

# 我國參與 2020 東京奧運運動科學支援之實務分享

文 / 陳書璋、湯文慈

## 壹、運科支援的歷史

「體力」就是「國力」，「體力」就是「國家競爭力」。為了在運動場上展現出國力，世界各國無不卯足全力，企圖在國際體育賽場上一較高下。我國自從1984年重返奧運舞台以來，也竭盡心力，試圖在艱困的國際環境中讓世界各國看到臺灣的體育實力。而運科支援一直都是選手背後的強力支援，我國也不例外，針對亞、奧運等重要體育賽事都會特別成立運動科學專業支援團隊，以務實之作法提供運動科學及醫學資源，協助我國參賽選手取得佳績。

提到我國的運科支援，一定得提到陳全壽教授的貢獻。早在1997年，政府成立行政院體委會統籌國家體育事務，同時提出「亞奧運奪金計畫」，並隨即聘請陳全壽教授擔任1998年曼谷亞運代表隊運動科學小組總召集人，透過科學的幫助，使教練及選手在日常訓練及重要比賽中，獲得更好的訓練效果與更理想的成績，也寫下了我國運動科學支援體育競賽的里程碑（陳全壽，1998）。而我國代表隊也不負眾望，成績由前一屆亞運會（1994年於廣島舉辦）的7金、12銀、24銅，大幅提升為19金、17銀、41銅。在曼谷亞運會之後，陳全壽教授仍分別擔任中華民國體育運動總會競技運動強化委員會委員、中華民國大專體育總會運動科學委員會委員、中華奧林匹克委員會運動科學委員會主任委員、中華民國體育運動總會亞奧運運動科學委員會總召集

人、中華民國運動教練協會理事長、臺灣體育學院校長、行政院體委會全能運動選手訓練計畫主持人，以及行政院體委會主任委員等重要職務，持續帶領我國運動科學的發展，因此被尊稱為「臺灣運動科學之父」（行政院體育委員會，2011）。

自從1998年曼谷亞運之後，由陳全壽教授所催生的體委會（體育署）運科小組團隊仍持續針對歷屆亞運、奧運代表團與其他大型國際體育賽事（如2017年臺北世大運）進行運科支援，並根據當時的時空環境以及教練、選手的需求調整實際支援的方式，運用體能、營養、運動生理、運動心理、運動生物力學、運動禁藥、情蒐等運動科學專業技術，使教練及選手調整至最佳狀態，於參賽期間爭取最佳成績（李昱叡、王漢忠，2016）。除了體委會（體育署）基於各屆奧運而成立的任務編組型的運科小組之外，在2000年雪梨奧運後，原本的左營運動訓練中心正式改制為國家運動訓練中心，並由教育部與體委會直接管理之後，也成立了運科小組，以便能夠持續性、例行性的執行運科支援計畫。舉例來說，2004年雅典奧運時的運科支援採取專案計畫制，針對跆拳道、射箭以及射擊等三個運動項目的重點選手量身訂做專屬的運科支援計畫；而2008年北京奧運與2012年倫敦奧運時，則採用委員協助的方式運作；到了2016年，再調整為委員協助搭配更多全職的運科支援成員的模式，以針對更多的項

表 1 2000 年後運科小組團隊支援奧運運科服務的執行方式與成果

奧運	運科服務類型	運科服務項目與成績*	備註
2004雅典	專案計畫型	跆拳道 (2金1銀1八強) 射箭 (1銀1銅1第四2八強) 射擊 (1第八)	※運科小組先提出運科協助計畫與預算，再由專職協助人員找出問題、解決問題
2008北京	委員協助型	跆拳道 (2銅2第五) 射箭 (1第七) 射擊 (無) 田徑 (無) 游泳 (無) 舉重 (1金1銀1第四1第七) 網球 (無) 羽球 (2第五) 棒球 (1第五)	※委員在教練或選手提出需求時才提供協助 ※協助範圍較有限，但較為節省開支
2012倫敦	委員協助型	跆拳道 (1銅2八強) 射箭 (1第五1第八) 射擊 (無) 田徑 (無) 游泳 (無) 舉重 (1銀1第七1第八) 網球 (1第五) 羽球 (3第五)	※同上
2016里約	委員協助搭配專職運科人員	跆拳道 (1第五1八強) 射箭 (1銅1第五) 射擊 (無) 田徑 (無) 游泳 (無) 舉重 (1金1銅1第七) 網球 (1第五) 高爾夫 (無) 羽球 (1第五)	※委員在教練或選手提出需求時才提供協助 ※專職運科人員隨時提供檢測與訓練監控等協助

\*註：成績部分僅列入在當屆奧運獲得前8名的部分（資料來源：中華民國奧林匹克委員會）

目與選手進行服務，如表1。至於2020年東京奧運的運科支援方式也做了調整，改由國訓中心的運科小組為主要執行者，由教練、選手各自提出需求，再由運科人員協同體育署運科小組成員等外部的專家學者一同解決問題。

## 貳、國家運動訓練中心運動科學小組

我國國家運動訓練中心的設立，可以追溯至1975年，當時為了備戰1976年蒙特婁奧運，中華民

國體育協進會向國防部借用位在左營的海軍陸戰隊勝利營區，作為選手訓練基地，由於場地合宜，在1976年蒙特婁奧運後獲國防部同意繼續使用，成立了「左營運動訓練中心」（左訓中心）。到了1992年，教育部與國防部正式以契約方式繼續借用，並委由中華民國體育運動總會代管，在1997年行政院體育委員會成立後，左訓中心的業務輔導也改由行政院體育委員會辦理。2000年雪梨奧運會後，左訓中心由行政院體育委員會、教育部體育署直接管

理，並改稱為「國家運動選手訓練中心」（國訓中心），而自2015年起，政府為更有效的推動國家運動訓練事務，培育優秀運動人才，參考世界各國國家級訓練機構之營運模式，制定「國家運動訓練中心設置條例」，設立「國家運動訓練中心」，並將其行政法人化，以保持組織與用人的彈性（國家運動訓練中心，2020）。

國訓中心為辦理我國參加國際綜合性運動賽會選手培訓與運動科學支援訓練工作，設有運動科學小組（運科小組），成員包括運動教練、運動科學專業人員及體育署運動科學業務主管人員。國訓中心運科小組當中分別針對生理體能、生物力學、運動心理、營養生化、運動資訊及醫學防護等六個領域進行分組，還可以依奧、亞運重點培訓項目或選手，籌組專案運科支援團隊。國訓中心運科小組的具體任務包括（國家運動訓練中心，2018）：

- 一、研訂國訓中心運動科學支援訓練工作計畫。
- 二、運用運動科學專業技術，支援教練、選手實施訓練之各項檢測及監控，並給予具體建議。
- 三、指導並協助運動科學支援訓練相關工作事宜。
- 四、督導運動科學計畫執行等相關事項。
- 五、考核運動科學計畫執行目標及評估執行績效。
- 六、協助國訓中心規劃運動科學儀器設置標準與數量。
- 七、其他有關運動訓練科學研究與發展事宜。

國訓中心運科小組成員和教練、選手朝夕相處，更能瞭解教練與選手的的需求，同時藉由平時的監控與檢測數據提出分析與建議，與體育署的運

科小組相輔相成，共同支援教練與選手的訓練與比賽，一起邁向卓越。

### 參、我國為了參加2020年東京奧運所做的準備

如前所述，目前的運動科學支援模式，已從過去以運科小組委員或各領域學者專家短期兼任支援的方式，逐漸轉型為以國訓中心內部專職專業人力為主的長期且即時支援（國家運動訓練中心，2020）。為了支援參加2020年東京奧運的教練與選手，體育署依往例成立運科運醫專業支援團隊，遴選重點培訓運動種類選手所需之優秀運科、運醫人員隨隊支援，經評估具有奪牌實力運動種類之選手者，由計畫內各專案小組以團隊方式支援，並成立團隊式且有組織化的運科及運醫專案，藉由運科、運醫團隊全力支援及監控，加強對選手身體狀況的檢查與掌握、健康管理、醫務監督、生化檢驗、運動傷害防護及運動禁藥檢測等，以提供教練及選手在運科、運醫全方位的積極支援，協助選手以最健康、最具科學化的身心靈培訓方式，達成各該運動種類（項目）所設定之競技成績目標（教育部體育署，2018）。而經評估具有奪金實力之重點運動種類（項目）的選手，還會再搭配專業營養師針對選手狀況設計客製化的飲食調配，以提升其訓練效益，並有效強化體能，漸進式達成所設定之訓練績效目標。

除此之外，國訓中心也已經啟動2020東京奧運黃金計畫，遴選黃金計畫選手，給予不同的備戰資源支持，分別為第一級：奧運積分（世界）排名前3名；第二級：參加最近一屆世錦賽或亞運會（同奧運量級）金牌；第三級：經國家運動訓練中心競技強化委員會審議，評估具有競爭實力者，依據選手實際訓練需要，訂定個別化的培訓參賽專案計

表 2 2020 年東京奧運黃金計畫分級依據與獲補助運動種類（項目）與選手

分級	分級依據	運動種類（項目）	選手人數
第一級	奧運積分（世界）排名前3名	田徑	1人
		羽球	2人
		體操	1人
		空手道	1人
		舉重	1人
		射箭	8人
		拳擊	1人
第二級	參加最近一屆世錦賽或亞運會（同奧運量級）金牌	體操	1人
		射擊	1人
		射箭	8人
第三級	經國訓中心競技強化委員會審議，評估具有競爭實力者	田徑	3人
		羽球	3人
		拳擊	2人
		體操	1人
		柔道	2人
		桌球	3人
		射擊	4人
		游泳	2人

畫，並且成立有針對性的專業團隊支援訓練，可使選手專心備戰與參賽。（國家運動訓練中心，2019）截至2020年2月，獲選黃金計畫的運動種類（項目）、選手人數以及分級依據如表2。

## 肆、2020東京奧運運動科學支援實務分享

一般而言，執行運科支援時會先與教練、選手進行會談，瞭解教練與選手的需求，分析教練與選手所遭遇的問題，同時觀察選手的動作、技術，再透過儀器進行測量與評估，並對選手體能、技術進行診斷，以確立問題、找出限制。之後透過安排選手個人化的訓練計畫，進行訓練介入，並在訓練後驗收訓練成效，同時持續監測與修正，如圖一。

如前所述，射箭與射擊一直是我國奧運的重點培訓項目，也一直有運科團隊針對這兩個項目進行協助。筆者自從2004年雅典奧運起就擔任射箭與射擊的運科委員，在此特地針對2020東京奧運的射箭



圖1 運科支援流程圖

隊與射擊隊的運動科學支援實務內容進行分享，希望透過介紹運科支援的內容，以拋磚引玉，吸引更多有志之士投入運科的行列。

### 一、射箭

身處在運動結合科學化的時代，整合各領域的專業透過個別化技術診斷，應能更有效率性的針對選手個別問題開列訓練處方，不僅有利於提高教練的指導水準，更能幫助選手發揮最好成績。射箭運動中，穩、瞄、放箭的配合是關鍵的技術，穩、瞄、放箭是一個複雜的過程，過去只能靠教練的觀察，運動員的感覺來完善技術。自1996年起，我國即已透過運動生物力學進行過相關的研究，有助於教練、運動員克服技術的瓶頸以及提高訓練效果，對於射箭訓練相當有幫助。而運動心理學是包含在體能、技術、心理以及環境等影響運動表現

的四大要素之一，在高水平的競技運動中，心理因素是影響表現起伏的重要因素，在運動技能執行前，選手的心理狀態對於技能表現具有高度影響力，而在技能執行時，選手當下注意力特別容易受到干擾，尤其像射箭這種具精巧動作（fine motor）的閉鎖性運動技能，因此透過心理技能訓練使射箭選手保持專注就顯得十分重要。此外，運動員的耐力對於射箭這種高力量運動型態的項目而言也相當重要，依據其比賽時間及動作分析，它是屬於無氧非乳酸的能量供應系統，因此在訓練時，就必須依據此能量供應的途徑，設定訓練的強度及方式，藉以提升其比賽時所需的能量儲存及恢復的速度，同時射箭選手更需要在比賽中透過快速的能量恢復，才能維持每一支箭的穩定，因此透過運動生理學監控選手的體能狀態，並設計合適的體能訓練是非常重要的。



圖2 使用無線EMG量測選手射箭時的肌肉活化情形

射箭是一項相當細膩且技巧性極高的運動項目，選手不但須具備有堅強的心、生理的特質，更須有高超的射箭技術與敏銳的判斷力，才能在眾多的射箭高手中脫穎而出獲得最後的勝利。我國射箭隊曾在歷屆奧運、亞運、亞錦賽、世錦賽、世大運等重大國際賽會中奪得獎牌，其訓練績效良好，更曾在2019年荷蘭世界射箭錦標賽奪下3金，但與奧運金牌始終緣慳一面；且有鑑於各國在近幾年當中成績日益精進，並有大量運科資源進入支持，使比賽競爭更為激烈。如何使原本已經相當優秀的選手透過細微的動作修正，持續提升並維持運動表現，一直是相當困難的挑戰；再加上射箭動作均為非對稱性動作，在長期的專項訓練下，可能會因為過度使用，使身體產生失衡造成運動表現下降，因此本次針對2020年東京奧運我國射箭代表隊的運科支援，主要從運動生物力學角度進行射箭專項技術診斷，判讀運動技巧之缺陷，透過質性與量化分析與即時回饋，並以運動生物力學儀器量測，提供與射箭技術力學指標作為技術調整之依據；並利用功能性動作檢測系統（Functional movement screen, FMS）來識別運動的身體弱點和不對稱性，考量技術與代償特質，以開立專屬運動訓練處方將選手之弱點以最有效率方式使其提升；同時透過運動心理學領域之運動心理諮商師協助我國射箭代表隊選手，以在每階段訓練期間追蹤並介入選手在心理素質方面的專業訓練；此外，透過運動生理學上對於專項體能診斷及運動處方的個人化設定，交由



圖3 使用測力板量測選手放箭時的重心穩定度

體能訓練師長期隨隊協助提升代表隊選手運動表現；最後特派情蒐人員隨隊至射箭世錦賽參賽地荷蘭及韓國射箭國家訓練中心，探查訪視，藉以「知己知彼」，提升比賽表現及成績。關於射箭運科支援的詳細作法如下：

#### （一）力學技術分析

1. 無線EMG：監測與及時回饋射箭上肢與背部肌群使用技巧，是否在引弓過程中使用肌群的合理的活化程度範圍與不同肌間協調與移轉技巧。
2. 測力板：透過放箭時重心穩定度測試，進而分析改善技術。結合身體重心晃動的情形，瞭解運動員瞄準過程全身晃動的情形，配合在訓練中使用鐳射瞄準儀後，對弓、箭和人體的穩定性有了新的認識。掌握好弓、箭和人體穩定性，首先應該主動的控制好重心，這樣更有利於控制好晃動規律。增加穩定性，延長穩定期。在進入理想的瞄準區內，避免

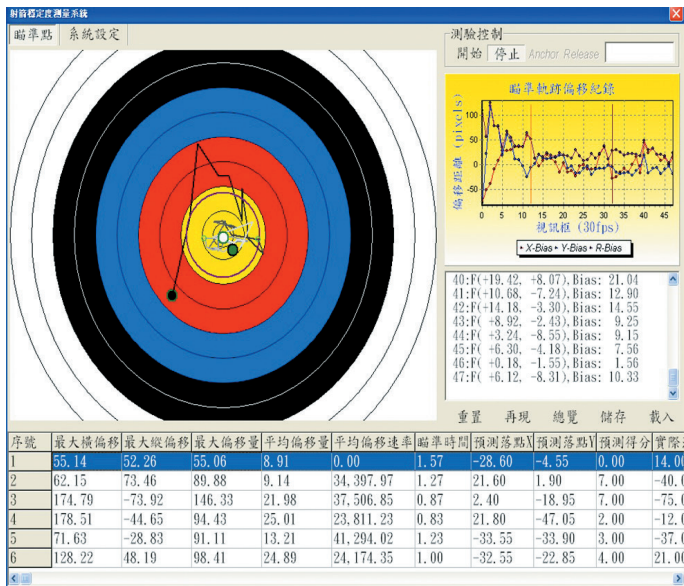


圖4 雷射瞄準儀結果呈現畫面

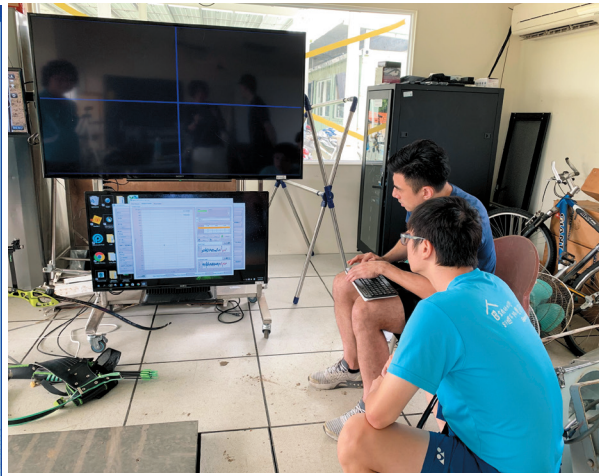


圖5 運科人員與教練共同分析選手表現

了過去瞄準和放箭脫節的現象。使比賽中掌握技術和技巧，提高運動成績。

- 雷射瞄準儀：利用雷射瞄準儀提升心智技能，使運動員不斷反覆回顧訓練的實際過程，選擇最好的「穩、瞄、放箭」動作為心智覆演主題，進行意象訓練。在使用雷射瞄準儀後，通過看自己訓練的每一箭動作全部過程，從中找出動作模式最佳表現。同時經由教練的指導在頭腦中建立動作程式，進行反覆的意象訓練。從舉弓到放箭結合想象肌肉的用力，控制動作的全部過程，使運動員能夠流暢的做動作，從而加強和強化了正確的動作概念。
- 高速攝影機：引弓及放箭瞬間之動作分析。利用高速攝影機動作分析系統擷取運動員在引弓及放箭瞬間動作，分別在

戶外使用高速攝影機進行質性分析，在室內使用動作分析系統進行量化分析，計算關節位置及速度，透過分析關節角度及位置，從中建立放箭最佳動作模式。同時給予教練及選手動作上的回饋，經由影像及關節角度與位置參數，提供教練與選手在動作上修正之建議。

(二) 體能及動作表現篩檢/評估/指導：

- 功能性動作檢測：根據人體的動作模式及動作控制設計檢測動作，來評估一個人的基本運動模式，其目的是在不同情形下，辨識人體動作的功能限制。功能性動作檢測共有七項檢測動作，分別為深蹲、跨欄、直線弓步蹲、肩活動度、直膝抬腿、扶地挺身及旋轉穩定。功能性動作檢測的結果

依過去協助國家隊經驗，找出特定動作之代償現象，並與其技術動作進行比對，再依過去代償動作矯正訓練介入修正為功能性動作，進而降低選手的受傷風險。並協同教練與選手商討代償動作矯正之方法。

## 2. 基礎體能檢測：12分鐘跑步測試等。

(三) 依據上述力學技術診斷與動作功能性與基礎、專項體能檢測來給予體能訓練與專項訓練之個人化調整。

(四) 透過運動心裡諮詢師透過對教練及選手進行諮詢輔導與運動心理教育，訓練情緒與動機狀況分析，讓選手藉著放箭節奏之調整，提升選手心理競技能力。

透過運動生物力學儀器如無線EMG、測力板，能夠量化各種選手之動作分析並即時回饋，如EMG所呈現之肌肉活化比例、測力板所呈現之重心移動面積與速度，搭配功能性動作檢測與相關體能檢測，藉由選手做出各功能性動作時的代償反應分析動作問題來源，能更加瞭解生物力學儀器之數據所呈現的意義，減少數據判讀錯誤的可能性，同時也能提供射箭技術調整之依據。除了能針對技術層面調整外，也能找出選手所缺乏之身體能力，藉由相對應且個別化的訓練，協助選手無論是在技術方面或是與肌力體能方面皆能有所提升。

## 二、射擊

射擊與射箭類似，也是一項相當細膩且技巧性極高的運動項目。射擊一直是我國亞奧運重點培訓的項目，雖然尚未在奧運獲得獎牌，但是在歷屆亞運也曾獲得6金、7銀、7銅的好成績，特別在最近一屆的2018年雅加達亞運會，我國就獲得了2金、1銀、1銅，如何讓這

批選手持續進步，挑戰在2020奧運奪牌就成為運科支援的重要課題。射擊運動追求的是穩定而最小的顫動，這種特質是精準運動項目運動中相當重要的一部分，若能有效的提供教練與選手一個即時的回饋告知系統，將可使射擊的訓練過程變得有科學數據，並得以利用此數據做為訓練指標，進而訂立訓練方向。除此之外，結合測力板系統（足底壓力）、3D動作分析系統、功能性動作檢測、EMG等測試數據參數，將可為選手及教練提供個人化、科學化之技術分析，提升運動技術水準。關於射擊運科支援的詳細作法如下：

(一) 3D動作分析系統（評估動作之一致性、穩定性）



圖6 3D動作分析系統評估選手動作應用範例



圖7 使用功能性動作檢測評估選手的動作型態

射擊運動為高度精細動作，需經由數台高速攝影機紀錄精準運動項目選手在精準運動項目過程中的動作，再經由動作分析軟體提供身體關節動作變化情形以監測選手射擊動作之穩定性，藉此紀錄選手動作特徵及最佳狀態。

#### (二) 測力板系統（足底壓力）

測力板在射擊選手上的應用主要是瞭解在射擊動作時身體重心的變化及偏移軌跡，藉由瞬間偏移量之參數以評估選手身體的

穩定性，穩定性越高者，其精準運動項目技術水準越高，再利用足底壓力鞋墊蒐集選手在射擊動作過程中的足底壓力分佈情形，進而得知身體的重心及穩定性對於射擊運動表現之影響。

#### (三) 無線EMG

瞭解選手在射擊動作過程中的肌肉電位、肌肉疲勞及活化程度之指標，以EMG的肌電值波動大小能幫助選手以較客觀的方式分析射擊的技術，同時瞭解需要特別強化的肌群，以設計個人化的體能訓練課表。

#### (四) 功能性動作檢測（FMS）

功能性動作檢測包含七項動作，包括深蹲、跨欄、仰臥直膝抬腿、直線弓箭步蹲、肩關節活動度、伏地挺身及四肢旋轉穩定性，可以初步評估射擊選手的動作型態、本體感覺、肌肉控制、身體的對稱性及疼痛情形，藉此了解選手在活動度、柔軟度的基礎運動能力及潛在的傷害風險，給予體能訓練師在課表編排上的參考。

#### (五) 訓練介入

根據上述檢測後，將數據加以分析，藉以發現其他特優選手相較之下的不足之處，進行局部能力個別強化，並進行身體能力提升以達技術優化及改善之目的。

## 伍、結語

透過運科協助，能夠量化選手之技術動作並即時回饋，分析動作問題來源，同時也能提

供教練與選手技術調整之依據。除了能針對技術層面調整外，也能找出選手所缺乏之身體能力，藉由相對應且個別化的訓練，能協助選手在技術與肌力體能方面皆能有所提升。運動科學介入技術診斷與訓練已成趨勢，期待我國的優秀選手都能在體能、營養、運動生理、運動心理、運動生物力學、運動禁藥、情蒐等運動科學團隊的支援下，確實發揮訓練績效，全力在2020東京奧運上發光發熱，獲得最好的成績。🏆

作者陳書璋為國立體育大學競技與教練科學研究所兼任助理教授、新北市集美國民小學教師；湯文慈為國立體育大學競技與教練科學研究所教授、運動與健康科學學院院長

## 參考文獻

- 行政院體育委員會（2011）。體壇精英口述歷史叢書-臺灣運動科學之父：陳全壽。台北市：作者。
- 李昱叡、王漢忠（2016）。我國參加2016年里約奧運之競技運動科學支援策略。運動表現期刊，3（2），79-83。
- 教育部體育署（2018）。我國參加2020年第32屆東京奧林匹克運動會選手培訓及參賽實施計畫。台北市：作者。
- 陳全壽（1998）。科學如何為競技運動服務。大專體育，39，14-16。
- 國家運動訓練中心（2018）。國家運動訓練中心運動科學小組設置及運作要點。高雄市：作者。
- 國家運動訓練中心（2020）。國家運動訓練中心中長程發展計畫（109-113年）。高雄市：作者。



圖8 運科人員與教練共同分析選手表現