



## 不同競技水準拳擊選手預先計劃與反應性運動表現之比較:初步研究

<sup>1</sup>王翔星、<sup>2</sup>賴明輝\*、<sup>2</sup>柯文明、<sup>1</sup>陳盈甄、<sup>1</sup>李佳蓁

<sup>1</sup>國立體育大學、<sup>2</sup>國家運動訓練中心

投稿日期: 2021 年 04 月; 通過日期: 2021 年 05 月

### 摘要

**目的:** 預先計劃運動表現 (planning performance, PP) 與反應性運動表現 (reactive performance, RP) 都是賽場所需的技術運用能力, 但不同競技水準選手的 PP 和 RP 可能存有差異。本研究的目的是量化拳擊選手以 PP 及 RP 執行專項動作與一般動作 (蹲踞跳高度、伏地推高度) 之運動表現, 並分析不同競技水準拳擊選手 PP 與 RP 之差異。**方法:** 16 位青少年男子拳擊選手依競賽成績區分為優秀組 (n=6) 及一般組 (n=10)。以運動儀器量化受試者以 PP 及 RP 的方式執行拳擊專項動作與一般動作之運動表現。以相依樣本 t 檢定考驗組內 PP 及 RP 是否具有顯著差異, 並以獨立樣本 t 檢定比較二組間各依變項之差異, 顯著水準定為  $\alpha = .05$ 。**結果:** 優秀組 PP 的專項動作反應時間及專項打擊時間 (單拳、雙拳、連續 6 拳) 顯著優於 RP ( $p < .05$ ), 但一般運動表現無顯著差異 ( $p > .05$ ); 一般組無論是專項運動表現或一般運動表現, PP 均顯著優於 RP ( $p < .05$ )。優秀組以 RP 執行單拳及連續 6 拳的專項打擊時間顯著優於一般組 ( $p < .05$ )。**結論:** 相同技能水準的選手, 以既定計畫執行的 PP 運動表現優於需要因應刺激做出反應的 RP 運動表現。競技水準較佳選手執行發力時間較長的動作, 不受 PP 與 RP 的影響。以 RP 執行單拳與連續 6 拳的能力是優秀拳擊與一般拳擊選手關鍵的差異, 故推論優秀拳擊選手的優勢建立於執行專項動作時快速的反應時間及肌肉能連續且快速收縮的能力。

**關鍵詞:** 技擊運動、專項動作、反應時間

### 壹、緒論

優異的反應能力有助於特定運動技術的發揮, 讓選手得以盡速發動攻擊更可縮短總體運動時間, 是技擊項目 (例如空手道、拳擊、跆拳道及擊劍等) 至關重要的能力 (Iermakov, Podrigalo, & Jagiello, 2016)。在競技運動賽場上, 選手發動攻擊的原因可能是戰略的運用, 稱為預先計劃運動表現 (planning performance, PP), 或是對於某一種狀況的對應表現, 稱為反應性運動表現 (reactive performance, RP)。但不同技能水準選手的 PP 和 RP 可能存有差異 (Sekulic, Krolo, Spasic, Uljevic, & Peric, 2014; Spasic, Krolo, Zenic, Delextrat, & Sekulic, 2015)。以拳擊運動為例, 選手自主攻擊對手是 PP; 而因應對手動作 (攻擊或防禦) 引起的視覺刺激完成攻擊或反擊則為 RP。PP 與 RP 都是賽場所需的技術運用能力, 近年來運動科學研究企圖解析此二種能力是否作為量化選手技能表現的關鍵指標。Giovanni, Michalis, Enzo, Eugenio, Giovanna, Giuseppe, 與 Alessandra (2017) 比較不同層級足球選手依照預

知路徑的折返跑 (changes of direction, CODS) 及利用視覺感知的反應性折返跑 (reactive agility, RA), 其速度表現是否具有差異, 研究結果顯示資深組的反應性折返跑速度顯著優於新生組。但 Haris, Erik, Ante, Ivan, Ognjen, Miodrag, 與 Damir (2018) 比較二個技能水準的足球員改變方向折返跑及反應性折返跑的速度, 研究結果發現優秀組改變方向折返跑的速度顯著優於初級組, 但二組間反應性折返跑的速度無顯著差異。綜合以上可知, 預先計劃運動表現或利用視覺感知做出反應的運動表現雖為競賽所需能力, 但是否作為選手技能水準評量的依據, 文獻回顧結果仍有分歧。此外, 建構可量化競賽所需能力的檢測方式, 一直是訓練科學努力的目標之一, 因精準的量化數據不但能監控與評估運動員技能表現更是技術訓練的參考依據。拳擊運動屬於短時間快收縮速度的技擊項目, 除必備極快與正確的反应能力外, 負責發力的下肢爆發力與展現出拳速度的上肢爆發力, 均是拳擊選手關鍵的運

\*通訊作者: 賴明輝 國家運動訓練中心  
地址: 813高雄市左營區世運大道399號  
E-mail: ryan0412@ntsu.edu.tw

動表現 (Pedro, Leandro, & António, 2015)。在運動科學研究中常以閃燈代表發動攻擊的訊號並計算整體動作的時間做為量化 RP 的檢測策略 (Bianco, et al. 2011; Stefan, Miroslav, Iva, Jan, & Zbigniew, 2017)。現階段，蹲踞跳的檢測廣泛用於評估下肢發力率與爆發力的指標 (張瑞祥、張木山、王令儀、辜靜儀, 2010)；以爆發性的上肢力量將自身或外部負荷 (物體) 彈射至空中的彈震式動作檢測則可量化上肢肌群快速產生力量的能力 (Moir, Munford, Moroski, & Davis, 2018)。另一個值得訓練科學關注的議題是，研究已證實參加國際競賽且開始有高峰表現的運動員年齡不斷下降，特別是男性的技擊、體操及游泳項目 (Longo, Siffredi, Cardey, Aquilino, & Lentini, , 2016)。因此針對青少年選手積極規劃最高級別賽事的長期培訓計劃與運動科學協助是各國競技育才的策略。綜合以上，本研究針對青少年拳擊選手及上述檢測策略，量化並比較不同層級選手以自主執行動作的方式 (PP) 及看到燈光訊號再執行動作的方式 (RP)，其一般運動表現 (蹲踞跳、伏地推) 與拳擊專項運動表現 (專項反應時間、專項打擊時間) 之差異。本研究之重要性包括：可分析出相同競賽成績選手 PP 與 RP 是否具有差異？可釐清不同競賽成績水準選手間 PP 與 RP 是否具有差異？可建構拳擊選手專項技能的檢測策略。

## 貳、方法

### 一、受試者

本研究以 16 位青少年男子拳擊選手為受試者，經研究目的與檢測內容說明後均自願參與本研究並與家長共同簽署受試者同意書。所有受試者依近二年競賽成績分層分配，受試者招募時首先排除曾獲得全國成績第二名與第三名者，再將 16 名受試者區分為具國手資格或全國冠軍之優秀組 (n=6) 及未曾取得全國成績前三名之一般組 (n=10)。受試者之基本資料如表 1。

表 1 受試者基本資料 (n=16)

組別	年齡 (yr)	身高 (cm)	體重 (kg)
優秀組	16.1±1.2	170.1±4.7	57.9±8.5
一般組	16.3±0.9	171.0±3.1	59.9±5.5

### 二、檢測方法

本研究自變項包括技能水準 (競賽成績) 及運動表現方式 (PP, RP)。依變項包括：一般運動能力 (蹲踞跳高度、伏地推高度) 及專項運動能力 (專項反應時間、專項打擊時間)。各依變項之檢測方法如下：

#### (一) 蹲踞跳檢測

以測力板 (force plate, PASCO, American) 測量受試者蹲踞跳之高度 (取樣頻率設定為 1000Hz)。測試時受試者手插腰並以 180 度自然站立，下蹲至膝關節角度約 90 度後迅速跳起，擷取測力板訊號消失與訊號再次出現的時間 (空中滯留時間) 計算跳躍高度 (根據自由落體運動  $h=1/2gt^2$ ，將騰空時間除以 2 帶入公式取得高度)。PP 檢測時，受試者準備好即可自行跳躍；RP 檢測時受試者看到燈光亮起後迅速完成蹲踞跳動作。所有受試者須完成 PP 及 RP 檢測各 3 次，每次中間休息 30 秒，擇優紀錄作為分析資料。

#### (二) 伏地推檢測

以測力板 (force plate, PASCO, American) 測量受試者伏地推之高度。受試者以伏地挺身姿勢二手伸直於測力板。當受試者準備好後自行執行伏地推動作，但必須以最快速度將身體推至空中 (圖 1)。擷取測力板訊號消失與訊號再次出現的時間 (空中滯留時間) 根據自由落體運動  $h=1/2gt^2$  (騰空時間除以二) 計算出推躍身體至空中的高度。PP 檢測時，受試者準備好即可自行完成動作；RP 檢測時受試者看到燈光亮起後迅速完成動作。所有受試者須完成 PP 及 RP 檢測各 3 次，每次中間休息 30 秒，擇優紀錄作為分析資料。



圖 1 伏地推動作示意圖

#### (三) 專項動作反應時間

以反應燈訓練系統 (trainer kit, Blaze Pod, American) 測量受試者以直拳動作觸擊燈光之整體時間。檢測前將六顆反應燈以併排方式 (上下各 3 顆反應燈) 裝置於沙包上，第一排燈光高度為 120 公分，每顆反應燈間距 5 公分。檢測時，受試者立於沙包前方，反應燈訓練系統之軟體會以倒數 3 秒方式啟動燈光，當六顆反應燈全亮瞬間，受試者以最快速度依序觸擊反應燈 (觸擊後立即熄滅)，待六顆反應燈全熄滅後，系統會顯示全程時間作為 PP 之專項反應時間。RP 專項反應時間檢測時受試者立於沙包前方，反應燈訓練系統之軟體以倒數 3 秒方式啟動燈光，六顆反應燈會隨機亮燈，受試者要以最快速度觸擊亮起的反應燈 (觸擊後反應燈熄滅另一顆反應燈立即亮起)，待六顆反應燈全已觸擊且熄滅後，系統會顯示全程時間作為 RP 專項反應時間。PP 及 RP 專項反應時間各測試 3 次，每次中間休息 30 秒，擇優紀錄作為分析資料。

#### (四) 專項打擊時間

以肌電感應器的慣性測量器 (trigno EMG & additional sensors, Delsys, American) 內置之三軸加速規擷取受試者以單直拳、雙直拳及連續 6 直拳攻擊沙包之秒數。前導實驗 (Pilot test) 確認拳擊選手以直拳攻擊沙包時，黏貼於受試者右肩及右膝之慣性測量器最早產生訊號，故本測試將慣性測量器黏貼於受試者右肩三角肌中束處 (用以紀錄 PP 動作開始的時間)，另一顆慣性測量器黏貼於沙包正前方離地 150 公分高的位置 (紀錄每一拳擊中沙包的時間)。此外，將同步組件 (trigger module, Delsys, American) 之燈光裝置於第二顆慣性測量器旁 (受試者可直視的位置)。檢測時，受試者以專項攻擊姿勢站立於沙袋前方 (紀錄每一位受試者選擇之距離)，準備好後以最快速度攻擊沙包，以受試者右肩慣性測量器訊號產生至沙包的慣性測量器訊號產生之時間作為 PP 專項打擊時間。RP 專項打擊時間則是計算受試者看到同步組件之燈光裝置亮燈至攻擊沙包使慣性測量器產生訊號之時間。PP 及 RP 專項打擊時間各測試 3 次，每次中間休息 30 秒，擇優紀錄作為分析資料。

#### 三、資料分析與處理

本研究所得資料以 IBM SPSS for windows 20.0 中文版套裝軟體進行分析。測試所得數據以平均數及標準差表示。以相依樣本 t 檢定考驗組內 PP 及 RP 是否具有顯著差異，並以獨立樣本 t 檢定比較二組間各依變項之差異。顯著水準定為  $\alpha=.05$ 。

#### 參、結果

以 t 檢定考驗組內 PP 與 RP 之差異及二組間各依變項之差異結果顯示，組內與組間均有部分依變項具顯著差異 ( $p < .05$ )，研究結果分述如下：

##### 一、組內 PP 與 RP 之差異比較

表二顯示，優秀組以 PP 與 RP 執行一般運動表現不具顯著差異 ( $p > .05$ )，但以 PP 與 RP 所執行的專項反應時間及專項打擊時間 (單拳、雙拳、連續 6 拳) 具有顯著差異 ( $p < .05$ )；分析樣本平均數之大小可知，優秀組 PP 的專項反應時間顯著快於 RP 專項反應時間 ( $p < .05$ )，PP 的專項打擊時間無論是單拳、雙拳或連續 6 拳均顯著快於 RP 專項打擊時間 ( $p < .01$ )。

表二同時顯示，一般組所有依變項的 PP 檢測成績與 RP 檢測成績均有顯著差異 ( $p < .05$ )；分析樣本平均數之大小可知，一般組 PP 蹲踞跳與伏地推的高度顯著高於 RP 的蹲踞跳及伏地推高度 ( $p < .05$ )，一般組 PP 的專項反應時間顯著快於 RP 專項反應時間 ( $p < .01$ )，一般組 PP 的專項打擊時間無論是單拳、雙拳或連續 6 拳均顯著快於 RP 的專項打擊時間 ( $p < .01$ )。

##### 二、組間 PP 與 RP 之差異比較

圖 2 顯示優秀組與一般組除了 RP 的專項反應時間及 RP 的連續 6 拳打擊時間具顯著差異外 ( $p < .05$ )，其餘依變項無論是 PP 或 RP 均無顯著差異 ( $p > .05$ )。分析樣本平均數之大小可知，優秀組 RP 的專項反應時間顯著快於一般組 ( $p < .05$ )，優秀組 RP 連續 6 拳打擊時間顯著快於一般組 ( $p < .05$ )。

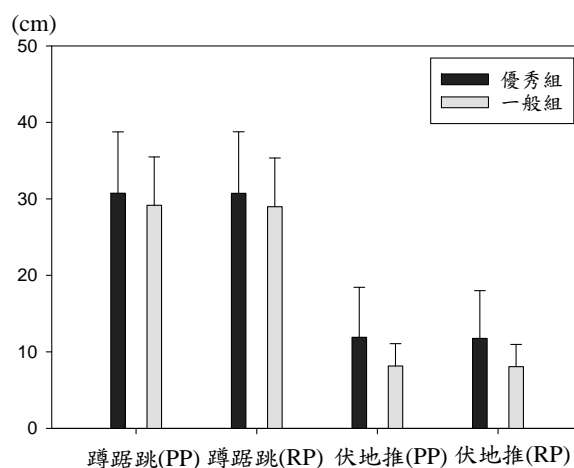


圖 2 一般組與優秀組一般運動能力之差異

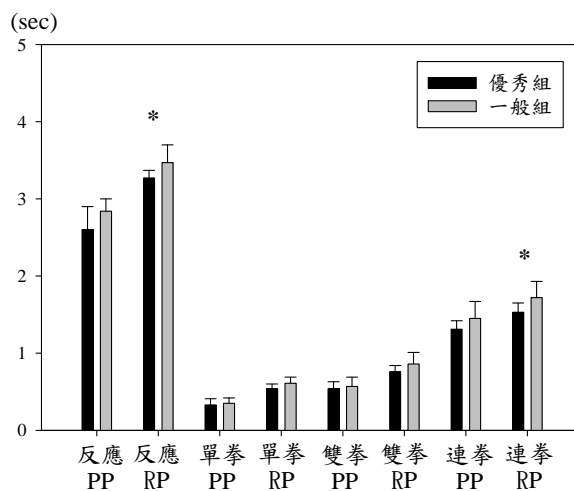


圖 3 一般組與優秀組專項運動能力之差異

#### 肆、討論

依據研究結果有 3 點重要發現，包括：(一) 相同競賽成績水準的選手執行 PP 的運動表現均優於執行 RP 的運動表現；(二) 競技水準較高選手 (優秀組)，其一般運動能力不受到 PP 或 RP 的影響；(三) 不同競技成績水準選手，以 RP 執行專項打擊動作 (單拳

表2 各組組內PP與RP之差異比較

	組別	PP M (SD)	RP M (SD)	t
蹲踞跳高度 (cm)	優秀組	30.75 (8.01)	30.73 (8.04)	1.58
	一般組	29.16 (6.33)	28.98 (6.37)	7.37*
伏地推高度 (cm)	優秀組	11.91 (6.53)	11.76 (6.24)	.98
	一般組	8.15 (2.92)	8.06 (2.91)	6.33**
專項反應時間 (sec)	優秀組	2.60 (0.31)	3.27 (0.10)	-5.88**
	一般組	2.84 (0.16)	3.47 (0.23)	-11.05**
專項打擊時間 (sec)	單拳			
	優秀組	0.33 (0.08)	0.54 (0.09)	-15.54**
	一般組	0.35 (0.07)	0.61 (0.08)	-10.53**
	雙拳			
	優秀組	0.54 (0.09)	0.76 (0.08)	-15.88**
	一般組	0.57 (0.12)	0.86 (0.15)	-10.54**
連續 6 拳	優秀組	1.31 (0.11)	1.53 (0.12)	-19.05**
	一般組	1.45 (0.22)	1.72 (0.21)	-30.69**

註:相依樣本 t 檢定, \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ 。M代表平均數。SD代表標準差。

及連續 6 拳) 的運動表現具有顯著差異, 優秀組快於一般組。本研究針對 3 點發現進行探討與推論。

本研究發現, 無論是優秀組或一般組, 以 PP 執行動作之運動表現均優於以 RP 執行的運動表現。換言之, 預先計畫的專項攻擊動作, 在不需要反應判斷的情境下, 其動作速度快於因應視覺刺激 (燈光變化) 再完成攻擊的反應性專項攻擊動作。Francesco, Francesco, Teresa, 與 Donatella (2006) 表示, 技擊選手執行專項動作時, 若需要判斷對手動作真偽, 發動攻擊前大腦必須進行訊息判斷、任務決定 (執行或不執行) 及決定最簡單的任務執行策略, 故選手對應對手的虛假動作時, 可能將預期動作迅速轉換為新的且更適當的動作。因此, 依據判斷再進行反應的動作表現, 有較高延遲與錯誤的機率。Valentina, Francesco, Rinaldo, & Marika (2016) 也解釋選手執行 PP 與 RP 的運動表現具有差異的原因, 是因為技擊運動需要在極短時間內完成動作, 且在不同情境下, 大腦進行運動準備 (motor preparation) 的週期長短不同; 當選手沒有充分時間處理刺激訊息時, 無法有效完成正確與快速的動作。PP 的執行是大腦透過認知經驗所做出的動作, 有較長的運動準備週期, 故能發揮較佳的運動表現。Valentina 等人同時表示, 執行無準備性動作的能力, 受到各單項特定練習的頻率影響, 故技術教練可透過高頻率的特定練習, 縮短選手執行 PP 與 RP 間的差距。

本研究另一個值得關注的結果是:「優秀組的一般運動表現能力 (蹲踞跳、伏地推的高度) 並不受到 PP 與 RP 二種不同動作執行策略的影響」。運科研究發現, 不同專項運動的發力時間具有特殊性, 技擊選手單一攻擊動作通常計算 50 毫秒的發力率 (Aagaard,

Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002), 而策略性跳躍 (蹲踞跳形式) 從下蹲到重心上升 (向上運動) 期間與地面接觸時間長, 最大力量鋒值出現在 250 毫秒, 屬於緩慢發力的 SSC 動作 (McLellan, Lovell, & Gass, 2011)。如同 Valentina 等人 (2016) 的論點, 優秀選手可能因為高頻率的特定練習, 使 RP 的運動表現增高並縮短 PP 與 RP 間的差距; 再加上 250 毫秒的時間讓技能水準較高的受試者有充分的準備, 故其跳躍高度不受「反應」快慢的影響。本研究推論相同競技水準之選手, 以 PP 與 RP 執行蹲踞跳及伏地推的運動表現與發力時間長短有關, 技能水準較高選手執行發力時間超過 250 毫秒的動作時, 其 PP 與 RP 的運動表現不具差異。

本研究進行組間差異比較的主要目的是企圖推論哪一個依變項可能是優秀拳擊選手與一般拳擊選手間關鍵的差異, 用以建議教練據此擬訂提升拳擊選手技能水準之策略。本研究結果顯示, 優秀組以 RP 執行單拳與連續 6 拳的專項運動表現顯著優於一般組。此結果與 Giovanni 等人 (2017) 的研究結果相符, Giovanni 根據其研究結果推論, 所有選手的既定路線折返跑 (COD) 成績和反應性折返跑 (RA) 成績具有高度相關, 但較資深或技能水準較高之選手具備「預期」的能力和經驗, 能迅速做出較為正確的決定。Araújo, Davids, 與 Hristovski (2006) 也提出相同的論點, 其表示優秀足球選手能使用環境中的可用信息來轉變行動, 而非使用離散的選擇進行決策, 此將提高踢出球後對球的速度和位置做出反應的能力, 故優秀足球選手具備較佳的反應性運動能力。綜合以上, 優秀選手的 RP 能力優於一般選手似乎可依據文獻及本研究結果做出定義; 然而, 細究本研究結果可知, 優秀組 RP 的運動表現雖然都優於一般組的運動表現,



但只有單拳與連續 6 拳的專項運動表現達到統計學的顯著差異。

為釐清二組間單拳與連續 6 拳專項運動表現差異之關鍵要素，進一步檢視原始數據發現，優秀組單拳的完成時間平均 0.54 秒，其中反應時間（燈光亮起至右肩慣性測量器產生訊號）為 0.20 秒，動作時間為 0.34 秒。一般組單拳的完成時間平均 0.61 秒，反應時間為 0.26 秒，動作時間為 0.35 秒；表示優秀組單拳運動表現顯著優於一般組的關鍵要素是反應時間。再進一步檢視優秀組連續 6 拳的原始數據發現，完成連續 6 拳的時間平均 1.53 秒，其中反應時間為 0.22 秒，動作時間為 1.31 秒。一般組連續 6 拳的完成時間平均 1.72 秒，其中反應時間為 0.27 秒，動作時間為 1.46 秒；換言之，優秀組的反應時間及肌肉連續快速收縮的能力均優於一般組。故本研究推論優秀組與一般組單拳與連續 6 拳專項運動表現的差異，與反應的能力及肌肉連續快速收縮的能力有關。

運科研究證實，高水準運動員具有快速的反應能力（對視覺信息的快速處理和隨後產生的適當運動指令），技能水準不佳的選手可能會在關鍵時刻無法排除干擾甚做出不利的行為（如眨眼），故影響反應的時間（Brendan, et al., 2020）。Ashker (2011)也證實，拳擊賽獲勝選手在頭部或身體的進攻動作，其反應能力均優於比賽失利的選手。Mori, Ohtani, 與 Imanaka (2002)的研究已證實，優秀技擊項目選手能因應對手的動作做出更快的反應，以展開更快進攻或反擊動作。本研究也發現優秀拳擊選手除具備較為優勢的反應能力外，亦具備連續快速打擊的能力。王翔星、朱木炎與湯惠婷 (2016) 表示，多數的跆拳道選手只能展現單一快速的動作，但優秀跆拳道選手面對高水準的比賽所需的是快速且連續的攻擊能力，故教練應設計能突破選手肌肉收縮速度模式，且能讓肌群接受快速且連續收縮刺激的阻力訓練。跆拳道與拳擊同屬技擊項目，快速反應並能連續快速攻擊的能力對於賽場主導性與安全至關重要。

本研究驗證了不同競賽成績水準選手間 PP 與 RP 確實具有差異。但本研究受限菁英選手之招募數量及年齡層（青少年），故受試者人數過少與聚焦於青少年選手均為本研究限制。

## 五、結論

本研究綜合以上論述做出三點結論，(一) 無論是優秀組或一般組，以既定計畫執行的 PP 運動表現優於需要因應刺激做出反應的 RP 運動表現；(二) PP 與 RP 運動表現的差異，可能與動作發力時間長短有關，加上優秀組選手可能具備較短決策時間的能力，故以 PP 與 RP 執行蹲踞跳與伏地推的成績沒有差異。(三) 優秀與一般拳擊選手運動表現之差異為單拳與連續 6 拳攻擊的能力。優秀拳擊選手單拳與連續 6 拳的優勢則建立於反應時間的快慢及連續快速肌收縮的能力。

本研究建議，因 RP 的執行是非計劃且無法預期的表現，故教練可設計需要立即判斷的訓練刺激以改善專注與決策能力，提高反應的速度。此外，能連續且快速攻擊的能力也是成為優秀選手的關鍵，教練可於週期性阻力訓練計畫的速度與爆發力訓練期，融入輕負荷（45% 1RM 以下）快速收縮的訓練動作，並以漸進超載原則進行高反覆次數的訓練，用以強化主肌群連續快速收縮的能力。

## 誌謝

本研究為 109 學年度教育部教學實踐計畫之子計畫，在教育部經費的支持下，使得本計畫能順利進行，在此獻上萬分致謝。

## 陸、參考文獻

- 王翔星、朱木炎、湯惠婷 (2016)。被動式下肢推蹬肌力訓練對跆拳道踢擊速度及一般體能之影響-個案研究。《運動表現期刊》，3(2)，1-5。
- 張瑞祥、張木山、王令儀、辜靜儀 (2010)。膝關節角度變化對於垂直蹲跳表現之影響。《華人運動生物力學期刊》，2，57-63。
- Aagaard, P., Simonsen, E., Andersen, J., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1318-1326 doi:10.1152/jappphysiol.00283.2002
- Araújo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7, 653-676.
- Ashker, S. E. (2011). Technical and tactical aspects that differentiate winning and losing performances in boxing. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(2), 356-364.
- Bianco M., Ferri M., Fabiano, C., Giorgiano, F., Tavella, S.,...Zeppilli, P. (2011) Baseline simple and complex reaction times in female compared to male boxers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51, 292-298.
- Brendan, T. B., Alice, G. C., Jonathan, C. F., Simon, J. B. John, G. B., Julie, M. H., & Andrew, J. S. (2020). Faster visual reaction times in elite athletes are not linked to better gaze stability. *Scientific Reports*, 10, 13216. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69975-z>
- Francesco, D. R., Francesco, T., Teresa, A., & Donatella, S. (2006). Neural correlates of fast stimulus discrimination and response selection in top-level fencers. *Neuroscience letters*, 408(2), 113-8. doi: 10.1016/j.neulet.2006.08.085.
- Giovanni, F., Michalis, M., Enzo, I., Eugenio, M. P., Giovanna, A., Giuseppe, C., & Alessandra, D. C. (2017). Agility and change of direction in soccer:

- differences according to the player ages. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(12), 1597-1604. doi: 10.23736/S0022-4707.16.06562-2
- Haris, P., Erik, A., Ante, K., Ivan, J., Ognjen, U., Miodrag, S., & Damir, S. (2018). Importance of reactive agility and change of direction speed in differentiating performance levels in junior soccer players: Reliability and validity of newly developed soccer -specific tests. *Frontiers in Physiology*, 9, 1-11.
- Iermakov, S., Podrigalo, L. V., Jagiełło, W. (2016). Hand-grip strength as an indicator for predicting the success in martial arts athletes. *Archives of Budo*, 12, 179-186.
- Longo, A.F., Siffredi, C.R., Cardey, M.L., Aquilino, G.D., & Lentini, N.A. (2016). Age of peak performance in Olympic sports: A comparative research among disciplines. *Journal of Human Sport and Exercise*, 11(1), 31-41. doi: 10.14198/jhse.2016.111.03
- McLellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2011). The role of rate of force development on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 379-385. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181be305c
- Mori, S., Ohtani, Y., & Imanaka, K. (2002). Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. *Human Movement Science*, 21, 213-230.
- Pedro, V. S. M., Leandro, V. D. P., & António, P. V. (2015). Segmental kick velocity is correlated with kick specific and nonspecific strength performance in a proximodistal sequence. *Archives of Budo*, 11, 271-283
- Sekulic, D., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O., & Peric, M. (2014). The development of a new stop'n'go reactive-agility test. *Journal of Strength Conditioning Research*, 28, 3306-3312. doi: 10.1519/JSC.0000000000000515
- Valentina, B., Francesco, D. R., Rinaldo, L. P., & Marika, B. (2016). Different proactive and reactive action control in fencers' and boxers' brain. *Neuroscience*, 20, 260-268. doi: 10.1016/j.neuroscience.2016.12.006



## Comparison of planning performance and reactive performance between two different levels boxing athletes: preliminary study

<sup>1</sup>Hsiang-Hsin Wang <sup>2</sup>Ming-Hui Lai\*, <sup>2</sup>Wen-Ming Ko, <sup>1</sup>Ying-Chen Chen, <sup>1</sup>Jia-Zhen Li

<sup>1</sup>National Taiwan Sport University, Taoyuan, Taiwan

<sup>2</sup>National Sports Training Center, Kaohsiung, Taiwan

Received: 2021/04; Accepted : 2021/05

### ABSTRACT

**Purpose:** Planning performance (PP) and reactive performance (RP) are both technical skills required in the competition, but athletes of different levels may have differences in PP and RP. The purpose of this study is to quantify the planning and reactive performance of boxers in specific sport movements and general movements respectively, and to analyze the differences between PP and RP of boxers of different competitive levels. **Methods:** Sixteen young male boxers were divided into excellent group (n=6) and general group (n=10) according to their competition performance. Force plates, IMU, and reaction testing system were used to quantify the PP and RP performance. Data were analyzed by using Paired-Sample T-test to compare difference of PP and RP within groups. Independent-Sample T-test was used to compare the difference between groups. **Results:** Reaction time and strike time of specific movement (single punch, double punch, 6 continuous punches) of PP were significantly better than RP in excellent group ( $p < .05$ ), but there was no significant difference in general movement ( $p > .05$ ); as for the general group, regardless of specific sports performance or general sports performance, PP was significantly better than RP ( $p < .05$ ). The strike time of single punch and 6 continuous of RP in excellent group was significantly better than that of general group ( $p < .05$ ). **Conclusion:** The performance of PP is better than that of RP in both groups. There is no difference between PP and RP in the performance of countermovement jump and push up in excellence group. The RP of single punch and 6 continuous punches of excellent group are better than those of the general group. It is inferred that the advantage of an excellent boxer is based on reaction time and continuous rapid muscle contraction.

**Keywords:** combat sports, sports-specific skill, reaction time.