 2010)。

過去研究發現，障礙區發生的原因可能是由於肌肉的長度處於力學劣勢點上，造成力量產生的能力在此階段被減弱所致 (Elliott, Wilson, & Kerr, 1989)。有學者推測，障礙區的出現可能是仰臥推舉失敗的發生原因 (Lander, Bates, Sawhill, & Hamill, 1985)。但在近期觀察最大強度的仰臥推舉動作成功與失敗的研究發現，不論動作的成功或失敗都會出現障礙區。雖然在失敗組的障礙區中，加速度峰值及速度峰值有低於成功組的現象，但由於失敗組的重量較重，所以加速度峰值和速度峰值較低是合理的，而且在動作過程中除了離心收縮階段和胸回彈階段之外，其他的動作過程都有著相同的肌電訊號 (Van den Tillaar & Ettema, 2009)。另外，以次最大強度做多次試舉探討成功與失敗的仰臥推舉研究中 (Van Den Tillaar & Saeterbakken, 2013)，在比較每下試舉的加速度與速度差異並無顯著趨勢。因此，失敗的發生是否來自於障礙區對仰臥推舉中特定因素影響所造成，目前還不清楚。

過去這些研究試圖以速度 (Velocity)、加速度 (Acceleration)、力量 (Force)、肌電圖 (Electromyography)、關節角度 (Joint angle)對成功與

*通訊作者：相子元 Email：tyshiang@gmail.com

地址：(116)臺北市文山區汀州路四段 88 號 臺灣師範大學運動競技系

失敗的障礙區進行探討 (Miletello, Beam, & Cooper, 2009; Van den Tillaar & Ettema, 2009, 2010; Van Den Tillaar & Saeterbakken, 2012, 2013)，但結果仍尚未明確，不過，以加速度觀察障礙區的研究中，都只探討加速度的峰值、最小值和其下降的幅度 (García-López, Hernández-Sánchez, Martín, Marín, Zarzosa, & Herrero, 2014; García-López, Herrero, Abadía, García-Isla, Uali, & Izquierdo, 2008; Zemková, JeleN, KováCiková, Ollé, Vilman, & Hamar, 2014)，然而許多人在進行高負荷的仰臥推舉時，其實會出現多次加速度先下降再上升的情形，這可能會與疲勞或槓鈴偏移有關，但過去研究忽略了當中許多「加速度驟減的次數」，因此本研究認為這也是考量之一。

此外，在過去用來研究仰臥推舉的力學實驗中，所需儀器由於費用較高和尺寸較大，且通常必須在實驗室內才能進行而限制了其實用性。三軸加速規已被證實能提供可靠以及多用途的資訊來評估肌肉力量 (Thompson & Bemben, 1999)。為了克服儀器尺寸較大及費用較高的缺點，本實驗以三軸加速規進行仰臥推舉中的加速度分析，利用三軸加速規進行分析的優勢在於儀器不僅更為輕巧且價格低廉 (相子元，2009; 相子元、石又、何金山，2012)，也可以被整合入各種穿戴式科技產品中，使得本實驗的結果可以更廣泛地被應用。

本實驗希望藉由仰臥推舉動作成功與失敗的情境來比較加速度驟減次數的差異，主要分析在障礙區 (Sticking region) 到後障礙區 (Post-sticking region) 的加速度驟減次數，假設能夠得知動作成功與失敗之間加速度驟減次數的差異，將可讓研究結果運用於穿戴式運動監控器材的設計，提供使用者停止訓練的訊息，進一步避免運動傷害發生的機率。

貳、研究方法

一、研究對象

由 15 位健康男性，基本資料如下表 1 所示，6 個月內上肢無神經或肌肉骨骼系統傷害病變，規律訓練至少 1 年以上，以及保持每周 2~5 次重量訓練，1RM 至少可以推自己體重的重量。

二、實驗流程

以一個三軸加速規 (Crossbow, CXL50LP3,CA)，擺放位置為槓鈴中心 (Rontu, Hannula, Leskinen, Linnamo, & Salmi, 2010)，取樣頻率設為 1000Hz。受試者於實驗前 30 分鐘到場熱身，熱身內容包含兩個階段，第一個階段熱身使用 40~60%的預估 1RM，進行仰臥推舉試舉 8 下，休息 3 分鐘後進行第二階段熱身，以 60~80%的預估 1RM，進行仰臥推舉試舉 5 下。休息 5 分鐘後，接著進行 3RM 測驗，測驗內容如下：採用 92%預估 1RM，3 下試舉，組間休息 5 分鐘，每組最少加重 2.5kg，持續加重至無法完成 3 次重複次數。試舉成功的判定為當槓鈴會下降到胸口後，接著將槓鈴向上推起直到手肘完全伸直；失敗則是無法完成上述要求 (Van Den Tillaar & Ettema, 2010)。動作採用「touch-and-go」原則，指受試者將槓鈴至起始位置 (手肘完全伸直) 緩慢下降，以不藉由胸口回彈的力量將槓鈴向上推回起始位置 (Mayhew, Jacques, Ware, Chapman, Bemben, Ward, & Slovak, 2004)。選用 3RM 作為實驗強度的原因，由於過去研究提到 3RM 強度的仰臥推舉是適合發展最大肌力的訓練方式，也會有障礙區的出現 (Johnston, Gabbett, Jenkins, & Hulin, 2015)。

表 1 受試者基本資料表

	平均數	標準差
年齡 (yrs)	26.0	4.0
身高 (cm)	175.1	4.2
體重 (kg)	76.8	9.8
BMI (kg/m^2)	25.0	2.7
仰臥推舉最大肌力 (kg)	90.7	19.4

N=15; BMI=身體質量指數 (body mass index)

三、實驗儀器設備

使用三軸加速規 (Crossbow, CXL50LP3,CA)，擺放位置為槓鈴中心 (Rontu, Hannula, Leskinen, Linnamo, & Salmi, 2010)，並收集在成功與失敗情境下，仰臥推舉的加速度參數，取樣頻率設為 1000Hz。本研究僅針對槓鈴垂直方向的加速度進行分析 (Rontu, Hannula, Leskinen, Linnamo, & Salmi, 2010)。

四、資料處理與統計分析：

(一)仰臥推舉的加速度波型分區：

採用 5 Hz 低通濾波將從加速規收集到的數據進行處理 (Duffey & Challis, 2011)，並把加速度波型進行分區。第一階段為「前障礙區」(Pre-sticking region)，指槓鈴從最低點到初始槓鈴最大加速度；第二階段是「障礙區」(Sticking region)，從初始槓鈴最大加速度直到初始槓鈴最低加速度；第三階段為「後障礙區」(Post-sticking region)，從初始槓鈴最低加速度到第二槓鈴最大加速度 (Van den Tillaar & Ettema, 2009)；第四階段是第三階段接近結束時，訓練者無意識的減速

第 2 卷 第 2 期，45-48 頁 (2015 年 12 月)

(Newton, Kraemer, Häkkinen, Humphries, & Murphy, 1996)。本研究以受試者個人失敗前一次試舉的資料，分析其第二階段 (Sticking region) 到第三階段 (Post-sticking region) 的加速度波型中發生加速度驟減的次數，每個加速度的驟減必須超過 0.01(m/s^2)才會被採納。

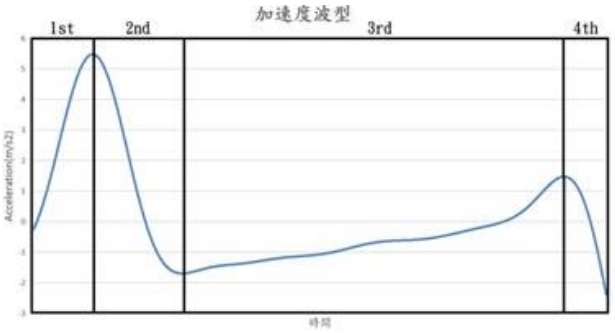


圖 1、仰臥推舉的加速度波型分區，1st 為「前障礙區」(Pre-sticking region)；2nd 是「障礙區」(Sticking region)；3rd 為「後障礙區」(Post-sticking region)；4th 是訓練者無意識的減速。

(二)成功組與失敗組的區分和試舉採納方式：

失敗組是指該組最少能完成 1 下試舉，但無法完成第 2 或第 3 下；而成功組則是能完成 3 次試舉，並且恰好為失敗組的前一組。在過去以次最大強度和固定試舉次數比較成功與失敗的實驗中，利用增加重量的方式操弄失敗 (Van den Tillaar & Ettema, 2009)，在實際訓練中，我們會希望準確的知道訓練的強度，來達到增加最大肌力的訓練目標，但是往往在強度的拿捏上很難判斷，以持續增加重量的方式，不僅可以知道受試者的能力，也可以與成功組進行比對。成功組與失敗組的該次試舉採納方式如下表 2 (粗體框線處為採用的該次試舉)：

表 2、成功組與失敗組的該次試舉採納方式

受試者 1 號		
	成功組	失敗組
第一下	成功	成功
第二下	成功	失敗
第三下	成功	

受試者 2 號		
	成功組	失敗組
第一下	成功	成功
第二下	成功	成功
第三下	成功	失敗

(三)統計分析：

本研究將加速規收集之資料，以 SPSS for Windows 21.0 版之套裝軟體進行各項統計分析。以成對樣本 T 檢定比較受試者在成功組與失敗組的在第二到第三階段加速度驟減次數的差異，顯著水準訂為 α= .05。

參、結果與討論

本研究結果發現，失敗組的加速度驟減次數多於成功組，並在成功與失敗的情況下達顯著差異 (p ＜.05)，即在失敗試舉的前一次試舉會出現較多的加速度驟減次數 (表三)。造成本研究結果的推測有以下三點：第一，在過去以 6RM 負荷搭配 6 次試舉的實驗發現，神經肌肉疲勞也會出現障礙區 (Saeterbakken & Fimland, 2012)，雖然本研究僅執行 1~3 下試舉，但強度相對較高 (3RM 負荷)，因此，神經肌肉疲勞的因素可能也是影響本研究結果的原因之一。第二，過去研究發現，障礙區也可能是延遲的神經肌肉反應導致肌力的下降所致 (Van Den Tillaar & Ettema, 2010; 周峻忠、歐雅芬、王宇涵，2013)，所以加速度驟減的次數可能也是此原因所造成。第三，疲勞可能造成槓鈴兩端的俯仰度和偏搖度較大，這個不穩定角度變化較大可能也是影響動作失敗前一次試舉出現較多加速度驟減次數的因素 (莊銘修、張立羣，2014; 龔哲嫈、邱宏達，2014)。

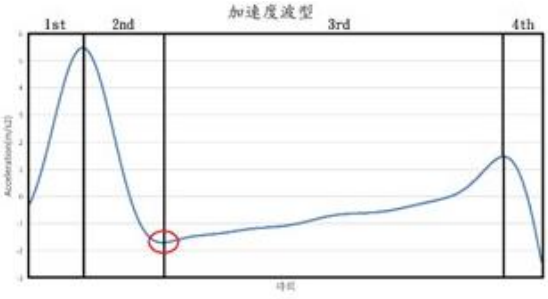


圖 2、仰臥推舉試舉成功的加速度驟減次數

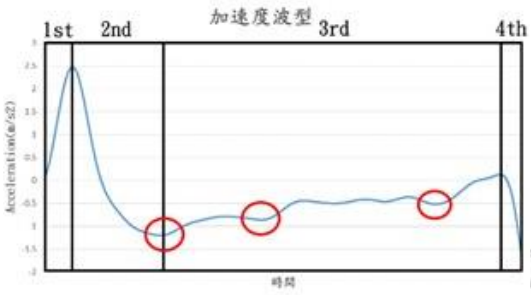


圖 3、仰臥推舉試舉失敗的加速度驟減次數

表3成功組與失敗組的加速度驟減次數以及成對樣本T檢定之結果

	人數	平均數	標準差	T 值	顯著性
成功組	15	1.80	0.94	-5.693	0.000
失敗組	15	4.86	2.32		

肆、結論與建議

綜合上述，成功組的加速度驟減次數低於失敗組並達到統計上的差異，且不論成功或失敗組都會出現一次以上的加速度驟減，但在失敗前的該次試舉都會出現至少 2 次以上的加速度驟減。由於本實驗利用加速規發現仰臥推舉動作成功與失敗的加速度驟減次數有顯著地差異，未來可應用在穿戴式科技中。舉例來說，目前健身房會使用穿戴式科技的使用者大多為單獨訓練者，但訓練仰臥推舉算是一個較為進階的動作，若是發生動作失敗而沒有旁人協助，則會有嚴重的運動傷害，所以提供預防措施是有必要的。當使用者配戴此裝置進行仰臥推舉時，可能在特定負荷做到第二下時出現比先前訓練還多的加速度驟減次數，此時裝置可以發出警訊或震動，告知使用者停止訓練的訊息，避免動作失敗發生的運動傷害。本研究結果，可以提供未來進行仰臥推舉訓練的監控指標，藉由加速規來監測運動員進行仰臥推舉的加速度驟減次數，提供停止訓練的即時訊息來預防動作失敗所發生的運動傷害，並且提供負荷選擇的參考依據，提高訓練效率。

伍、參考文獻

周峻忠、歐雅芬、王宇涵 (2014)。不同阻力與加壓負荷對肌力表現之影響。*運動表現期刊，1*(1)，15-19。

相子元 (2009)。運動生物力學之趨勢。*華人運動生物力學期刊*(1)，52-55。

相子元、石又、何金山 (2012)。感測科技於運動健康科學之應用。*體育學報，45*(1)，1-12。

莊銘修、張立羣 (2014)。世界大學抓舉冠軍選手之槓鈴運動學分析。*華人運動生物力學期刊*(10)，1-9。

龔哲嫈，邱宏達 (2014)。以槓-頸-髖夾角比較成功與失敗抓舉動作之差異。*華人運動生物力學期刊*(11)，20-25。

Duffey, M. J., & Challis, J. H. (2011). Vertical and lateral forces applied to the bar during the bench press in novice lifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 25*(9), 2442-2447.

Johnston, R. D., Gabbett, T. J., Jenkins, D. G., & Hulin, B. T. (2015). Influence of physical qualities on post-match fatigue in rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport,18*(2), 209-213.

Mayhew, J. L., Jacques, J. A., Ware, J. S., Chapman, P. P., Bemben, M. G., Ward, T. E., & Slovak, J. P. (2004). Anthropometric dimensions do not enhance one repetition maximum prediction from the NFL-225 test in college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 18*(3), 572-578.

Newton, Kraemer, Häkkinen, Humphries, & Murphy. (1996). Kinematics, kinetics, and muscle activation during explosive upper body movements. *Journal of Applied Biomechanics, 12*, 31-43.

Rontu, J.-P., Hannula, M. I., Leskinen, S., Linnamo, V., & Salmi, J. A. (2010). One-repetition maximum bench press performance estimated with a new accelerometer method. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 24*(8), 2018-2025.

Saeterbakken, A. H., & Fimland, M. S. (2012). Muscle activity of the core during bilateral, unilateral, seated and standing resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology, 112*(5), 1671-1678.

Van den Tillaar, & Ettema. (2009). A comparison of successful and unsuccessful attempts in maximal bench pressing. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 41*(11), 2056-2063.

Van Den Tillaar, & Ettema. (2010). The “sticking period” in a maximum bench press. *Journal of Sports Sciences, 28*(5), 529-535.

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC