

精準運科通往奧運金牌之路

何維華、林敬能、蔚順華、徐敬亭、鍾寶弘*

一、起源

臺灣運動選手參加奧運的歷史上，以舉重項目所獲得獎牌數最多，一共獲得了 4 金 2 銀 4 銅共 10 面的獎牌，不但提升臺灣的國際能見度，透過在奧運會金牌的影響力，又能夠展現臺灣的科技實力。

依循國科會推動將運動科學和新創科技之研發成果轉譯至卓越競技運動，以協助運動員提升競技表現並解決其訓練瓶頸的方針。為協助解決舉重教練和選手奧運奪金的競技需求，我們籌組了「精準舉重運動科學研究專案計畫」整合計畫研究團隊（以下簡稱：精準舉重），期望在繼東京奧運獲得金牌以後，繼續在未來的巴黎奧運爭奪金牌，讓選手再度登上頒獎臺，讓全世界看見臺灣的旗幟冉冉升起，更帶起全臺灣民眾澎湃的民族自信和團結的氣勢。

二、精準科技備戰東京奧運

（一）幫助選手帶傷訓練

奧運舉重項目包括抓舉和挺舉。舉重的技巧具有提鈴期、發力期、沉身期、接槓期、站立期等分段，提鈴期的動作技術相似於硬舉的動作，不僅是舉重選手必須執行的技巧，也是健身民眾經常實施的訓練動作。提鈴期是舉重訓練的起始動作，高強度負荷是膝關節受傷的主要原因，導致膝關節容易有疲勞性損傷，以及沒有足夠的力量來控制身體姿勢，無法在受傷的狀態下進行正常的訓練。精準舉重團隊應用舉重選手實際穿戴運動外骨骼機器人，能夠在舉重提鈴動作的訓練具有成效，尤其是在膝關節活動範圍、角加速度顯著有幫助，同時在膝關節受力及力矩能夠有較省力的成效。

* 何維華，臺北市立大學運動器材科技研究所特聘教授、精準舉重專案總計畫主持人；林敬能，國家訓練中心舉重總教練；蔚順華，國立陽明交通大學物理治療暨輔助科技學系教授；徐敬亭，臺北市立大學運動器材科技研究所副教授；鍾寶弘，臺北市立大學運動器材科技研究所副教授。



圖一：外骨骼機器人可以作為運動訓練中輔助和預防傷害的設備。在舉重動作帶來了正面的影響，在下肢膝關節穿戴外骨骼機器人後，膝關節角加速度提高 62.72%、膝關節淨反作用力降低 3.56% 受力，明顯的提升膝關節的運動表現，又能夠降低膝關節的負荷

(二)特製選手的訓練設備

舉重是我國參加東京奧運奪金的重點項目，運動科學的核心是專為選手進行高科技的創新研究，才能夠讓選手能獲得更具體又有效的運動科學支援。特製選手的訓練設備有一項神奇效用的減噪避震的舉重地墊，是專門為特製選手的訓練設備。經過精準舉重運動科學團隊，長期的在支援舉重國家隊教練與選手的任務中，驚人發現到訓練設備的災害問題，在高分貝的舉重訓練場地裡，選手們一次又一次地摔下槓鈴所發出的巨大噪音，長年累積下來，慢性地造成教練和選手聽力的受損，並且在進一步探索摔槓噪音也會影響選手前庭系統的平衡功能，使選手在舉起極大的重量時，難以保持穩定的平衡；另外也發現，當槓鈴落下時也容易造成不規則反彈而發生砸傷意外。因此，精準舉重團隊利用高科技材料剪切增稠液體（Shear Thickening Fluid）的特性，開發出減噪避震舉重地墊。這項研發經反覆多次與一般的運動地墊做測試研究比較以後，發現這款 MIT 的舉重地墊，不但能夠減少 30% 的反彈高度、大幅減少彈跳次數與時間，同時也能夠有效降低最大噪音值，以及減少 25% 噪音持續時間。精準舉重團隊也與國際各品牌產品比較，研究結果發現不論在減振、減噪的效果，均優於瑞典品牌 ELEIKO、日本品牌 UESAK A、中國品牌 ZKC 等國際的知名商品。並且也將研發成果實際提供給國家運動訓練中心東京奧運選手郭婞淳使用，獲得教練及選手滿意的肯定。



圖二：專門為我國舉重選手開發的減噪避震舉重地墊，在選手成功舉起槓鈴後，拋下的噪音和反彈被減噪避震的舉重地墊完全吸收。東京奧運舉重女子 59 公斤級郭婞淳選手及培訓選手使用情形 (IG)：https://www.instagram.com/p/By2mhu3gC0B/?utm_medium=copy_link; https://www.instagram.com/p/B2qwIcZA8VL/?utm_medium=copy_link

(三) 教練的訓練神器

教練感到「突破訓練的瓶頸難上加難！」唯有透過高科技研發來幫助觀察選手細微的技術修正，才能讓選手能獲得更具體又有效的運科支援。精準舉重團隊最早期開發了即時技術回饋軟體系統，解決了教練觀察技術的死角問題；隨後又針對教練在訓練上的需求，利用視訊分析技術及人工智慧開發出槓鈴軌跡追蹤系統，精準的回饋選手的技術分析。緊接著，再開發一套教練的智慧化舉重鎖扣感測器的訓練設備，以找出突破運動表現的參數，配合國家隊教練的需求，實際應用在採集頂尖選手所需要的監控資訊。



圖三：舉重鎖扣感測器記錄選手舉起槓鈴的資訊，提供教練進行技術指導。有效的幫助與優化訓練的過程，能夠精準的監控訓練品質和訓練成效，協助教練與選手不斷的打破紀錄

在訓練過程隨著舉重選手不斷地增加槓片的重量，舉重鎖扣感測器立即回報技術的資訊給教練，提醒選手如何在舉重技巧上控制槓鈴的軌跡，使得選手不斷地突破訓練上的瓶頸。這項研發的磨合歷程是源自於教練與選手平時訓練的需求，再經過運科團隊絞盡腦汁的測試，並且實際的通過國訓中心舉重教練親身檢測，完成證實系統的實際功效以後，才能夠將這套協助教練訓練的神器實際被應用在選手日常的訓練上。

(四) AI 輔助教練之指導

科技源自於科學與技術。精確舉重團隊讓運動科學的理論轉譯為運動科技的產出，是如何讓臺灣選手在奧運競技場上發光，讓選手在東京奧運盡己所能的爭取金牌。精確舉重總計畫主持人何維華特聘教授指出，頂尖選手精確運動技巧的成熟，是根據鏡像理論精確的訓練大腦的鏡像神經元，當選手對著鏡子不斷地在調整自己的動作技巧時，是由大腦負責動作學習系統感受到運動技巧的精確性。因此，精確舉重團隊研發的智慧舉重訓練鏡最大的用途，便是提供舉重選手精確的進行技術修勻，讓選手可以藉由數位化的智慧舉重訓練鏡觀察自己的動作細節。如同國家隊教練所說的：「突破成績的瓶頸是來自於細節的掌控。」教練在指導郭婞淳選手訓練時，要求選手精確的調整動作的細節時，雙眼必須對著鏡子觀察到自己的動作，自然的形成千錘百鍊的一致性成熟技巧。

AI 輔助教練之指導秉持著「動作技巧要求精確完美」的理念，成功研發智慧舉重訓練鏡，在 Openvino 開放人體骨架辨識技術下，利用辨識速度、辨識精確度良好的效果，透過智慧訓練鏡訓練的動作技巧回饋，使身體的協調性能夠精確掌握，也對於注意力、記憶力、思維能力、行為控制能力都能明顯的提升。就像郭婞淳這一類世界級的選手，智慧訓練鏡能快速地讓她掌握複雜技巧，逐漸解決一些動作技術的盲點，一方面能夠正確修勻身體姿勢、提高啟動槓鈴的速度和成功接槓的靈敏度等要素，另一方面又可以積極配合教練的指導，進一步激發技巧提升和突破成績的瓶頸，達到事半功倍的訓練效果。

這套智慧舉重訓練鏡，以數位影像與自動辨識裝置，偵測人與鏡子之間的相對位置，兼具鏡子與數位顯示器的雙重功能，提供 AI 輔助多元化的專業訓練，智慧數位鏡面效果完成智慧化的影像自動辨識，發揮運動生物力學與教練專業的結合，讓動作技巧判斷精確的修正到完善的境界，促使運動員晉級到更高深的運動技巧。目前在國訓中心舉重訓練館已讓選手實際使用，當訓練時站在智慧舉重訓練鏡前做完訓練動作後，即時分析的結果透過鏡後的數位顯示器提供給選手，更科學又精確的資訊回饋，便於選手做出更精確的動作校正。



圖四：智慧舉重訓練鏡即時分析人體及槓鈴軌跡，使訓練動作技巧科學化、精準化的動作校正，提供教練進行指導

(五)智慧 App 即時解析

運動科學永遠是選手奪金牌的後盾。精準舉重團隊開發的祕密武器，是以 WL Analysis 的手機 App 解析，即時有效地解決頂尖運動員訓練上的問題。教練在指導頂尖的選手將分段的技术必須到達完美，透過傳統的技术分析，往往在等待分析出結果報告曠日費時。因此開發智慧手機或平板專用的舉重技術分析 App，建立精準的技术評估指標，即時且精準分析提鈴期、發力期、沉身期、接槓期之分段技术，協助長期追蹤舉重技术的成熟度養成。具體成效能提供教練應用便捷的行動裝置，快速地進行舉重技术的現場分析，以槓鈴位移、速度、加速度、作用力等參數，作為選手技术訓練的依據。



圖五：舉重世界錦標賽進行分析，現場立即分析我國選手的表現及敵手的情蒐分析

應用臺灣的高科技 ICT 優勢，讓選手在東京奧運盡己所能的爭取金牌。目前已經獲得教練與選手的認同後，持續讓教練實際派上用場，曾經在 2022 年舉重世界錦標賽進行即時賽會解析，由精確舉重團隊親自上陣支援國家代表隊前往國際賽事進行分析，現場立即分析我國選手比賽的表現，同時也祕密蒐集強敵的即時比賽資訊，透過 WL Analysis App 自動化解析與診斷技術，將即時解析的結果傳遞給教練，作為戰術設定的參考。

三、結語

精確舉重運動科學研究專案計畫，在第一期的計畫中已協助獲得東京奧運金牌，實際發揮了「運科支援競技」的功效。為了接續備戰未來的奧運會，彙整來自菁英選手、潛力選手和教練，在訓練及比賽的競技需求，精確舉重團隊制定了具體策略，以及對應的運科解方，將以高科技的手段與創新方法，逐步將訓練及比賽的競技需求，以全面解決為目標。

精確舉重團隊具體地在「發覺問題，精確解決」、「研用合一，助力奪金」、「創新技術，產業共贏」，以根基扎實的卓越學術、尖端醫療和創新開發，成為運科研究的標竿團隊。由於舉重項目是臺灣競技運動的強項，歷屆參加奧運會



圖六：落實「精確舉重奧運金牌之路」，將研發成果實際支援訓練任務，國科會吳主委於 2021 年 10 月 13 日特別親自前往國訓中心視察精確運科專案對於舉重國家代表隊執行情形

以舉重選手獲得金牌的表現最為亮眼。由此可見，全民上下皆極度重視這項優勢運動種類。檢視精準舉重呈現於運科支援競技的成效，便是驗收在東京奧運舉重比賽成績上，然而優勢運動競技資源需要重點性加強，更需要集中精準火力，才能讓臺灣持續在國際競技拔得頭籌。因此，學術與競技融合是將教練和選手的痛點，找到具體且快速的運動科學解決方法，以需求為思考出發點主動挖掘現況不足之處。

媲美國際上美國、英國、俄國、日本……等國家，臺灣已充分應用運動科學的策略與方法，展現我國的運動科技的實力。精準舉重團隊已經串接起跨領域學術與成熟產業的資源，主導原創性技術逐步走向市場化，發揮臺灣硬體、軟體業開發的優勢，透過精準運科的金牌效益，讓全世界知道臺灣是應用運動科學最具競爭力的國家，不但能贏得全世界競技局面的認同，更促進國際運動產業上的經濟價值。透過奧運金牌帶給全國民眾人心振奮，彰顯了臺灣這座科技島人民的優越感與自信心。

參考文獻

吳淑真 (2019)。〈從運動員視角規劃推動「精準運動科學研究專案」〉，《人文與社會科學簡訊》20 卷 2 期，頁 6-14。