

國民體育季刊

National Sports Quarterly

生物力學

運動生理

運動心理

訓練成效

競技支援

運動醫學

生化支援

資訊科技

208

中華民國一〇年
第五十卷 | 第四期 | 十二月十五日出刊

本期專題

運動科學

競技訓練的最佳助攻手

CONTENTS

國民體育季刊 No.208

NATIONAL SPORTS QUARTERLY Dec. 2021



發行人：林騰蛟

主編者：教育部體育署國民體育季刊編輯小組

總編輯：林哲宏

編輯委員：沈依婷、尚憶薇、邱炳坤、林華韋、黃月桂、黃煜、葉公鼎、劉宏裕
謝富秀、戴遐齡（按姓氏筆畫排列）

本期主編、專題委員：俞智贏

執行編輯：俞智贏

出版者：教育部體育署

地址：臺北市朱崙街 20 號 | 電話：(02) 8771-1724

編輯部：紅藍創意傳播股份有限公司 | 電話：(02) 2240-1141 | 傳真：(02) 2245-9149

ISSN 10275010 | GPN 2009002942 | 定價 新臺幣 100 元（平裝）

政策導向 Policy Orientation

- 02 運動科學 競技訓練的最佳助攻手
Sports Science: the Best Assistant for Competitive Sports Training

本期專題 Focus Topic

運動科學 競技訓練的最佳助攻手 Sports Science: the Best Assistant for Competitive Sports Training

- 04 運動科學支援競技運動
Sports Science in Support of Competitive Sports
黃啟煌 Chi-Huang Huang
- 08 運動科學導入競技支援系統的現況與展望
Introduction of Sports Science into the Competition Support System: Current Situation and Outlook
楊雯雯、劉強、相子元 Wen-Wen Yang, Chiang Liu, Tzzy-Yuang Shiang
- 16 國家運動訓練中心運動生理、生化支援競技運動之進化歷程
The Course of Evolution of the National Sports Training Center's Sports Physiology and Biochemistry Support of Competitive Sports
陸康豪、何仁育 Kang-Hao Lu, Jen-Yu Ho
- 22 運動生物力學支援競技運動之做法
Innovative Approaches for Sports Biomechanics Supporting Competitive Sports
陳麒先、陳韋翰、葉明嘉、劉強 Chi-Shian Chen, Wei-Han Chen, Ming-Chia Yeh, Chiang Liu

- 30 競技運動的後盾—整合運動醫學與運動科學的照顧體系

Backup for Competitive Sports – the Care System of Integrated Sports Medicine and Sports Science
賴奇屏、林瀛洲 Chi-Ping Lai, Lin Yin-Chou

- 35 棒球情蒐的新紀元—資訊科技在情蒐戰場上的應用現況

New Era for Baseball Information Collection: Current Situation of Application of Information Technology in Information Collection
陳書璋、黃致豪 Shu-Wei Chen, Jih-Hao Huang

- 40 當伯樂遇到千里馬—談運動選才

When Bole Meets a Fine Steed - Discussing Sports Talent Selection
陳俊儒、謝奇穎、羅國偉、余家賢 Chun-Ru Chen, Chi-Ying Hsieh, Guo-Wei Luo, Chia-Hsien Yu

- 44 運動科學檢測對訓練成效之監控與評估

Sports Science Testing for the Monitoring and Assessment of Training Results
張淳皓、陳光輝、徐藝迦、邱炳坤 Chun-Hao Chang, Kuang-Hui Chen, Yi-Ju Hsu, Ping-Kun Chiu

- 50 運動能力診斷分析與訓練調整

Sports Ability Diagnosis Analysis and Training Adjustment
張嘉澤 Jia-Tzer Jang

57 身體與體能評估—基層田徑三級選手之訓練與選才

Physical and Fitness Assessment for the Training and a Selection of Grassroots Athletics Three Grade Athletes

張家昌 Chia-Chang Chang

63 基層跆拳道品勢選手訓練監控初探

Monitoring Program for the Training of Grassroots Poomsae Taekwondo Athletes

李佳融 Chia-Rong Lee

71 教練如何運用運動科學—以 2020 東京奧運空手道項目為例

Use of Sports Science by Coaches – Karate at the 2020 Tokyo Olympics as an Example

黃昊昀 Hao-Yun Huang

76 淺談基層教練如何運用運動科學成為訓練最佳幫手

Discussion of the Use of Sports Science by Grassroots Coaches to Make it the Best Friend in Training

余雪安、簡偉翔 Sheue-An Yu, Wei-Hsiang Chien

80 運動與法令遵循—以確保穿戴式裝置蒐集資料的合法性為例

Sports and Legal Compliance: Ensuring the Legality of Information Collection Using Wearable Devices as an Example

陳宏志 Hung-Chih Chen

十步芳草 Celebrity Affair

84 崇越科技力推「運動生活化」

員工、客戶一起來運動

TOPCO Actively Promotes "Sport in Life" Employees and Customers Exercise Together

運動畫頁 Sports Pictorials

88 展現精彩邁向巔峰—菁英選手小檔案

Resounding Excellence and Towards the Top- Profile of Elite Athletes

編輯部 Editorial Department

署務報導 SA Report

92 教育部體育署署務報導

SA Report

教育部體育署

Sports Administration, Ministry of Education

大事記 Key Events

98 大事記

Key Events

教育部體育署

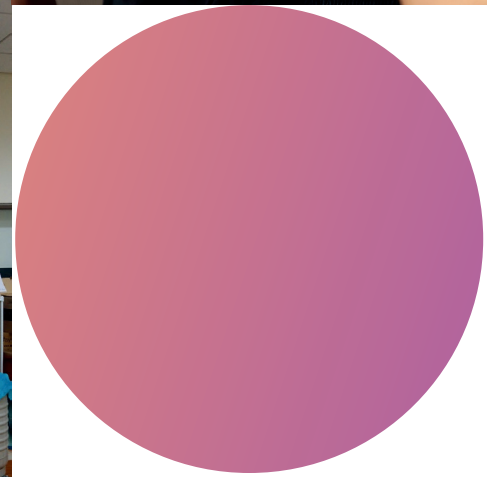
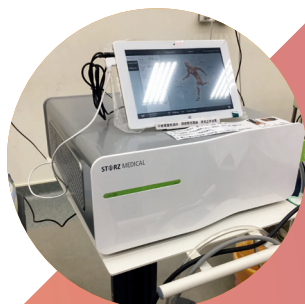
Sports Administration, Ministry of Education

專題摘要 Issue Excerpts

102 專題中摘英譯

Chinese / English Abstracts

編輯部 Editorial Department



運動科學

競技訓練的最佳助攻手



近年來，世界各國為了提升運動表現，除了在訓練及人才培育上下功夫外，對於運動科學的投入也是不遺餘力，希望能透過運動科學的協助或介入讓選手從優秀到卓越。

在體育運動政策白皮書（2017），有關競技運動部分，希望能夠達成卓越競技登峰造極之目標，其中對於運動科學選才、建立運科介入運作及管理機制、建立醫療體系等多有所著墨。

實際上，一位選手從每天一開始的飲食到訓練狀況的執行再到訓練後的休息恢復，都跟運動科學有非常大的關係，特別是現代訓練的高強度及大運動量的訓練，對於選手的身體負荷是相當大的。因此在運動醫學這個面向就提供了非常大的協助，避免選手因過度訓練及傷害而影響了成長、訓練及比賽。

早期，由於教練與運科人員對彼此專業部分

的了解不深，因此容易造成在訓練與運動科學的協助與搭配上造成一些干擾甚至誤解。近年來由於運科介入的模式、軟硬體改善，教練增能及增加雙方對話溝通的機會，慢慢使得運科及教練訓練產生正向的加乘作用。

本期專題運動科學－競技訓練的最佳助攻手，即是從運動科學導入競技支援系統的概況與展望、傳統的運動科學相關領域的探討、運動科學選才、三級選手訓練與選材、運動科學協助基層訓練、運動與法令，並且試著從教練角度談運動科學如何協助教練訓練等面向進行探討。也就是從協助者（運科專家學者）及被協助者（教練）的不同角度來談運動科學協助訓練等各個面向，希望能從這些面向的探討中，找出未來在運動科學協助訓練更好的合作模式。讓我們一起為成功找方法，使我國競技運動與運動科學的發展登峰造極邁向卓越。🏆

運動科學支援競技運動

文 / 黃啟煌

壹、前言

現在提起運動科學支援競技運動訓練，多數人會認為這是必然要發生的事情。然而，臺灣第一次以系統性的方式將運動科學融入運動訓練，就要回溯到 1997 年，當時政府正在籌備成立行政院體育委員會統籌國家體育事務，同時提出「亞奧運奪金計畫」，並邀請時任國立體育學院教練科學研究所所長陳全壽教授，擔任 1998 年曼谷亞運代表隊運動科學小組總召集人，希望透過運動科學的協助，使教練及運動員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，而當年亞運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）。世界各國家在國際比賽中皆已認知到由運動科學介入訓練的重要性，早在過去數十年之內也投入大筆運動科學研究經費與資源，打造出優良的運動訓練環境，也已得到相關成果，因此如何藉由創新的科技元素運用在競技運動上，已經是當前各國家運動科學專家首重之課題。



我國競技運動在過去五年參加國際重大賽事如奧、亞運及世大運等，運動成績皆有持續提升的成長，部分原因就是來自於運動科學的介入，尤其是在2017年的臺北世大運得到26金、34銀及30銅，總獎牌數達到90面，在大會總排名上為全部參賽國之第三名，為我國歷屆參與世大運最好的成績。而2018年雅加達亞運奪得17金、19銀及31銅，總獎牌數達67面，成績僅次於1998年曼谷亞運之19金，為參加亞運次佳之成績，我國可以有如此的成績皆是因為這幾年運動科學研究能力提升逐步邁向國際化有很大的關係，而國內許多從事運動科學研究相關人員將研究成果提供給予這些教練及運動員，讓運動員運用在訓練等各方面都給予相當大的幫助。然而，此類正向之發展多數只限在國家隊層級才會有相對之資源投入，在基層培養運動員過程中，只能依賴教練本身的素養以及相對單薄之資源。為了使科學化訓練得以在基層扎根，應用運動科學支援競技運動訓練，進而培育競技運動人才，教育部特訂定「運動發展基金補助運動科學支援競技運動」作業要點，並且於105年9月28日公佈施行，要點內容主要是希望透過運動生理學、運動心理學、運動生物力學、運動營養學、運動醫學及體能訓練等方法之介入，提出具有應用性及實務性並提升競技運動成績之運動科學支援計畫。

貳、計畫執行概況

本補助計畫施行之初，由於瞭解本計畫基本政策目標的師長並不多，以致申請案件從106年起有逐年下滑之趨勢，108年申請案件只有27件。在教育部體育署的督導之下，委託筆者成立計畫辦公室，希望透過計畫辦公室之協助，能夠增加各地基層運動團隊因應不同訓練需求之運科支援案之申請，並建立良好的計畫審查制度。計畫辦公室則透

過辦理各地區申請計畫說明會，讓本補助計畫廣為周知。109-110連續兩年計畫申請案件每年突破50件，支援領域包含運動生理學、運動心理學、運動醫學、運動營養、運動生物力學及運動訓練學等，且為提升運動科學計畫執行品質，本計畫辦公室也組織訪視小組聘請委員到各地區協助及說明計畫辦理情況，並了解計畫執行之方法是否確實落實應用於訓練上，同時給予計畫執行建議方向，以利計畫達到預期成效。

建立嚴謹而公正的審查制度，確保審查品質及審查結果之公正性，始終是體育署的要求與計畫辦公室之目標，計畫之審查採用類似科技部審查年度專題研究計畫之初審及複審制度審查。同時為了讓大家方便申請，特將計畫申請截止日期固定於每年2月28日，期望分散在全臺各地的運動科研人力，能將此日期定為每年之重要期程，在與基層運動團隊研商其實務需求之後，提出運動科學支援競技運動計劃。根據統計，108-110年度計畫申請案件共有133件，通過補助共66件，通過補助率接近50%：

一、初審制度

每一申請案件先送請2位審查委員審查評分及撰寫修正意見，後計算評分平均值，該平均值即為初審得分。各申請案件初審結果，依往例如審查委員評分差距達15分（含）以上，會另外再邀請相關領域委員1位再進行再審查，並就原評分取較接近者予以平均後為該申請案初審得分。

二、複審制度

召開複審會議討論初審結果，複審會議得修正初審得分及審查意見，複審後確定得分，並建議補助名額及額度，送體育署進行計畫核定與經費核撥。

審查及補助原則依照「教育部運動發展基金補助運動科學支援競技運動作業要點」所訂定之要求，預期在計畫中看到所提之訓練方法學中，具有「應用性」及「實務性」，進而提升競技運動成績之科學之計畫為補助原則。並參考下列方向審查：（一）提出創新運動科學方法並驗證可行性，（二）協助基層教練選手建立運動科學觀念，（三）擴大培養運動科學人才連結就業市場，（四）透過運動科學訓練提升代表隊運動表現，（五）經由運動科學研究提供教師教學訓練實務升等管道。

參、計畫實例

國立體育大學應用運動科學支援桃園市立平鎮高中跆拳道隊肌力與體能訓練，創造安全有效率的競技訓練環境。計畫主持人王翔星教授利用肌力訓

練指導（包含自由式舉重、機械式舉重 PLP 訓練等）、一般專項體能檢測、身體組成分析及疲勞監控與恢復的方式做為提升競技表現有效的增強策略，並且兼顧青少年的生理發展與競技潛能的開發，達到提高選手一般肌力與專項肌力水準，並給予適宜的訓練強度與訓練量，在誘發功能性的疲勞的同時，施以合理的恢復手段，讓教練可以依據相關數據調整訓練課表，避免選手過度訓練或受到傷害，達到有效率的增強選手的肌力水準。此計劃已支援平鎮高中跆拳道隊至少 3 年，該校已連續三年榮獲全中運男、女團體冠軍，並有 5 位選手取得國手資格榮獲佳績。本補助作業要點之精神，除了是希望能夠強化單一計畫之訓練成效，更希望所開發出來的有效運動科學介入方式，可以擴散應用到其他學校與運動種類。平鎮高中跆拳道隊成功的運科經驗，將於今年度複製至西松高中拳擊隊使用，達到「運動科學支援競技運動」最高之效益。

另有國立成功大學黃滄海教授，利用簡易科學檢測方式支援臺南市布達游泳俱樂部基層國、高中學選手，該計劃使用游泳選手能力評估（身體組成與陸上基本運動能力檢測及游泳專項體能檢測），並以簡易的器材與方式記錄訓練情況及比賽歷程，建立頂尖選手資料庫，除透過各項檢測結果的即時回饋，供教練作為定期修訂訓練計畫的參考外，並有助於教練及選手建立運動科學觀念。該計劃也另搭配共同主持人使用影像縫合技術，將三部攝影機的畫面接合成一個完整泳池的畫面，大幅節省檢測時間、人力，施行容易度提高，對檢測效益幫助極大，也可節省很多人力經費，未來更趨向開發簡易 APP 模組，讓運動員可以在每天訓練結束後，快速且立刻將訓練歷程記錄下來。



為使運動科學概念落實基層，並培育基層運科人員，本計畫支援對象以非國家隊運動員為主，未來如果較有成效之成果也能提供國家隊使用，本計畫並且同時辦理成果分享或計畫撰寫說明會，將透過核定之計畫完成成果分享至各地，即可提供改善各基層運動訓練站運動員訓練環境，並提升強化運動科學訓練設備及方法，更加達到運動科學落實基層之運用，同時可培育運科人才。

然而為使本補助計畫之運科成果達到更有效果的落實，且讓更多人了解運動科學如何協助競技運動，計畫辦公室會陸續將不同之成果辦理分享會以外，更拍攝成成果影片，將相關觀念融入於影片成果內，最終將成果影片放置各社群媒體，推廣運動科學如何應用並落實基層協助訓練。望透過運動科學的研究成果的分享，提供國內專項教練與運動員導入培訓規劃使用，提升運動科學研究動能，驅使競技運動訓練創新思維，並增進跨校院、跨領域之學術交流及實務應用模式，現場亦邀請歷屆獲獎者分享申請經驗及歷程，提供未來有意參與的研究團隊參考。

肆、結語

近年來運動科學有效協助我國頂尖運動運動員提升運動表現，成績有目共睹，我國參加2020年東京奧運會，奪得2金4銀6銅總獎牌數12面，成績也已突破過去參加歷屆奧運成績，後續必然還有持續有奪牌表現，這也是運動科學持續支援東奧培訓運動員之成果，教育部體育署將持續落實總統體育政策，打造運動員培訓接班梯隊，並促使運動科學輔助訓練及競賽發揮最大效能，優化相關領域研究人才培育，輔導國家運動訓練中心導入創新科研技術，以期全方位整合

運動科學實務應用，成就我國菁英運動員超越自我、突破極限。更期待我國的無論是基層運動員或是優秀運動員都能在體能、營養、運動生理、運動心理、運動生物力學、運動禁藥、情蒐等在運動科學團隊的支援下，確實發揮訓練績效，未來獲得最好的成績。🌟

作者黃啟煌為國立體育大學運動保健系教授

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*。臺北市：行政院體育委員會。
- 運動發展基金補助運動科學支援競技運動作業要點（2016）。臺北：教育部體育署。
- 體育署（2018a）。*我國參加2020年第32屆東京奧林匹克運動會運動員培訓及參賽實施計畫*。臺北：教育部體育署。
- 王翔星（2019）。*優秀青年跆拳道選手肌力訓練與控制：運動發展基金補助運動科學支援競技運動計畫書*。臺北：教育部體育署。
- 王翔星（2020）。*優秀青年跆拳道選手肌力訓練與控制：運動發展基金補助運動科學支援競技運動成果報告*。臺北：教育部體育署。
- 王翔星（2020）。*優秀青年跆拳道選手肌力訓練與控制：運動發展基金補助運動科學支援競技運動計畫書*。臺北：教育部體育署。
- 黃滄海（2020）。*以簡易科學檢測及訓練/競賽歷程紀錄建構長期游泳運動科學服務模式：運動發展基金補助運動科學支援競技運動計畫書*。臺北：教育部體育署。
- 陳書瑋、湯文慈（2020）。我國參與2020東京奧運運動科學支援之實務分享，*國民體育季刊*，202：40-49。臺北：教育部體育署。

運動科學導入競技支援系統的現況與展望

文 / 楊雯雯、劉強、相子元

壹、前言

原定於 2020 年日本東京舉行第 32 屆夏季「奧林匹克運動會」（簡稱奧運會），受到疫情影響而延期，終於順利於今年 2021 年 7 月 23 日盛大展開，並於 8 月 8 日圓滿落幕。此次奧運會不僅為臺灣有史以來最為熱血沸騰的一屆，創下諸多令人瞠目結舌紀錄，榮獲 2 金、4 銀、6 銅，共有 12 面獎牌，成果相當豐碩。當國手們在體現奧林匹克「更高、更快、更強」的精神，及在賽場上不斷奮鬥突破自我的同時，讓國人感受到了競技運動的真善美，催化出人們對競技運動的更加重視與關注，儼然成為推動競技運動發展的原動力。

競技運動選手能有亮眼表現，除了選手自身堅毅訓練和永不放棄精神……等內在要素之外，來自各級政府、單項協會、訓練中心、家人……等外在要素的支持，亦扮演關鍵性的推手。如圖 1 所示，競技運動選手的支援系統中，包含有資金支援（各級政府、贊助廠商、民間單位……）、訓練支援（技術教練、體能教練……）、情感支援（家人、朋友、國人……），以及運動科學資源中的應用運動科學

（以下簡稱應用運科）、運動醫學與運動科技等後勤支援團隊。透過此次東京奧運會選手強強相爭之下，可發現到許多引人注目的運動科學議題，如：冷門選手嶄露鋒芒—女數學家自行車金牌（Wire & Haq, 2021）、奧運選手比賽時所貼的運動貼布—肌內效（Kinesio tape）（Richardson, 2021）與馬拉松選手所使用的運動器材—碳纖跑鞋（Woodward, 2021）等。由上述議題可突顯出，應用運科與運動醫學全程協助的必要性，甚至奧運會賽場已成為各

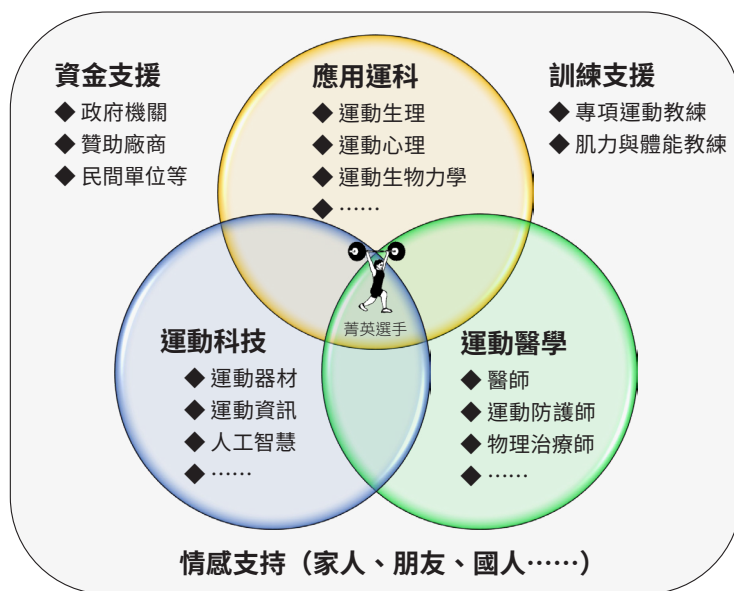


圖1 競技運動選手的支援系統

國運動科技爭相角逐的戰場。要打造出厚實的運動科學競爭力，無非是仰賴各國運動科學中心或研究機構所提供的長期協助。因此，完善的運動科學中心場所設置，可將多方位的運動科學專業（應用運動科、運動醫學與運動科技）導入競技支援系統，長期且精準提供必要協助，此對於選手無疑是一大助力，也正是我國可以積極努力的目標。

近幾年來，為提升選手競技運動表現，不僅各國對於運動科學導入競技運動的重視度顯著提升，我國也不落人後地積極佈局（陳韋翰、陳若芸、陳美燕、相子元，2020；李昱叡與王漢忠，2016；黃啟煌，2016；陳家祥與相子元，2015），分別在選、訓、賽不同階段導入符合選手需求的運動科學資源。此次臺灣奧運選手們有如此佳績並受到高度關注，讓一直以來提供競技選手運動科學支援的相關單位與團隊為之振奮。本文將就我國運動科學之發展，分別簡介運動科學導入競技支援系統之現況，以及運動科學展望。

貳、運動科學導入競技支援系統之現況

一位優秀競技選手的養成著實不易，隨著選手不同時期發展所需，相關運動科學支援程度也會有所不同。為了精準地幫助選手，提升競技表現與保持最佳身心狀態，目前我國是在運動員不同的發展階段，挹注相對應的運動科學資源，並透過各單位分工與關鍵計畫施行，齊心協助培育與優化選手競技能力，如圖 2 所示。目前我國運動科學導入競技支援現況，依據協助選手的時間長短，分為長期支援模式與短期支援模式。

一、長期支援模式

有鑑於運動科學支援選手提升運動表現已是全球常態，且是協助選手追求卓越表現的有效手段（陳全壽，2014）。我國已透過不同管道提供運動員長期運動科學之支援，內容為給予最直接且即時的具體運動科學服務，協助身、心、智、技、戰的檢測、監控與管理，包括健康管理、運動傷害管理、疲勞檢測、訓練效果評估、

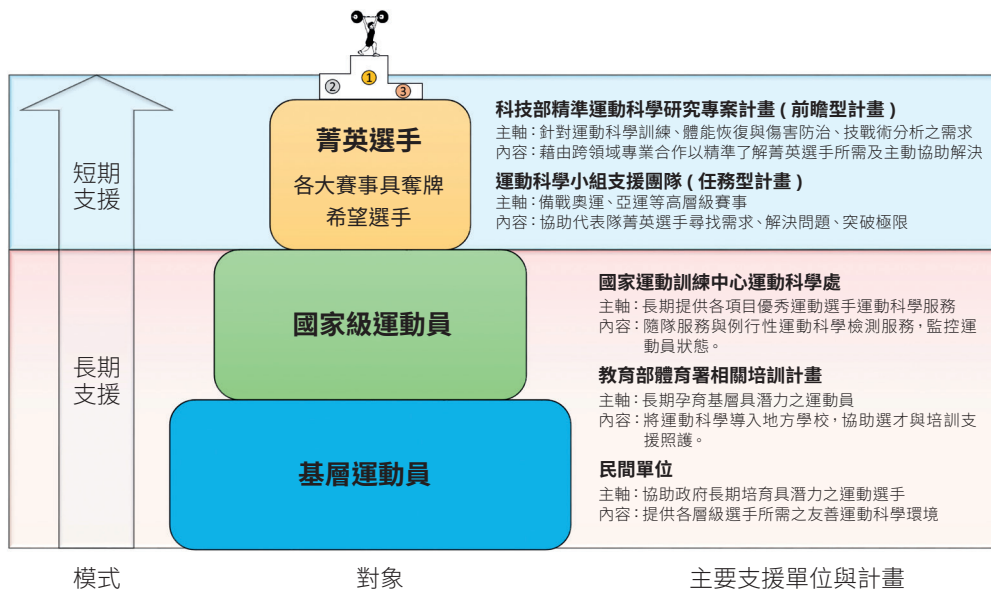


圖2 我國運動科學導入競技支援系統之發展現況

訓練計畫擬定協助、技戰術分析評估、心智發展評估與教育及訓練等，主要單位有：國家運動訓練中心（簡稱國訓中心）、教育部體育署，以及民間單位。國訓中心於 2015 年成立運動科學處，便開始長期提供運動科學服務支援，支援範疇有六大領域，包括運動生理生化、運動心理諮商、運動防護醫療、科學體能訓練、運動營養補給、力學情蒐資訊整合等領域，並透過例行性支援數據提供與長期隨隊機制之合作機制，轉譯運動科學分析結果，供國內優秀選手與教練選材、技術改善、訓練監控、策略擬定、健康狀態、營養補給等之參考（何仁育，2021）。在此運動科學資源支援下，選手們便紛紛於 2017 臺北世界大學運動會與 2018 雅加達亞洲運動會嶄露頭角，突顯出運動科學對選手表現的貢獻（何仁育，2021）。

教育部體育署主要透過相關計畫的施行，長期幫助基層運動員科學化培訓。如：從 2017 年開始公告一年一次例行性的「運動科學支援競技運動計畫」，鼓勵具備運動科學專業之學術單位，支援基層運動團隊進行科學化訓練，對象涵蓋大專校院、國高中具潛力選手。2020 年申請件數為 51 件，遠多於先前年度的申請件數，可見基層選手與教練對於科學化輔助無不殷切期盼（教育部體育署，2020）。民間單位部分，主要是扮演互補於政府的角色，提供各層級選手友善運動科學環境，例如：財團法人體育運動發展促進基金會成立 6 個運動科學相關委員會，含運動醫學、運動傷害防護與物理治療、運動心理、運動營養、運動技術與戰術、運動科技支援等委員會，並以資金補助不重複的贊助方式協助具潛力的選手（陳士魁，2021）。

二、短期支援模式

為提供選手更多的運動科學支援能量，相關單位籌組短期支援的團隊，目前有：國訓中心在亞運和奧運前夕，成立任務型導向的「運動科學小組」，以及科技部於 2018 年初次推動的「精準運動科學研究專案計畫」。在運動科學小組方面，國訓中心以臨時任務型的模式（賽事結束即解散），針對亞運和奧運具有奪牌希望的選手，邀請學有專精的各領域專家與學者，進行短期運科協助。例如：2016 年里約奧運奪金計畫中，主要針對舉重、跆拳道、射箭與拳擊等成立專項的運動科學小組（李昱叡與相子元，2016）。支援內容為透過系統性整合規劃，再同步實施不同領域的運科支援工作，過程中根據客觀化的量測與數據解析，協助找出各項目選手關鍵需求，並提供科學化訓練介入，定時予以監控，適時調整介入方向，以發揮運動科學支援最大成效。以射箭運動科學小組為例，射箭屬於高穩定性及高技術性的運動項目，運動科學小組分別從運動生物力學與運動心理學領域，進行整合型的支援與介入。在提高瞄準技術及穩定度上，應用運動生物力學方法進行射箭專項技術診斷，從中量化瞄準技術力學指標，並透過自行研發的即時回饋系統，提供教練選手瞄準技術立即調整和訓練穩定性之客觀依據。由運動心理學的技巧，提供射箭選手心理技能訓練、賽前心理及專注計畫，藉以面對與掌握比賽時的壓力，提高專注力（陳美綺、洪聰敏，2016）。

科技部的「精準運動科學研究專案計畫」（簡稱精準科研計畫）於 2018 年 10 月至 2022 年 7 月期間推動具前瞻性的運動科學支援模式。以菁英選手為核心，偕同應用運科與運動醫

學領域學者，再加上新興科技領域（人工智慧 AI、虛擬實境、大數據分析……等）之專家學者，透過跨域合作方式，精準分析選手所需，齊心協力提升選手競技運動表現、解決選才與訓練之瓶頸，從而帶動運動產業發展。此計畫主要涵蓋三大主軸「運動科學訓練」、「體能恢復與傷害防治」以及「技戰術分析」等。目前共有 8 個運動科學研究團隊接受補助，涵蓋舉重、羽球、桌球、棒球，以及自行車等項目（科技部，2020）。其中，最具代表性的有針

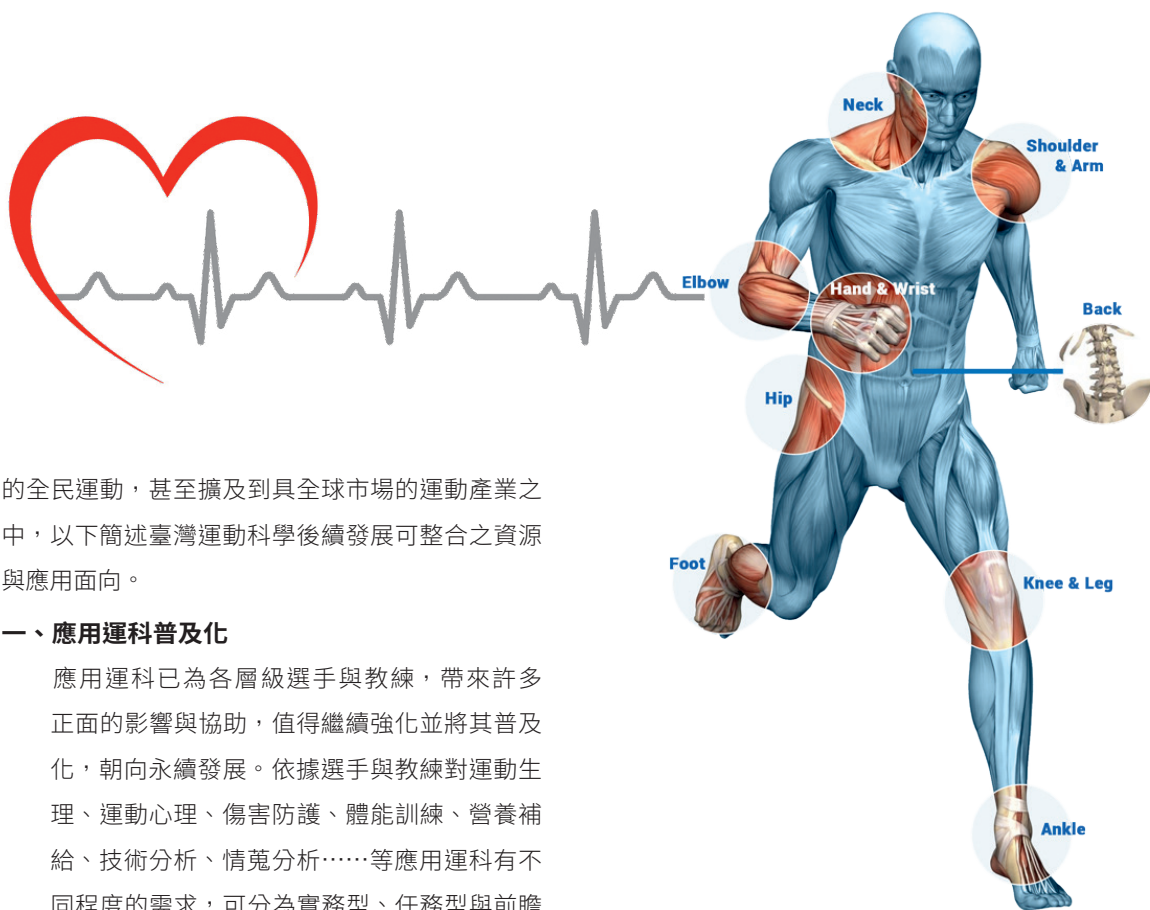
對舉重項目的「精準舉重」計畫之運動科學研究團隊，其所協助選手一郭婞淳，勇奪 2020 年東京奧運會金牌；羽球項目的「Coach AI『金』準羽球」計畫之運動科學研究團隊協助羽球選手。此精準科研計畫的第一期程即將進入尾聲，預計各運動科學團隊將會有多項技術成果與相關企業進行媒合，讓研發成果不僅僅應用於競技運動與學術研究中，更能在運動產業上發揮更大的價值，進而帶動臺灣運動科技產業的發展。

參、運動科學展望

此次協助東京奧運選手的後勤支援團隊，不僅包含以往的運動科學小組、運動醫學團隊，更新增精準科研計畫團隊，以多面向提供選手階段性的協助。臺灣以運動科學支援強化訓練成效與提升競技水準，已行之有年，且有一定基礎；如圖 3 所示，未來若能有效整合和優化應用運科、運動醫學、運動科技、學研單位，除能更全面地協助優秀與基層選手的競技運動支援，亦能擴及到以休閒健康為重



圖3 運動科學之可整合資源與應用面向



的全民運動，甚至擴及到具全球市場的運動產業之中，以下簡述臺灣運動科學後續發展可整合之資源與應用面向。

一、應用運科普及化

應用運科已為各層級選手與教練，帶來許多正面的影響與協助，值得繼續強化並將其普及化，朝向永續發展。依據選手與教練對運動生理、運動心理、傷害防護、體能訓練、營養補給、技術分析、情蒐分析……等應用運科有不同程度的需求，可分為實務型、任務型與前瞻型運動科學小組，各司其職適時協助選手與教練。（一）實務型運動科學小組主要提供各階段運動員（基層、國家級與菁英運動員）定期定點與隨隊的各项運動科學監控服務；（二）任務型運動小組著重進行高階的運動科學分析，依據目標選手（國家級與菁英選手）與教練所提之需求，成立專案小組，具體提供相對應運動科學數據與建議，協助選手突破瓶頸；（三）前瞻型運動科學小組則以精準化運動科學為要素，採取主動出擊與超前部署偕同各專業領域合作，精準瞭解需求與問題，並導入具前瞻性思維與技術，致力於積極協助各階段運動員（基層、國家級與菁英運動員）與教練，進行精準運動科學服務與相關軟硬體開發，以

提升運動員競技表現。例如：此次科技部精準科研計畫所開發之選訓賽所需之應用系統、科技情蒐輔助系統、疲勞監控系統、智慧化訓練系統等。

針對應用運科之具體做法為可妥善統整現行各單位所公告的各项計畫補助，例如：國訓中心運動科學處主辦實務型運動科學小組、教育部體育署主辦任務型運動小組，科技部主辦前瞻型運動科學小組，透過橫向與縱向的長期合作，讓應用運科可在同一競技運動項目中持續強化，並能普及至更多競技項目選手與教練，讓整體的競技運動得以更均衡地發展。

二、運動醫學精準化

運動醫學與應用運科皆是運動科學支援的重要要素，彼此間透過密切合作與交流，提供選手精準地醫療服務，協助選手維持和調整到頂尖競技狀態。運動醫學主要依據選手與教練需求，由醫師、運動防護師、物理治療師、運動禁藥專家等相關專業人員，適時提供各項運動醫學協助，並建構出點線面的運動醫學服務系統。一方面可提供長期定點的運動醫學服務，以及隨隊貼身的運動醫學服務，以提升運動醫療效率，減少磨合期，更能精準地幫助選手與教練，讓選手保持健康且最佳的身體狀態；另一方面，可培養出具備與運科人員合作的運動醫學人才，並開發各運動項目之運動傷害監測系統、科學化禁藥系統……等，逐步完備精準運動醫學服務系統，更加有效協助競技運動發展，以及有助於以休閒健康為重的全民運動。

針對運動醫學之具體的做法：（一）可妥善規劃與協助發揮現有的各大專院校運動醫學相關學系、各級學校運動傷害防護師、教育部體育署運動傷害防護輔導中心、臺灣運動傷害防護學會、國訓中心運動科學處的醫療照護組、各級醫院運動醫學團隊等能量，共同協助各級選手與教練；（二）鼓勵與規劃目前設有運動醫學相關系所或學程之大專院校，與運動科學相關場所合作（如：國訓中心運動科學處），提供學生實習機會，藉機培養未來所需人才。（三）鼓勵大專院校增設運動醫學相關系所或學程，培養更多同時具備醫學背景、運動科學知識與實務經驗的運動醫學人才。

三、運動科技跨域化

運動科技儼然已是全球最新發展趨勢（Thompson, 2021; Aroganam, Manivannan,

& Harrison, 2019；張簡旭芳、相子元，2016），也是各國選手在奧運會場角逐時的攻防利器與堅強後盾。所謂「工欲善事，必先利其器」，主要結合運動器材與用品、AI、資訊工程、電機工程、電子工程、機械工程、程式設計、工業設計……等各領域人才，針對競技運動、全民運動、運動產業方面，所需的各項軟硬體系統設備進行研發。

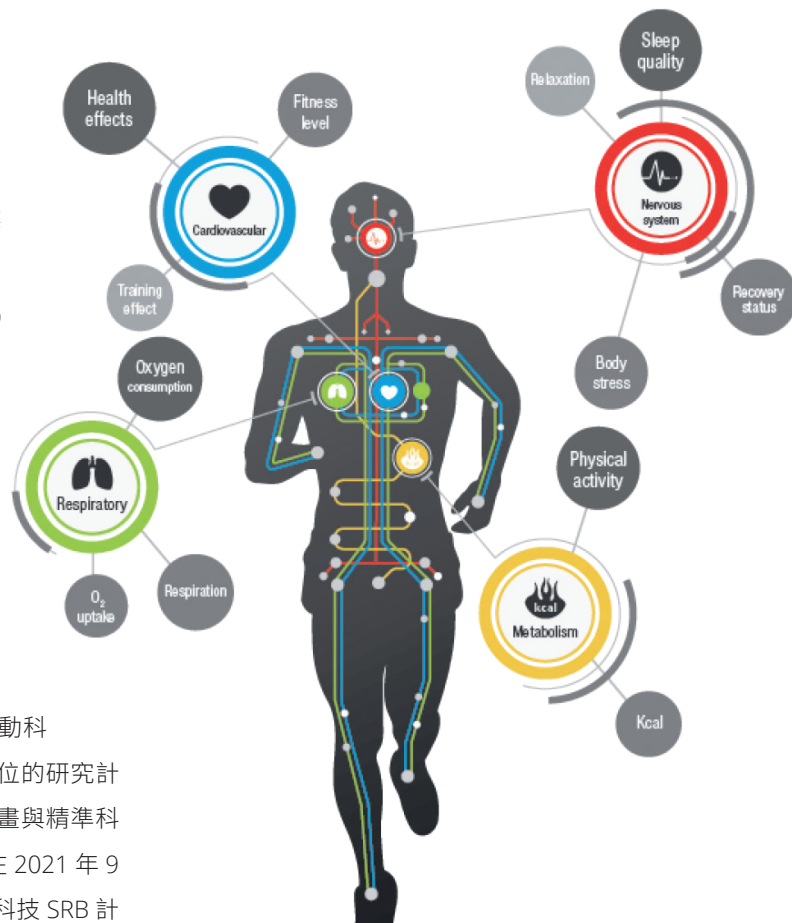
一直以來，運動器材與用品硬體研發為提升運動表現與預防傷害之科技策略之一，如機能服裝加速恢復、碳纖維跑鞋增進跑步效率、阻力訓練器材增進肌力訓練效益、肌內效貼布減緩疼痛與加速修復等都是重點研發硬體器材。隨著新興科技起飛，穿戴科技、虛擬實境、AI 技術、大數據分析等日漸成熟與強化，已融入運動科學之中。一方面藉由紀錄與收集運動資訊與運動科學數據，進一步執行統計、大數據、機器學習分析，瞭解對手與我國選手優弱勢、建立各種預測模型（如：比賽結果預測、運動表現預測、運動傷害發生率之預測等）、提供策略分析結果、開發 AI 或虛擬實境運動器材（如：AI 訓練器材、虛擬對戰實境）等，進而精準地協助選手與教練制定作戰策略、預防運動傷害與提升運動表現，讓選手保持知己知彼的最佳狀態；同時，可將上述所研發的各項軟硬體系統設備，應用在消費市場更為廣大的全民運動上，讓注重休閒和健康的國人受惠。另一方面，培育運動產業物聯網（Intelligent of thing）工程師、運動 AI 工程師、運動資料工程師、資訊安全工程師、虛擬實境設計師、運動器材開發工程師……等運動科技產業人才，導入正在起飛的運動科技產業；同時，透過產官學的合作，開創出符合市場需求的運動科技產品、運

動器材與用品、專利商標、商業模式……等，促進我國相關產業的升級。

針對運動科技之具體做法：（一）鼓勵大專院校增設運動科技相關系所或學程，培養具備科技與運動背景的人才；（二）鼓勵大專院校增設跨領域的運動科技中心（如：國立清華大學成立的校級運動科技中心），促進不同學術背景的教授，在此平台進行跨域合作，開發創新的運動科技產品；（三）整合現行相關單位的研究計畫，例如：科技部的產學合作計畫與精準科研計畫；（四）妥善利用預計在 2021 年 9 月公告的行政院跨部會「運動 x 科技 SRB 計畫」。

四、學研合作永續化

各大專院校和研究機構（如工研院、紡織綜合研究所、鞋技中心、自行車中心……）皆是我國學術研究或是技術開發的主力，若能有效鏈結和整合具專業特色的學研單位，對於應用運科、運動醫學、運動科技的發展，進而將各項成果永續應用於競技運動、全民運動、運動產業面向上，至關重要，並可創造出多贏模式。具體成效有：（一）有助於協助更多的競技運動項目；（二）可源源不絕導入創新思維，讓我國運動科學走在時代尖端；（三）有助於運動科學人員實務經驗累積與運動科學跨領域人才培育；（四）可深化教練選手科研知識有助於選手退役後之



職涯發展；（五）打造運動科學友善環境，創造相關就業機會；（六）產官學合作可加速推動全民運動與運動產業發展。

肆、結語

臺灣應用運動科學協助提升競技運動水準，已行之有年。由甫落幕 2020 年東京奧運會的佳績，可說明運動科學在分秒必爭的競技運動中，扮演關鍵性的角色。除此之外，運動科學對於促進全民運動與運動產業，亦有其一定的功能。然而，臺灣目前缺少一個運動科學專責機構，整合現有的應用運科、運動醫學、運動科技、學研單位……等資源，反觀 2020 年東京奧運會獎牌排名前茅的亞洲運動強國中，第 2 名的中國大陸早在 1958

年設立國家體育總局體育科學研究所（China Institute of Sport Science, CISS），第3名也是主辦國的日本在2001年設立日本運動科學中心（Japan Institute of Sports Sciences, JISS），第16名的韓國在1980年設立韓國運動科學中心（Korea Institute of Sport Science, KISS）。臺灣應急起直追，參考各國運動科學中心的做法，設立適合臺灣運動發展特性的國家級「臺灣運動科學中心（Taiwan Institute of Sports Sciences, TISS）」，讓更多的優秀與基層選手得以獲得各項運動科學協助，培育出更多的臺灣之光，同時亦能深化以休閒健康為重的全民運動，以及促進運動產業的發展。



作者楊雯雯為中國醫藥大學運動醫學系助理教授、劉強為臺北市立大學運動器材科技研究所特聘教授、相子元為立臺灣師範大學運動競技學系研究講座教授

參考文獻

- 陳韋翰、陳若芸、陳美燕、相子元（2020）。我國參與2020東京奧運後勤支援團隊之規劃概況。《國民體育季刊》，202，50-57。
- 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。
- 黃啟煌（2016）。備戰2016里約奧運後勤支援。《運動表現期刊》，3（2），85-89。
- 陳家祥、相子元（2015）。國訓中心之運動生物力學規劃。《國民體育季刊》，181，54-59。
- 陳士魁（2021）。談民間團體參與運動選手培訓—以財團法人體育運動發展促進基金會為例。《國民體育季刊》，206，68-71。
- 陳全壽（2014）。追求卓越的運動表現。《運動表現期刊》，1（1），1-5。
- 何仁育（2021）。運動選手培育支持系統—國家運動訓練中心運動科學支援。《國民體育季刊》，206，61-63。
- 李昱叡、相子元（2016）。我國參賽2016年里約奧運之運動科學策略與作法。《國民體育季刊》，186，42-48。
- 陳美綺、洪聰敏（2016）。射箭隊的運動心理介入。《運動表現期刊》，3（2），55-62。
- 張簡旭芳、相子元（2016）。運動表現之研究趨勢。《運動表現期刊》，3（2），49-53。
- 教育部體育署（2020）。推動運動科學導入競技訓練有成 年度申請案件創新高。取自：https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&s=DECB9502AB65455D
- 科技部（2020）。「精準科研助攻，再創運動巔峰」精準運動科學研究專案計畫執行團隊發布。取自：https://www.most.gov.tw/folksonomy/detail?article_uid=177379c3-0061-43bb-ab33-c966df9edc73&men
- Thompson, W. R. (2021). Worldwide Survey of Fitness Trends for 2021. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 25(1), 10-19.
- Arogam, G., Manivannan, N., & Harrison, D. (2019). Review on wearable technology sensors used in consumer sport applications. *Sensors*, 19(9), 1983.
- Wire, C. & Haq, S. N. (2021). *Anna Kiesenhofer is a math genius who just pulled off one of the biggest shocks in Olympics history*. CNN. Retrieved from <https://edition.cnn.com/2021/07/26/sport/anna-kiesenhofer-olympic-gold-tokyo-2020-spt-intl/index.html>
- Richardson, D. (2021). *There's a reason why Olympic athletes are wearing that weird tape*. Unilad. Retrieved from <https://www.unilad.co.uk/sport/theres-a-reason-why-olympic-athletes-are-wearing-that-weird-tape/>
- Woodward, A. (2021). *Runners wearing Nike 'super shoes' dominated in the Olympics, taking more than 60% of podium spots*. Business Insider. Retrieved from <https://www.businessinsider.com/nike-runners-trounce-olympics-competitors-super-spike-shoe-technology-2021-8>

國家運動訓練中心運動生理、生化支援競技運動之進化歷程

文 / 陸康豪、何仁育

壹、前言

運動科學已成為發展國際競技運動表現的強大後盾之一，透過科學的輔助，可以協助教練與選手解決訓練上的問題或瓶頸，突破自我成績，替國家爭取至高的榮耀。國家運動訓練中心（以下簡稱為國訓中心）自 2015 年法人化後，透過計畫的挹注，逐年擴大進駐國訓中心的後勤運科團隊，以提供選手長期且即時的運科支援。因此，國訓中心運科支援的內容與發展就不斷受到各界的矚目。

隨著後勤運科團隊的擴大，國訓中心運科支援架構逐漸明確，六大運科領域的支援內容也明確設立。其中，運動生理、生化領域是最早提供給選手的支援項目，目前有 5 名長期進駐國訓中心的運動生理、生化領域人員，提供的服務包括身體組成的監控、身體疲勞的監控、訓練負荷的監控、身體恢復的促進等，主要目的在避免選手產生過度訓練，而造成運動表現下降或造成傷害。由於運動生理、生化領域是最早的運科支援項目之一，本文將介紹國訓中心運動生理、生化領域的支援內容與發展，並簡單回顧從 2015 年至今的支援進化歷程。

貳、國訓中心運動生理、生化領域支援的進化歷程回顧與創新做法

自 2016 年里約奧運後，我國的競技運動表現在 2017 年臺北世大運、2018 年巨港 / 雅加達亞運、2019 年各單項錦標賽，一直到最近的東京奧運，選手們表現突飛猛進，繳出令人驚豔的成績單。當



圖1. BOD POD (原理為空氣體積置換法)

教練與選手不停進步的同時，身為國家隊的運動科學從業人員，更要有突破，才能持續協助教練與選手。回顧從里約奧運到東京奧運的 4~5 年期間，國訓中心在運動生理、生化領域的進化有 3 大關鍵要素，分別為：人力擴增、支援主軸訂定、軟硬體設備的升級。在人力資源方面，運動生理、生化領域在 2015 年時由原本的 2 人增加至 3 人，但仍難以承載每年支援 300-400 位選手的負荷量，此時期經常依賴其他領域同仁的協助，例如體能訓練師或營養師協助身體組成的監控。透過計畫的挹注下，2020 年生理人員由 3 人擴編至 5 人，大幅地提升可支援選手的廣度。在里約奧運時期，當時的生理、生化支援重點以身體組成分析及疲勞監控為主，而



圖2. 皮脂厚檢測

經過這 4~5 年的進展下，目前生理、生化支援已訂定出 5 項明確的支援主軸，包含：一、身體組成分析、二、疲勞監控、三、特殊生化檢測、四、生理恢復、五、運動專項負荷評估。

一、身體組成分析

定期執行身體組成分析，了解選手體重、肌肉量或皮下脂肪厚等參數變化，可說是生理、生化領域支援中最基本的。先了解運動員的身體現況，後續再配合肌力體能訓練或營養介入，可改善選手的身體組成，增進競技優勢（National Strength and Conditioning Association [NSCA], 2012）。在 2015 年以前，國訓中心主要使用生物電阻法的儀器，但文獻指出，電阻式儀器所測得的體脂率數值誤差較大（American College of Sports Medicine

[ACSM], 2010)。因此，自 2015 年起開始推行更精確的檢測方法，包含：BOD POD（Cosmed USA, Concord, California）（圖 1）與皮脂厚檢測（圖 2）。BOD POD 的檢測原理為空氣體積置換法，可視為體脂率的黃金指標。選科人員會依據各培訓隊對體脂率精準度的要求、選手人數、檢測頻率等因素，而選擇不同儀器進行檢測。

在發展 BOD POD 或皮脂厚檢測的同時，我們也積極尋找市場上是否有更精準的電阻式儀器，以在精準度與檢測時間、人數上取得平衡。在 2018 年，國訓中心淘汰原有的舊儀器，採購新一代的電阻式身體組成分析儀 Tanita MC-980MA plus（Tokyo, Japan），Tanita 儀器不僅大幅縮短檢測時間，亦有內建運動員體型常模可供對照參考。此外，根據國訓中心內部未發表的資料顯示，與 BOD POD（黃金指標）相比，舊款儀器測得的男子選手體脂率會高估 5%，而 Tanita 儀器則高估約 2%，已可減少體脂率的誤差（圖 3、4）。目前國訓中心多數隊伍使用 Tanita 儀器測量身體組成，再搭配 BOD POD 或皮脂厚檢測，以提升準確度與回饋效益。例如，選手 A 為體重分級項目，須密集監控體重與身體含水量，因此每週安排電阻式儀器檢測 1-2 次，另外每月再安排 BOD POD 檢

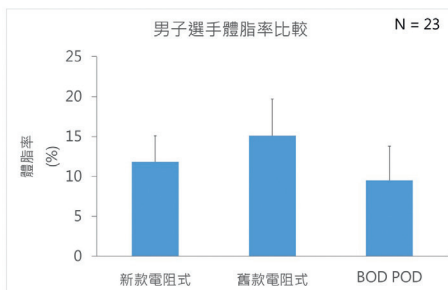


圖3. 不同儀器的體脂率比較 (男子選手)

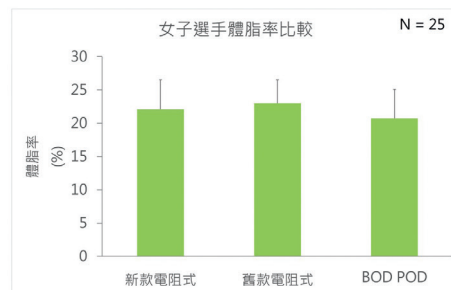


圖4. 不同儀器的體脂率比較 (女子選手)

測 1 次，掌握較精準的體脂率數值。選手 B 為非體重分級項目，每季安排 1 次電阻式儀器檢測，評估肌肉量與左右平衡情形，再配合每 1-2 個月的皮脂厚檢測，監控皮下脂肪量的變化。

二、疲勞監控

配合訓練週期與課表，疲勞監控可掌握選手訓練後的身體反應與恢復情形，可協助教練檢視訓練刺激是否合宜，並作為訓練課表修改的依據。現行的疲勞監控方式為檢測 3 大指標，包含血紅素（hemoglobin, Hb）（圖 5）當作機能指標、肌酸激酶（creatine kinase, CK）當作肌肉指標、血尿素氮（blood urea nitrogen, BUN）當作代謝指標（Mougios, 2020）。Hb 可反映選手是否有貧血問題，以及近期的營養狀態，也可初步評估身體的水合狀態。CK 可反映選手的肌肉使用負荷，高強度或大量訓練都容易造成 CK 值偏高，表示選手處於疲勞度



圖5. 血紅素 (Hb) 分析儀

偏高的狀態，也可當作評估恢復的指標。BUN 則可反映選手的蛋白質或胺基酸代謝情形，BUN 值過高表示選手可能有訓練量過大的問題，同時也可評估選手是否有攝取過多蛋白質的問題（Mougios, 2020）。疲勞監控以透過指尖採血的方式進行，並不會對選手造成太大的身心壓力或影響訓練，這套支援模式在國訓中心至少實施超過 25 年以上，且沿用至今。然而，過去的疲勞監控較著重於客觀參數，缺乏選手的主觀反應。因此，為了更了解選手的主觀疲勞感，自 2016 年起部分選手在進行疲勞監控時同步填寫紙本的視覺類比量表（visual analogue scale, VAS）（圖 6），事後再分析主觀的痠痛指數與 CK 值等客觀數據，找出可能造成選手疲勞的其他原因，例如訓練時或賽前的壓力所造成的心理疲勞，並將選手轉介紹給運動心理諮詢師，以解決心理疲勞的狀況。國訓中心自 2017 年起針對所有培訓隊全面推動 VAS 痠痛量表，而到了 2019 年更是一大突破，將原本的紙本 VAS 量表進化成線上版的健康問卷（圖 7）。電子版的健康問卷不但可節省紙張的消耗，且選手在平板上填寫的資料可立即傳入後端資料庫，問卷中除了原有的痠痛量表外，同時還加入精神疲勞、睡眠品質、壓力和情緒，共 5 大面項，可更全面性檢視選手的整體健康自評分數，再配合客觀指標，以利支援回饋。除了 Hb、CK 和 BUN 外，近幾年也陸續加入血氨、尿酸和肌酸酐等進階疲勞指標，可視選手的生理狀況加驗這幾個指標，更廣泛評估選手的訓練適應與恢復情形（Mougios, 2020）。

三、特殊生化檢測

過去國訓中心數十年的疲勞監控指標都以

國家運動訓練中心疲勞監控表

隊別：		日期：		VAS 疲勞量表			Hb	CK	BUN
號碼	姓名	訓練週期	體能訓練	上肢	軀幹	下肢			
		<input type="checkbox"/> 一般準備 <input type="checkbox"/> 專項準備 <input type="checkbox"/> 賽中 <input type="checkbox"/> 賽後 <input type="checkbox"/> 賽前	<input type="checkbox"/> 肌力/肌耐力 <input type="checkbox"/> 爆發力/衝刺 <input type="checkbox"/> 高強度心肺 <input type="checkbox"/> 中低強度心肺	上肢 0 _____ 極限 軀幹 0 _____ 極限 下肢 0 _____ 極限					
		<input type="checkbox"/> 一般準備 <input type="checkbox"/> 專項準備 <input type="checkbox"/> 賽中 <input type="checkbox"/> 賽後 <input type="checkbox"/> 賽前	<input type="checkbox"/> 肌力/肌耐力 <input type="checkbox"/> 爆發力/衝刺 <input type="checkbox"/> 高強度心肺 <input type="checkbox"/> 中低強度心肺	上肢 0 _____ 極限 軀幹 0 _____ 極限 下肢 0 _____ 極限					
		<input type="checkbox"/> 一般準備 <input type="checkbox"/> 專項準備 <input type="checkbox"/> 賽中 <input type="checkbox"/> 賽後 <input type="checkbox"/> 賽前	<input type="checkbox"/> 肌力/肌耐力 <input type="checkbox"/> 爆發力/衝刺 <input type="checkbox"/> 高強度心肺 <input type="checkbox"/> 中低強度心肺	上肢 0 _____ 極限 軀幹 0 _____ 極限 下肢 0 _____ 極限					
		<input type="checkbox"/> 一般準備 <input type="checkbox"/> 專項準備 <input type="checkbox"/> 賽中 <input type="checkbox"/> 賽後 <input type="checkbox"/> 賽前	<input type="checkbox"/> 肌力/肌耐力 <input type="checkbox"/> 爆發力/衝刺 <input type="checkbox"/> 高強度心肺 <input type="checkbox"/> 中低強度心肺	上肢 0 _____ 極限 軀幹 0 _____ 極限 下肢 0 _____ 極限					
		<input type="checkbox"/> 一般準備 <input type="checkbox"/> 專項準備 <input type="checkbox"/> 賽中 <input type="checkbox"/> 賽後 <input type="checkbox"/> 賽前	<input type="checkbox"/> 肌力/肌耐力 <input type="checkbox"/> 爆發力/衝刺 <input type="checkbox"/> 高強度心肺 <input type="checkbox"/> 中低強度心肺	上肢 0 _____ 極限 軀幹 0 _____ 極限 下肢 0 _____ 極限					

圖6. 視覺類比量表 (visual analogue scale, VAS)



圖7. 電子版健康問卷

CK、BUN 為主，有需要發展更廣的指標以輔助評估選手的身體狀況。原有的儀器已老舊，且不利檢測其他特殊指標，因此為提升檢測的效度與量能，國訓中心於 2018 年採購新一代的乾式生化分析儀 (Fujifilms, Dry-Chem NX500i, Tokyo, Japan)，大幅縮短每個檢體的上機時間，且也更方便檢測其他指標，包含：肝 / 腎指標、鈣 / 磷 / 鎂、白蛋白和血脂質等，透過這些參數可更了解選手的能量代謝、水合狀態以及健康情況。除了乾式生化分析儀外，國訓中心原本既有的鈉 / 鉀 / 氯分析儀 (Arkay, Spotchem EL SE-1520, Shiga, Japan)，以及一般家用的血糖、血酮機也可配合使用。鈉 / 鉀 / 氯，以及鈣 / 磷 / 鎂等是人體重要的離子，可反應選手在訓練後的生理與營養狀態；血糖可當作即時的疲勞指標，在先前的支援經驗中曾發現，某隊選手因平時要控制體重，加上訓

練中未增補任何能量，導致訓練時血糖偏低。而針對要減重的選手，我們也會檢測血糖與血酮，確認選手的代謝情形。為了配合東京奧運黃金計畫之政策執行，國訓中心自 2019 年起便針對黃金計畫選手，以及東京奧運參賽選手，在執行常規疲勞監控的同時，會主動加驗特殊生化指標，以利評估這些菁英選手的身體狀況，給與更精準的支援。在備戰東京奧運的過程中，就曾發現有選手血鈣偏高，或是血鈉偏低等狀況，隨即轉介給營養師介入改善。另外，為了檢測選手的鐵、銅和鋅等微量元素，以及總抗氧化力，國訓中心也於 2019 年採購分光光度計 (Thermo Fisher Scientific, Genesys 30, Madison, California)，且購買相關指標的檢測試劑。經過初步測試後，這些指標已從 2020 年起正式加入運動生理、生化領域的檢測項目中。以本次備戰東京奧運為例，



圖8. 超低溫冷凍儀



圖9. 氣壓式按摩機

針對黃金計畫與參賽選手，我們執行了數次微量元素分析，檢測後立即將資料彙整給營養師，以便給與選手營養處方。

四、生理恢復

運動訓練可視為對身體的一種刺激或壓力，適度的刺激會造成身體疲勞、組織損傷或分解代謝等負面影響，但經適度休息與恢復後，組織與細胞會修補與再合成，身體機能不但可回到原來的水準，甚至還會更上一層樓（Kenney, Wilmore, & Costill, 2015）。因此，如何促進運動員的恢復亦是運動生理、生化領域的重要主軸之一。國際研究已證實，全身冷凍恢復的效益有如強化版的三溫暖，可促進血液回流，並藉由表皮快速降溫與回溫的操作手法，增進運動員的自主神經調節能力，協助選手在訓練後的放鬆（Lombardi, Ziemann, & Banfi, 2017）。國訓中心於 2018 年引進超低溫冷凍儀（Cryomaster, Cryosauna Aurora, Kherson,

Ukraine）（圖 8），可執行全身冷凍恢復（whole-body-cryotherapy, WBC）。同年為了提供選手更多恢復上的策略選擇，亦採購氣壓式按摩機（Unix, UAM-8100, Korea）（圖 9），藉由間歇充氣加壓（intermittent pneumatic compression, IPC）的原理達到促進血液與淋巴液回流的恢復效益（張政鈺、陸康豪、詹貴惠，2014）。配合疲勞監控結果，會針對疲勞度偏高的選手安排全身冷凍或氣壓按摩恢復，並繼續追蹤選手的疲勞指數。

五、運動專項負荷評估

運動生理、生化領域支援的最後一項主軸為運動專項負荷評估，所謂的專項負荷評估是指檢測選手在進行專項訓練時的心率、血乳酸或血氨等參數，評估生理負荷程度，以利體能教練開立專項訓練處方，也可作為專項體能進步的評估。我們會依各運動項目之生理及能量特性，事先與教練討論好專項檢測內容、動作、

時間和要擷取之生理參數。過去曾執行過專項負荷評估的運動種類包含：跆拳道、鐵人三項、自由車、韻律體操和划船等。而在備戰東京奧運期間，則有體操、游泳和拳擊這 3 個項目的選手進行數次專項負荷檢測，讓教練了解訓練的效益。而專項檢測亦經常與疲勞監控以及特殊生化指標結合，舉例來說，我們先前即針對體操進行相關的專項檢測，發現選手有能量不足的問題，隨後進行營養與體能訓練介入。數週後實施後測，發現選手的體能狀況與運動表現有明顯改善。

除了人力的擴增以及儀器設備的更新外，由於身體組成分析與疲勞監控屬於常規性的支援工作，每年都會累積大量的數據，近年來每年執行身體組成分析與疲勞監控的人次皆超過 3,000 以上。要處理如此龐大的資料，就必須要有完善的系統資料庫。國訓中心的運動生理、生化領域資料庫自 2016 年起有重大轉變，從單純只能儲存原始資料的功能，在逐年資料庫系統的優化與擴充下，到目前已可針對隊別 / 個人進行團隊與個人的數據統計分析、資料匯出、條件篩選和報表印製等多項功能，不但可大幅減少人工作業的時間，同時也減少人工運算時可能發生錯誤的機會，而在使用系統分析資料時，也盡可能讓頁面簡單化，方便點選資料。運動生理、生化系統的優化與提升，可說是提升支援工作效益上看不見的幕後功臣。

參、結語

從 2015 年國訓中心法人化後，運動生理、生化領域的支援在經歷人員擴編、儀器設備的更新、檢測項目的多元下，除了可以協助監控更多選手在訓練與恢復時的生理狀況外，也可以提供更多面向、更精確、更快速的相關數據，以作為其他運科領域

人員介入以及訓練課表調整的主要依據。這些支援實務的落實與進化也成功協助教練選手在主要的國際賽事上獲得優異的成績。隨著我國選手在此次東京奧運有相當優異的表現，運科支援更加受到重視，而為了接續 2024 巴黎奧運的支援準備，目前國訓中心也已草擬「運動科學處組織與人力」強化計畫。期望透過提升運動生理、生化實務支援的人力與聘任研究型的運科人員，未來可針對不同運動種類，找出更專一性且簡便可行的疲勞監控指標，並持續開發重點運動項目的專項檢測，以提供教練選手更多訓練上的實務應用；最後，更期望能建立不同運動專項的數據資料庫，做為未來新進選手的常模或選才依據。🙏

作者陸康豪為國家運動訓練中心運科人員、何仁育為國立臺灣師範大學運動競技學系副教授、國家運動訓練中心運動科學處處長。

參考文獻

- 張政鈺、陸康豪、詹貴惠 (2014)。間歇充氣加壓對運動後恢復之效果。《中華體育季刊》，28(3)，211-218。doi: 10.6223/qcpe.2803.201409.1005
- American College of Sports Medicine. (2010). *ACSM's certification review* (3rd ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015). *Physiology of sports and exercise* (6th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lombardi, G., Ziemann, E., & Banfi, G. (2017). Whole-body cryotherapy in athletes: From therapy to stimulation. An updated review of the literature. *Frontiers in Physiology*, 8, 258. doi: 10.3389/fphys.2017.00258
- Mougios, V. (2020). *Exercise biochemistry* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- National Strength and Conditioning Association. (2012). *NSCA's guide to tests and assessments*. Champaign, IL: Human Kinetics.

運動生物力學支援競技運動之做法

文 / 陳麒先、陳韋翰、葉明嘉、劉強



壹、前言

第 32 屆夏季奧林匹克運動會（簡稱：奧運），儘管受到 COVID-19 疫情影響，仍於 2021 年日本東京都順利舉行。本屆奧運臺灣代表團勇奪 2 金、4 銀、6 銅，共獲 12 面獎牌，締造有史以來奪牌數最多的榮譽，在全部參賽國家中排名第 34 名。更可喜的是，榮獲獎牌的運動項目，由過去的舉重、跆拳道、射箭，擴增到羽球、柔道、體操、桌球、高爾夫球、拳擊、空手道等，另有多項多人創下個人最佳成績，顯示臺灣競技運動實力的深度和廣

度，已大幅提升，不可同日而語。「十年寒窗無人問，一舉成名天下知」，運動員在高台上所綻放的光芒，背後是由艱苦枯燥的訓練、教練的細心指導、相關單位的資金挹注、以及龐大的運動科學團隊（簡稱：運科團隊），共同堆砌而成（李昱叡、王漢忠，2016；李昱叡、相子元，2016；洪志昌、藍坤田、周德倫、楊金昌，2021；黃啟煌，2016）。

為了持續臺灣競技運動實力，提供運動員更優

質的運科支援，國家運動訓練中心（簡稱：國訓中心）的運動科學處，近年網羅多位具碩博士學位的運動科學與運動醫學的專業人才，透過長期跟隨各運動項目團隊的方式，以運動生理生化、運動心理諮詢、運動醫療防護、科學體能訓練、運動營養補給、力學情蒐資訊整合等分科，提供第一線貼身的運科支援服務（何仁育，2021）。同時，國訓中心以臨時任務編組方式，邀請學有專精的各領域專家與學者，成立「運動科學小組」，針對奧運具有奪牌希望的運動員，進行專屬的運科協助（洪志昌、藍坤田、周德倫、楊金昌，2021）。

除人力擴編之外，俗話說「工欲善其事，必先利其器」，如何結合現代科技，開發創新的運動科技輔助運科團隊，使之達到事半功倍的效果，也是近年運科發展的一大焦點。為此，科技部在2018年首次發起「精準運動科學研究專案計畫」（簡稱：精準科研計畫），結合運動生理學、運動生物力學、運動心理學、運動醫學、運動營養、電機工程、資訊工程、物理治療、人工智慧以及大數據分析等各相關領域專業學者，遴選八個精準運科團隊，分別針對舉重、羽球、自由車、桌球以及棒球等項目，進行選、訓、賽所需的運動科學訓練、體能恢復與傷害防治、技戰術分析等設備系統之研發，提供運動員、教練、第一線運科人員更多的資源，並期望能透過後續的產業化，協助臺灣競技運動與運動產業的發展（陳韋翰、陳若芸、陳美燕、相子元，2020）。

運動生物力學（sports biomechanics）為運動科學的重要元素之一，是一門將力學應用於運動中有關人體結構、動作及相關器材和環境的科學（相子元，2005）。由於科技與科學研究方法不斷地演進，使運動生物力學得以應用其原理原則與儀器設備，在關於了解人體結構、訓練監控、動作分析、

技戰術分析、器材研發、以及環境影響上，扮演更吃重的角色（何維華、劉強、相子元，2006）。一般而言，運動生物力學常應用影像分析、動力分析、肌電分析和器材分析，使運動員和教練瞭解訓練負荷與技術差異，進一步提升運動競技能力（陳全壽，2014）。在今日競爭日趨激烈的體壇上，各運動強國無不竭盡所能，透過各種創新科技手段，為運動員打造更先進的運動科學設備，運動生物力學支援競技運動的方法更是日新月異，由傳統2D影像分析（video-based technology，影像技術）的方法，演變至3D立體的影像分析，再進展到應用感測器（sensor-based technology，感測器技術）的方法，例如：心率、肌電、慣性感測器，並進一步整合不同功能感測器（sensor fusion，複合式感測技術）的方法，使運動員能準確了解動作上的差異性，以及訓練比賽時的負荷，從而提供運動員適當的技術動作調整與訓練處方建議。因此，本文分別簡介影像技術、感測器技術、以及複合式感測技術在運動生物力學支援競技運動的實務應用做法。

貳、基於影像技術的運動生物力學實務應用方法

透過攝影技術分析運動員的技術優劣，已有多多年歷史，透過將人體運動過程拍攝記錄，搭配動作分析軟體，得以進行科學化且客觀的人體動作分析。影像分析是一種非接觸式的定量測量方法，這種方法可在不影響運動員表現的情況之下，針對運動員進行影像拍攝或動作擷取，加以量化分析運動員動作過程的優缺點，進而改善動作，找出最佳的動作模式，以提升運動表現。最普遍的方法之一，是利用攝影機或智慧型手機拍攝動作，進行動作的2D影像分析，計算某一維座標平面上，運動員肢段的位置、時間、距離、速度、加速度、角度、角速度、角加速度……等運動學（kinematics）參數。這種2D影像分析被廣泛地使用在真實競技比賽中，在

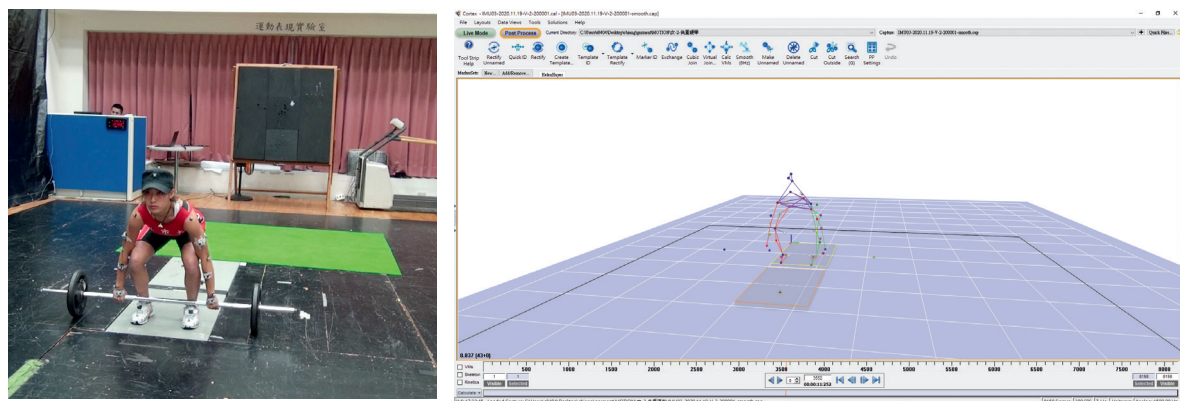


圖1、3D動作分析系統分析技術動作 (圖片提供/作者)

「不接觸」、「不干擾」運動員競賽的情況下，進行動作分析與運動情蒐。

除了 2D 影像分析，為了更準確了解運動員真實動作的三維空間變化，運科人員會使用多台攝影機，或是 3D 動作分析系統，例如 Motion Analysis System 或 Vicon System（如圖 1 所示）。3D 動作分析系統主要是透過多台紅外線攝影機，追蹤黏著於運動員身上的反光點（reflective marker），準確地定位反光點在三維空間座標的位置，減少人為誤差；運科人員常會搭配測力板（force plate），除獲得運動學參數外，亦可得到力、功、能、動量、力矩、角動量……等動力學（kinetics）參數，3D 動作分析系統因其高精度的特性，被廣泛用於優秀運動員的動作分析上，以探究快速且細微的動作差異。

儘管 3D 動作分析系統大大增加分析數據的準確度，但礙於需要架設多台攝影機、需在運動員或器材上黏貼反光點、曠日費時的後續分析……等缺點，僅受限於實驗室場域，故不利於訓練和比賽場域的應用。隨著人工智慧（artificial intelligence, AI）技術發展，現已開發出可即時自動追蹤影像或特定物體的座標與軌跡，大幅改善運科支援的時效

性。例如，科技部「精準科研計畫」中，由臺北市立大學與國立陽明大學所組成的「精準舉重」團隊，即開發出無需黏貼任何反光點，可在訓練或比賽時應用，並可即時自動辨識槓鈴移動軌跡的系統，輔以電腦或手機即時呈現軌跡與相關分析數據，對舉重運動員和教練有相當大的助益。

參、基於感測器技術的運動生物力學實務應用方法

美國運動醫學會（The American College of Sports Medicine, ACSM），每年都會針對下年度的全球健身趨勢進行預測，自 2016 年開始穿戴科技（wearable technology），一直是名列前三大的熱門趨勢之一，分別在 2016、2017、2019 及 2020 年名列全球健身趨勢的榜首，說明穿戴科技在運動中的關注度和重要性（Thompson, 2021）。穿戴科技應用在運動中，主要是利用輕便小巧的各種感測器（sensor），收集人體活動相關的數據，透過 AI 技術與大數據分析（big data mining），將複雜龐大的各種訊號分析轉換成淺顯易懂的訊息（陳佑昇、黃冠勛、相子元，2018）。這些應用感測器技術的運動生物力學方法，可收集運動員內生性（如心率、肌肉活化程度……）以及外生性（如動作的

時間、角度、速度……) 的數據，常用於支援競技運動的感測器為：

一、心率感測器-ECG

透過心電圖 (electrocardiography, ECG) 擷取運動員在訓練和比賽過程中的心率變化，已被廣泛使用；心率先於其他生理指標，更為簡單易量測。常用的胸帶式心率帶，是透過胸帶上導電片，擷取人體心率電波，再傳送至資料處理裝置，得以量測心率；另一種常用手腕式的心率錶，則因便於穿戴，而普及於運動員或運動愛好者。透過擷取的心率，除可分析平均心率或是最大心率，了解人體在運動情境下的內在負荷，並可進一步推估心肺疲勞情形；另外，可透過分析心率變異性 (heart rate variability, HRV)，評估自律神經與副交感神經的活性 (謝宏昇等人，2019)。心率感測器常用於訓練和比賽時的負荷監控，由運動過程中的心率高低，演算出訓練衝量 (training impulse, TRIMP)，用以了解運動員對於訓練負荷量 (training load) (Akenhead & Nassis, 2016)。國內外已有許多運動科技業者，應

用 AI 技術，自動演算出訓練衝量，立即回饋給運動員和教練，並將所監控到的心率轉換成「體力值」，讓運動員於運動過程中得知自身剩餘的「體力」，能更精準地分配自己的體力或配速，達到較佳的運動表現 (如 GoMore TRIMP)。

二、慣性感測器-IMU

慣性感測器 (inertial measurement unit, IMU) 主要由加速規 (accelerometer)、陀螺儀 (gyroscope) 及磁力計 (magnetometer) 所組成，分別量測各軸向加速度、角速度與磁力變化，可捕捉物體運動的資訊、測量物體姿態的一種感測器。IMU 被廣泛用於辨識身體活動 (如辨識上、下樓梯或走、跑、跳) (Chen et al, 2020; Lee et al, 2015)、監測外在負荷 (如利用三軸加速規計算 Player Load 值 [PlayerLoad™]) (Boyd, Ball, & Aughey, 2013; Liu et al., 2021)、動作疲勞監測 (方麒堯、陳韋翰、相子元，2020)。由於 IMU 有尺寸小、擷取頻率高、精密度高……等優點，對運動員於運動過程中的影響較小，而成為較

能被運動員所接受的一種運動生物力學工具。市售的智慧裝置，多將 IMU 與其他電子裝置結合，用於日常活動量測，計算步態參數，並推估熱量消耗 (如：Apple Watch、Nike Fuelband、小米手環)。在競技運動中，有國內外業者將 IMU 開發成各式運動科技產品，如將 IMU 所得的數據，結合演算法，轉變成三維動作數據，如 3D 動作分析系統般，可進行運動動作或技術分析，使研究人員

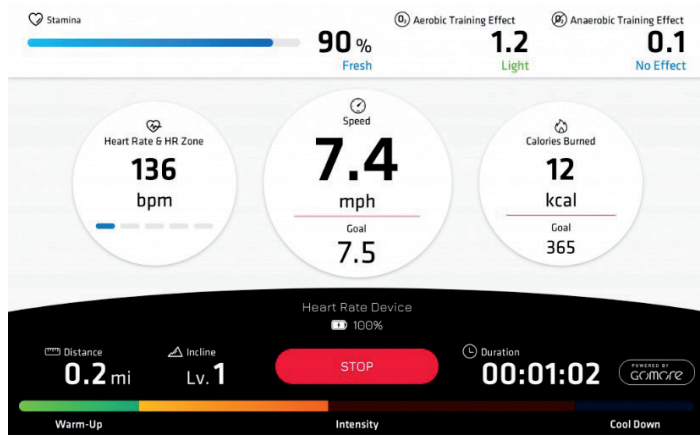


圖2、由心率演算出訓練衝量和體力值 (取自：<https://www.gomore.me/zh-tw/>)

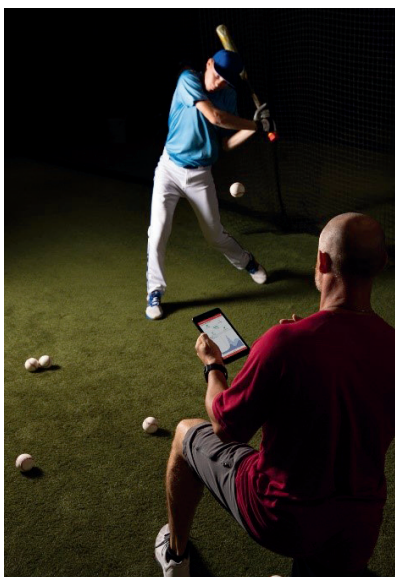


圖3、棒球打擊專用的Impact揮棒訓練分析儀
(取自：<https://www.garmin.com.tw>)

不受限於需架設紅外線攝影機捕捉反光點，而是直接使用 IMU 進行動作偵測，免除傳統動作分析系統的繁雜前置程序，增加動作分析的效率；在專項運動方面，國際知名品牌 Garmin，應用 IMU 技術開發出棒球打擊專用的 Impact 揮棒訓練分析儀（Impact™），可在每次揮棒後提供即時揮棒指標，如揮棒速度、手腕速度、揮棒時間、球棒角度和擊球角度等數據（如圖 3 所示）。

肆、基於複合式感測技術的運動生物力學實務應用方法

隨著科技產業的進步與運動風氣的增加，科技與運動相互結合已成為主流趨勢，僅一種感測器偵測特定訊號已漸漸不能滿足需求（陳韋翰、相子元，

2020）。透過組合不同功能的感測器技術，更全面的量測各種運動參數，已成為現在進行式；以下茲介紹二種實際應用於競技運動支援的複合式感測技術（sensors fusion）創新方法：

一、運動員追蹤系統

目前運動員追蹤系統分為三大類：光學影像追蹤系統（optical-based tracking system）、全球衛星導航系統（global navigation satellite system, GNSS）、局部定位系統（local positioning system, LPS）（方麒堯、陳韋翰、相子元，2021）。首先，光學影像追蹤系統即本文先前提到的 3D 動作分析系統，透過紅外線攝影機捕捉反光點進行動作追蹤；抑或是透過攝像機擷取影像後，透過電腦軟體進行人工或自動化辨識之動作追蹤系統。其次，GNSS 可透過衛星定位系統（global positioning system, GPS）（如圖 4 所示），追蹤運動員在地球上的位置，這類設備常見用於足球、橄欖球、自行車……等運動項目，可紀錄運動員的移動距離與速度，然而這類透過衛星定位的



圖4、應用GNSS技術的運動員追蹤系統 (圖片提供/作者)

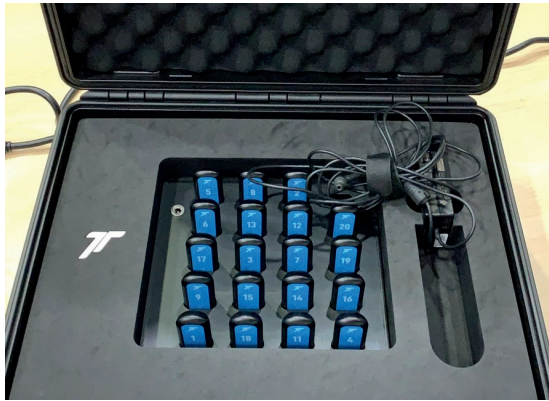


圖5、局部定位系統 (圖片提供/作者)

追蹤系統，因建築物遮蔽問題，而無法在室內場館中使用。因而近年來發展出局部定位系統（LPS）（如圖 5 所示），主要是透過架設額外的接收器，追蹤運動員在範圍內的位置與移動情形，可應用於如室內籃球場或室外足球場等，相較於 GNSS，LPS 具有更高的準確性，但缺點是需要架設接收器，且只能追蹤特定範圍內之裝置位置。

儘管 GNSS 與 LPS 定位系統，可以準確地評估運動員的移動距離、速度變化以及軌跡，但卻無法準確量化運動員的瞬間加速度或特定事件的次數（如撞擊次數、步數或跳躍次數）。基於此限制，發展出的 GNSS 或 LPS 設備，則進一步結合 IMU，協助判斷特定事件的次數，例如自行車車錶或跑步智慧手錶，除了利用 GNSS 提供使用者騎乘或跑步時的速度，同時可利用 IMU 來偵測動作頻率（如自行車腳踏頻率或跑步步頻），亦可搭配 ECG 同步呈現當下的心跳率。另外，亦發展適用於團體運動的追蹤系統，可同時追蹤多名運動員，並結合 IMU 的功能，增加可獲取的參數，如最大跑速、



移動距離、跳躍次數、撞擊次數、負荷量……等（方麒堯、相子元，2020；錢薇娟、蔡琪揚、方麒堯、陳韋翰，2020），亦可評估不同運動員每次訓練的負荷情形（Heishman et al., 2020; Olthof, Frencken, & Lemmink, 2019）。有鑑於此，國際足球總會與世界橄欖球總會相繼宣布，在不影響球員安危，以及非比賽當下將數據傳送給教練的前提下，允許各隊在正式比賽與訓練時，得以使用穿戴式的運動員追蹤系統。



圖6、運動用智慧衣 (圖片提供/聚陽實業股份有限公司)

二、運動用智慧衣

將各式感測器導入運動服飾中的運動用智慧衣，是科技結合運動的最新產品。其主要是將微型化的心率感測器-ECG、慣性感測器-IMU、加上肌肉感測器-EMG (electromyography, EMG)，應用先端的紡織技術，將導電線編織於運動專用的紡織品之中，克服彎折和水洗的影響，開發出具心率偵測、動作偵測、肌肉收縮與疲勞偵測功能的運動用智慧衣，讓運動員在無額外附加異物感的前提下，穿著此運動科技服飾，以簡便具有效率的方式獲取各項運動資訊，提高訓練成效。

伍、結語

傳統中，競技運動的成功仰賴教練與選手之間緊密的合作，隨著運動科學研究所提供循證實踐 (evidenced-based practice) 知識，以及運動科技的快速發展，使得運動科學支援競技運動，已成為提升訓練成效和運動表現的主流趨勢，運動科學在競技運動上扮演更重要的角色。運動生物力學為運動科學的重要元素之一，其主要是應用運動生物力學的原理原則與儀器設備，協助運動員、教練及相關人員了解人體結構、訓練監控、動作分析、技戰術分析、器材研發、以及環境對運動表現的影響；隨著科技的演變，運動生物力學支援競技運動方法也隨之日新月異，已由傳統 2D 平面及 3D 立體的影像分析，進展到應用單一感測器技術以及複合式感測器技術的創新方法，使運動員能更準確地了解動作上的差異，以及訓練比賽時的負荷，從而提供運動員技術動作調整與訓練處方建議的參考。期望透過本文的介紹，能讓運動員、教練、運科人員、研究人員得以了解與應用創新的運動生物力學方法，以提升競技表現水準以及運科支援競技運動的效果。🏆

作者陳麒先為臺北市立大學運動器材科技研究所專任研究助理、陳韋翰為臺北市立大學運動器材科技研究所博士後研究員、葉明嘉為臺北市立大學運動器材科技研究所博士後研究員、劉強為臺北市立大學運動器材科技研究所特聘教授。

參考文獻

方麒堯、相子元 (2020)。局部定位系統應用於運動員追蹤。運動科學。取自：<http://www.sportscience.com.tw/article/detail/局部定位系統應用於運動員追蹤>。

方麒堯、陳韋翰、相子元 (2020)。以非線性方法分析長時間跑步疲勞後各肢段動作變異性。運動表現期刊，7 (1)，1-15。

- 方麒堯、陳韋翰、相子元 (2021)。運動軌跡追蹤系統之發展與回顧。《中華體育季刊》，35(2)，125-136。
- 何仁育 (2021)。運動選手培育支持系統－國家運動訓練中心運動科學支援。《國民體育季刊》，206，61-63。
- 何維華、劉強、相子元 (2006)。生物力學在運動訓練與科學研究之應用。《國民體育季刊》，150，24-32。
- 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。
- 李昱叡、相子元 (2016)。我國參賽2016年里約奧運之運動科學策略與作法。《國民體育季刊》，186，42-48。
- 洪志昌、藍坤田、周德倫、楊金昌 (2021)。國家競技運動選手培育輔導策略與執行情形。《國民體育季刊》，206，4-10。
- 相子元 (2005)。《基礎運動生物力學》。台北市：台灣運動生物力學會出版。
- 陳全壽 (2014)。追求運動成就。《運動表現期刊》，1(1)，1-5。
- 陳佑昇、黃冠勛、相子元 (2018)。使用穿戴裝置量化運動強度之可行性。《運動表現期刊》，5(2)，51-57。
- 陳韋翰、相子元 (2020)。穿戴科技+AI→運動科學走進生活。運動科學。取自：<http://www.sportscience.com.tw/article/detail/穿戴科技+AI→運動科學走進生活>。
- 陳韋翰、陳若芸、陳美燕、相子元 (2020)。我國參與2020東京奧運後勤支援團隊之規劃概況。《國民體育季刊》，202，50-57。
- 黃啟煌 (2016)。備戰 2016里約奧運後勤支援。《運動表現期刊》，3(2)，85-89。
- 錢薇娟、蔡琪揚、方麒堯、陳韋翰 (2020)。局部定位系統結合 IMU 在量測籃球運動表現與負荷之應用。《運動表現期刊》，7(1)，29-44。
- 謝宏昇、吳秀娟、吳狄、林俊達、涂瑞洪 (2019)。國小運動代表隊選手與一般學童心率變異度之比較。《運動表現期刊》，6(1)，11-17。
- Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). Training load and player monitoring in high-level football: Current practice and perceptions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 587-593.
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. (2013). Quantifying external load in Australian football matches and training using accelerometers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(1), 44-51.
- Chen, W. H., Lee, Y. S., Yang, C. J., Chang, S. Y., Shih, Y., Sui, J. D., Chang, T. S., & Shiang, T. Y. (2020). Determining motions with an IMU during level walking and slope and stair walking. *Journal of Sports Sciences*, 38(1), 62-69.
- Heishman, A., Peak, K., Miller, R., Brown, B., Daub, B., Freitas, E., & Bembem, M. (2020). Associations between two athlete monitoring systems used to quantify external training loads in basketball players. *Sports*, 8(3), 33.
- Lee, Y. S., Ho, C. S., Shih, Y., Chang, S. Y., Robert, F. J., & Shiang, T. Y. (2015). Assessment of walking, running, and jumping movement features by using the inertial measurement unit. *Gait and Posture*, 41(4), 877-881.
- Liu, T. H., Chen, W. H., Shih, Y., Lin, Y. C., Yu, C., & Shiang, T. Y. (2021). Better position for the wearable sensor to monitor badminton sport training loads. *Sports Biomechanics*, In press. DOI: 10.1080/14763141.2021.1875033
- Olthof, S. B., Frencken, W. G., & Lemmink, K. A. (2019). A match-derived relative pitch area facilitates the tactical representativeness of small-sided games for the official soccer match. *Journal of Strength Conditioning Research*, 33(2), 523.
- Thompson, W. R. (2021). Worldwide survey of fitness trends for 2021. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 25(1), 10-19.

競技運動的後盾 整合運動醫學與運動科學的照顧體系

文 / 賴奇屏、林瀛洲

壹、前言

本次東京奧運會大放異彩的「黃金雙打」麟洋配、「世界球后」戴資穎、「舉重女神」郭婞淳、「鞍馬王子」李智凱，這些運動選手們為了能夠在比賽中，維持最佳的運動表現，背後擁有許多團隊的支持，其中運動醫學團隊，在選手長期訓練之下，除了協助傷害治療與復健之外，幫助選手避免運動傷害，並且減少傷害的風險，不論是賽前或賽後，運動醫學團隊扮演著不可或缺的角色。運動醫學團隊是一個跨領域的專業團隊，其中包含專科醫師、運動傷害防護師、物理治療師，運動禁藥、運動營養及運動心理專家。團隊的專家們必須具備了解各單項運動的規則及運動的特殊性，在高強度的運動

訓練下，增強運動選手運動表現的同時，預防傷害的發生，營養的攝取，體重的控制，心理的建設，用藥時運動禁藥的限制，以及協助運動選手受傷後返回運動競技場上，都是運動醫學團隊的重要任務。但光是憑藉運動醫學還不夠，必需輔以運動科學來負責監控身體素質及技術的精進，才能克竟全功。

貳、整合性的照顧系統

運動醫學可以協助選手預防運動傷害並加速運動訓練後疲勞的恢復。透過科學的監控也可以讓運動醫學的專家更了解運動員的體能狀況及運動表現，適時給予健康的照顧及訓練的建議，兩者相輔相成。

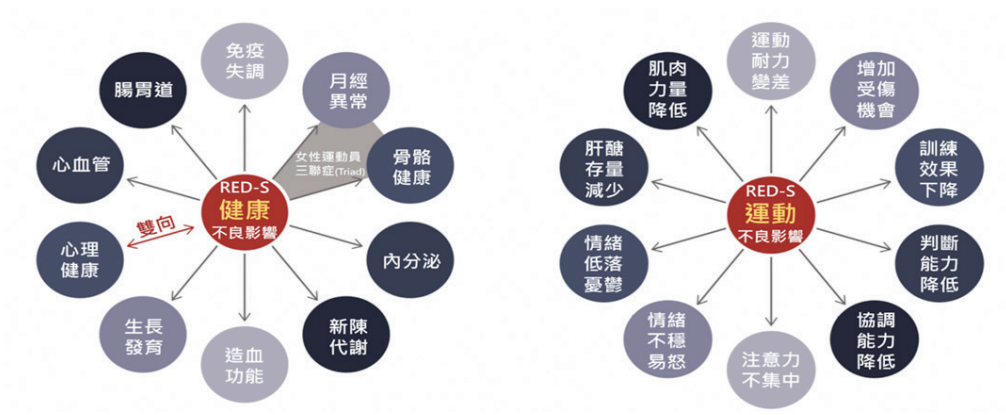


圖1 國際奧林匹克委員會一致性聲明 (IOC consensus statement) 中，所描述運動中相對能量不足 (RED-S) 對健康與競技運動的不良影響 (鄭惟仁 醫師繪圖)

一、以運動中相對能量不足 (Relative Energy Deficiency in Sports, RED-S) 為例

「運動中相對能量不足」的監控就是一個整合運動醫學及運動科學很好的模型。RED-S 對運動醫學而言是一個嶄新的概念，相對於過去只著重在女性運動員營養不足的女性三合一症候群而言，它所考慮的影響層面更為廣泛。包括了男性及女性運動員的運動傷害、疾病及運動表現，所以需要結合運動醫學及運動科學來共同監控。國際奧會於 2014 年發表了 RED-S 的聲明 (Mountjoy et al., 2014; Mountjoy et al., 2018; Tenforde, 2019; Williams, Koltun, Strock, & De Souza, 2019)。RED-S 會導致身體各系統的功能異常，且對健康造成不良影響，其對健康面向有以下十大不良影響 (圖 1)：免疫失調、月經週期異常、影響骨骼健康、內分泌失調、新陳代謝失調、影響造血功能、影響生長發育、影響心理健康 (心理問題也會造成 RED-S)、提高心血管疾病風險、增加腸胃道疾病風險 (Merrigan & Leggit, 2019; Mountjoy et al., 2014; Mountjoy et al., 2018)。而其中飲食失調、月經週期異常，及影響骨骼健康等三項過去則是包含在女性運動員三聯症 (Female Athlete Triad, Triad) 之中 (圖 2)。

二、能量可用性的評估方式

身體能量的主要來源是透過進食攝取，而能量的消耗則包含身體基礎能量代謝、日常生活能量消耗、與運動中的能量消耗，當攝入能量低於消耗能量時，將會造成身體能量不足而無法平衡 (Keay & Francis, 2019; Loucks, Kiens, & Wright, 2011; Mountjoy et al., 2014)。當運動員以熱量限制來達到減重目的時，因攝取過

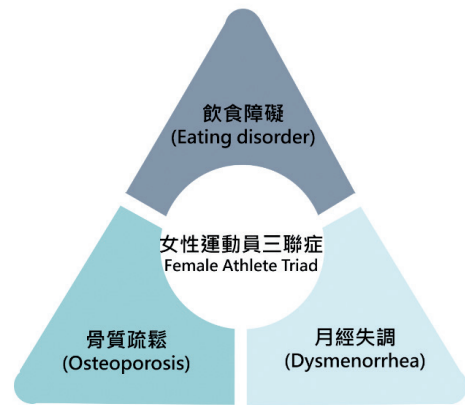


圖2 女性運動員三聯症 (Female Athlete Triad, Triad)：飲食障礙 (Eating disorder)、骨質疏鬆 (Osteoporosis)、月經失調 (Dysmenorrhea) (鄭惟仁 醫師繪圖)

低的能量加上運動員身體運動能量消耗，往往會造成低能量可用性 (low Energy Availability, low EA)。能量可用性 (Energy Availability, EA) 的定義為「每日攝取能量 (daily energy intake, EI)」減去「每日運動消耗能量 (daily exercise energy expenditure, EEE)」後與身體「除脂肪體重 (Fat-free Mass, FFM)」的比值。單位為千卡 (kcal) / 除脂肪體重公斤 (FFM · kg) (Loucks et al., 2011; Mountjoy et al., 2014)。能量平衡 (Balanced Energy) 的定義是指能量可用性達到 45kcal/kg FFM/day，當能量可用性低於 30 kcal/kg FFM/day 以下的時，便稱為低能量可用性 (low energy availability, low EA) (Loucks & Heath, 1994; Loucks & Thuma, 2003)。當 low EA 嚴重程度達某一程度時，運動員所剩下的能量不足以維持身體健康、功能和其他日常活動所需，便會造成月經失調並導致骨質疏鬆症等症狀 (Brook et al., 2019; Loucks & Thuma, 2003)。國際


RED-S CAT 運動中相對能量不足 – 臨床評估量表 Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) Clinical Assessment Tool (CAT)		
高度危險：紅燈	中度危險：黃燈	低度危險：綠燈
<ul style="list-style-type: none"> ●神經性厭食症和其他嚴重飲食失調 ●嚴重疾病(心理和生理)導致之低能量可用性(low EA*) ●極端減肥法導致脫水引起的血液動力學不穩和危及生命的狀況 ●心電圖嚴重異常(例：心搏過緩) 	<ul style="list-style-type: none"> ●長期體脂肪率(%)異常：以DXA**雙能量X光吸收儀或其他身體指標測量 ●體重大幅減輕：一個月內體重減少5-10% ●青少年運動員預期生長發育的遲緩 ●長期或嚴重之低能量可用性 ●月經週期異常：功能性下視丘無月經(FHA***) > 3個月 ●女性15歲仍無初經 ●骨密度減低(與先前DXA相比或Z score < -1 SD) ●一次以上之疲勞性骨折，伴隨月經障礙、賀爾蒙失調或低能量可用性 ●運動員因飲食失調導致之生理與心理併發症 ●經診斷的低能量可用性和飲食失調異常 ●長期相對能量不足 ●飲食失調對其他團隊成員造成負面影響 ●治療進展遲緩，醫囑遵從性低 	<ul style="list-style-type: none"> ●適當體質管理：無過度壓力、不健康飲食或錯誤運動策略 ●飲食習慣正常：無低能量可用性 ●內分泌系統正常 ●骨密度正常：符合年齡、種族、運動期望值 ●骨骼肌肉系統正常
<p>* EA : energy availability = energy intake – energy cost of exercise ** DXA : dual energy X-ray absorptiometry *** FHA : functional hypothalamic amenorrhea</p>		<p>RED-S CAT™ Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) Clinical Assessment Tool (CAT)</p> 

圖3 國際奧林匹克委員會一致性聲明 (IOC consensus statement) 所發表之RED-S CAT臨床評估量表 (Relative Energy Deficiency in Sports, REDS; Clinical Assessment Tool, CAT)，分為低風險(綠燈)、中度風險(黃燈)、高風險(紅燈) (鄭惟仁 醫師繪圖)

奧會除了發表運動中相對能量不足 (Relative Energy Deficiency in Sports, RED-S)，取代女性運動員三聯症的聲明外，且對運動中相對能量不足 (RED-S) 下了明確的定義，並於 2015 年提出 RED-S CAT 臨床評估量表 (Mountjoy et al., 2015) (圖 3)。

臺灣的競技運動員長期以來皆是以體重分級項目較占優勢，過去常以透過熱量限制來達到減重目的。這樣的情況普遍流行於重力相關運動、體重分級運動、美感相關運動等以體重、體型、身材和外表為考量因素的比賽項目。運動員為爭取身材優勢並提升獲勝機率，而不當的減重與體重下降，導致營養相對不足，也對健康產生及運動表現相當嚴重的影響。根據我們的初步調查，對象為某國立體育大學長跑項目、跆拳道隊、柔道隊及韻律體操選手共計

100 人 (表 1)，其中長跑 23 人 (男性 16 人，女性 7 人)，跆拳道 38 人 (男性 21 人，女性 17 人)，柔道 34 人 (男性 22 人，女性 12 人)，韻律體操 5 人 (女性 5 人)。分析結果如下：男性：59 人；年齡：19.88 ± 1.52；身高：173.20 ± 6.97 cm；體重：70.27 ± 14.91 kg；除脂體重：59.27 ± 9.00 kg；低能量可用性：53 人 (89.8%)。女性：41 人；年齡：20.12 ± 1.69；身高：164.29 ± 5.77 cm；體重：59.67 ± 11.39 kg；除脂體重：45.38 ± 6.08 kg；低能量可用性：33 人 (80.5%)。整體低能量可用性的比率高達 86%！

三、運動中相對能量不足的評估方法

若要明確評估 RED-S 的風險，則需要運動醫學與運動科學緊密配合才能達成。除了醫學的評估及診斷之外，尚需要運動營養及運動心理

的介入及評估才能完成。以中度危險為例（圖3），所需的評估內容包括：1. 醫學方面：長期體脂率異常、青少年運動員預期生長發育的遲緩、月經週期異常、女性15歲仍無初經、骨密度減低、疲勞性骨折等。2. 運動營養方面：體重大幅減輕（一個月內體重減少5~10%）、長期或嚴重之低能量可用性、飲食失調異常、長期運動相對能量不足等。3. 運動心理方面：運動員因飲食失調導致之心理併發症、飲食失調行為對其他團隊成員造成負面之影響、醫囑遵從性低等。此外也需要教練、隊友、及家人的幫助，才能完成整體的評估及判斷。

四、整合運動科學與運動醫學的照顧模式

不論運動科學的支援或是運動醫學的介入最終的目的都是希望運動員在運動場上能夠有好的表現，所以才發展出以運動員為中心的照顧模式。這樣的照顧模式應該是以運動員的運動表現為成效指標，運動醫學負責身心健康及傷害的預防、治療及復健，運動科學負責監控身



圖4 以提升運動表現為導向的運動醫學及運動科學團隊
(鄭惟仁 醫師繪圖)

體素質及技術的精進（圖4）。並建立教練選手與運動醫學團隊及運動科學團隊之間溝通的平台及橋梁，一有狀況或問題馬上回饋給運醫及運科團隊。定期開會溝通，滾動式檢討支援及介入的類型及模式，讓運動員的競技表現能夠與時並進。這樣整合運醫及運科的照顧模式才是運動員在競技場上最好的後盾。

表 1 某國立體育大學低能量可用性的調查狀況

	男 (n=59)	女 (n=41)
身高 (公分)	173.20 ± 6.97	164.29 ± 5.77
體重 (公斤)	70.27 ± 14.91	59.67 ± 11.39
年齡 (歲)	19.88 ± 1.52	20.12 ± 1.69
去脂體重 (公斤)	59.27 ± 9.00	45.38 ± 6.08
能量可用性 (千卡 / 公斤)	15.75 ± 13.02	14.73 ± 16.09
低能量可用性 (人 / %)	53(89.8%)	33 (80.5%)



參、結語

我國在 2020 東京奧運獲得 2 金 4 銀 6 銅共 12 面獎牌的佳績，創下中華代表團有史以來的最好的紀錄。這樣的成果絕對不是偶然造成，這背後除了選手及教練的努力之外，運動醫學及運動科學團隊在後勤支援上也扮演了舉足輕重的角色。在運醫及運科團隊無微不至的照顧下，教練及選手更可以專注在訓練及比賽上，優越的競技運動表現自然水到渠成。放眼 2024 巴黎奧運，唯有將這樣的照顧模式做得更精緻、更客制化、更貼近選手的需求，才能讓選手在無後顧之憂的狀態下放手一搏。這也是體育署近年來推動「黃金計劃」中非常重要的精髓！相信在這樣完整的照顧模式下，我國選手在未來國際競技運動的舞台上定能再創佳績。🏆

作者賴奇屏為台灣運動醫學學會秘書、林瀛洲為長庚醫院復健科主治醫師、台灣運動醫學學會理事長

參考文獻

- Brook, E. M., Tenforde, A. S., Broad, E. M., Matzkin, E. G., Yang, H. Y., Collins, J. E., & Blauwet, C. A. (2019). Low energy availability, menstrual dysfunction, and impaired bone health: A survey of elite para athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 29*(5), 678-685.
- Keay, N., & Francis, G. (2019). Infographic. Energy availability: concept, control and consequences in relative energy deficiency in sport (RED-S). *British journal of sports medicine, 53*(20), 1310-1311.
- Loucks, A. B., & Heath, E. M. (1994). Induction of low-T3 syndrome in exercising women occurs at a threshold of energy availability. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 266*(3), R817-R823.
- Loucks, A. B., Kiens, B., & Wright, H. H. (2011). Energy availability in athletes. *Journal of sports sciences, 29*(sup1), S7-S15.
- Loucks, A. B., & Thuma, J. R. (2003). Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 88*(1), 297-311.
- Merrigan, B., & Leggit, J. C. (2019). Broadening the female athlete triad: relative energy deficiency in sport. *American family physician, 99*(2), 76.
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., . . . Budgett, R. (2014). The IOC consensus statement: beyond the female athlete triad—relative energy deficiency in sport (RED-S). *British journal of sports medicine, 48*(7), 491-497.
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., . . . Budgett, R. (2015). The IOC relative energy deficiency in sport clinical assessment tool (RED-S CAT). In: BMJ Publishing Group Ltd and *British Association of Sport and Exercise Medicine*.
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J. K., Burke, L. M., Ackerman, K. E., Blauwet, C., Constantini, N., . . . Meyer, N. L. (2018). IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *British journal of sports medicine*.
- Tenforde, A. S. (2019). Evidence-Based Psychiatry: Relative Energy Deficiency in Sport. *American journal of physical medicine & rehabilitation, 98*(7), 636.
- Williams, N. I., Koltun, K. J., Strock, N. C., & De Souza, M. J. (2019). Female athlete triad and relative energy deficiency in sport: A focus on scientific rigor. *Exercise and sport sciences reviews, 47*(4), 197-205.

棒球情蒐的新紀元

資訊科技在情蒐戰場上的應用現況

文 / 陳書瑋、黃致豪

壹、情蒐的目的

《孫子·謀攻》有云：「知彼知己者，百戰不殆；不知彼而知己，一勝一負；不知彼，不知己，每戰必殆。」而運動賽場上為了贏得勝利，除了辛勤的訓練之外，透過各種情蒐方式取得對手的資訊，也成為比賽當中不可或缺的一環（洪聰敏、張智傑，2006）。教練與選手必須在賽前透過情蒐了解對手的優點、缺點、特色、習性，作為評估戰況、預測結果、設定目標、執行戰術的依據，也因此教練、選手以及情蒐人員必須透過運動表現分析來獲得各項資料、了解對手，進而評價對手，同時擬定因應策略。典型的運動表現分析包括技術的分析、有效性的分析、戰術的分析、動作的分析、決策的分析（O'Donoghue, 2015），同時隨著分析方式的不同，又分為質的分析與量的分析，如表 1 所示。

表 1 不同運動表現分析方式的比較

質的分析	量的分析
主觀	客觀
基於個人看法	基於觀測事實
判斷	測量、計算
經驗與專門知識	詳細的定義與步驟
解釋	統計分析
較具彈性的方式	固定的方式

（資料來源：O'Donoghue, 2015）

優秀的情蒐人員，必須透過上述方式，將觀察到的事實、現象轉換成資料（data），再將資料加工、格式化，以利儲存及方便取用的資訊

（information），最後將搜集的資料以及資訊加工為情報（intelligence），以幫助、支援決策者，滿足決策者的需求（張榮豐，2020）。棒球比賽的進行建立在投打對決上，因此若能深入的了解對手的優缺點以及特色與習性，將有利於教練與選手在賽前擬定對策，增加臨場應變能力，增加獲勝的機率，因此情蒐對於棒球運動而言顯得更為重要。

貳、臺灣棒球情蒐的歷史

在臺灣棒球情蒐的歷史上，2003 年的亞錦賽是相當重要的里程碑。在此之前，所謂的情蒐，就僅限於去現場看比賽，或是球員個人間的對戰記憶與經驗分享等，甚至是到了比賽場上才觀察對手（何信弘，2009）。而在 2003 年為了因應攸關雅典奧運參賽資格的札幌亞錦賽，中華民國棒球協會參考美、日等國的作法，成立任務編組式的國家隊情蒐小組（張厥煒，2003；張厥煒、林華韋，2005），也建立了日後結合數據表格、影片、現場情蒐資料、數據資料庫的情蒐方式。該模式除了繼續沿用到 2008 的北京奧運相關賽事之外（張厥煒、楊清瓏，2009），由於奧運排除棒球項目而誕生的世界棒球經典賽（World Baseball Classic）與世界 12 強棒球賽（Premier 12）等頂級賽事，以及亞運、亞錦賽，甚至 U18 世界盃棒球賽，也看得到情蒐小組的身影。至於職業球隊的部分，近年也慢慢跟上腳步，不少球隊都聘請了專職的情蒐人員，甚至跟上美國

職棒大聯盟（Major League Baseball, MLB）的腳步，在球場上裝設了先進的軌跡追蹤系統（Tracking System），除了情蒐外，也將部分數據作為轉播之用，更增加了比賽的可看性。

參、目前臺灣棒球情蒐現況

一、情蒐小組組成

目前國家隊的情蒐小組仍然為任務編組，在總教練提出需求後，由一名召集人結合教練組、資訊組、影片組的成員組成，並由數位副召集人分別指揮各組進行情蒐工作，其工作執掌如表 2。同時還會按照比賽的賽制，將情蒐小組成員進行任務編組，分別負責不同隊伍的情蒐工作。至於職棒的 5 支隊伍均有情蒐小組的編制，不過各隊的運作方式略有不同。

二、棒球情蒐實際執行方式與流程

（一）棒球情蒐工作的執行方式

棒球情蒐的執行方式隨著比賽的類型不同而有所差異。以一般國家隊或是業餘球隊的比賽多為短期盃賽，因此重點著重在對对手的了解，尤其是對戰前的資料與影片蒐集；特別是國際賽面對的幾乎是都沒有對戰經驗的对手，教練、選手對於情蒐資

料的依賴程度更高。至於職業隊或長期聯賽，由於對戰次數多，因此重點著重在對手的近況。詳細執行方式與時間點如表 3。

（二）棒球情蒐工作的執行流程

情蒐執行流程分為下列四步驟，如圖 1。詳細說明如下：

1. 比賽紀錄統整分析

透過新聞、網站公告或是主辦單位處獲得各參賽隊伍的球員名單，開始利用網站等資料庫搜尋對手的基本資料，並利用集訓、熱身賽等機會，於現場實地觀察並蒐集、驗證對手的資料。現場情蒐時，情蒐小組會視情況利用紀錄簿或情蒐軟體進行記錄，並利用碼錶、望遠鏡、測速槍等器材蒐集對手數據。

2. 選手影片剪輯

選手名單公布後，除了開始利用網站等資料庫搜尋對手的影片外，如果場地許可，還會於現場情蒐時利用攝影機拍攝選手的動作。若是有電視轉播，更可以利用設備將轉播畫面剪輯出可用的影片資源。這些蒐集或拍攝到的影片，會根據教練團與選手的需求分別剪輯成不同類型的短片，方便教練、選手觀看。這些短片早期會分別燒錄成光碟片分派給各教練、選手，近期則會上傳至雲端資源，方便教練、選手隨時點閱。

3. 專業教練分析

隨著資料的完備，情蒐小組會透過分析數據與觀看影片的方式，找出對手的攻略方式，整理、撰寫出情蒐報告，以專業角度提出投打建議。

表 2 國家隊情蒐小組工作執掌表

職稱	任務
召集人	接受教練團委託，分派情蒐小組人力，蒐集教練團所需情報
副召集人	受召集人委託，指揮各小組執行情蒐工作
教練組	負責分析所蒐集到的影片與資訊，撰寫分析報告與對戰建議
資訊組	負責記錄與蒐集各項資料，並整理成可用的資訊
影片組	負責拍攝並剪輯各種影片

表 3 不同比賽類型的情蒐執行方式比較表

情蒐流程	國家隊 / 業餘隊 (短期盃賽)		職業隊 (長期聯賽)	
平時	公布名單	建立基本資料 蒐集錄影資料	季前	建立基本資料 蒐集錄影資料
形成決策	熱身賽	確認球員角色 建立情蒐資料	季中	更新數據與資料
執行	盃賽期間	確認情蒐資料	對戰前 1 週	確認對方投手輪值 確認對方打者近況

4. 報告與討論

隨著比賽的進行，情蒐小組會隨時印證、修正情蒐報告，並應教練團的需求，於適當時間召開情蒐會議，透過影片與書面報告的方式讓教練團與選手充分掌握對手的情報，並隨時針對需要補強的部分做修正，便於讓教練團與選手做出正確的決策。



肆、棒球情蒐科技應用現況

一、國外職棒所使用的追蹤系統

美國棒球大聯盟於 2006 年開始於比賽中使用電子好球帶系統 PITCHf/x，其註冊商標即為國內球迷對電子好球帶的慣用稱呼：K-Zone (BASEBALL, n.d.)。2017 年，PITCHf/x 被精準雷達系統 Trackman 取代，所有 MLB 球場都改採用準確的 Trackman 系統 (TrackMan Baseball, n.d.)。2020 年，更為精準的鷹眼系統 Hawk-Eye 系統又取代了 Trackman，成為 MLB 球場的標準配備 (Hawk-Eye, n.d.)。

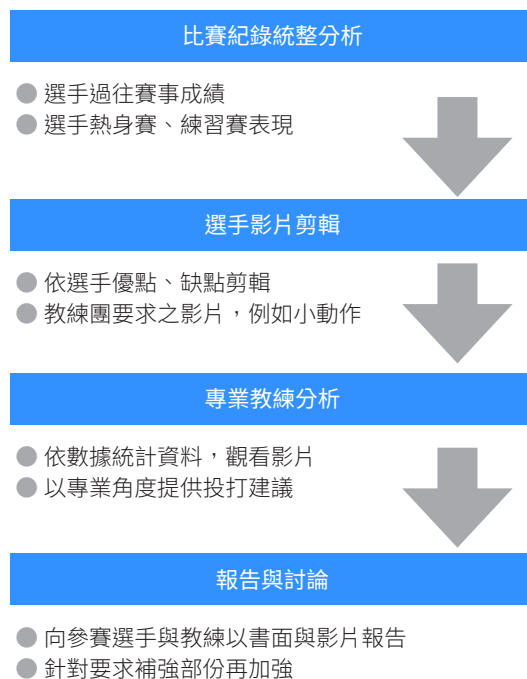


圖1 情蒐工作執行流程圖

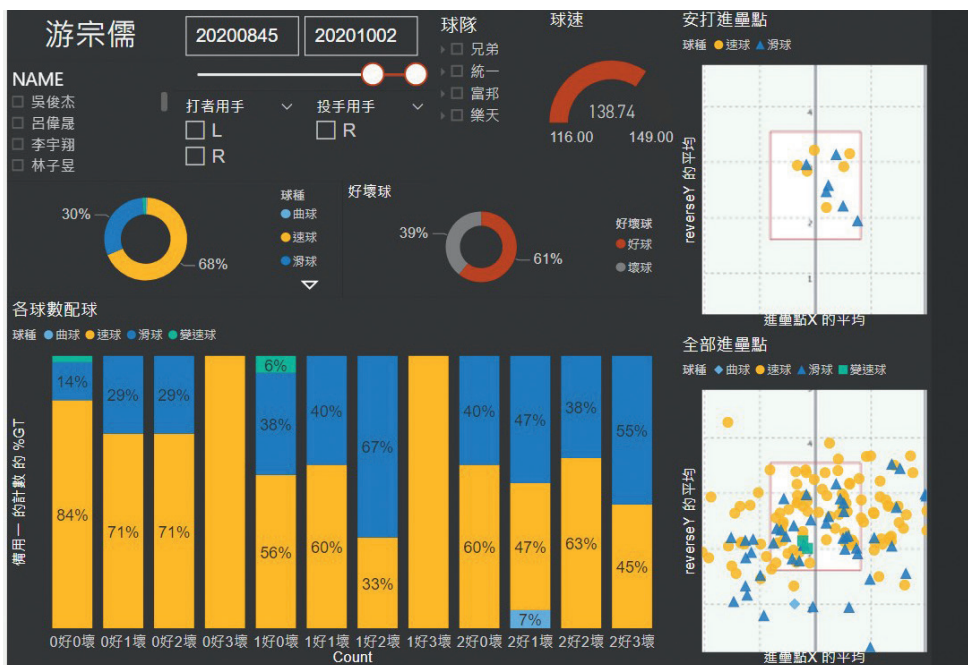


圖2 職業球團使用之情蒐介面範例

二、科技部精準計畫

國內由筆者於2016年引進Trackman系統，安裝於臺體大棒球場（大聯盟數據棒球的秘密武器Trackman, n.d.）。而後科技部評選後補助八個團隊，於2018年開始執行精準運動科學計畫，其一即為臺大與臺體大共同執行的精準提升棒球技戰術計畫。團隊於2020年成功開發出KarmaZone棒球電子好球帶，以每秒300格的高速攝影機計算進壘點，與Trackman系統的進壘點比較，決定係數R2達0.99以上，亦可計算擊球初速及仰角（KarmaZone電子好球帶與無標記式3D動作分析系統, n.d.）。此系統目前仍不斷由團隊研發精進中，為國內棒球界提供以往每年付出數百萬才能得到的珍貴數據。

三、目前各國所使用的情蒐系統與資料庫

MLB所使用的情蒐系統乃由其子公司MLBAM（MLB Advanced Media）出資於各球隊球場裝設，再將數據顯示於MLBAM開發的球迷APP-MLB GameDay中，對建立資料庫有著集中管理單位的便利性。而日本職棒（Nippon Professional Baseball, NPB）的12隊當中，有11隊都採用了TrackMan系統來進行情蒐，僅廣島東洋鯉魚隊仍在傳統使用紀錄員來進行情蒐（小宮山悟, 2007）。至於目前國內各球場的情蒐系統是由各球團自行出資，數據也不互相流通，各職業球團亦自行開發情蒐軟體搭配資料庫使用，並無一致版本。

四、臺灣職棒賽場的投入

目前臺南、新莊、天母棒球場均安裝由科技部

精準運科計畫開發的電子好球帶 KarmaZone，搭配亦由筆者團隊開發的電子紀錄系統，可將比賽中的每筆投打資料數據化，建立資料庫，之後即可進行深入的狀況性分析。如圖 2 國內職業球團使用之部分情蒐介面所示，顯示該投手各球數狀況下的配球比例，亦可挑選對左右打配球習性，甚至對特定打者的配球習慣，可說已慢慢跟上大聯盟腳步。

伍、結語

因國人的期盼殷切，棒球屬國內運動當中較早啟動情蒐運作的項目，近年來臺灣棒球也曾在 2018 亞運創下由全業餘選手組成的國家隊，以 2：1 打敗全由職業明星組成的韓國隊；更在 2019 年，由 U18 的年輕小將先後打敗日本、韓國，最後在冠軍戰力克美國，得到世界冠軍，這些光榮的比賽當中當然都有情蒐團隊的參與。展望未來，除了持續提供情蒐資料，讓場上的球員、教練對如何運用情蒐擬訂戰略及臨場應變越來越熟悉外，相關從業人員也將致力於精準追蹤科技的開發與大數據的分析、應用，持續為教練和選手提供最佳協助。🏆

作者陳書瑋為國立體育大學競技與教練科學研究所兼任助理教授、黃致豪為國立臺灣體育運動大學運動資訊與傳播學系副教授

參考文獻

何信弘（2009）。中華台北棒球代表隊情蒐工作之質性研究（2001-2009）（未出版碩士論文）。國立臺北教育大學體育學系：台北市。

洪聰敏、張智傑（2006）。運動情報的搜集與分析。《國民體育季刊》，35（3），40-44。

張榮豐（2020年6月8日）。情報原理與情蒐標準作業程序。在陳美燕（主持），政策情蒐與技戰術分析工作坊〔研討會演講〕。新北市，臺灣。

張厥煒（2003）。2003年亞洲盃棒球錦標賽暨奧運資格賽中日韓棒球情報資料庫建構計畫結案報告。臺北市：中華民國棒球協會。

張厥煒、林華韋（2005）。雅典奧運棒球情蒐資訊系統建構與運作。《大專體育》，76，25-30。

張厥煒、楊清瓏（2009）。2008年北京奧運中華隊棒球情蒐工作之回顧與展望。《中華體育季刊》，23（4），141-149。

大聯盟數據棒球的秘密武器Trackman，悄悄在台一年（n.d.）。Retrieved August 19, 2021, from <https://meet.bnext.com.tw/articles/view/41469>

小宮山悟（2007）。野球競技におけるゲーム分析結果の試合への活用方法（未出版碩士論文）。早稲田大学大学院スポーツ科学研究科スポーツ科学専攻身体運動科学研究領域：日本埼玉縣。

KarmaZone電子好球帶與無標記式3D動作分析系統。（n.d.）。Retrieved August 19, 2021, from https://matching.org.tw/matching/index.php?action=product_detail&prod_no=P0000100004623

BASEBALL. (n.d.). Retrieved August 19, 2021, from <https://www.smt.com/baseball>

Hawk-Eye. (n.d.). Retrieved August 19, 2021, from <https://www.hawkeyeinnovations.com/sports/baseball>

O'Donoghue, P. (2015). The introduction to performance analysis of sport. Routledge.

TrackMan Baseball. (n.d.). Retrieved August 19, 2021, from <https://trackmanbaseball.com/>

當伯樂遇到千里馬——談運動選才

文 / 陳俊儒、謝奇穎、羅國偉、余家賢

壹、前言

運動選才 (athletic talent identification) 的推動是影響國家競技運動實力的重要因素之一，世界各國皆高度重視運動選才，為了在國際賽會上大放異彩，歐美國家更是投入大量的時間與金錢在運動選才與培育上。教育部體育署（以下簡稱體育署）多年來也積極的推動競技運動人才「選、訓、賽、輔、獎」培育體制，近年我國在各大國際賽會屢創佳績（如 2018 年亞洲運動會、2020 年東京奧運會），顯示體育署過去長期推動的浪潮計畫、千里馬運動科學選才計畫（以下簡稱千里馬計畫）、伯樂計畫以及備戰奧運的黃金計畫，透過金字塔堆疊的方式正逐年提升我國整體競技運動競爭力。

因疫情延宕一年舉辦的東京奧運會，我國奧運代表團榮獲 2 金 4 銀 6 銅的歷史佳績，相較其他體育強國如美國、中國、俄羅斯的國家人口數，我國人口僅 2,357 萬人，顯示出我國高效的奪牌效率，實屬難得。為持續提升我國體育發展，如何透過四級運動人才培訓體系，搭配運動選才萃選出潛力優秀選手，協助教練找出人群中適才適性的千里馬選手，輔以科學訓練及長期縱向追蹤，是我國未來擴大競技運動競爭力的重要課題。

貳、我國政策選才推動—千里馬

因應近年來少子化的社會趨勢，我國透過積極推廣全民運動及深耕學校體育發展，增加全國運動



人口厚植競技運動實力，並建立完善的「選、訓、賽、輔、獎」機制，在基層競技運動人口逐年下降的時代，運科選才對於提升我國競技實力具有非常大的實質效益。體育署自 2015 年於臺東試辦千里馬計畫，2016 年起協助 30 個奧、亞運單項運動協會，進行潛力運動員運動科學選才檢測，長期追蹤運動員成長發展，至今累積檢測人次達 2,000 人次以上，並持續逐步建構潛力優秀選手競技運動能力資料庫。

千里馬計畫以運動員長期發展模型 (long-term athlete development, LTAD) (Balyi & Hamilton, 2004) 為基礎，考量其生長發育階段因素與未來訓練可塑性，針對兒童及青少年運動員進行運科選才。

我國運動選才普遍實施對象年齡層介於 11~15 歲，千里馬計畫檢測項目以此階段生理發展為基礎檢測，針對生理發展（生長追蹤、知覺協調整合等）、基礎運動能力與心理素質三大面向進行檢測。

千里馬計畫除了建立不同運動種類之常模提供教練比較之外，也透過長期的縱向追蹤，協助選手瞭解自身成長變化，也可做為傷後恢復能力之參考。檢測結果透過運動能力雷達圖，分析各專項運動員的專項體能屬性（圖 1），透過決策樹分類節點演算法，篩選出專項運動能力特徵參數，不僅可提供教練瞭解個別運動員狀態，做為個別化訓練處方之參考外進而提升運動訓練效益，也可作為跨項選才的參考依據。

參、我國運動選才檢測策略

運動選才指的是鑑別（identification）和選擇（selection）出具有運動天賦的人，進行專項訓練，因自身先天條件使其訓練效率優於同儕，而培育潛力優質的青少年運動員是未來競技運動的趨勢（Baker, Cobley, & Schorer, 2013）。運動選才的方式有許多種類型，例如成績選才、經驗選才、資質選材、跨項選才、遺傳學選才。成績選才以競賽成績逐級篩選出成績優異的選手，也是最常見的運動選才方式；經驗選才仰賴教練豐富的訓練經驗選取出具發展潛力的選手；資質選才以選手自身能力做為選才依據，透過各項運動的特點和需求，並考量運動員生理發育發展年齡與運動潛力擬定檢測項目，以科學化的選才方式，萃選出具有潛力的優秀選手；

跨項選才則以能力鑑別篩選出選手之特質，輔以轉項至另一個可能更有機會取得更大成功的運動項目，新項目通常與原發展項目有著相似的生理學、心理學或動作技術需求（如：田徑與舉重皆須有優異的爆發能力）；遺傳學選才是透過選手的基因鑑定、找尋選手天生的優勢能力，妥善應用與發展自身異於常人之潛能。

我國現行常見的運動選才機制為「成績選才」與「經驗選才」，體育署「體育運動政策白皮書」競技運動發展策略提及，未來積極的推動資質選才並落實、發展跨項選才，才能在少子化的未來邁出一條新氣象。因此，透過定期檢測瞭解青少年運

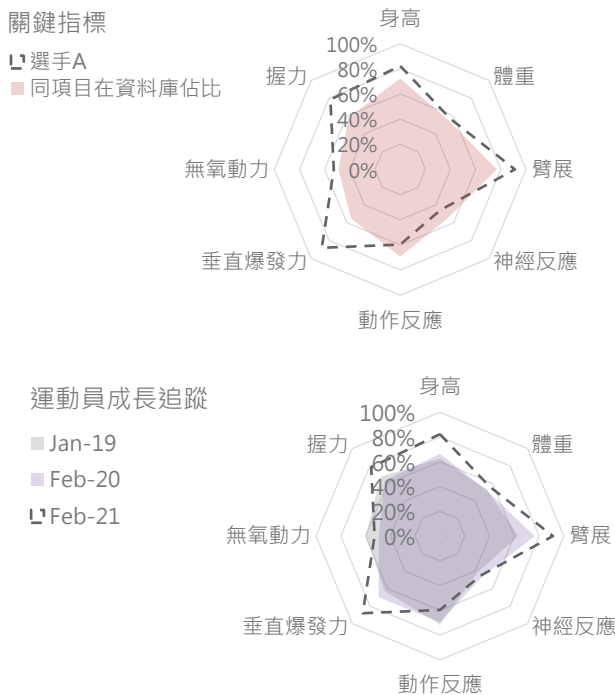


圖1、以雷達圖分析運動員專項體能屬性

動員生理發展、體能特質與遺傳特徵等情形，建立專項常模發掘潛力優秀運動員，可做為教練經驗選才依據，精準提升運動選才效率。

運動選才檢測可分為「指向型」及「非指向型」策略，「指向型」指的是針對確認項目之精英選手，例如亞奧運代表選手，擬定專項體能、生理及心理等檢測，並透過分析關鍵能力特徵，篩選出更具優勢的選手，協助教練做為選手選派比賽之依據與長期訓練之成效追蹤。體育署針對「2024 巴黎奧運運動科學選才計畫」，邀集國內頂尖運動科學專家團隊與國家運動訓練中心，開發單項競技運動專項型運動選才檢測指標，並透過運動選才檢測從各單項推薦優秀運動員遴選出精英選手；而「非指向型」指的是配合我國四級運動人才培訓體系，依據各類運動項目共同特點與需求進行運動選才檢測，競技運動能力包含爆發力、敏捷性、速度、反應能力、平衡能力、無氧動力、最大攝氧量等；生理發展如成長追蹤—身體肢段參數測量、身體組成、知覺協調整合等；運動風險管控如十二導程心電圖等；心理特質測驗如挫折容忍力量表、青少年自我概念量表等檢測。非指向型的目的在於建構潛力優秀選手競技運動能力資料庫，透過長期的檢測數據累積逐步建構重點運動種類選才常模，提供我國少年、青少年、青年優秀運動選手之遴選、發掘、培育訓練的依據，實現青少年選手運動專項成才預測及跨項選才之落實。

肆、伯樂不只能識千里馬，也識跨項大黑馬——跨項選才

刻意練習 (deliberate practice) 理論 (Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993) 與運動參與發展模式 (developmental model of sport participation, DMSP) (Côté, Baker, & Abernethy,



2007) 是傳統的選才培訓常用的理論之一。刻意練習理論建議運動員必須花費大量的時間 (10,000 小時) 才能變成一名精英運動員，此理論建議運動員應該即早進行專項化訓練才能變成精英選手；而運動參與發展模式則是建議運動員 6 至 12 歲時應多接觸不同種類運動，13 至 15 歲再開始進行專項化運動訓練。

傳統型的選才培訓模式可以培養出精英選手，另一種非傳統型的選才培訓模式同樣的也造就了不少精英選手，這些精英選手的成長經歷與傳統型的選才培訓模式不盡相同，此類型的運動員在兒少時期不針對在專項訓練進行發展 (Oldenziel, 2004)，相反地，讓運動員在兒少時期接觸較多的運動種類，且較晚進入專項化訓練階段與較晚進入國家培訓體系 (Güllich, 2017)。儘管兒少時期未被選入國家培訓體系，但隨著生理發展逐漸展露光芒，成年後仍舊成為精英選手 (Kearney, 2018)。除此之外，也發現較晚進行專項化訓練可以減少受傷率且維持較高的熱誠 (Jayanthi, Pinkham, Dugas, Patrick, & Labella, 2013)。

非傳統式選才培訓的精英選手，展現出了另一種可能性，較短的培訓時間與較晚專項化的可能性。在過去也不乏運動員轉換運動項目後獲得更高成就的例子，而跨項選才便是應用這樣的可能性發展出來的選才培訓模式。有別於傳統運動選才是專注於單一項目發掘潛力優秀選手，跨項選才是採透過輔導潛力優秀選手進行轉換運動項目進行培訓，協助選手獲得更高成就。跨項選才有著讓運動員快速達到世界水準的可能性。目前進行跨項選才的國家有澳大利亞、英國、德國、紐西蘭、日本等國，其中規模最大的國家莫過於澳大利亞和英國（Gulbin, 2018）。我國運動選才，目前除了積極推動資質選才之外，也期待未來可以落實跨項選才，透過潛力優秀選手競技運動能力資料庫分析出來的專項運動能力特徵參數，並找出選手適才適性且具競爭力的運動項目，例如從我國近5屆奧運成績與運動優勢因子（湯文慈，2019）分析發現：如射箭、射擊項目同樣具高技术細膩性與科技優化等優勢特性，未來也許可以嘗試跨項選才發掘出被遺漏的大黑馬。

伍、結語

運動選才是一項極為困難與龐大的科學，即便科技日新月異，各國對於最佳化的選才模式仍然在摸索，近年來大型資料的分析技術日益成熟，其中資料探勘即是將大型資料中萃取出特徵參數的技術。未來我國若能整合經驗選才與資料探勘技術找出專項關鍵特徵參數，協助教練與運科人員在有限的競技運動選手中遴選出最具潛能的選手並輔以完善的培育，未來必將迎頭趕上體育先進國家之水準。🏆

作者陳俊儒為臺北市立大學運動健康科學系研究專員暨體能訓練師、謝奇穎為教育部體育署競技運動組科長、羅國偉為臺北市政府體育局競技運動科科長、余家賢為臺北市立大學競技運動訓練研究所博土生。

參考文獻

- 湯文慈（2019）。我國優勢運動種類選項及育才科學調查計畫結案報告書。臺北市：教育部體育署。
- 教育部體育署（2017）。千里馬選才計畫-實務作業手冊。臺北市：作者。
- 魏香明、謝富秀、俞智贏（2019）。競技運動-點亮臺灣、騰飛國際。國民體育專刊，62-85。
- BBalyi, I., & Hamilton, A.(2004). Long-term athlete development: Trainability in childhood and adolescence. *Olympic coach, 16(1)*, 4-9.
- Baker, J., Cobley, S., & Schorer, J.(2013). *Talent identification and development in sport: International perspectives*. Oxfordshire, UK: Routledge.
- Côté, J., Baker, J. & Abernethy, B.(2007). Practice and play in the development of sport expertise. In *Handbook of Sport Psychology* (eds G. Tenenbaum and R.C. Eklund).
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C.(1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological review, 100(3)*, 363-406.
- Güllich, A.(2017). International medallists' and non-medallists' developmental sport activities - a matched-pairs analysis. *Journal of Sports Sciences, 35(23)*, 2281-2288. doi: org/10.1080/02640414.2016.1265662.
- GULBIN J. Talent Identification and Development Approaches for 2022 and beyond 2018[C]//proceedings of the International Forum on Talent Transfer, Beijing, F, 2018.
- Jayanthi, N., Pinkham, C., Dugas, L., Patrick, B., & Labella, C.(2013). Sports specialization in young athletes: evidence-based recommendations. *Sports Health, 5(3)*, 251-257. doi: org/10.1177/1941738112464626.
- KEARNEY P E, HAYES P R. Excelling at youth level in competitive track and field athletics is not a prerequisite for later success [J]. *J Sports Sci*, 2018, E-pub.
- OLDENZIEL K, GAGNE F, GULBIN J. Factors affecting the rate of athlete development from novice to senior elite: how applicable is the 10-year rule[C]//proceedings of the 2004 Pre-Olympic Congress, Athen, F, 2004.

運動科學檢測對訓練成效之 監控與評估

文 / 張淳皓、陳光輝、徐藝洳、邱炳坤



運動能力檢測-2000公尺划船機衝刺測驗。(圖片提供/作者)

壹、前言

2020 東京奧林匹克運動會甫落幕，本國選手成績大放異彩而舉國歡騰，奪牌數也較往年提升。能有亮眼的成績，除了政府挹注了相當的資源外，運動科學的導入更是提升競賽成績的功臣之一。運動員的栽培與訓練不應該只是依循經驗法則，近年來運動科學的輔助，協助我國頂尖運動選手的訓練，進而明顯地提升各項運動表現。相較於人口眾多的

國家，人口數不多的國家要在國際體育競賽成績中脫穎而出，競技運動科學的發展至關重要。

運動科學領域包含運動生理學、運動生物力學、運動營養學、運動醫學、運動心理學及運動資訊科學等專業，以定性且定量的科學化參數進行分析，協助運動員及教練進行應用型運動科學輔助訓練，透過各方面的監測將訓練做更有效的發揮。目前，

科學化及週期化的訓練已經成為優秀球隊所採用的訓練模式，不僅可以有效監控選手生理、心理狀態，亦能降低過度訓練，避免運動傷害，使選手能有更完善訓練配套（林顯丞，2020）。今日已有許多科學化技術可用來輔助運動員與教練的訓練，因此，本文將運動科學應用之五個構面，如運動技術檢測、運動能力檢測、運動生理檢測、運動心理諮商，以及運動營養諮詢等，應用於基層運動團隊到國家代表隊之專項訓練計畫為主要探討方向。

貳、運動技術檢測

為了瞭解運動員身體各肢段動作與運動表現的關係，運動技術檢測成為運動隊伍選材上不可或缺的項目之一。從各式各樣專項基本動作中衍生出的檢測項目好比籃球的運球、投籃以及傳球等，亦或是在網球項目中為了瞭解選手的控球能力，會在球場放置角錐或目標物，供選手瞄準，檢測選手的精準度。不過，上述的檢測方式比較簡易，若要更精準的檢測選手的運動技術能力，還是要到具有規模的實驗室中進行檢測。實驗室中的動作分析系統被廣泛運用在各專項運動中，如三維動作捕捉系統、測力板、肌電圖、慣性感測裝置等。例如在棒壘球技術檢測中，利用測力板來量測棒球投手前導腳與軸心腳在地面的反作用力與投球相關參數之間的關聯性；透過三維動作捕捉系統來分析投球過程中各肢段的運動學參數，比如揮臂速度、揮臂角度、肘關節旋轉的力量、軀幹角度以及肩關節旋轉速度等等。

近年感測裝置的改良及其具有方便攜帶且簡易使用的特性，已被廣泛使用於運動科學中，有助於各項競技運動中監測運動表現。隨著機電技術進步，檢測系統的整合已有了突破性的發展，如無線肌電圖搭配慣性感測裝置的技術發展獲得了廣泛



運動技術檢測-專項技術分析。（圖片提供／作者）

的運用。肌電訊號的許多特徵已證實與疲勞以及衝刺速度有關，因此利用肌電圖提供相關肌肉活動的資訊有助於觀察跑步時的速度與肌肉疲勞的變化，讓教練與跑者更能了解跑步時的狀態（Howard & Harrison, 2018）。故肌電圖分析可蒐集肌肉活動的重要參數，提供有關肌肉效能、傷後康復和預防傷害的資訊。

綜上所述，科技檢測隨著科學的進步越來越小巧輕便，運動員為了提升運動表現以及降低運動傷害，利用這些檢測儀器來獲得運動時的相關參數，方便教練進行評估與檢測，開出更合適的訓練處方。

參、運動能力檢測

選手在歷經長時間週期化訓練的過程中，教練們需要了解選手當下的身體狀況以及訓練成效，為

了避免疲勞所帶來的受傷風險，利用運動科技，將選手訓練前與訓練後的基本適能，透過檢測轉換成數據，監控各種適能指標作為選手調整備賽狀態的依據。在過去有研究針對大專男性籃球員的週期化訓練進行探討，籃球員在季前經過四個循環共八週的週期化訓練，並觀察其垂直跳與衝刺的運動表現，結果指出下蹲跳在週期化訓練比傳統的週期化訓練成效較佳，進而提升運動能力表現（Pliauga et al., 2018）。

運動能力檢測能表現出選手的身體素質，相對的擁有好的身體素質能提升運動表現，因此具有完整的檢測是有必要的。在基層運動中，教練經常檢測的項目，如 60 公尺衝刺跑、垂直跳高度、坐姿體前彎以及立定跳遠等等，更進一步的檢測有敏捷 T 字檢測、5-0-5 敏捷檢測以及側併步檢測。上述的檢測項目較適合基層教練進行操作，不過所能獲得的運動能力相關參數有限，因此隨著科技進步，眾

多檢測儀器被研發出來，除了能加快檢測的速度，亦能提供更加準確的運動能力測量參數。由於垂直跳被視為是運動員爆發力的能力指標檢測法，可透過測力板進行深蹲跳（depth jump, DJ）、下蹲跳（counter movement jump, CMJ）及蹲踞跳（Squat Jump, SJ）測驗，進一步分析跳躍表現與下肢力量。在最大力量的檢測時，能利用測力板結合拉舉架以下肢等長肌力拉舉測試（Isometric Mid-Thigh Pull test, IMTP test）進行全身性最大力量檢測。不僅能夠降低受傷害的風險、再測信度高，更能檢測到力量的細微變化，被認為是產生疲勞效應最少的最大力量檢測。因選手需要在短時間內進行進攻與阻攻，故敏捷性也是一項很重要的運動能力指標。檢測時可使用燈光反應訓練系統或紅外線分段計時器，進行如 T 型敏捷測試（T-Test）與改變方向能力（Change-of-Direction）等檢測，並分析反應時間等參數，作為敏捷性的評估參數。



運動生理檢測-無氧有氧閾值檢測。（圖片提供／作者）



運動心理諮商-團隊諮商。(圖片提供/作者)



運動營養諮詢-團隊營養諮詢。(圖片提供/作者)

在科技檢測的輔助下，可以得知選手在週期化訓練過程中的運動表現是否有所提升，然而科技檢測不只監測選手的運動表現，也能了解選手疲勞狀況以及降低受傷風險，希望藉由科技檢測法，輔助教練與選手在訓練以及比賽中的需求，以獲取比賽佳績。

肆、運動生理檢測

運動生理的測試可以了解與評估運動員的身體狀況與特性，作為選擇合適自己的運動強度與負荷量的參考，進而調整訓練計畫。以基層訓練為例，心率監測可作為運動強度的簡易評估方式（低強度約最大心跳率的百分之 50%~60%、中強度約 64%~74%、高強度約 75%~94%）。優秀運動員在運動比賽的表現，有時會因體能狀況而產生變異性，因此，為運動員準備良好體能，以及監控運動員的體能狀況，非常重要。競技運動訓練必須是一個系統性模式，在每個訓練階段都有其體能訓練要求，而訓練效果的呈現在於體能的改善。每個訓練週期能夠了解運

動員的體能情況，就越能改善與穩定其競技能力。而要能夠了解運動員體能情況，只有透過診斷分析，由數據呈現其反應症狀，再依據數據進行訓練改善計畫（張嘉澤，2013）。

評估運動員的血液生化指標（如乳酸、血胺、嘌呤代謝物）參數或無氧閾值（anaerobic thresholds）是控制訓練強度和評估個人表現水準的重要工具。其中，血液生化參數的反應會因訓練類型和年度訓練週期各個階段所用訓練負荷的大小而異，因此可利用血液生化指標於血液的濃度變化，瞭解不同訓練模式的運動員在整個年度訓練週期中的生理反應是非常重要的。另外，準確的評估訓練效果與監測運動過程中的能量消耗亦是非常重要的。利用最大攝氧量（VO₂max）作為黃金標準，並結合心率監測，能夠作為在標準實驗設計下準確地量化個人體能（心肺能力）水準，以及各種身體活動強度與能量消耗的關鍵數據。

綜上所述，教練在規劃年度性訓練計畫時，考量運動員疲勞程度以避免過度訓練，應該配合運動員的

生理學參數監測。心率、最大攝氧量、有氧/無氧閾值、血乳酸，以及血胺等等參數為運動生理常見的檢測項目，可作為日後訓練時強度設定與訓練計畫調整的依據。

伍、運動心理諮商

運動競技比賽中分秒必爭的瞬間使運動員處高壓的環境，如何面對龐大壓力、心理素質的狀態是影響勝負的關鍵。心理技能明顯影響個體行為選擇、認知形態和運動表現的發揮。而目標設定、放鬆訓練和意象練習更是心理技能訓練的三大核心。其中包含影響到專注、覺醒調整、自信心和動機，且任一心理技能的實施都是環環相扣的（易芳如、蔡崇濱、楊榮俊，2015）。心理狀況的評估與回饋，是競技運動人才選材與訓練計劃中相當重要卻是長期被忽視的層面。被忽視的原因是因其評估指標不像運動表現或體能素質，具有可量化的科學化測量方式。現今，多種心理壓力相關問卷常被用於「量化」個體主觀壓力狀態感受的研究工具之一。另一方面，多樣化的生理指標，例如心電圖相關參數、血壓、唾液或血液可體松濃度、膚電反應、腦波頻譜組成……等，皆具有與主觀壓力指標參數間的相關性。Morales 等人（2019）指出由於運動員的表現取決於許多因素（例如心理和生理），尤其在賽季最後六週之間更為重要，因此使用各種心理、生理變量以及對訓練特徵的詳細描述是必要的。

綜上所述，運動員必須去瞭解心理狀況是如何的影響生理表現，而心理狀態與運動表現是牽一髮動全身的關鍵，心理技能的訓練更是運動員邁向運動表現巔峰的重要基礎。在訓練週期中結合心理技能的訓練，可在競賽過程中的思考與想法往正向與穩定的方向走，能夠使自己維持在一個平靜與可掌握的狀態下，去面對競賽的過程。

陸、運動營養諮詢

身體活動帶來的生理生化反應具有正面及負面的效益，可能隨著訓練強度、型態與時間帶來的效益有所差異，運動專項選手除了本身競技項目類型有所不同外，在不同訓練期運動強度與時間都有所不同。合適的運動訓練計畫主要平衡頂尖運動員遇到的系統性壓力及搭配合適的個人化飲食計畫，以改善運動成績並減輕運動引起的壓力症狀。在此種壓力狀態下，營養素的利用可能會影響能量代謝、蛋白質合成、內分泌、神經和免疫系統。

長時間高強度的運動訓練導致運動員能量與營養素的需求高於一般人，為了確保選手能保持最佳表現，需全面性的了解運動員飲食狀況，故營養評估是為運動員提供飲食策略以及營養補充劑建議的第一步。運動營養評估應包括身體組成評估（身高、體重、體脂率等）、飲食評估（能量需求）、水分需求評估、生化數值檢測（血比容、乳酸、肌酸激酶等）、臨床評估（由眼睛、嘴巴、精神狀態等）、飲食習慣等（Larson-Meyer et al., 2018）。透過飲食紀錄或食物頻率問卷進行飲食評估瞭解選手飲食形態後，估算出近期飲食熱量及營養狀態，並給予運動員營養與飲食計畫。

整體營養素的調整與規劃取決於運動持續的時間、運動類型和強度、運動員的營養和生理狀態以及腸道菌群的組成和功能（Norheim et al., 2012）。由於運動員的壓力反應相當複雜（從腸道吸收分解代謝作用和心理因素），因此很難制定標準的飲食計劃。通常會鼓勵運動員攝取大量的碳水化合物、蛋白質及少量的脂肪和纖維，以提供快速的能量來源，同時避免消化上的問題，例如高纖維飲食有時會引起脹氣。

綜上所述，透過客觀的營養評估，可了解運動員的營養狀況，給予個人化的飲食計畫並安排相關

營養教育來提升運動員的營養知識，建立良好與正確之飲食觀念，達到最佳運動營養策略在競技場上發揮最佳表現。因此，適合的個人化運動營養計畫對運動員提高運動表現是不可缺少的。

柒、結語

「體能、技術、心理、戰術」4個因素是創造運動表現顛峰的基礎，而這些因素的背後是具有高度專業的運動科學知識。透過各式的運科研究，例如運動技術、能力、生理、心理、營養學等，彼此間環環相扣。本國在此次2020東京奧運上能有如此前所未有的表現，除了政府政策大力支持運動員之外，運動科學的介入也扮演了關鍵的推手，而為了使運動員更能夠更了解自己，基層訓練工作中，如果將運動科學的概念融入日常訓練之中，將可使年輕運動員與基層教練對於不足之處再加以強化，正所謂「知己知彼，百戰百勝」才能將技能表現與成績推向頂峰。🏃

作者張淳皓為國立體育大學運動科學研究所助理教授、陳光輝為國立體育大學運動科學研究所教授兼運動科學研究中心主任、徐藝洳為國立體育大學運動科學研究所助理教授、邱炳坤為國立體育大學校長。

參考文獻

- 易芳如、蔡崇濱、楊榮俊（2015）。心理技能訓練對運動表現的影響。《休閒運動管理學刊》，1，8-19。
- 林顯丞（2020）。探討週期化訓練對我國大專男子排球聯賽之效益為何—以國立臺北教育大學為例。《成大體育學刊》，52（2），61-80。
- 張嘉澤（2013）。運動員的技術與科學：運動員體能訓練與檢測。資料引自<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=1b34a275-284c-4635-8711-c86373785f04>

Howard RM, Conway R, & Harrison AJ. (2018). Muscle activity in sprinting: a review. *Sports Biomech*, 17 (1), 1-17.

Morales J, Roman V, Yáñez A, Solana-Tramunt M, Álamo J, Figuls A. (2019). Physiological and Psychological Changes at the End of the Soccer Season in Elite Female Athletes. *J Hum Kinet*, 66, 99-109.

Norheim F, Gjelstad IM, Hjorth M, Vinknes KJ, Langlete TM, Hølen T, Jensen J, Dalen KT, Karlsen AS, Kielland A, Rustan AC, & Drevon CA. (2012). Molecular nutrition research—the modern way of performing nutritional science. *Nutrients*, 4 (12), 1898-1944.

Pliauga V, Lukonaitiene I, Kamandulis S, Skurvydas A, Sakalauskas R, Scanlan AT, Stanislovaitiene J, & Conte D. (2018). The effect of block and traditional periodization training models on jump and sprint performance in collegiate basketball players. *Biology of sport*, 35 (4), 373.



運動能力診斷分析與訓練調整

文 / 張嘉澤

壹、前言

競技運動訓練方式隨著科學研究的發明，訓練的方法也隨之不斷地改變。科學研究方法的開發即為最新訓練方法的模式，這已是目前培養運動員不可或缺的法則。近代各項比賽為了增加可看性，修正了比賽規則、加速了比賽節奏，如此一來，也增加了運動員比賽的負荷壓力。因此，競技運動訓練也更趨向高負荷強度的模式，以求達到比賽規則的要求。其中最特別是高強度間歇訓練 HIIT (High Intensity Interval Training) 的方式，自 2000 年開始，關於 HIIT 的研究發表數量呈現直線上升的趨勢，在 2008 這一年內全球已達 450 篇的發表 (Sperlich, 2019)。在這種高競技的要求下，競技體能與恢復機制的培養就益發顯得重要。德國運動醫學家指出競技運動訓練沒有「秘密」，除非是應用「非法」的方式，運動員高競技體能的顯現是「可訓練性」的 (Hollmann, 1990)。唯有準確的掌握運動員訓練的數據，與準確的負荷「劑量 (dose)」才能達到最好的訓練效果 (Training effect) 與適應 (Adaptation)。Langan 與 Grosicki (2021) 也提出「運動就是良藥，但是『劑量』更重要」的相同觀點。教練是身為運動訓練的第一線人員，所以更必需不斷地掌握運動員的基礎運動數據 (耐力、力量、速度)。因為基礎的運動數據是擬定訓練負荷劑量的指標，也是作為訓練效果分析的重要依據。

在訓練過程中最重要的是「負荷劑量」，沒

有準確的運動負荷劑量，將會造成身體器官組織對刺激的適應障礙 (adaptation disorders) 與病理反應。訓練並非投入大量的時間與人力，就可達到競技能力的提升。要提高運動員的訓練效果與競技能力，最重要的是來自生理機制對負荷刺激的適應 (Neumann & Berbalk, 1991)。因此運動訓練「強度」的擬定，就必需像醫生給病人用藥一般的準確。這也說明運動訓練「負荷強度」被稱為「負荷劑量」的原因。

透過訓練週期階段的目的與運動能力診斷的措施，是掌握運動員生理機制反應的簡單方式。其中運動員的有氧／無氧耐力與體能交互關係的診斷分析，正是提供教練掌握訓練效果與適應最重要的資訊。早期東德的訓練學專家 Harre (1986) 明確地指出，競技運動能力的發展，在青少年階段是非常重要的。只有擁有廣大且優秀的青少年運動員 (Talent)，才有能夠培養出在國際上競賽的精英選手 (Elite)。

貳、運動能力診斷的目的與意義

在過去 50 年關於運動能力的測試，已經開發了各種各樣的方式。例如：Cooper Test (12 分鐘跑)、有氧／無氧 (2-4 mmol/l) 閾值耐力、無氧動力 (Wingate Test)、YO-YO Test 與最大攝氧量 (VO₂max) 等。這些測試的方式也越來越多成為休閒和健康運動者的診斷措施。過去運動科學中，

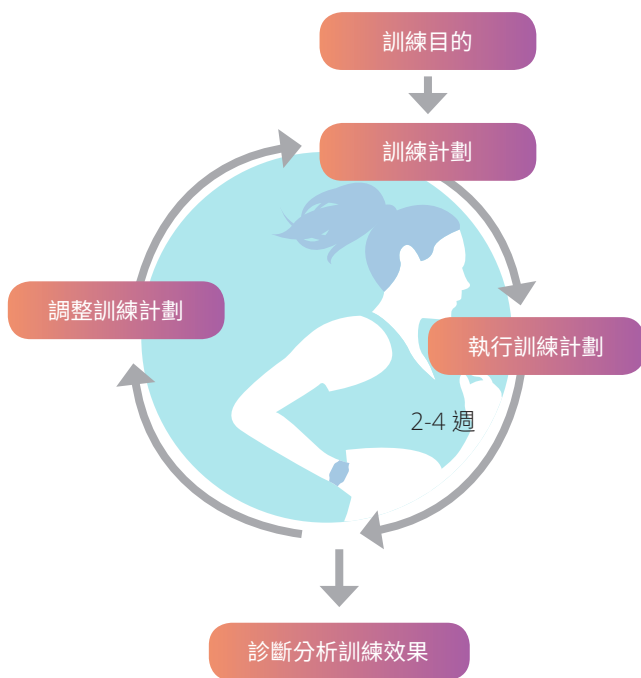


圖 1 運動訓練執行與訓練效果診斷分析循環

以「測試 (Test)」作為收集數據的用詞，現今則用「診斷 (Diagnostic)」作為執行運動能力分析的用語。在訓練科學的「診斷」，主要是力求運動訓練強度的「準確性 (exact)」，因此將負荷強度定義為「劑量」。

承上所言依據診斷數據作為訓練內容的擬定與負荷劑量的指標，已成為訓練上的必備先決條件，同時數據分析也為訓練效果提供有效的反饋。在應用上，診斷數據的呈現主要是作為：一、最佳的訓練負荷劑量指標；二、身體組織恢復與適應 (Adaptation) 的判斷；三、即早發現競技能力停滯症狀。

青少年運動員是每個國家的未來競技運動競賽的主力。除了提高這個年齡階段的運動員數量外，更重要的是運動員的健康與持續高競技運動的訓練。因此，設定真正符合運動員個人的訓練負荷劑量，就是提高訓練適應的基礎原則。

競技運動訓練是一項由多種能力 (耐力、力量、速度、敏捷、協調、反應) 所組合的系統，訓練的目的由大而小分別為週期階段目的 (準備期、專項期、比賽期) 與每週的訓練目的 (每天訓練單元的目的)。透過完整規劃的訓練內容 (目的、劑量、範圍) 來進行練習，才能有效達到身體的適應。整個計劃的執行過程是一種循環 (cycle)，在設定訓練目的前提下，擬定訓練計劃—執行訓練計劃—分析訓練效果 (診斷)，再進行訓練計劃調整。這種訓練循環是依據比賽時間，每 2 週或者 4 週進行一次診斷措施與訓練內容的調整 (圖 1)。也就是不斷的透過診斷數據分析，進行運動員的競技能力修正，達到提升高競技能力的效果。

參、恢復機制診斷 (有氧/無氧耐力)

在比賽過程中，維持競賽能力是運動員與教練所追求的訓練目的。Hollmann 與 Rost 於 1982 年研究指出，這種維持長時間競賽的生理機制，主要是建立在個人的有氧耐力 (2 mmol/l) 與無氧耐力 (4 mmol/l)。有氧/無氧耐力是提升肌肉細胞粒線體的數量，肌肉周邊微血管的密度，與肌肉能量代謝路徑之改善重要的指標 (表 1)。從過去研究理論已證實，具有高耐力能力者，其恢復能力也是最快的。

表 1 有氧/無氧耐力訓練生理機制效果

	有氧耐力 (2mmol/l)	無氧耐力 (4 mmol/l)
生理適應機制	1. 肝糖轉成葡萄糖 2. ATP-CP 再生 3. 乳酸排除 4. 增加粒線體數量 5. 快速降低心跳率 6. 提高比賽續航力	1. 增加 PFK 酵素 2. 降低運動負荷 Lamax 3. 穩定血液 pH 值 4. 快速降低間歇心跳率 5. 提高高速度無氧穩定

閾值耐力的測試診斷方式，在過去有眾多理論的發表（Hollmann, 1959; Wassermann et al., 1964; Conconi et al., 1982）與應用。而 Mader et al. (1976) 的階梯式負荷上昇理論的應用最廣，這個理論的測試方式適合所有運動項目與場地（表 2）。

如何將個人的有氧／無氧耐力作為訓練負荷劑量與恢復指標？在過去的研究（Mader et al., 1976）顯示運動員的有氧耐力（2 mmol/l）速度與心跳率必需達到 ≥ 2.8 m/s（10.1 km/h）與 ≤ 140 min⁻¹，無氧耐力（4 mmol/l）則必需達 ≥ 3.5 m/s（12.6 km/h）與 ≤ 156 min⁻¹（表 3）。

德國聯邦科學院 BISP（Bundesinstitut für Sportwissenschaft）也在 1980 年明文規定競技運動訓練，每年必需進行 2~6 次的有氧／無氧閾值（2-4 mmol/l）耐力診斷。診斷數據將作為運動員的耐力訓練負荷「劑量」指標與恢復機制的判斷（Hollmann & Rost, 1982; Pansold, Roth, Zinner, Hasart, & Gabriel, 1991）。

肆、體能交互關係

身體活動是由神經系統與肌肉纖維組合而成。神經系統機轉在運動上的顯現方式為協調（Coordination）、反應（Reaction）與敏捷

表 2 有氧／無氧耐力診斷工具與方式

	跑步機 - 室外運動場 (m/s)	腳踏車測功儀 (Watt)	游泳池 (m/s)
1	2.5	100	1.1
2	3.0	130	1.2
3	3.5	160	1.3
4	4.0	190	1.4
5	4.5	220	1.5
6	5.0	250	1.6
7	5.5	280	1.7
8	6.0	310	1.8

註：跑步機：每階持續時間 5 分鐘；腳踏車測功儀持續時間 3 分鐘。游泳診斷每階距離為 100 m（短距離）；長距離運動員每階距離則為 200 m。

表 3 有氧／無氧 (2-4 mmol/l) 閾值耐力診斷工具與分析指標

耐力型態	跑步機		腳踏車		游泳	
	m/s	HR	Watt	HR	m/s	HR
有氧耐力 (2 mmol/l)	≥ 2.8	≤ 140	≥ 100	≤ 140	≥ 1.3	≤ 135
無氧耐力 (4 mmol/l)	≥ 3.5	≤ 156	≥ 130	≤ 156	≥ 1.5	≤ 150

（Agility）等訓練。而肌肉纖維的動員則呈現在速度（Speed）的訓練與跳躍 CMJ（Counter Movement Jump）的機轉。在運動的過程，上述基礎運動學的機轉又受到「腦」的支配。而這些的能力顯現出彼此之間呈現了重疊的交互關係，並不是單一訓練可以改善與提升的（Hollmann & Strüder, 2001）。在訓練的執行過程，彼此之間呈現了交互的關係（圖 2）。

神經傳遞訊號與肌肉彼此之間呈現了交互關係（圖 3），因此透過提升肌肉伸縮循環 SSC（stretch-shortening cycle）速度（Speed），可以提升 Coordination、Reaction、Agility 等運動能力（張嘉澤，2018）。而速度的機轉又影響到耐力的訓練效果（圖 4），在過去眾多的耐力測試（VO₂max、Cooper Test、2-4 mmol/l、YoYo Test）運動員都必需達到個人的最高負荷（All out）症狀，才能顯示耐力的水準並判斷出耐力的等級（Level）。因此，運動員無法提高耐力的能力，並非訓練的時間或者練習的距離不夠長所致，而是肌肉伸縮循環的問題。

伍、診斷分析與訓練調整

一、有氧／無氧 (2-4 mmol/l) 閾值耐力診斷

有氧／無氧（2-4 mmol/l）閾值耐力診斷是應用 Mader et al. (1976) 理論，透過階梯式負荷上昇的方式進行。依據每階負荷產生的乳酸（La）與心跳率（HR）反應（圖 5），

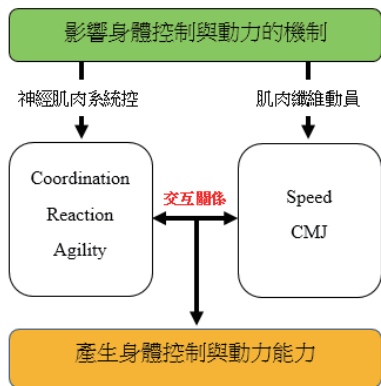


圖 2 身體控制能力與動力機制

再將兩項數據用軟體進行個人 2-4 mmol/l 閾值耐力分析（表 4）。運動員個人有氧（2 mmol/l）閾值耐力必需 > 2.8 m/s（10.1 km/h），無氧閾值耐力則必需 > 3.5 m/s（12.6 km/h）的等級（Level）。

在階梯式負荷上升測試，可以從心跳率（HR）與乳酸（La）曲線看出運動員的體循環與肌肉代謝系統的症狀（圖 5）。在開始速度 2.5 m/s 時，所有運動員的心跳率平均值就達 140 min⁻¹，這種症狀將影響比賽間歇期的心跳率下降速度。每階負荷的血液乳酸堆積濃度反應，可以了解運動

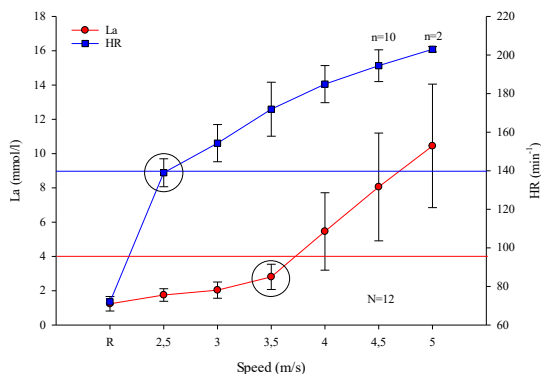


圖 5 籃球運動員進行階梯式負荷上升血液乳酸堆積濃度 (La) 與心跳率 (HR) 分析

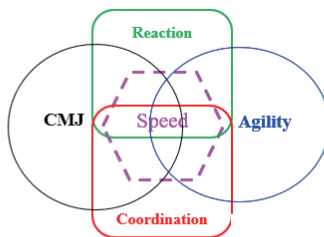


圖 3 為速度 (Speed) 與反應 (Reaction)、敏捷 (Agility)、協調 (Coordination)、跳躍力量 (CMJ) 交互關係

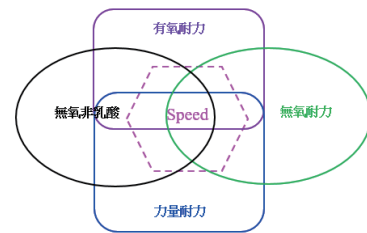


圖 4 速度 (Speed) 與耐力、力量耐力交互關係

員肌肉的缺氧速度。運動員在速度 3.5 m/s，乳酸濃度平均值則大約在 2.8 mmol/l。這種現象顯示運動員的無氧代謝效率是好的。在上述兩項數據（La、HR）分析顯示，運動員具有高無氧的代謝機制。但是體循環的心跳率則呈現壓力反應。這種症狀就是左心室心肌壓縮的力量不足所致，可以透過循環式力量耐力訓練進行改善（張嘉澤，2010）。

有氧／無氧閾值耐力診斷程序：

階梯式負荷上升測試 ↓

乳酸 (La)、心跳率 (HR) 曲線分析 (圖 5) ↓

閾值速度分析 (表 4) ↓

閾值耐力交互關係分析 (圖 6) ↓

交互關係症狀與訓練調整指標 (表 5)。

表 4 有氧／無氧 (2-4 mmol/l) 閾值耐力診斷分析

Nr.	Speed (m/s)	
	2 mmol/l	4 mmol/l
1	1.9	3.6
2	2.4	3.7
3	2.5	3.8
4	2.4	3.8
5	3.5	4.2
6	2.9	4.1
7	3.0	4.0
8	2.4	3.4
9	2.9	3.7
10	3.7	4.6
11	3.3	4.1
12	2.9	3.8

註：診斷數據為高中籃球運動員 (男性)

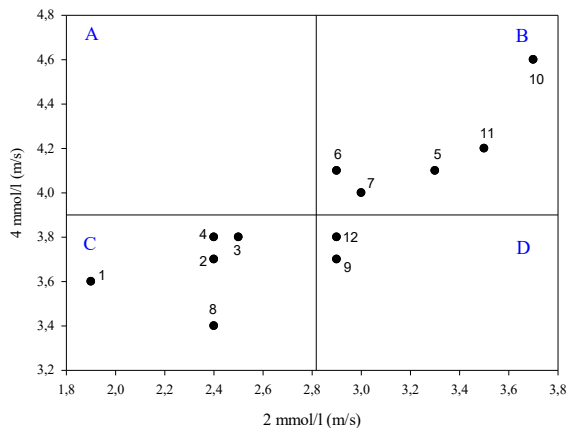


圖 6 閾值耐力 (2-4 mmol/l) 交互關係

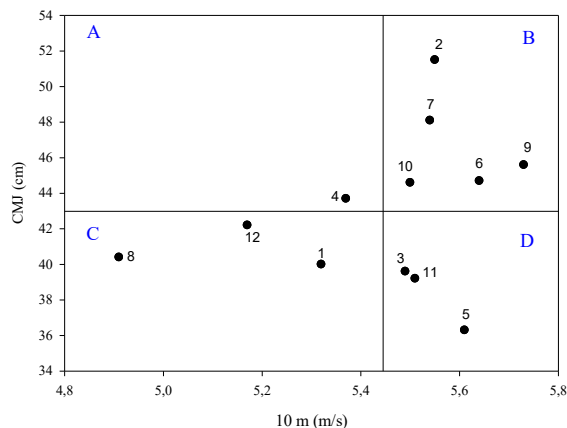


圖 7 下肢動力速度 (10 m) 與力量 (CMJ) 交互關係

二、下肢動力 (10 m、CMJ) 診斷

依據身體控制能力與動力機制結構 (圖 2)，顯示神經與肌肉之間的交互關係。這種在運動學的顯現則以速度 (Speed) 為主要交互關係的要素 (圖 3)。

下肢動力交互關係診斷分析程序：

30 m 分段 (10m、20m、30m) 速度測試 ↓

下肢力量 (CMJ) ↓

速度 (10m) 與力量 (CMJ) 交互關係分析 (圖 7) ↓

交互關係症狀與訓練調整解說 (表 6)

在兩項基礎的運動能力機轉 (2-4 mmol/l、Speed-CMJ) 分析，呈現在最佳區域的運動員共三位 (Nr. 6-7-10)，在最差區域則有兩位運動員為 Nr. 1

與 Nr. 8 (表 7)。從分析可以了解在這個階段運動員的訓練效果與未來週期訓練計劃的擬定指標。另一重要指標為即早發現運動員「競技能力停滯」症狀，即時進行訓練計劃內容調整。

陸、訓練歷程資料與應用

訓練診斷數據紀錄，除了即時的提供訓練計劃修正指標外，也是運動員與教練重要的訓練歷程資料。它提供了競技運動訓練計劃的準確指標，即時修正競技能力停滯的症狀，避免產生病理性的反應。診斷的執行，除了專業的科學儀器應用外，教練本身透過時間與距離紀錄，也是一項重要的訓練數據紀錄。

表 5 有氧 (V2) 與無氧 (V4) 閾值耐力交互關係分析與訓練調整

區域	Nr.	反應症狀	訓練調整
A		低 V2 速度，高 V4 速度	力量耐力 + 有氧耐力
B	5-6-7-10-11	高 V2 速度，高 V4 速度	速度 + 最大力量
C	1-2-3-4-8	低 V2 速度，低 V4 速度	力量耐力 + 有氧耐力 + 速度
D	9,12	高 V2 速度，低 V4 速度	力量耐力 + HIIT

表 6 下肢動力速度 (10m) 與跳躍力量 (CMJ) 交互關係四象限分析解說

區域	Nr.	反應症狀	訓練調整
A	4	速度慢 - 下肢動力佳	1. 20-30 m 衝刺。 2. 反應力量訓練
B	2-6-7-9-10	速度佳 - 下肢動力大	1. 增加下坡跑 - 跑步機訓練。 2. 最大力量訓練 3. 快速力量訓練
C	1-8-12	速度慢 - 下肢動力差	1. 20-30 m 衝刺。 2. 最大力量訓練 3. 反應力量訓練
D	3-5-11	速度佳 - 下肢動力差	1. 增加下坡跑 - 跑步機訓練。 2. 最大力量訓練 3. 快速力量。 4. 反應力量

表 7 綜合兩項交互關係運動員的訓練效果分析

耐力 - 動力交互關係	最佳區域 (B)	最差區域 (C)
下肢動力 (10 m vs. CMJ)	2-6-7-9-10	1-8-12
有氧/無氧閾值耐力 (2-4 mmol/l)	5-6-7-10-11	1-2-3-4-8
運動員在兩項最佳 - 最差區域分析	6-7-10	1-8

診斷與訓練數據是應用雲端平台 (圖 8) 儲存，教練可以在任何時間應用電腦取得數據分析資料。運動員也可以透過電腦了解自己的訓練效果分析。訓練數據資料也可以轉移給不同訓練歷程 (國中—高中—大專) 的教練，提供現階段教練擬定訓練計劃參考。

柒、結語

競技運動的過程，首要的工作是建構完整的訓練生理數據，不斷地依據數據的修正與調整，才能

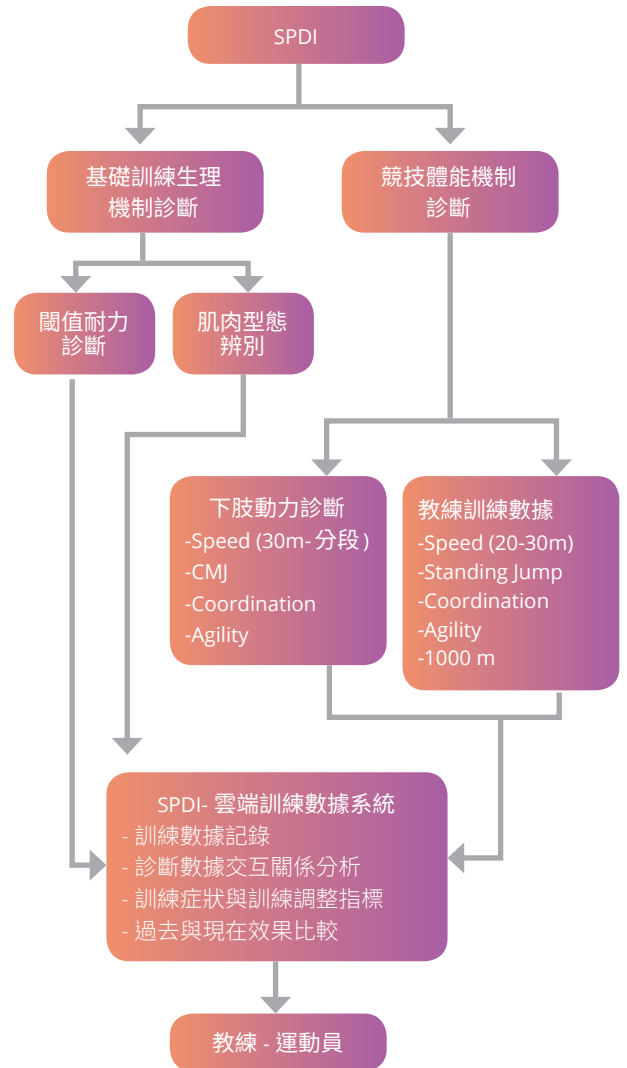


圖 8 診斷與訓練數據儲存至平台流程

提高其他科學 (力學、營養、心理) 的應用效果。競技體能是可訓練性的，但是如果沒有器官與肌肉組織對刺激的適應效果，將會導致病理症狀反應，而造成競技能力停滯現象。

作者張嘉澤為國立體育大學競技與教練科學研究所助理教授、德國科隆運動大學運動科學博士 (Dr Sportwiss)

參考文獻

- 張嘉澤 (2013)。運動員體能訓練與檢測。科學發展 16-23。
- 張嘉澤 (2018)。訓練學，第三版。台灣運動能力診斷協會。
- 張嘉澤 (2018)。兒童與青少年訓練。台灣運動能力診斷協會。
- 張嘉澤 (2010)。運動能力診斷與訓練調整。台灣運動能力診斷協會。
- Billy Sperlich(2019). Die HIIT-Parade im Ausdauertraining. Bewegungstherapie und Gesundheitssport 2019; 35: 57-60.
- Conconi, F., M. Ferrari, P.G. Ziglio, P. Droghetti, L. Codeca. (1982): Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. J.Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol. 52(4): 869-873
- Fiuza-luces C, Garatachea N, Berger NA, Lucia A. Exercise is the real polypill. Physiology (Bethesda, Md) 2013; 28: 330-358.
- Harre, D. (1986): Trainingslehre. Berlin (DDR). 282-292.
- Harre, D., Leopold, W. (1986) Kraftausdauer und Kraftausdauertraining.-Theorie und Praxis der Körperkultur. Berlin 35. 282-292.
- Hollmann, W., Rost, R. (1982): Belastungsuntersuchungen in der Praxis. Grundlagen Technik und Interpretation ergometrischer Untersuchungsverfahren. 120-126.
- Hollmann, W. (1990) Sportmedizin. Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. 4 Auflage. Schattauer.
- Hollmann, W. (1959): The relationship between pH, lactic acid, potassium in the arterial and venous blood, the ventilation (PoW) and pulsfrequency during increasing spiro-ergometric work in endurance-trained and untrained person. Pan American Congress for Sports Medicine, Chikago.
- Hollmann, H.; Schürch, P.; Heck, H.; Mader, A.; Rost, R.; Hollmann, W. (1987):
Kardiopulmonale Reaktion und aerob anaerobe Schwelle bei verschiedenen Belastungsformen. Dtsch. Z. Sportmed. 38 (4):144-156.
- Hollmann, W. & Strüder, H. K. (2001). Brain, psyche, mind and muscular activity Stuttgart:
- Hofmann-Schattauer-Verlag, S. 87-113(Series Club of Cologne ; Band 2)
- Hugues, N.; Pellegrino, C.;Rivera, C.; Berton, E.; Pin-Barre, C.;Laurin, J. (2021). Is High-Intensity Interval Training Suitable to Promote Neuroplasticity and Cognitive Functions after Stroke? Int. J. Mol. Sci. 2-19. Nr. HIIT-133.
- Langan SP and Grosicki GJ (2021). Exercise Is Medicine... and the Dose Matters. Front. Physiol. 12. 1-5. Nr. HIIT-134.
- Mader, A., Lisen, H., Heck, Philipp, H., Rost, R., Schurch, P., & Hollmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit in Labor. Sportarzt und Sportmed. 27(4), 80-88.
- Neumann, G.; Berbalk, A. (1991): Umstellung und Anpassung des Organismus- grundlegende Voraussetzung der sportlichen Leistungsfähigkeit. In: Alles unter Kontrolle. 25-30. 張嘉澤 訓練學. P 08
- Pansold, B.,Roth, B., Zinner, J., Hasart, E., Gabriel, B. M. (1991). Die Laktat-Leistungskurve- ein Grundprinzip sportmedizinischer Leistungsdiagnostik. In: Med und Sport 22. Berlin.
- Wassermann, K., Mcilroy, M. B. (1964). Detecting the threshold of anaerobic metabolism. Am. J. Cardiol. 14 : 844-852.



身體與體能評估 基層田徑三級選手之訓練與選才

文 / 張家昌

壹、前言

我國運動健兒參加2020東京奧運取得2金4銀6銅亮眼的成績，創下我國自1984年洛杉磯夏季奧運會後獲得最多獎牌的一屆夏季奧運會賽事。其優異成績除歸功於教練和選手們長期的努力和堅持外，其相關國家體育運動政策的制定與推動、運動組織創新改革或訓練科學計畫推動等亦扮演著重要的角色。就競技運動發展而言，我國積極建構並改革各運動種類之選、訓、賽、輔、獎體制，推動以奧亞運奪牌為主的相關培訓計畫，落實運動科研及輔導績優選手就業及生活照護等措施。就學校體育部分，積極強化優秀運動人材培育機制，亦針對體育班學生建立培訓、出賽及課業輔導等相關規定，提供選手穩定及有效的運動競技選手培訓系統，功不可沒。

根據教育部體育運動政策白皮書（教育部，2017）指出，為達到「卓越競技登峰造極」目標，優質的競技運動應包含「科學選才」、「培訓制度」、「國際參賽」、「選手輔導」、「獎勵措施」等重要機制，以營造我國優質的競技運動環境。基此，基層優秀運動員之選才、育才、成才中，有關「科學選才」和「系統培訓」係重要基礎工程。爰此，本文主要係針對各學習階段基層運動

員培育過程中，如何透過適當身體與體能評估等科學方法，促進各級學校運動選才及培育順利。

貳、三級選手訓練與選才推展現況

一、運動科學應用於競技訓練與選手培育

根據Bompa與Haff（2009）所提出的運動科學概念中指出，運動科學是將各個科學領域知識應用到訓練或競賽中，讓運動訓練更加科學化，以有效提升訓練效益達成設定目標。優秀選手之養成至少需8至10年不等，而不同運動種類選手所需具備的身體能力亦有所不同。運動科學能夠協助教練選才（Talent identification），做為選手訓練調整的依據，其普遍的作法可透過體型、身體組成、專項體能、心理、營養、生物力學等方面的評估，配合長期觀察及記錄選手訓練過程中各項體能的成長與變化，以作為訓練的調整依準（Lidor, Côté, & Hackfort, 2009）。整體而言，運動選手的選才與培訓能透過運動科學方法，針對選手體型、體能、技術、心理素質等層面進行選手運動表現評估，並依據選手各項數據，協助教練確認選手的特質與優劣勢，據以檢視訓練成效。

二、執行109年體育署身體與體能運科評估輔助計畫案例分享

本節僅就筆者長期協助中部縣市基層選手培訓工作經驗，並以中彰投基層田徑選手身體與體能運科評估計畫擇要介紹，期望各級學校教練們也可以參考如何評估訓練對象與運動特質需求，選擇合適工具來強化科學訓練之方法與成效。該計畫目的係建立各項體能及成熟年齡數據及體能成長軌跡，以做為選才及培訓應用參考。計畫實施對象計有20校（國小5校、國中8校、高中7校）共416人。

（一）計畫測量項目：包括身高、下肢爆發力—蹲跳、坐高（Sitting Height）、30公尺衝刺、成熟年齡估算（Peak Height Velocity, PHV）、六角敏捷、身體組成、視覺反應、上肢爆發力—藥球胸推、有氧耐力（漸進強度折返跑—Multi stage shuttle run）、上身爆發力—藥球後拋、柔軟度、下肢爆發力—擺臂蹲跳，共計13項，擇要呈現（如圖1、圖2）。

（二）計畫執行成果：

1. 建立13項測量項目常態模型、體能評估表、訓練建議及雷達圖，可供學校教練及選手做為選才、育才或轉項之參考數據。
2. 結果發現能藉此測驗結果，有效瞭解不同性別田徑選手各項身體素質平均值與年齡相關情形。
3. 建議基層教練善用上述相關科學檢測方法，來建立選手成長過程中各項體能變化軌跡，做為選才、訓練或轉項參考數據。

參、促進基層運動選手身體表現之課題

如何透過「科學選才」和「系統培訓」進行系統性鏈結，以促進基層優秀運動人材培育計畫順利或進步。以下僅就筆者運科輔導實務經驗，以及對現代訓練科學發展趨勢之觀察，綜整三點選手身體與體能訓練策略或主軸（如圖3）。

一、普及訓練科學，掌握科技突破

運動科學領域蓬勃發展，藉由科學化訓練能有效整合技術、肌力及體能訓練，讓選手獲得



圖1 身體組成測量（圖片來源/作者）



圖2 利用光閘系統施測（圖片來源/作者）

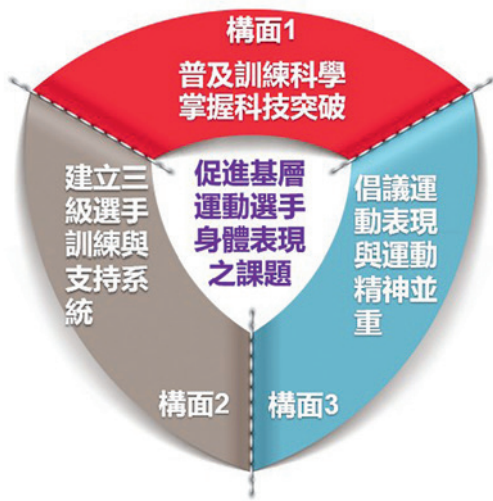


圖3 促進基層運動選手身體表現之課題 (圖片來源/作者)

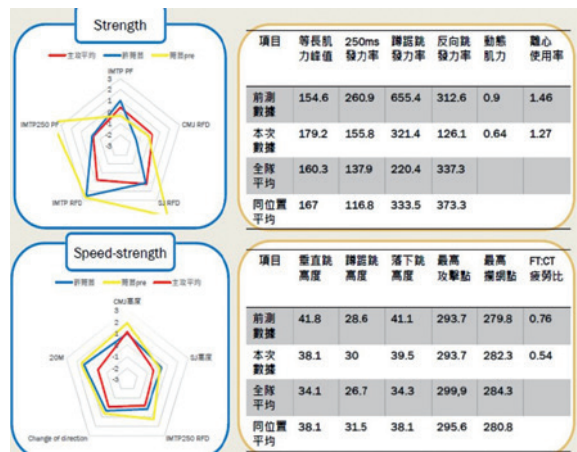


圖4 體能檢測報告示意圖 (圖片來源/作者)

到更精準完善的訓練及保護，如透過測量監控系統輔助之速度依循訓練、慣性阻力訓練等訓練法，能廣泛將科學研究成果融入運動訓練中，並透過科學儀器檢（監）測運動員爆發力、肌力、速度等運動表現，以提供教練、體能訓練師或防護員等人員完整資訊，量化參數之分析作為訓練計畫評估或調整（如圖4）。

(一) 訴求吃軟（軟體）、不吃硬（設備）

為符應訓練實況與需求，目前國內外廣泛推廣科學化輔助訓練器儀，並訴求吃軟（軟體）不吃硬（昂貴器材設備）為主軸。儀器價格親民且操作簡單，功能

實用，更能符合第一線教練及選手之需求，例如可應用於敏捷性訓練之燈光感應器，或科技模式中為專項訓練開發之智能羽球拍、智慧羽毛球鞋等產品，在運動過程中皆能立即性回饋精確資訊供決策（Steels, Van Herbruggen, Fontaine, De Pessemier, Plets., & De Poorter, 2020; Lam, Ryue, Lee, Park, Cheung., & Ryu, 2017）。抑或相關生理監測、身體組成或刺激反應等便利、務實且可行性高之訓練資訊回饋科技，做為增進選手運動表現之輔助模式（圖5、圖6）。

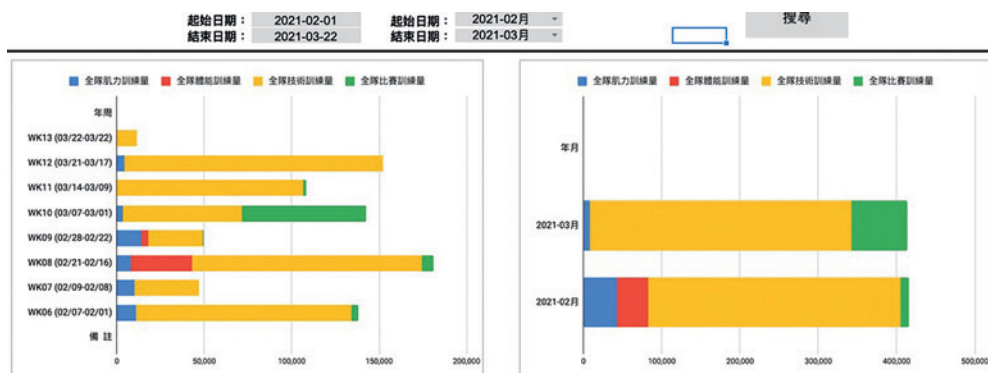


圖5 定期訓練監控報告圖表 (示意圖) (圖片來源/作者)

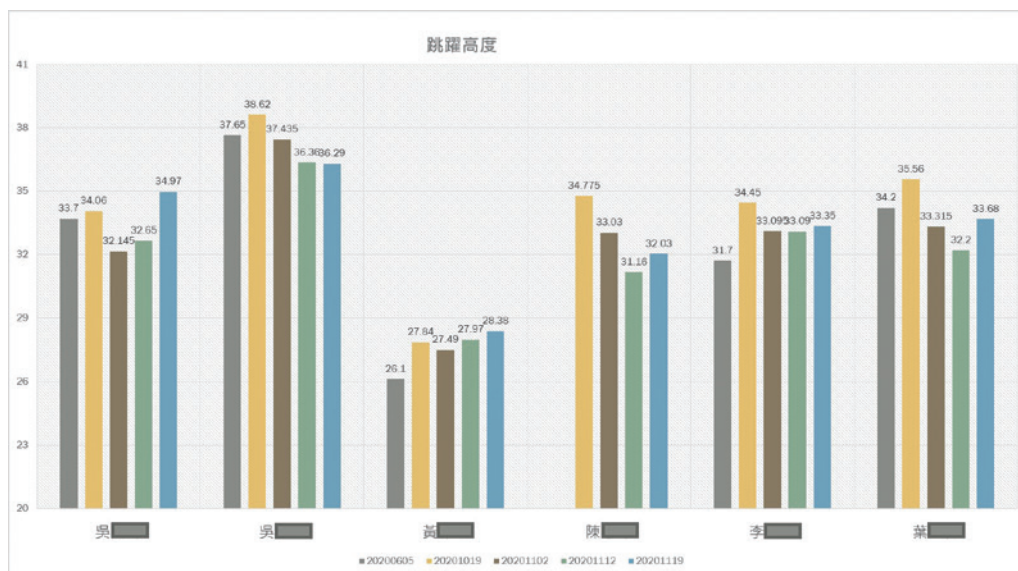


圖6 團隊整體訓練量變化圖 (示意圖) (圖片來源/作者)

(二) 科技輔助促進身體與體能評估精準

隨著科技創新與進步，運動訓練可藉由訓練系統程式建置、運動強度監控、運動傷害預防及訓練處方調整等訓練內容，做為運動員選才及培訓之科研輔助訓練，並能針對不同的運動項目運動員量測身體形態、運動員體能及傷害防護的評定或



圖7 測力板執行下蹲跳測驗 (圖片來源/作者)

建議。舉例運動訓練監控中常見利用測力板執行下蹲跳 (Counter Movement Jump, CMJ) 測驗動作 (如圖7)，即可從中瞭解選手體能表現 (最大力量、發力率、跳躍高度等參數) 與神經肌肉疲勞探討 (衝量面積、肌肉收縮分期時序等參數) 等資訊做為分析及改善參考 (Gathercole, Sporer, Stellingwerff, & Sleivert, 2015)。另例如羽球選手之敏捷訓練為例，透過聲音、光源等刺激方式可針對羽球移動步法訓練，設定移動過程中以簡單反應 (simple reaction)、辨別反應 (discrimination reaction) 與選擇反應 (choice reaction) 等模式給予刺激信息，由此可掌握選手專項敏捷能力之表現與變異性，以供訓練計畫方法調整或避免運動傷害發生 (洪敏豪、張吉堯、林國全，2019; Kuo, Tsai, Lin, & Wu, 2020)。

(三) 掌握體能大數據，智慧化訓練

大數據的時代已全面來臨，尤其是在各項運動競賽場上或訓練過程中，所產生的即時、連續、大量及多樣的數據特性，都是能做為運動員表現分析或教練決策的重要數據，並能藉由簡易監測儀器或穿戴裝置，準確地蒐集或偵測到運動員身體狀況或運動表現。

因此，無論是頂尖或基層運動訓練團隊，應依其運動種類及屬性，善用大數據科技進行智慧化訓練輔助，針對運動營養、運動員心理素質、體能訓練或競賽技戰術分析等類別，著手建立務實及合用的運動訓練大數據資料庫，優化運動員技能表現。尤其在肌力與體能訓練部分，更應針對選手身體組成、肌力、爆發力、速度、協調等體能要素，建立可長期監控之體能數據資料，以精準地掌握運動員的運動表現，隨時修正訓練，亦避免訓練過度超出身體負荷，降低受傷機會。

二、建立三級選手訓練及支持系統

建議三級基層學校、地方縣市政府或相關專業

運動組織，能評估及聯結鄰近大專校院相關體育運動系所資源之機會，建立合作或資源共享支持系統。藉由大學端師資人材、訓練資源、學門跨域合作及運科研究發展之整合，提供基層運動團隊專業諮詢與服務，共好互惠。

茲因基層學校運動團隊囿於訓練資源之限制，缺乏科研人才、傷害預防、體能訓練、運動營養或運動心理等領域專業資源，無法突破或解決訓練實務問題與諮詢管道。爰此，建議宜評估結合大學端專業團隊資源，建立線上諮詢服務平台及諮詢小組（如圖8），協助訓練計畫執行。設置初步階段得藉由手機版及電腦版之簡易通訊群組，透過（一）即時諮詢：使用通訊軟體Line建立線上運動諮詢服務群組；（二）線上視訊諮詢：使用視訊會議平台，進行文字、影音釋疑或諮詢服務及（三）現場諮詢指導：針對由受輔導基層學校教練所提待指導或釋疑問題，由諮詢小組邀請諮詢小組委員實地輔導協助，分析研商提出具體建議或指導，以協助基層解決實務問題、訓練疑慮或瓶頸，永續基層運動選才、育才或成才支持系統之聯結與功能。



圖8 線上諮詢服務流程圖（圖片來源／作者）

三、倡議運動表現與運動精神並重

本文雖以身體與體能評估基層田徑三級選手之訓練與選才為題，惟感受到失去公平競爭與運動道德的競賽或訓練，實失去培養優秀運動人才之意旨。爰在此節末段，呼籲各級學校及教練在精進學生運動表現之際，也能同時在訓練中培養選手具備運動家精神及正確價值觀。舉例我們在此屆2020東京奧運場上，看到了奧運百年來首例頒發男子跳高雙金牌；田徑選手朱特（Isaiah Jewett）；以及在男子800公尺準決賽被波札那選手艾摩斯（Nijel Amos）不慎絆倒後，沒有彼此怨懟，卻主動協助艾摩斯站起來，搭著對方肩膀共同抵達終點線的表現，此充分展現令人動容的運動家風範，讓全球觀眾看到了運動賽事超越勝負、彰顯人性善良的感動與影響。

誠如李灝（2009）表示，競技運動的競爭觀點與道德觀點是環環相扣的，學校是人文及道德教育重要的學習場域，能涵養學生基本品德及道德情操。因此在基層運動訓練環境中，不僅重視選手運動表現或技術的進步，亦應培養選手們能獲得更多元的文化、道德或思考的活動，奠定選手正確價值觀或運動員精神，進而引導學生拓展國際視野，重視生命價值。冀望未來我國選手不僅在運動競賽場上，有優異運動成就，亦能淬鍊出傲人的臺灣運動員精神。

肆、結語

運動訓練之過程與品質，將會是影響運動表現的關鍵，運動訓練之規劃與執行，已無法單憑教練過去經驗或知識來執行（王英瑛，紀恩成，2012）。因此本文藉由協助縣市基層選手訓練及選才工作所得實務經驗，以及針對現代訓練科學發展趨勢之觀察，提出「普及訓練科學，掌握科技突破」、「建立三級選手

訓練及支持系統」及「倡議運動表現與運動精神並重」等三大主軸觀點，並建議基層學校能善用運動科學方法或科技，來針對選手體能評估或技術分析，並透過大數據科技之應用，以確實掌握選手運動表現各項數據，做為檢視訓練成效或計畫執行應用，訓練或轉項參考數據。🌐

作者張家昌為國立彰化師範大學運動健康研究所教授

參考文獻

- 王英瑛，紀恩成（2012）。訓練金字塔理論介入運動訓練計劃之重要性—以能量適能為例。2012 第五屆運動科學暨休閒遊憩管理學術研討會論文集，117-126。
- 李灝（2009）。從競技運動的競爭觀點與道德觀點論其目標與目的。《競技運動》，11（1），35-42。
- 洪敏豪、張吉堯、林國全（2019）。運動科技在羽球步伐分析之應用。《中華體育季刊》，33（3），165-172。
- 教育部體育署（2017）。《體育運動政策白皮書（修訂版）》。
- Gathercole, R., Sporer, B., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. (2015). Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International journal of sports physiology and performance*, 10(1), 84-92.
- Kuo, K. P., Tsai, H. H., Lin, C. Y., & Wu, W. T. (2020). Verification and Evaluation of a Visual Reaction System for Badminton Training. *Sensors*, 20(23), 6808.
- Lam, W. K., Ryue, J., Lee, K. K., Park, S. K., Cheung, J. T. M., & Ryu, J. (2017). Does shoe heel design influence ground reaction forces and knee moments during maximum lunges in elite and intermediate badminton players?. *PLoS One*, 12(3), e0174604.
- Steels, T., Van Herbruggen, B., Fontaine, J., De Pessemer, T., Plets, D., & De Poorter, E. (2020). Badminton activity recognition using accelerometer data. *Sensors*, 20(17), 4685.

基層跆拳道品勢選手訓練監控初探

文 / 李佳融

壹、前言

中華臺北代表隊於2021年東京奧運榮獲12面獎牌（2金、4銀、6銅），創下我國參加夏季奧林匹克運動會最佳成績。能夠達成本次良好成績，並非一蹴可及的結果，乃是教育部體育署（以下簡稱體育署）及民間合力長期培育優秀運動員的成果。

體育的發展策略在競技運動的規劃是體育署2013年頒布的《體育運動政策白皮書》內的競技運動發展策略列出：運動科學選才（選）、運動人才培訓體系（訓）、分級參賽制度（賽）、完善輔導機制（輔），以及獎勵績優運動人才（獎）。並且依照時程規劃短程（2013-2015年）、中程（2016-2019）、及長程目標（2020-2023）。體育署在學校體育、競技運動、全民運動等已建構完整的發展方向，其中在強化競技運動方面無論是培育不同階層選手、開拓菁英選手出路、協助推廣運動聯賽（職業賽）、培養體育專業人員以及學術及運動科學之研究等政策。重要的莫過施行「體育班設置」、「基層運動選手訓練站」整合地方與中央競技體育人力資源，奠定競技運動從基層扎根、潛力發展而至精英茁壯（教育部體育署，2013）。

貳、基層訓練站的隱憂

我國成立基層訓練站暨體育班在發展基層訓練

站的過程，陸續遇到幾個發展上的問題，由於各區域與學校在發展體育運動的重點不一，學校體育班以培育運動參與興趣、多元運動能力及身心理均衡發展之運動專業人才為目的，而基層運動選手訓練站則以強化優秀運動選手之競技能力為主。基層訓練站或學校體育班聘任專任運動教練的運動訓練計劃，執行能力與發展方針能否相互配合，將對學生與選手的運動訓練目標與成效影響深遠。

另外根據高級中等以下學校體育班設立辦法規定，國民小學、國民中學，每日訓練時數，至多以三小時為限。而高級中等學校，每日訓練時數，至多以三小時為原則。而且各訓練站因經費有限，在訓練器材與設備方面無法面面俱到。因此如何在有限經費、訓練時間及訓練器材設備下能夠達到最好的訓練成果，對於選手與教練而言是一個考驗。

解決上述兩者的方式，最便利的方式是透過區域資源的整合，包含教練、運動設備與設施、以及運動科學的輔助及監控，目前體育署已有計畫著手改進並推動相關協助與輔導計畫。

參、運動科學輔助基層選手計畫

為了解決目前各體育班基層訓練站的問題，提升與強化訓練效率與成果，體育署自109年度起試辦「運動科學輔助基層選手計畫」，目標以結合各

區域大學院校(國立體育大學、國立臺灣師範大學、臺北市立大學、國立彰化師範大學、國立中正大學及國立臺南大學等)之學術研究及訓練科學能力來協助及輔導分區國小、國中及高中訓練計畫，目前試辦國小5所、國中24所、高中15所及大專院校2所，共計46所學校與1,000人次的體育班學生，以強化訓練績效。

透過區域輔導的概念，結合各大學優秀體育運動人才，來建構科學訓練完整體制，其中包含運動專項教練培訓與選手、醫學監控、運動傷害防護及保健、心理素質培養、生活照顧與學制銜接等。希望利用運動生理學、運動生物力學、運動營養學、運動醫學、運動心理學及運動資訊科學等運動科學專業，針對田徑、射箭、射擊、羽球、籃球、桌球、角力、柔道、空手道、跆拳道、自由車等運動協助科學化「選才」及訓練績效「強化」。以下將針對運動科學輔助跆拳道品勢基層訓練加以說明。

肆、跆拳道品勢發展現況簡介

跆拳道品勢項目是為了學習跆拳道的技術動作所編輯組合而成的武術運動，品勢技術組成條件有7種素因其中包含：演武線、敬禮、預備姿勢、基本動作、品勢動作、眼睛目標、喊聲等因素（吳明翰，2013）。而品勢競賽評分標準分為正確性及表現性，2011年世界跆拳道將品勢評分修改成正確性4分表現性6分，因此品勢項目發展與競爭將更為興盛（黃金隆，2017）。品勢競賽時平衡與協調等細部表現評分項目均歸納至表現度中，但在動作表現中，平衡與協調都可能影響評分，過去訓練時只能透過鏡子或旁人指導，較難即時客觀分析和紀錄訓練成效。從2016年起已成為科技訓練的趨勢（Thompson, 2019），透過體感檢測協助訓練，追求更高效率的訓練模式，對於品勢上端踢擊動作柔軟度、動作重心控制、平衡穩定性等將更被強調



圖1 臺北世大運蘇佳恩、李晟綱選手比賽情形。(圖片來源/作者)



圖2 臺北世錦賽邱沐恩選手比賽情形（圖片來源／作者）

於未來的科學訓練中，為了要突破選手技術的瓶頸，有效運用運動科學儀器進行訓練與分析，已成為運動競技場外不可或缺的重大挑戰（王翔星、朱木炎、湯惠婷，2016）。近年我國舉辦2017年臺北世界大學運動會，在跆拳道品勢項目雙人品勢項目榮獲金牌（圖1），以及2018年臺北世界跆拳道品勢錦標賽，創下參加世界跆拳道錦標賽以來最佳成績，計榮獲3金、8銀與12銅（圖2）。

指導教練在跆拳道品勢項目培訓選手過程中，透過運動科學輔助與監控基層訓練站，進行長期監控與實際輔導學生選手，了解其生理與訓練情況，做為科學選才與強化訓練的積極目標，配合體育署四級制培訓選手，將可為國家爭取更多獎牌創造更輝煌成績。

伍、運動科學支援跆拳道品勢之策略與做法

運動科學協助基層訓練方式可分為：一、身體基本素質監控；二、功能性檢測；三、體技能檢測；四、強化訓練；五、實驗室動態資料擷取等5

大部分，運動科學協助跆拳道訓練依據跆拳道品勢項目，可調整細項，依運動特殊性而進行修正，各項運科輔助在應用在各區域基層訓練站時，應以基層訓練站之實際器材、設備等加以考量，以不影響訓練情況下進行。

一、身體基本素質監控

基本素質包含身高、體重、體脂肪、有氧耐力（800或1200公尺）等基本測驗、因基層訓練站選手處於生長發育階段，因此建議進行每個月監控和管理，以瞭解選手在運動訓練時，各項基本體能變化，而國中小學童可參照衛福部公布之「兒童及青少年生長身體質量指數（BMI）建議值」，以了解學童在訓練時生長發育情況。且透過常態的紀錄，可以做為後續選手身體特徵與體能監控的指標，根據Nam和Lim（2019）研究跆拳道訓練對國小學童身體素質與體適能，而Kim & Nam（2021）統計韓國數據庫內跆拳道運動員的身體素質和體能，了解關於跆拳道運動員體組成、肌力、肌

耐力、柔軟性、心肺適能、爆發力、敏捷性、平衡、速度和反應時間等資料，這是未來國內針對跆拳道後續需要進行的方向，也可作為評估比較其他國家跆拳道運動員的身體特徵和體能狀況以及制訂訓練目標的重要客觀依據。

二、功能性動作檢測 (Functional Movement Screen, FMS)

近年來透過功能性動作檢測用來評估運動員活動度，並檢測出動作不對稱的情形，或者用來評估運動傷害的關聯性 (Chang, *et al*, 2020)。訓練在追求效率的同時，也應該注意運動傷害發生的可能性，因此利用七項功能性動作檢測動作，包含深蹲、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，了解運動員是否能夠正確完成動作，當動作無法正確完成，可能由於關節活動度受到限制、

肌力不對稱或者因部位疼痛，進行檢測動作及運動時透過代償動作，長期訓練或比賽時受傷風險就會提高，藉由功能性動作檢測，了解運動員最弱或者不平衡的部位，進行強化肌力訓練或矯正錯誤動作，降低運動傷害的風險，並且在肌力與關節活動度良好狀況下，品勢選手能夠正確表現動作，教練可以花較少時間在調整錯誤的姿勢，能夠有效率的提高運動表現。

三、體技能檢測

體技能檢測項目包含爆發力、柔軟度、速度、反應、敏捷與平衡等 (圖3至5)。爆發力是指身體在極短的時間內產生力量的能力，而跆拳道選手在攻擊時往往都是瞬間的，所以爆發力的優劣往往被用來作為衡量優秀選手的依據；柔軟度包含前後分腿與左



圖3 爆發力檢測示意圖 (下蹲跳測驗)。(圖片來源/作者)



圖4 柔軟度測驗示意圖 (前後分腿測驗)。(圖片來源/作者)



圖5 敏捷測驗示意圖(伊利諾敏捷測驗)。(圖片來源/作者)

右分腿，另外，選手踢擊的範圍取決於左右分腿柔軟度的好壞，因此柔軟度是提升表現的重要因素；速度為單位時間的位移，跆拳道比賽中，有許多動作皆是建立在快速位移的基礎上；反應對於跆拳道選手而言是非常重要的能力指標，在品勢比賽過程中，選手在演武時臨場的反應與發揮將影響運動成績表現；敏捷的定義為迅速改變方向的能力，跆拳道比賽場上時常需要迅速改變方向；最後，平衡能力是跆拳道品勢比賽中運動表現的關鍵因素，許多高段品勢有單足或需要平衡能力較好的動作，選手的平衡能力好，在動作正確性中將獲得較好的評分。透過訓練能夠有效的提升品勢選手的敏捷、平衡與耐力（Fachrezzy, et al, 2021），定期監控選手的體技能，有利於教練了解選手在訓練效果並作為後續訓練課表修正的依據。

四、訓練處方

跆拳道品勢比賽以選手在比賽中表現出一整套動作，依據其動作正確性與表現來評分，因此須熟悉太極4至8章基本品勢和包含高麗、金剛、太白、平原、十進、地踏、天拳、漢水與

一如等九個高段品勢型場套路，其中無論基本或高段品勢均由跆拳道攻擊與防守的基本動作組合而成，因此品勢選手在訓練過程中除了熟練品勢的型場套路，教練應適時針對選手強化基本動作、核心肌群、踢擊動作的柔韌度與穩定度等專長體技能來強化訓練。

本監控計劃將以跆拳道品勢競賽踢擊評分正確性與表現性最重要的踢擊動作設計，利用Fitlight燈光反應系統及Core-Tex動態核心訓練器作為輔助訓練器材。Core-Tex反應式訓練器是一種將動態力量、心血管耐力、敏銳反應、柔韌性和平衡訓練結合在一個平台上的設備。Core-Tex 可提供各種角度傾斜、平移和旋轉的連續可變性，使身體不斷需要對動態運動做出肢體平衡穩定控制。Fit Light Trainer™燈光反應訓練系統是一組無線燈光系統，由8個三色LED燈和1個控制器組成。每次使用時以熄滅或切換燈光為目標，可使用手、腳、頭或任何運動器械進行訓練，燈光可設定為觸摸解除或近距離感應解除，將以此器材作為高度、踢擊反應、踢擊目標的控制。

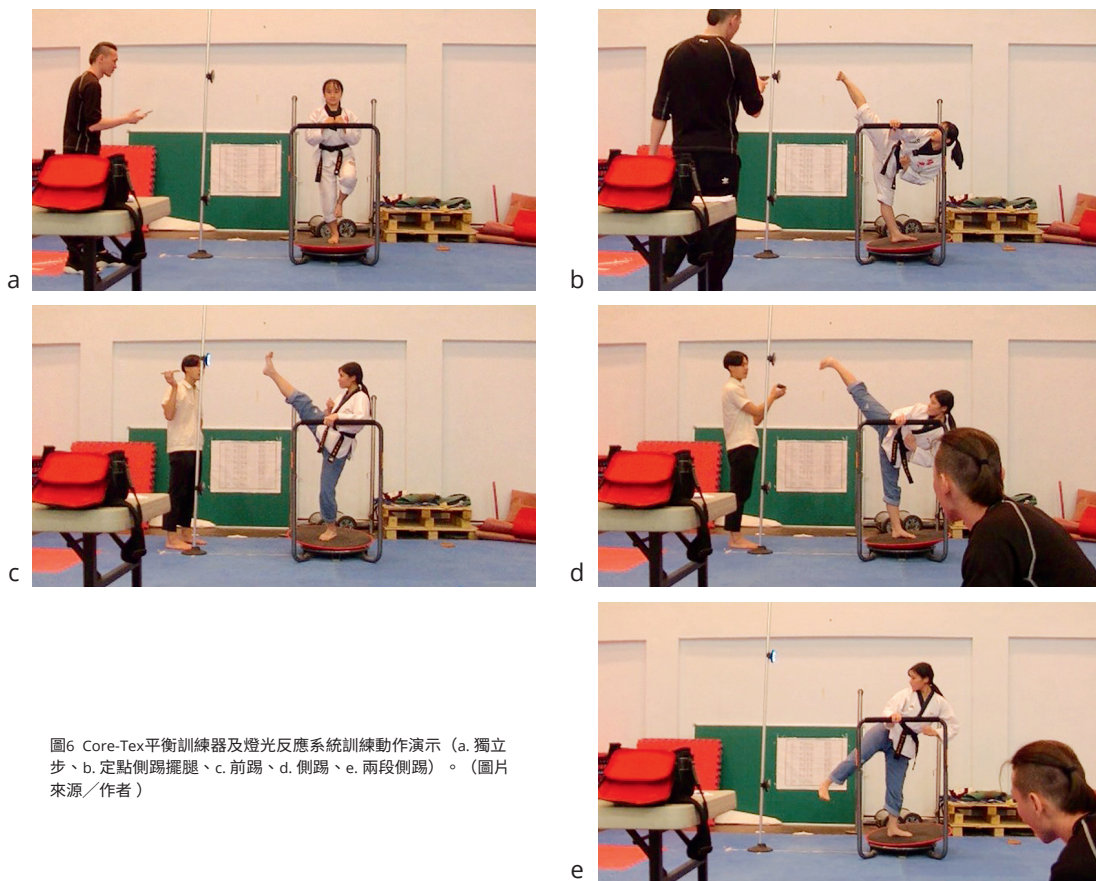


圖6 Core-Tex平衡訓練器及燈光反應系統訓練動作演示 (a. 獨立步、b. 定點側踢擺腿、c. 前踢、d. 側踢、e. 兩段側踢)。(圖片來源/作者)

本跆拳道品勢訓練強化處方設計，透過Core-tex平衡訓練器與燈光反應系統來強化選手下肢的平衡穩定的控制能力，在不影響賽事週期及疫情發展下，於跆拳道品勢隊伍原訓練內容中，介入本次訓練處方，每週訓練三次，運動與休息時間為1：1（各30秒），動作包括獨立步、定點側踢擺腿、前踢、側踢、兩段側踢、（左、右腳各30秒）（如圖6）。訓練過程皆記錄扶桿觸碰及成功次數、反應時間與心跳率等數據，並即時回饋給選手。透過結合運科訓練介入，於跆拳道訓練場量化選手訓練成長

情形，編撰訓練處方內容可供教練實際訓練時參考，並根據情形「在確保選手訓練安全無虞下」加以修正使用，詳如表1所示。

品勢比賽評分時，動作正確性佔40%，而表現性則佔60%，表現性則由選手的速度、力量與節奏流暢，在平時訓練場時，較難即時分析動作的力量與速度，也不容易判定運動員的努力程度，因此透過配戴裝置如心率錶或者由教練讀秒，選手自行量測心跳率的方式，能夠簡單而方便的評估運動員的訓練努力程度，避免訓練強度過高或過低，以上訓練內容可供教練實

表 1 跆拳道品勢體技能訓練處方

動作	動作型態	回合次數	運動時間(秒)	休息時間(秒)	輔助器器	訓練說明
屈膝獨立步	單人	1	30	30	1. Core-Tex動態核心訓練器 2. Fitlight燈光反應系統 3. Polar心率錶	雙手以不觸碰扶桿為佳，記錄手部觸碰扶桿次數。
定點側踢擺腿						單手扶桿定點側踢擺，記錄30秒穩定支撐的高度。
前踢						單手扶桿實施單腳前踢，目標設為頭頂以上之高度，記錄完成踢擊次數。
側踢						單手扶桿實施單腳側踢，目標設為頭頂以上之高度，記錄完成踢擊次數。
兩段側踢						單手扶桿實施單腳兩段側踢，高度設為膝關節、頭頂以上之高度，記錄完成踢擊次數。
備註	1. 動作設計以漸進原則，運動 30 秒休息 30 秒。 2. 五項動作完成後紀錄運動心率。					

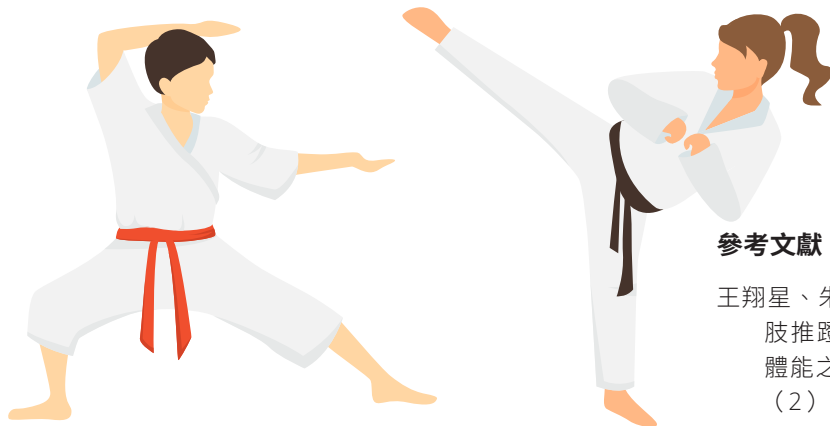
際訓練時參考，且教練可根據實際訓練情形「在確保選手訓練安全無虞下」加以修訂。

五、實驗室動態資料擷取

實驗室方面，研究跆拳道的動作主要使用動態的影像分析，從最簡單的一台攝影機到多台攝影機，收集各種不同的踢法並將它量化，例如踢的位移速度和加速度，比較各種不同的踢法，動態的硬體捕捉設備允許更深入了解各種不同踢擊動作的時間、角度及速度的變化；而三度空間的影片分析可以更仔細的探討跆拳道選手踢擊動作之表現，也以此更明確了解各種不同分期的運動學參數，包括支撐期、踢擊期和踢中目標物的碰撞期，主要的運動器材設備

可以讓研究者分析比較空間和時間的參數，包括踢擊的動作型態和踢擊時間，更包含了各種不同的攻擊速度和加速度變化，以及各肢段變化之情形，藉此可以更深入的研究有關各肢段協調性的分析。

透過動態肢體攝影擷取資料，配合教練與選手的專長、體能訓練和各種比賽的情況，比較每年實驗室收集的資料差異之處，以提供教練及選手作為訓練改進之參考。在實際應用時，可配合各區域大學實驗室進行分析，應用的設備包括紅外線三維高速攝影機，踢擊的目標即實驗中使用的人形踢靶，根據受試者的腿長、身高加以標準化以決定其踢擊目標的高度和距



離。每位受試者的基本運動生物力學特徵經過軟體分析計算求得選手反應時間、攻擊的高度、攻擊腳腕、膝、踝的角速度及支撐腳的壓力中心變化。透過動態肢體動作分析了解品勢選手，在完成品勢動作時透過不同角度攝影分析，可清楚解析選手本身肢體柔軟度、動作重心控制能力、及平衡穩定性等較不容易透過肉眼或單一角度去判斷的科學監控，由擷取資料來評估選手在完成品勢動作時不足之處，後續訓練可針對並加以強化訓練方式或模式。

陸、結語

結合區域大學協助輔導與監控體育班基層選手訓練，讓訓練的成果透過運動科學詳細觀察並記錄下來，經由描述性統計的方式，將結果提供教練與選手作為訓練改進動作技術之參考，以增進運動教學訓練績效與比賽之水平。而藉由此計畫執行成果回饋給體育署，亦能提供持續精進方向期盼，優化基層選手培訓機制、完善選手生涯照顧、強化黃金計畫，以備戰2022杭州亞運、2024巴黎奧運等國際重要運動賽事。🏆

作者李佳融為國立臺灣師範大學運動競技學系教授兼系主任

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一個案研究。*運動表現期刊*，3（2），1-5。
- 吳明翰（2013）。2011年全國跆拳道品勢錦標賽裁判大專男女組評分之研究。（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 黃金隆（2017）。跆拳道品勢高麗型兩段側踢標準與典型錯誤動作之研究。（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 教育部（2013）。*體育運動政策白皮書*。臺北市，教育部。取自<https://www.sa.gov.tw/PageContent?n=162>。
- Chang, Wen-Dien, Chou, Li-Wei, Chang, Nai-Jen, Chen, Shuya,. (2020). Comparison of Functional Movement Screen, Star Excursion Balance Test, and Physical Fitness in Junior Athletes with Different Sports Injury Risk. *Biomed Res Int*. 2020; 2020: 8690540. Published online 2020 Mar 25. doi: 10.1155/2020/8690540
- Fahmy Fachrezza, Uzizatun Maslikah, Endy Safadilla, Reggie Reginald, Singgih Hendarto. (2021). Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani 5(1). DOI : 10.33369/jk.v5i1.14364.
- Kim, Jeong-Weon and Nam, Sang-Seok. (2021). Physical Characteristics and Physical Fitness Profiles of Korean Taekwondo Athletes: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 18 (18): 9624. doi: 10.3390/ijerph18189624.
- Nam, Sang-Seok, and Lim, Ki-Won. (2019). Effects of Taekwondo training on physical fitness factors in Korean elementary students: A systematic review and meta-analysis. *J Exerc Nutrition Biochem*. 23(1): 36–47. doi: 10.20463/jenb.2019.0006
- Walter R. Thompson. (2019). Worldwide Survey of Fitness Trends for 2020. *ACSM's Health & Fitness Journal*. 23. 10-18.

教練如何運用運動科學 以 2020 東京奧運空手道項目為例

文 / 黃昊昀

壹、前言

2020 東京奧運，在國際奧會與日本全國上下的支持下，於 2021 年 8 月 8 日在嚴峻的疫情之中閉幕，我國也順利搶下首次進入奧運的空手道項目女子對打 55 公斤級銅牌，而所有奧運項目也不乏許多精采的表現，當中又以跨越高懸多年的世界紀錄最令人印象深刻、振奮人心，近年各國在運動科學上的研究與實踐絕對扮演不可或缺的角色，透過運動科學，我們得以踏著前人的腳步，以最有效率的方式，來分析、監控、訓練，讓運動員在重要的賽場上，有最佳的運動表現。

貳、本次奧運空手道隊運科支援項目簡介

本次東京奧運的集訓地點在左營國家運動選手訓練中心（以下簡稱國訓中心），在為期三年的集訓期中，藉由國訓中心完善的軟、硬體設備，我們整合了專項教練（兼肌力與體能教練）、營養師、生理專家、心理師、情蒐程式設計師以及運科檢測團隊，以運動科學的方式介入了以下幾個面向：

一、技術訓練

操弄訓練量與強度，讓選手在某個特定時間點（單次賽會）或某一段時間內（整個賽季）有良好的運動表現，是安排訓練週期最主要的目的之一；採用較高的訓練量或強度，提高選手

生理壓力，藉以打破恆定，往正確方向來產生適應，是提升表現的主要方式，不足的訓練量無法產生有效的生理適應，而由於比賽、訓練甚至日常生活所產生的過多壓力則會使生理壓力過量，造成傷害或疾病，甚至產生過度訓練（Overtraining）的狀況（Anderson, Triplett-Mcbride, Foster, Doberstein, & Brice, 2003）。

sRPE訓練衡量法為運動員完成每次訓練課後，依照修改過Brog之0~10分運動強度自覺量表（如圖1）評估個體努力程度，再乘上訓練時

RPE SCALE	RATE OF PERCEIVED EXERTION
10	最大努力
9	非常努力
7-8	高度努力
4-6	中等努力
2-3	輕度努力
1	非常輕鬆

圖1 運動強度自覺量表。（圖片來源／The Rating of Perceived Exertion (RPE) Scale. <https://maximizepotentialx.com/blogs/sports-performance-training>）

間，取得sRPE，並藉由每日、每週、每個月與每個週期的參數比對，來評估與監控運動員之訓練量、強度與疲勞，並隨時調整。

此外，搭配每次技術訓練時的心率監控，除檢視選手訓練強度，也可了解技術訓練時的心跳區間與能量系統屬性，並以宏觀的角度檢視整個週期的能量系統訓練安排，來符合運動員在比賽時的能量系統需求；以上述sRPE與心率監控，再搭配定期每週一(檢視選手恢復狀況)與週四(檢視選手週間相對疲勞的程度)兩次的肌酸激酶(CK)指數檢視選手週邊疲勞狀態，便能較容易檢視與評估選手的狀態與週期強度設定是否符合。

二、肌力訓練

在肌力訓練處方當中，專項性 (specificity)、超載 (overload) 與漸進性 (progression) 是最主要的原則，而其中的專項性原則，並非以模仿專項動作之方式執行阻力訓練，而是訓練

與專項運動相仿的肌肉、運動模式與肌肉收縮機制 (如速度、作用力應用等)，特別是在肌肉收縮速度上，理解本身專項位於速度力量曲線 (如圖2) 之區間，並於良好的肌力訓練計畫中監控肌力訓練動作之速度，更能有效的提升肌力訓練的專項性與轉移效率。

首先確認專項中之關鍵動作 (Key Movement) 是落在速度力量曲線哪個區間，以及何種肌肉收縮之模式，並於肌力訓練時，以換能計或任何速度監控之器材監控相對應之肌力動作或爆發力動作 (或稱舉重衍生動作) 之槓鈴速度，來檢視該動作之速度與重量設定是否正確，藉由速度監控，也能了解選手執行時是否疲勞或衰竭，或是藉由即時回饋，讓選手有更強烈的動機將速度維持或提升；然而，大部分專項並非完全偏向同一種類型的肌肉使用方式，故全面提升最大肌力、爆發力與快速力量 (如圖2的D區塊)，才是提升整體運動表現之方式。

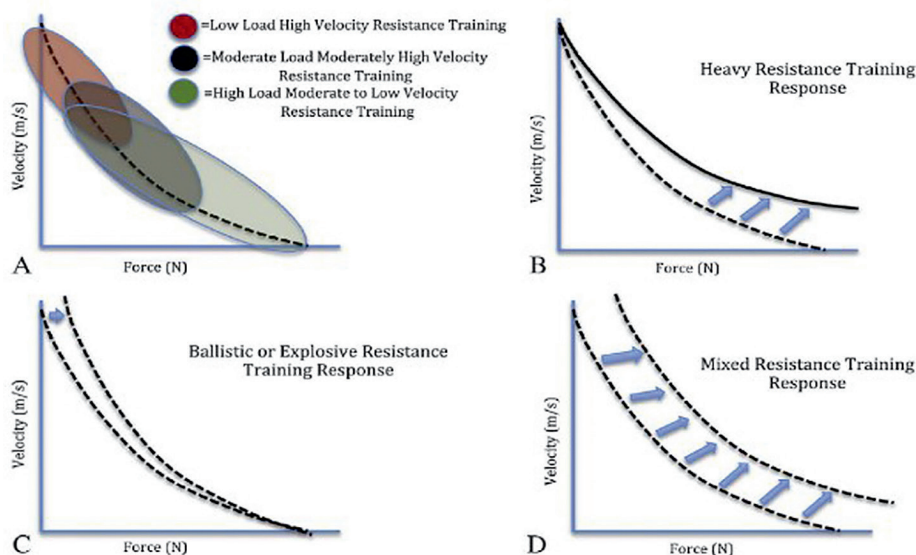


圖2 速度力量曲線。(圖片來源/Training at Velocity Rather Than Percentages)

三、檢測

「如果沒有檢測，那你一定是在猜測」，這句話直接道出了檢測在運動科學裡的重要性，而檢測的項目琳瑯滿目，在正確的時間挑選正確的檢測內容來執行以及檢測完成後的訓練計畫修正也與訓練成效息息相關，並且避免了時間的浪費、不必要的疲勞與傷害產生的機會。

Anthony Turner (2018) 整理文獻發現，以空手道項目為例，雖運動休息比為1：1~2：1，但實際上在每一場3分鐘的比賽內，執行無氧高強度攻防動作的時間約在18~27秒之間，裁判暫停並執行判決的平均時間約為8秒鐘（奧運為配合轉播之影像畫面導致暫停時間更長），故短恢復時間的間斷式恢復測驗YO-YO Intermittent Recovery Test在檢測模式與休息時間上就相當符合空手道的專項，檢測出來的效度相較12分鐘跑或其他連續性的有氧檢測也更能反應出空手道需要的能量系統。

而在力學檢測部分，由於空手道的技術動作在下肢部分包含了反向動作、直接向心動作與彈震式動作，故選擇經典的等長中段上拉（Isometric Mid-Thigh Pull, IMTP）來檢測最大肌力與發力率（如圖3），以及反向跳（Countermovement Jump, CMJ）、蹲踞跳（Squat Jump, SJ）與落下跳（Drop Jump, DJ）來檢測下肢肌肉在執行上述三種不同動作機制的的能力，藉由測力板的數據，我們可以針對每次檢測的結果來安排後續訓練的重點與調整的方式，而長期規律又高信效率的檢測，最能夠達成此目的；此外，檢測安排的時間點也相當重要，未適當安排減量即檢測，在選手疲勞狀況下無法正確了解選手真實能力，檢

測離比賽時間點太近，也無法在檢測完依據檢測結果做出適當調整。

四、營養與增補劑

以空手道專項為例，除了日常為了維持量級與改善體組成的飲食調整外，與營養師合作，在賽前（比賽前一天過完磅後）、賽中與賽後，針對個別選手來執行營養補充的策略，是讓體重分級的選手能夠有好表現的關鍵；此外，增補劑的使用，也是提升運動表現的一大重點，除了為人所熟知的肌酸與高蛋白以外，下面將會介紹另外兩類對空手道專項運動表現有顯著提升效果的增補劑—咖啡因與緩衝劑。

雖大部分文獻對於咖啡因對單次爆發力與反覆衝刺能力影響之結果較為分歧，但也有文獻指出，頂尖柔道選手的功率輸出峰值（Russell et al., 2014）與優秀游泳選手的反覆衝刺能力皆有顯著提升（Collomp et al., 1992），且Emma與Harriet（2006）也指出，在警戒性任務測試中，受試者在服用450毫克的咖啡因膠囊40分鐘後，任務的命中次數顯著提升，反



圖3 等長中段上拉檢測（圖片來源／作者）

應時間也顯著下降，相當適用於提升空手道專項的運動表現。

此外，在實力相近且高張力的國際賽事中，快速且時間稍長的連續攻防與對峙，有時由於未有得分或犯規之情況使裁判暫停比賽並作出判決，導致下肢肌肉在連續高強度運動的狀況下未能有時間恢復，進而產生大量氫離子（H⁺）使PH值下降並影響肌肉收縮以及降低運動強度，然而動作強度卻是空手道的得分關鍵，如此惡性循環時常導致選手持續攻擊卻因強度不足而無法得分，然而肌肉營養緩衝劑能夠有效提高高強度運動中骨骼肌的肌肉緩衝能力（Muscle buffering capacity, MBC），而緩衝劑當中，國訓中心營養師採用長期增補β-丙胺酸以及賽前增補重碳酸鈉（小蘇打粉）來提升MBC；文獻顯示，經過每日4~6克的β-丙胺酸增補四週後，骨骼肌中的β-丙胺酸提升了64%（Harris et al., 1999），而β-丙胺酸為肌肽合成速率的限制物質，肌肽主要位於快縮肌纖維（II型肌纖維）中，協助骨骼肌緩衝高強度無氧運動下產生的H⁺，其影響程度

約為整體MBC的40%，可提升肌肉在PH值下降時的耐受度（Harris et al., 2006）；重碳酸鈉是體內自然形成的一種物質，可用來抵銷或中和酸性（較低的PH值），重碳酸鈉也可在小蘇打粉中找到，而在運動前60~90分鐘前補充每公斤體重0.3克的重碳酸鈉，對提升運動表現有較佳的效果，例如McNaughton（1999）以及Coombes（1993）分別與其研究團隊提出增補重碳酸鈉後，在總作功能力、功率峰值、扭力峰值與肌力以及肌肉對酸的耐受度上皆有顯著提升之研究結果。

五、情蒐

情蒐的運用在現代競技運動中決定勝負的程度越來越高，而若要使資料蒐集更完整，並能快速的以影像輸出的方式清楚的提供教練與選手使用，情蒐軟體的功能必須簡單且完整，然而，大部分的套裝情蒐軟體或動作分析軟體無法滿足所有運動項目，故作者選擇請軟體工程師編寫一套專屬於空手道的情蒐軟體（如圖4），將所有本國選手與主要對手的比賽建



圖4 情蒐軟體介面（圖片來源/作者）

檔之後，便能按需求依關鍵指令快速搜索需要的影片，在情蒐資料的整理與使用的效率上，較以往人工剪輯或是逐場檢視的方式大大提升，也更容易用篩選資料的方式利用影片找出左右勝負的關鍵。

參、結語

運動科學是一門領域相當廣泛的應用科學，從生理學、心理學、生物力學、營養學、測量學、神經科學到穿戴式裝置等等，藉由這些足夠嚴謹、具備實證基礎的知識，我們可以運用到實際訓練中，來提升選手的運動表現；現代的研究方法日新月異，所取得的進展也越來越快速，往往幾年前才發現的訓練方式或觀念，馬上又會被最新的研究所推翻，所以用開闊的胸襟，持續的學習、更新自己，且能夠了解、辨別與信任各項運動科學專業，才能夠更好、更完整的落實運動科學在各個專項運動上，也期許未來，國內會有更多運動專項與運動科學完美合作並取得成績的案例出現。🏪

作者黃昊昀為國家運動選手訓練中心奧運培訓隊空手道教練

參考文獻

- G. Gregory Haff, N. Travis Triplett, Editors. (2017). *National Strength and Conditioning Association. 肌力與體能訓練 (增修版)*。
- Anthony Turner. (2018). *Routledge Handbook of Strength and Conditioning, Sport-Specific Programing for High Performance*.
- Anderson, L., Triplett-Mcbride, T., Foster, C., Doberstein, S., & Brice, G. (2003). Impact of training patterns on incidence of illness and injury during a women's collegiate basketball season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 734-738.



作者與東京奧運空手道銅牌文姿雲合影於日本武道館前 (圖片來源/作者)

- Russell, C, Papadopoulos, E, Mezil, Y, Wells, GD, Plyley, MJ, Greenway, M, and Klentrou, P. (2014). Acute versus chronic supplementation of sodium citrate on 200m performance in adolescent swimmers. *J Int Soc Sport Nutr* 11:26.
- Collomp, K, Ahmaidi, S, Chatard, JC, Audran, M, and Prefaut, C. (1992). Benefit of caffeine ingestion in on sprint performance in trained and untrained swimmers. *Eur J Appl Physiol* 64:377-380.
- Dunnett, M, and Harris, RC. (1999). Influence of oral beta-alanine and L-histidine supplementation on the carnosine content of the gluteus medius. *Equine Vet J (Suppl)* 30:499-504.
- Harris, RC, Tallon, MJ, Dunnett, M, Boobis, L, Coakley, J, Kim, HJ, Fallowfield, JL, Hill, CA, Sale, C, and Wise, JA. (2006). The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids* 30:279-289.
- McNaughton, L, Backx, K, Palmer, G, and Strange, N. (1999). Effect of chronic Bicarbonate ingestion on the performance of high-intensity work. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 80:333- 336.
- Coombes, J, and McNaughton, L. (1993). Effect of bicarbonate ingestion on leg strength and power during isokinetic knee flexion and extension. *J Strength Cond Res* 7:241-249.

淺談基層教練如何運用運動科學 成為訓練最佳幫手

文 / 余雪安、簡偉翔

壹、前言

隨著科技的發達，也帶動了體育的發展。運動訓練的方針也從以往的土法煉鋼轉變為現代的科學化訓練。近年來運動科學的介入提升了競技運動成績水準，使得臺灣競技運動成績與世界接軌，也讓臺灣的運動競技成績展露在國際舞台上，更讓世界看見臺灣。在剛舉行完成的 2020 年東京夏季奧林匹克運動會，臺灣獲得 2 金 4 銀 6 銅，創下臺灣參加奧運史上最佳紀錄，一舉提升國內的運動風氣，也提升國人對體育運動發展的重視。2020 東京奧運格言：「更快、更高、更強及團結」。奧運為選手追求競技運動最高舞臺，能參與奧運皆是各國頂尖好手，而臺灣頂尖選手的培養大部分從基層開始培育。

基層選手的培育及養成，為競技運動發展的基底，國內目前的基層訓練以各學校體育發展為主。基層優秀運動之選才、育才、成才均透過「科學選才」、「系統培訓」、「重點發展」及「生涯輔導」等作法，並經計畫性長期培訓機制（體育署，2018）。而近年來在國內外大小賽事，基層選手運動競技成績明顯提升，屢獲佳績。在田徑、游泳等成績，創個人最佳成績，甚至打破大會紀錄，皆運

用科學化進行訓練。而各學校體育發展為國內基層選手之來源，故基層教練運用運動科學進行訓練為主要方針。

貳、運動科學輔助訓練

早期的訓練大多以土法煉鋼訓練之，隨之伴隨來的運動傷害及身體受損，則大大影響選手的發展，甚至減少運動員的運動壽命。近年來透過運動科學的輔助，運動成績表現有明顯的進步，且降低運動員的運動傷害，更是延續運動員的運動年齡。有效的監控運動訓練，使訓練科學化、防止過度訓練及運動傷害的發生和增進選手的動機（吳忠芳，1997）。

生理、心理、技術及戰術為構成運動競技的主要因素，透過運動科學的輔助，皆可提升各項能力，進而使運動員朝頂尖舞臺邁進。基層教練運用運動科學使其成為最佳幫手，使選手循序漸進發展，降低競技運動帶來的運動傷害及培育國家運動競技的明日之星。

一、生理指標

在訓練中生理指標常被教練運用之，透過生理指標的呈現，可瞭解選手從事各項訓練課表的

成效，也可透過生理指標檢視選手的訓練疲勞程度及恢復狀況。目前對優秀運動員訓練的監控，較常利用心跳率（吳忠芳，1997），運用準確的負荷強度，藉助心跳率應用，達到訓練效果（蔡青宏，2014）。基層教練從事訓練最常且簡便的方法是運用訓練課表實施後之心跳率情況，透過心跳率的測量可瞭解每位選手對訓練課表的負荷情況及訓練強度，及固定時間休息後心跳率之變化瞭解選手在訓練中恢復及身體疲勞之情形。訓練強度心跳率=最大心跳率（220-年齡）×訓練強度設定。學者提出有氧訓練之心跳率 70-84%、乳酸閾值訓練之心跳率85~89%、無氧訓練之心跳率90~94%、速度訓練之心跳率95~100%（王英瑛、紀恩成，2012）。教練可透過心跳率之變化設計所需之訓練課表及觀察選手訓練前中後之心跳率變化評估訓練內容與選手運動表現之成效是否符合訓練內容設定。

身體組成在運動科學界是個重要的課題，特別是脂肪在身體中的百分比，對一般人的健康和運動員的表現有著重大的影響（曹德弘，1997）。身體質量指數（Body Mass Index, BMI）為最基本及簡單的紀錄方法，透過身高及體重的變化，紀錄選手的成長發展變化。最基礎的紀錄方式為運用大眾熟知的身體質量指數，身體質量指數（Body Mass Index, BMI）=體重（公斤）/身高²（公尺）。近年來智能型身體成份分析儀被教練廣為運用，其測量數值為記錄體重、骨骼肌、體脂百分比、體水份的變化、上肢軀幹下肢肌肉節段分析、基礎代謝率等數值，使教練及選手更精確掌控身體質量，教練可透過數據瞭解選手經過一段訓練期



測量身體組成（圖片來源／作者）

後之身體各質量變化，以利於調整適合選手之訓練課表。

二、週期化訓練及身體素質

運動競技身體素質能力之強化常被運用於訓練課表之中，透過訓練週期規劃（過渡期、準備期、比賽前期及比賽期），搭配各項身體素質能力之檢測，可瞭解選手在訓練前後身體能力進步情況及課表規劃是否符合預期。透過訓練內容之規劃，提升各項身體素質能力，進而提升運動能力表現。除了一般體適能檢測外（肌力與肌耐力、有氧心肺耐力、柔軟度、身體組

成、爆發力等），亦須強化該專項之具備身體素質能力，如速度、敏捷性、反應、協調、平衡、速度耐力及爆發耐力等。

各週期劃分有其訓練目的：（林靖倫等譯，2017/2020）

（一）過渡期：賽後生、心理的恢復及修補，提升全身性運動能力發展。

（二）準備期：提升運動能力與最大化適應能力，可分為一般身體能力訓練及運動專項身體訓練。

1. 一般身體能力訓練：提升運動能力

（有氧和無氧）、提升神經肌肉功能及精進技術。

2. 運動專項身體訓練：發展運動專項身體能力及發展運動專項能量代謝系統。

（三）競賽期：保持身體能力狀態，在競賽期達到最佳運動表現。

透過週期化訓練的安排，搭配身體素質能力的提升，強化專項運動所需能力，提高該項運動技術，技術能力穩定的發揮，能使選手在比賽中穩定發揮運動水準，創造佳績，此為運動訓練重要課題之一。



力學檢測（垂直跳、蹲踞跳）（圖片來源／作者）

參、運動影像分析

隨著科技的發達，運動技術的分析也越來越精細。各項運動技術解析透過運動分析軟體之分解，可使各項技術一覽無遺。而透過動作技術分析、動作的即時回饋、主要對手的情蒐等，以提升關鍵技術的表現，達成有效率的運動訓練目標。（何仁育，2021）。經由運動影像分析可使教練與選手清楚瞭解在各動作之分解影像及加入運用運動學之參數分析，藉由每次訓練中改進及修正，達到穩定技術訓練之效果，進而在比賽中穩定發揮該運動技術，以尋求最佳成績之表現。

肆、產學合作

早期基層訓練資源相對不足，但近年來許多大學也紛紛與基層訓練站（高中、國中、國小）進行學術合作，運用

運動科學輔助運動發展及訓練，運用產學合作提供物理治療師及運動傷害防護員之專業服務，使選手加速訓練課程後之身體恢復與修補，並提升選手專業的運動傷害及預防等知識。近年來基層教練訓練內容與規劃運用運動科學方針，使臺灣競技運動成績有明顯的提升。經由運動科學訓練的輔助，不僅使運動競技成績有所突破且減少選手運動傷害及延續選手運動生命。

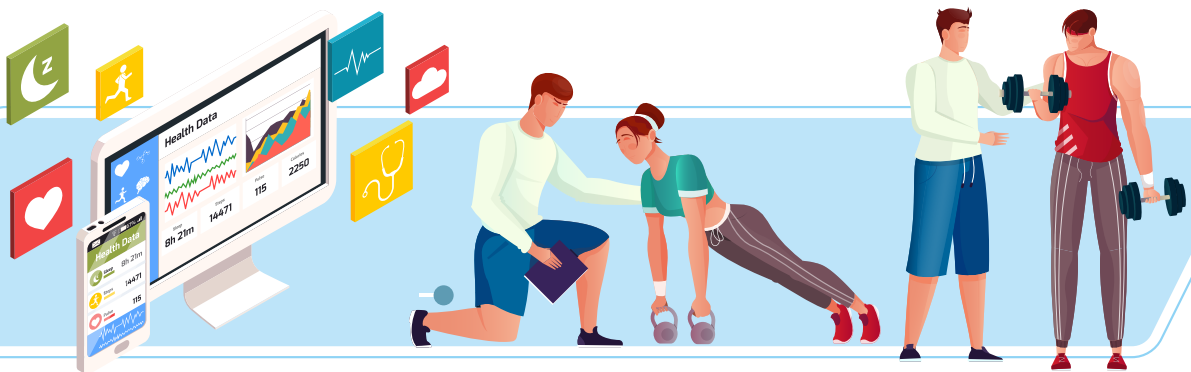
伍、結語

基層教練透過運動科學訓練之輔助，使選手能更精確的進行訓練，可精確掌握選手訓練狀況，且可減少運動訓練帶來之傷害，延續基層選手的訓練意願及其追尋更高更遠更強之目標。教練透過運動科學訓練規劃及執行，不僅運動成績表現有所突破，降低運動傷害發生的機率，更延長競技運動選手的運動年齡。藉由運動科學的介入，對於教練與選手在訓練上有事倍功半之效。🏆

作者余雪安為桃園市立桃園高中專任運動教練、簡偉翔為桃園市立楊光國中小教師

參考文獻

- 教育部體育署（2018，3月1日）「體育運動政策白皮書」2017修訂版。<https://www.sa.gov.tw/News/NewsDetail?type=1&a=1&page=5&id=384&n=93>
- 吳忠芳（1997）。運動訓練負荷的監控。*中華體育季刊*，11（1），P71 - 79。
- 蔡青宏（2014）。建構運動心跳率偵測系統與訓練應用。〔未出版博士論文〕。國立體育大學。
- 王英瑛、紀恩成（2012）。訓練金字塔理論介入運動訓練計劃之重要性—以能量適能為例。第五屆運動科學暨休閒遊憩管理學術研討會論文集，國立屏東教育大學
- 曹德弘（1997）。身體組成測量方法的新動向。*中華體育季刊*，11（3），P49 - 54。
- Anthony Turner,&Paul Comfort（2020）。調控力量 肌力及體能的科學理論與實證（林靖倫、賴泰屹、楊斯涵、吳峰旗、何宜動譯；初版）。楓書坊文化。（原著出版於2017）
- 何仁育（2021）。運動選手培育支持系統—國家運動訓練中心運動科學支援。*國民體育季刊*，P61-63。



運動與法令遵循—以確保穿戴式裝置蒐集資料的合法性為例

文 / 陳宏志

壹、前言

現代人在運動時，不僅搭配音樂、錄音、錄影或社交程式，以便隨時直播、貼文、上傳相片，也會透過各類健康管理 APP 或軟體，計算消耗之卡路里。甚至，搭配穿戴式裝置（Wearable Devices）如智慧手環、智慧手錶，掌握心跳、血壓或其他生理資訊，作為私人教練或自我鍛鍊時規劃運動處方之參考。基此，在進行運動相關研究時，運用穿戴式裝置或其他連網設備蒐集數據或資料，常是首選。

程紹同（2016）曾撰文說明數據對運動產業 4.0 時代的重要性，而穿戴式裝置或相關設備更有助於數據或資訊整合，以及規劃後續運用。穿戴式裝置屬於物聯網（Internet of Things, IoT）之設備，主要係透過 AI、雲端或大數據分析等技術，且運用裝置連線到網際網路的應用程式介面（Application Programming Interface, API），將分散於不同載具的資訊進行統整應用。

物聯網設備蒐集許多資訊，對於其安全性之關注，並非新議題，如 2015 年美國 FTC 已提供指引，建議設計此類產品時，需要考慮身分驗證、以保護產品與其他設備或服務間接觸的端點。連網後如何控管權限、利用現成的軟體工具保障安全，或在

啟動產品或服務前進行安全測試，甚至預設安全選項供作出廠設定，都是廠商應注意的安全防護要項（US FTC, 2015）。

惟前述物聯網研究與主管機關資料，多著重於資訊安全之防護，如以保護企業或組織的資訊資產為主，並透過軟、硬體協助，如系統監測、權限控管之方式，確保資料、資訊及資產的機密性、完整性與可用性，以維持組織之營運或將風險降低（陳宏志，2019）。

有鑑於透過穿戴式裝置或相關連網設備蒐集資料，不僅應重視資訊安全，蒐集與運動相關之生理資訊或數據，還可能涉及個資、醫療等法律議題。基此，本文將以法令遵循為主，依序說明穿戴式裝置可能遭遇之法令規範及其管理建議，例如：個資保護、醫材管理及歐盟 GDPR 規範之隱私設計或預設，俾符實務需求。

貳、穿戴式裝置與個資之法令遵循

穿戴式裝置蒐集所得資訊屬於實務運作需求或商機的一部分，且為運動消費行為關切之核心（陳慶鴻、鄭志富、林安邦，2019）。但有蒐集如姓名、年齡、身高、體重、心跳、血壓等生理資訊或數據，

依個人資料保護法（簡稱個資法）第 2 條的定義，凡自然人之姓名、出生年月日、國民身分證統一編號，及其他得以直接或間接方式識別該個人之資料，都應適用個資法規範。

由於涉及生理數據或相關資訊，且可能被設備製造商或其他服務業者所蒐集、處理或利用，此一情形是否符合個資法之敏感或特種個資，而需要較嚴格之規範，曾引起不小爭議。為定紛止爭，個資法令主管機關—國家發展委員會（簡稱國發會）於 2018 年 11 月就「業者蒐集、處理、利用民眾自行操作器材所得之生理數據資訊，是否屬醫療或健康檢查之特種個人資料範疇」已有函釋。在該函釋內，將這些裝置蒐集所得資訊依對象、目的等分為二大類，並說明各自適用規範（國發會，2018），茲摘要如後。

依國發會函釋重點，若屬受醫療院所委託，為供醫師或其他醫事人員以醫學目的所為之診察治療或基於醫療行為檢查，取得民眾自行操作器材所測

量之生理數據資訊，符合個資法對醫療或健康檢查個人資料（簡稱個資）之定義者，這些穿戴式裝置或設備所蒐集、處理或利用之資訊，不僅符合敏感或特種個資，更應依個資法規定辦理，如原則禁止、例外允許，應取得當事人書面同意等。

但若非醫療院所委託，而屬於民眾自行操作器材所蒐集之資訊，因未涉及醫事人員診察（診斷）、治療，或以醫療行為施以檢查，並不屬於敏感或特種個資。然而，相關資訊因可能符合個資法對個資之定義，且可能提供給業者進行蒐集、處理、利用之行為，仍須落實個資法所規定對一般個資的保護措施，如告知、取得同意等。

參、穿戴式裝置與醫療之法令遵循

進行運動相關研究時，倘使用之穿戴式裝置屬供醫師或其他醫事人員，以醫學目的所為之診察治療或基於醫療行為檢查的用途，其所蒐集資訊除須符合個資法（如敏感或特種個資之規定）外，因涉





及疾病診斷及治療等醫療目的，無論是裝置內建、獨立之 APP 或軟體，尚須依循醫療器材相關規範。

醫療器材管理法已於 2020 年 1 月公布，並於 2021 年 5 月 1 日施行。其中，如運動時搭配之穿戴式裝置或軟體，可先參照該法第 3 條之定義，再透過主管機關訂定之子法作為判斷依據，並搭配是否具診斷、治療功能或協助診斷、治療等，共有 6 項內容可供綜合評估。爰穿戴式裝置無論是內建，或自行下載之健康管理軟體，只要經評估後符合法令定義，須納入醫療器材之管理。

目前依衛生福利部食品藥物管理署（衛福部食藥署）於 2020 年 12 月修訂「醫用軟體分級分類參考指引」內容觀之，所謂醫用軟體泛指蒐集、儲存、分析、顯示、轉換人體健康狀態、生理參數、醫療相關紀錄等處理軟體。其使用場所更涵蓋醫療院所、個人居家使用或遠距醫療照顧。

基此，不管學研機構進行運動相關研究，或民

眾搭配健身所使用之穿戴式、連網裝置或 APP，是否屬於醫用軟體非自行認定，而應參照食藥署對外說明及上開參考指引，依是否符合醫療器材（含醫用軟體）之定義，是否宣稱具診斷、治療功能或協助診斷、治療等進行綜合評估。

基此，倘相關裝置或軟體列入醫用軟體之適用範圍，或經綜合評估屬於醫療器材之範疇，須依循現行管理法規。其中，應注意之事項包含但不限於：遵守產品開發、申請查驗登記相關規範，並清楚刊登廠商名稱、地址、品名以及許可證字號等完整內容（衛福部食藥署，2021），不可不慎。

肆、穿戴式裝置涉及境外及隱私設計之法令遵循

不只我國規範，倘蒐集資料之對象涉及國外當事人，以 2018 年 5 月施行之歐盟一般資料保護規則（General Data Protection Regulation (EU)

2016/679, GDPR) 為例，在個資保護部分，企業或組織須注意自身是否為資料控制者、資料處理者（名詞定義詳見 GDPR 第 4 條）及其義務，重點包括：個人資料外洩事故之通報義務（72 小時內，如第 33 條）、資料保護影響評估（Data Protection Impact Assessment, DPIA，如第 35 條）、設置資料保護專員（the Data Protection Officer, DPO，如第 37 條）、及跨境傳輸個人資料（如第 44、45 條）等規範。

如對於可能蒐集個資之物聯網相關產品或服務，歐盟 GDPR 第 25 條有隱私設計（Privacy by Design）或隱私預設（Privacy by Default）之規定，可供參考。以隱私設計（PbD）為例，依 GDPR 要求資料控制者應採取適當之科技化且有組織性的措施，以有效方式將保護措施納入個資處理程序，以符合 GDPR 之要求並保護當事人的權利。

至於隱私預設（簡稱亦為 PbD），則是要求資料控制者應實施適當之科技化且有組織的措施，以確保在預設情況下，兼顧最小蒐集與透明化等精神。例如：為避免不特定人接觸個資，對物聯網產品或服務之權限控管，以確保非所有資料控制者的員工都能近用（access）當事人的個資為主。或於安全通訊環境中運用點到點（peer to peer）之加密通訊，於客戶端至伺服器建立加密通訊頻道，及驗證通訊方身分與匿名通訊（陳宏志，2019）。

綜前所述，本文建議進行運動研究，及運用穿戴式裝置蒐集資訊時，針對個人資料部分，應特別注意國內外之法令遵循。除醫療器材規範外，以個資相關法令為例，包含但不限於：履行告知、符合法定情形，並應於特定目的內利用等事項。且可結合前述科技手段，如歐盟 GDPR 有關之隱私設計或

預設（PbD）的建議，妥適規劃穿戴式裝置之運用方式，以落實個資保護。

作者陳宏志為淡江大學產業經濟學系兼任助理教授

參考文獻

國家發展委員會（2018）。有關貴公司詢問「蒐集、處理或利用一般民眾測量『生理數據資訊』與個人資料保護法（下稱個資法）適用關係」，復如說明，請查照（發法字第 1072002136 號函），2018 年 11 月 21 日。取自 <https://theme.ndc.gov.tw/lawout/LawContent.aspx?id=GL000299>

陳宏志（2019）。遵循法規兼顧安全，萬物聯網資安有保障。*網管人*，156，51-52。

陳慶鴻、鄭志富、林安邦（2019）。運動消費行為的個人資料保護議題。*運動管理季刊*，44，26-40。

程紹同（2016）。運動產業 4.0 時代之大數據新思維。*運動管理季刊*，33，19-44。

衛生福利部食品藥物管理署衛福部食藥署（2021）。迎接醫材管理新紀元，穿戴式產品如何管，2021 年 2 月 15 日。取自 <https://www.fda.gov.tw/TC/newsContent.aspx?cid=4&id=t600143>

US Federal Trade Commission (FTC) (2015). Careful connection: Building security in the internet of things. From <https://www.bulkorder.ftc.gov/publications/careful-connections-building-security-internet-things>



崇越科技力推「運動生活化」

員工、客戶一起來運動

文 / 圖 崇越科技



安永鮮物勇奪2014「爆米花夏季聯盟」，以及2016、2019「全國成棒甲組春季聯賽」、2020「協會盃」冠軍。（圖片提供／崇越科技）

以半導體材料代理起家的崇越科技，近年積極展開多角化經營；從本業半導體材料與設備代理銷售出發，跨足光電、純廢水處理、太陽能、漁電共生等循環經濟領域，並多角化投資食品科技、運動休閒等健康事業，成立三十年來營收屢創新高，穩健的經營績效，是股民心目中的「定存股小金雞」。

在持續強化績效管理帶動本業營收攀升外，崇越科技更力行「運動生活化」，除擁有安永鮮物棒球隊、成立企業運動社團、開辦運動課程，並向外推廣到客戶與社會大眾；每年秋季於新竹主辦壘球賽，邀請竹科客戶健身聯誼，年度參與人數超過700人次。此外，更跨界營運臺北大學運動中心，打造XPORTS專業運動訓練品牌等，期盼帶動全臺「運動生活化」風氣。

培育棒球人才 打造運動風氣

崇越科技為響應政府振興國球計畫，於2011年成立安

永鮮物棒球隊，每年投資數千萬元培育國內棒球人才，並與日本球團、美國職棒大聯盟持續交流，發掘、培訓具潛力的年輕選手，更吸納職棒、國手等經驗豐富的優秀選手，促進國球運動升級。

2015至2017年，崇越科技分別於臺北、嘉義、日本四國及關西舉辦臺日棒球交流賽，開放球迷入場，並安排精彩啦啦隊表演及場邊活動，如：德島阿波舞、美味餐飲、日本特產展及免費闖關親子遊戲，力推棒球賽事結合休閒娛樂，提升臺灣看球風氣。

2016年更引進MLB科學化美式棒球訓練，傳授美國職棒大聯盟最先進的系統培訓機制；2017年，聘請讀賣巨人隊「跑壘之神」鈴木尚廣擔任客座教練，指導球員外野守備及跑壘技巧，並開放臺灣基層棒壇觀摩。

崇越科技用心協助球員延長運動生涯、提升球員人格素質、深耕基層棒球教育，培育棒球人才晉升職棒舞台，貢獻良多。

推廣運動生活化 員工、客戶一起來運動

為讓運動成為員工和客戶日常生活的一部分，崇越科技在集團內成立羽球社、棒壘社等運動社團、平日晚間開設運動課程；更籌辦迷你馬拉松家庭日等活動，鼓勵員工及家屬養成運動習慣；每年亦舉辦多場壘球賽、

崇越科技承辦「安永盃台日棒球交流賽」，邀請日本獨立聯盟來台交流，並開放球迷免費看球。（圖片提供／崇越科技）



蔡英文總統頒發體育推手獎「金質獎」肯定，由崇越集團副董事長賴杉桂（右）代表受獎。（圖片提供／崇越科技）

高爾夫賽事，邀請竹科客戶以球會友，推廣運動多年、成績斐然，已陸續榮獲《天下雜誌》「天下永續公民新秀獎」、《康健雜誌》「CHR健康企業公民獎」、教育部體育署「運動企業認證」、「體育推手獎」金獎與長期贊助獎等多項肯定。

此外，崇越科技更將運動推展至地方社區，受託營運臺北大學運動中心，投資數千萬元打造國手級運動設備、聘請專業教練，引進各類專業機械式重量訓練機台，提供三峽、鶯歌地區民眾平價優質的健身、有氧課程與各式運動場域；並輔導學生取得運動證照，串聯產學資源。





邀請MLB中國棒球發展中心投手教練William Gorden擔任客座指導（圖片提供／崇越科技）



XPORTS專業訓練調整放日投手陳冠宇體能至最佳狀態（圖片提供／崇越科技）

XPORTS專業運動訓練場域 打造臺灣費雪訓練中心

臺灣體育在國際競賽上創造了亮眼表現，是臺灣人共同的光榮與驕傲，背後除了選手全心投入訓練，更需要完善的訓練場地、環境、措施與團隊。

2021年開春，崇越科技於臺北大學運動中心創立「XPORTS」專業運動訓練品牌，引進日本鳥取「初動負荷器材」，結合運動科學檢測及肌力訓練，建置一整套專業的運動訓練、運動恢復、運動復健機制，透過系統性及量化模組，為選手設計完備的訓練計畫、加強肌力訓練，期為運動員創造佳績的助力。此外，集團更投資上千萬元建置運動訓練機制及室內棒壘球練習場，打造良好棒球訓練基地，董事長郭智輝表示：「期許打造出臺灣的『費雪運動訓練中心』，扮演臺灣運動員的梦想推手。」

「初動負荷器材」為日本早稻田大學小山裕史博士研發提出，可增加柔軟度、關節活動度與爆發力，深受日本體育界的高度重視，不僅美國職棒球星鈴木一郎、達比修有皆曾採用進行自主訓練；日本職業球團讀賣巨人、中日龍、東北樂天、橫濱、廣島等球隊，亦陸續導入此套訓練機制。

傳統重量訓練在動作終點負荷較大，易造成選手肌肉僵硬、關節活動度下降等後遺症；為模擬實際打擊揮棒前先放鬆，靠瞬間爆發力完成動作，初動負荷器材讓肌肉先放鬆後出力，並增加旋轉訓練，更貼近實際場上肌肉運動的情況，可



崇越科技每年於新竹舉辦棒壘賽，與竹科客戶以球會友。（圖片提供／崇越科技）



崇越科技每年投入數千萬企業資源深耕棒球運動。（圖片提供／崇越科技）

增加關節活動度、提升爆發力及加快速度，避免因肌肉僵硬產生的運動傷害。

有鑑於美國職棒大聯盟近年意識到身體發展的重要性，透過肌力與體能訓練提升職業選手表現，XPORTS以科學研究週期化訓練理論為架構，透過系統性及量化方式安排週期訓練計畫、進行肌力訓練，包含：全身性功能輸出、發力率、下肢韌度等，並定期體能檢測，提升安永鮮物棒球隊選手的專項表現，降低運動傷害發生率。

科技人辦超市 跨界賣健康

除了跨足運動事業外，崇越科技亦轉投資安永鮮物健康超市、安心食館等多項民生事業，透過科技思維建構大健康產業，販售具生產履歷的安心水畜產、國家級檢驗保證的頂級水產、料理包和藥膳，以及機能性食品。時至今日屆滿31歲的崇越集團，除作為臺灣半導體材料代理的領頭羊，更希望透過建構健康的「運動」與「飲食」，為全家人創造健康快樂每一天。



安永鮮物健康超市提供優質冷凍水畜產、有機蔬果、安心乾貨。（圖片提供／崇越科技）

集團副董事長賴杉桂認為，臺灣「運動產業鏈」如相互整合機能性服裝、設備服務、健身娛樂、保健食品、傳播營銷等多產業面向，並針對體育活動發展科學化分析，包含：運動醫學、體育訓練、復健醫療、機能食品等綜合學科，將可大幅提升臺灣運動表現及全民健康，讓臺灣的運動選手、民眾以及運動產業共生共榮。

從高科技、循環經濟、健康餐飲到運動推廣，崇越集團將持續朝環境永續和社會美好的境界努力前行。🚶

文 / 紅藍創意、圖片提供 / 教育部體育署、李天助、中華民國足球協會、中華民國排球協會、543跑團

田曉雯》帕運初試啼聲展佳績 TT10桌球女單獲銅牌

我國帕運桌球好手田曉雯，本次首度參加東京帕運TT10級女子單打桌球，因亞洲盃、亞運、世界盃等國際賽的優秀表現，讓她被視為奪牌熱門。田曉雯不負眾望，在資格賽以3戰全勝之姿晉級8強，在8強賽中，以3：1成功逆轉土耳其選手Merve Cansu Demir並闖進4強。由於帕運桌球無銅牌賽，因此田曉雯確定銅牌保底，獲得我國在本屆帕運的第一面獎牌。在4強賽中，田曉雯與上屆奪銅牌的巴西女將Bruna Costa Alexandre爭奪決賽名額。首局田曉雯以14：12拿下，接著連續兩局，雙方展開拉鋸戰，最後以6：11、10：12讓巴西選手搶先聽牌。到了關鍵的第4局，田曉雯雖緊追在後，最終仍以7：11落敗，以比數1：3無緣晉級爭奪金牌。然而這枚桌球女單銅牌，不僅是本屆帕運第一面獎牌，也是我國自2004雅典帕運後，相隔17年帕運女子桌球再次奪得的獎牌。



楊川輝》二度參賽帕運T11男子跳遠 第4名不留遺憾

本次帕運的掌旗官楊川輝，是後天失明雙眼全盲的視障者。本次東京帕運是楊川輝二度參加帕運，可能也是生涯最後一次參賽。在T11男子跳遠項目中，楊川輝帶著舊傷上陣，在6次試跳中，最終以最佳成績6公尺07排名第4，與銅牌僅8公分之差。雖二度參賽帕運皆與獎牌擦身而過，楊川輝表示，盡全力便不留遺憾。全盲跳遠選手由於不易判斷空中方位，起跳時機需分毫不差，否則差之毫釐便可能受傷，危險性極高。楊川輝從國中練田徑，高中拓展到跳遠，出社會後在工作之餘仍一路苦練，2018北京亞洲田徑身障大獎賽中，更刷新亞洲帕拉跳遠6公尺60紀錄。本次帕運T11男子跳遠中，楊川輝第1跳跳出5公尺93、第2跳5公尺88、第3跳5公尺94，第4跳跳出本季個人最佳6公尺07，第5次試跳遭判定失敗，最後第一跳則以5公尺69作收。最後以第4跳最佳成績6公尺07，排名T11男子跳遠級第4名。



方振宇》帕運首列入羽球，我國首位亮相選手勇奪第4

本次東京帕運第一次將羽球列入比賽項目，我國年僅22歲的羽球選手方振宇，以世界排名申請外卡拿下帕運門票，有幸首度踏上帕運殿堂，並在SU5級男子羽球單打項目中獲得第4名，他也成為我國首位在帕運羽球項目亮相的選手。帕運羽球項目分為輪椅WH1、WH2及站立SL3、SL4、SU5、SH6，方振宇屬於上肢損傷的SU5級別。4強賽中，方振宇先對上世界排名第2的馬來西亞選手謝偃好，苦戰2局落敗。在銅牌戰中則遇上世界排名第3的印尼選手Suryo Nugroho，首局雙方一開始比數拉鋸，16平之後印尼選手取得4個局點，最後方振宇因回球出界，以16：21落敗。第2局雙方互有攻勢，由印尼選手拉開領先差距，加上方振宇因膝傷申請傷停，最後奮戰到9：21仍不敵對手，以第4名成績作收，但年僅22歲的方振宇未來仍有機會為臺灣拿下第一面帕運羽球獎牌。



莊智淵 >> 亞洲桌球錦標賽歷年最佳成績 男單、男團雙獲銀牌

我國桌球教父莊智淵結束生涯第5度奧運賽後，馬不停蹄於9、10月繼續參加「亞洲桌球錦標賽」，不僅率領男團奪下隊史18年來首面銀牌，在男單項目也獲個人最佳成績亞軍。現年40歲的莊智淵，在世界桌球選手中雖年紀稍長，但奮戰精神被WTT世界桌球職業大聯盟譽為桌壇長青樹。在亞錦賽男單項目中，莊智淵先在4強賽擊退韓國張禹珍，首次闖入決賽，遇上韓國的李尚洙，這是繼2000年蔣澎龍在亞錦賽奪冠後，我國選手第2度挑戰男單金牌。金牌戰上，莊智淵先以12：10拿下首局，然第2、3局以6：11、6：11連續2敗，關鍵第4局，莊智淵以11：7拿下，雙方戰成平手，在決勝局上，莊智淵最後以8：11敗北。儘管無緣奪金，仍取得個人在亞錦賽中最佳成績。由莊智淵率領的桌球男團，闖入決賽與陳建安、馮翊新輪番上陣對戰韓國隊，莊智淵雖出賽2點，與李尚洙交手獲勝且獨拿1點，最終奪下銀牌，同時也刷新我國前8屆的銅牌紀錄。



周天成 >> 三度叩關法國羽球公開賽 闖入決賽獲得亞軍

因疫情趨緩，國際賽事陸續恢復舉行，周天成自9月起陸續征戰芬蘭、丹麥等地國際賽，法國公開賽是他自東奧結束後的第4站賽事。目前世界排名第4的周天成，10月第三次叩關「世界巡迴賽超級750系列」的法國羽球公開賽，並在男單項目闖入決賽，獲得亞軍。因日本選手桃田斗賢在4強賽中因傷退賽，決賽由周天成對決常山幹太，兩人過去6度交手，周天成也有5勝1敗戰績。決賽首局周天成先以21：15拿下，第2局8：21落敗，決勝局中，雙方開局比數就成拉鋸，甚至有1分來回47拍才落定，常山幹太在後段以16：14連得3分，周天成雖緊追到剩1分差並化解對手1個賽末點，但最後仍以17：21輸掉第3局，最終周天成以局數1：2獲得亞軍，無緣賽史第2冠以及個人本季首冠。



羅維銘 >> 3100英里馬拉松挑戰賽亞軍 人字拖跑出臺灣之光

58歲的臺灣超馬好手羅維銘，9月參加美國紐約「3,100英里（約5,000公里）超級馬拉松」，耗時49天時間長征，最後帶著中華民國國旗衝過終點線完賽，喜獲銀牌。令人振奮的是，羅維銘是「超越自我3100英里挑戰賽」中，25年來首位挑戰成功的亞洲選手，這是他20年超馬生涯中的終極挑戰，更是超馬界的臺灣之光。2021年邁入第25屆的「超越自我3,100英里挑戰賽」，是世界距離最長的馬拉松賽事，無論體力、耐力或心理壓力，對參賽選手來說都是嚴苛的考驗。根據平均配速，選手每天需跑42.195公里，才有可能跑完全程。比賽時間從清晨6點開始到凌晨12點，每天約跑18小時不能中斷，睡眠時間只有短短4小時。嚴峻賽事在2021年前的紀錄中，僅有不到50人順利完賽。為避免腳部過度摩擦引起腫脹受傷，羅維銘中途棄穿跑鞋，改穿臺灣製人字拖鞋繼續進行賽事，更引起其他選手效尤跟進。最後成功以48天11小時52分鐘1秒成績完賽，成績僅次於42天完賽的義大利選手Andrea Marcato，在歷來所有完賽選手中排名第25名。



中華木蘭女足代表隊》睽違14年再度進軍亞洲盃足球賽

中華木蘭女足代表隊10月前往巴林參加2022印度女子亞洲盃資格賽，先後對上寮國、巴林，以資格賽全勝之姿，在相隔14年後，再次獲得參加2022年1月底在印度舉辦的亞洲盃足球賽的門票。與巴林對戰一役，雙方在上半場皆無得分，下半場到了第60分鐘，陳燕萍在中路帶球嘗試突破時被絆倒，獲得一次自由球機會。由替補上場的許翊筠佯裝射門，隨後賴麗琴一腳自由球，順利破網搶先得分。接著在第77分鐘時，李綉琴在罰球區右側接獲賴麗琴傳球，將球傳給前方潘彥昕起腳射門，但遭巴林門將拍出，此時球彈到球門前無人盯防的陳燕萍前，靠著陳燕萍一個頭槌破門得分，最終以2：0贏得比賽，並獲亞洲盃會內賽資格。中華女足目前世界排名為亞洲第8，明年的亞洲盃，同時也是2023年世界盃的亞洲區資格賽，希望屆時中華女足能發揮實力，獲得自1991年首屆世界盃以來，女足登上最高殿堂的機會。



photo credit : AFC

中華男排代表隊》亞錦賽第4名 追平隊史最佳成績

第21屆亞洲男子排球錦標賽在日本舉行，中華男排代表隊奮戰勇闖4強賽，在銅牌戰對上中國隊以17:25、16:25、17:25遭到直落三落敗，今年是睽違24年中華隊再次打入4強，也追平中華隊在1997年第4名的隊史最佳成績。本次亞錦賽，中華隊接連擊敗哈薩克、沙烏地阿拉伯與韓國，以3連勝晉級複賽，並且乘勝追擊在複賽擊敗巴基斯坦。而後與上屆的冠軍伊朗隊爭奪分組第1，最後惜以3：0比數敗北，以分組第2名進入4強，這也是歷年來中華隊在亞錦賽第三度進入4強賽。本屆4強球隊為中華、伊朗、日本以及中國隊，中華隊最終1：3不敵地主日本隊，落入銅牌戰與中國隊爭銅。銅牌戰第1局一開始，中國隊靠著發球與攔網拉出5：0領先，我方吳宗軒、張育陞發動快攻搶分，連拿5分追至14比16，最後以17比25棄守。第2局一度戰成7：7，隨後中國隊拉出7：1攻勢，最後以我方16：25讓出。第3局吳宗軒雖搶下超前分，但之後屢次進攻失利及失誤，讓中國隊攔網超前，連丟6分，在15：24落後時，靠替補上陣的雷諾連續化解2個賽末點，可惜未能逆轉，以17：25吞敗，拿下第4名。



陳玟卉》全運會女子舉重76公斤級冠軍，挺舉總和雙破全國紀錄

本屆東京奧運在女子舉重64公斤級摘下銅牌的陳玟卉，10月繼全大運拿下71公斤級金牌後，在全國運動會中，更越級挑戰76公斤級，並以抓舉101公斤打破大會紀錄，更以挺舉130公斤，總和231公斤，在挺舉和總和雙破全國紀錄，連續兩屆在全運會摘下金牌，並成功雪恥在東奧參賽時未能完成的挺舉130公斤，完成自我挑戰的目標。

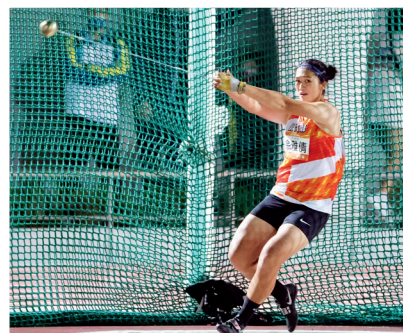


陳玟卉在抓舉項目中，開把設定94公斤就輕鬆達成，繼續挑戰97公斤也成功，還打破原大會紀錄95公斤，最後試舉更達成101公斤佳績。陳玟卉擅長的挺舉項目，開把119公斤便成功改寫大會紀錄，第二次試舉125公斤也完成，第三次試舉更以130公斤超越原全國紀錄126公斤，最後總和231公斤同樣創下全國紀錄。雖越級挑戰，陳玟卉卻創下三破大會紀錄、雙破全國紀錄的表現，為12月的世錦賽及明年的杭州亞運熱身備戰。

余雅倩》全大運、全運會女子鏈球雙料冠軍 破全國紀錄達亞運資格

從排球轉練田徑，高中才接觸鏈球的余雅倩，在今年全大運的第1擲，便丟出62.99公尺打破保持16年的全國紀錄，後續連兩擲也丟出62.37、62.18成績，第4擲更丟出64.12新高，同時達標杭州亞運61.50及世大運61.34公尺參賽標準，讓從未有國際賽經驗的余雅倩，明年將能挑戰亞運及世大運，成為近20年來再度挑戰亞運鏈球項目的女選手。

繼全大運破紀錄成為新科全國紀錄保持人後，余雅倩接著在全運會代表新竹縣參賽，雖然在全運會上的6擲都無突破63公尺，最佳成績僅擲出62.91公尺，但也已刷新全運會女子鏈球的紀錄。余雅倩雖無法達成短期內再破全國紀錄的目標，但有5擲都能穩定保持60公尺以上成績，希望這股火熱的手感，能作為明年國際賽奪牌的預備。



李晴晴》全大運、全運會女子跳高雙冠，屢破紀錄跳出新高度

最後一年參加全大運的女子跳高選手李晴晴，在今年全大運跳出1.87公尺摘金，並突破32年來全國女子跳高紀錄。兩週後的全運會，李晴晴再次跳出新高度，成功達成她在全大運未如願完成的1.90公尺，單日兩破自己締造的全國女子跳高新紀錄。

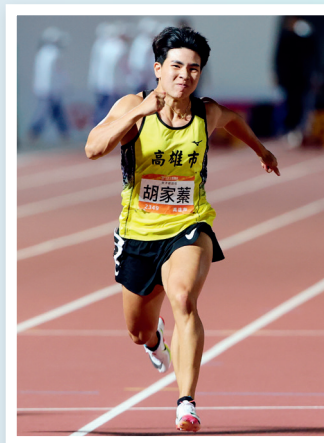


在全運會上，代表雲林縣出賽的李晴晴，延續兩週前全大運的巔峰狀態，以1.68公尺起跳，接著1.75公尺也一跳成功，金牌勝券在握。挑戰1.81公尺在試跳第3跳成功，打破全運會的大會紀錄。接著，李晴晴繼續直上1.88公尺也成功，最後更超越自我挑戰她全大運未成功的1.90公尺，並在第3跳成功過竿，成為全國女子跳高新的紀錄保持人。雖然她之後繼續挑戰1.92公尺，但因體力幾乎耗盡，3次試跳皆失敗。李晴晴近期屢破紀錄的表現，也讓她更有自信挑戰明年杭州亞運。

胡家蓁》全運會風速女王 100、200公尺雙封后

短跑女將胡家蓁10月初先在全大運女子100公尺項目中，以11秒87摘下她在全大運第3金。接著又在兩週後的全運會上，代表高雄市出賽奪下100公尺及200公尺短跑雙料冠軍。

以田徑短跑為主要運動項目的胡家蓁，109年曾為了圓夢，毅然決然轉換跑道鍛鍊健美，並且獲得全國健美賽第6名。同年11月，胡家蓁回心轉意重返田徑場進行短跑訓練，在不到一年的緊鑼密鼓訓練中，重新找回體感，在今年全大運、全運會上，以絕佳狀態奪下冠軍寶座。第三次參加全運會的胡家蓁，前兩次在準決賽就被淘汰，今年在100公尺短跑項目中，重新復出的胡家蓁，以準決賽11秒64晉級，在決賽更以11秒62成績，追平大會紀錄摘金。另外，胡家蓁也在200公尺短跑項目，以24秒26奪下金牌，成為全運會的「風速女王」。



■ 振興加碼挺運動 動滋券出擊再現

本署配合行政院振興五倍券措施，今年再度推出「動滋券2.0」，於9月16日召開「振興加碼挺運動 動滋券出擊再現」記者會，邀請東京奧運網球好手盧彥勳擔任代言人，宣布動滋券2.0出擊再現。

由於110年新冠肺炎疫情嚴重，運動場館業者因三級防疫規定受政府命令停業，運動賽事也因防疫考量被迫延期或無法舉辦，「做運動」、「看比賽」相關業者受疫情嚴重衝擊，教育部特別爭取10億元特別預算，發放200萬份面額500元動滋券，希望能引導民眾於相關運動產業進行消費，同時鼓勵民眾運動，以提升全民運動風氣。

今年動滋券較去年不同，民眾須於經濟部所建置的振興五倍券共通平台（5000.gov.tw）登記，接著有為期四週的抽籤活動，分別邀請李智凱選手、劉威廷選手、陳奎儒選手、黃義婷選手抽出，每週抽出50萬份，有超過200萬名以上的幸運民眾獲得，使用期限至111年6月30日止。

動滋券2.0預期將以「做運動」、「看比賽」等運動核心產業作為火車頭，期待透過政府領頭、民間加碼措施，刺激運動消費連鎖效應，促進整體產業提升。

【抽籤結果】

第一週中籤號碼：97、13、19、55、71、93、381、734、644、453、985，共計抽出50萬103份。

第二週中籤號碼：91、11、04、18、57、498、756，共計抽出50萬386份。

第三週中籤號碼：82、45、57、53、00、546、855、865、012、983，共計抽出50萬7,401份。

第四週中籤號碼：30、03、51、88，共計抽出50萬8,447份。



教育部林騰蛟次長出席動滋券2.0記者會並說明如何使用動滋券2.0挺運動



動滋券2.0代言人東京奧運網球國手盧彥勳出席動滋券2.0啟動記者會

■ 「養護品質再精進 營運管理注活水」 110年度游泳池線上研習會

本署9月24日辦理「110年度游泳池研習課程」，因新冠肺炎疫情影響，首度採線上辦理，自9月24日至30日於Youtube頻道進行，共有300位地方政府業務承辦人及游泳池從業人員參與。

本研習會為使游泳池業者及地方政府業務承辦人在疫情期間充實專業新知，以面對後疫情

時代嶄新局面，特別邀請到臺北市立大學許瓊云教授講授「游泳池場館常見性別問題及性騷擾防治」，希望藉由分享游泳池勞動環境常見性騷擾案例以及消費環境常見性騷擾爭議，增進性騷擾防治宣導，打造性別友善之運動場域；臺灣水質管理協會許展維秘書從實務出發，講解水質判斷、水質養護方法、水質測試，盼能協助完善養護工作；水質延伸出空氣品質相關議題，則由臺灣水質管理協會首席講師李文昌博士傳授「游泳池空氣品質維護」，課程涵蓋室內游泳池空氣品質問題與解決、游泳池區異味處理、游泳池機房氯氣外洩危機管理；台灣游泳池事業協會黃正昌理事長藉由常見泳池風險案例、國外疫情期間游泳池應變措施及國外救生人力策略，說明風險管理的重要性，期盼以上課程能在實務及觀念上協助業者充實營運管理相關專業知能，並提供民眾更友善、更安心的泳池環境。

■ 總統出席「OUR HEROES 台灣英雄 勇者無敵」 接見我國2020東京帕拉林匹克運動會代表團

蔡英文總統於9月29日偕同賴清德副總統出席「OUR HEROES 台灣英雄 勇者無敵」派對，以隆重、溫暖的方式，表達對帕運英雄的敬意，感謝選手在賽場上全力奮戰，以及教練、後勤團隊、裁判的協助與付出。總統強調，政府對身障運動的推廣、對帕運選手的支持，還會做得更多、更好。盼國人一起支持身障運動，一起打造無障礙的運動環境。

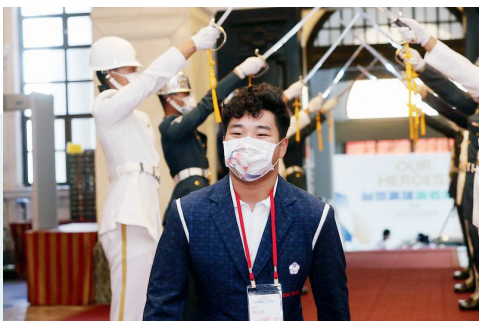


蔡英文總統與我國2020東京帕運代表團於總統府合影留念

總統府以「Our Heroes！台灣英雄 勇者無敵」為構想，邀請帕運代表團，包含選手、教練、後勤團隊、裁判等來到總統府，與國人分享他們的榮耀，並為帕運英雄們喝采。帕運代表團抵達後，由國防部三軍儀隊禮兵搭起象徵榮耀的「劍門」，以最隆重的方式迎接帕運英雄的到來，並在接見活動正式開始前，由專人導覽府內空間並拍照留念。

總統致詞時先歡迎選手、教練、裁判及後勤團隊夥伴來到總統府。並表示，剛才許多國人都透過電視或直播，看到帕運英雄們走進總統府大門，接受三軍儀隊的「劍門」迎接。總統強調，比照迎接奧運英雄的規格，再次出動三軍儀隊，要以這樣隆重的方式，表達對帕運英雄的敬意。如同今天的派對主題「Our Heroes」，他們代表臺灣踏上帕運殿堂，都是臺灣人心目中的英雄。

總統致詞時表示，本次參賽10位選手在比賽中全力以赴，帕運期間，很多人都在網路上，當選手們的啦啦隊，一起集氣加油。就連選手的內心話、比賽照片，也被做成圖卡，一直轉傳、討論。而選手們能有這麼好的表現，能引起這麼多的回響，也要歸功於辛苦付出的教練、醫師、防護員以



三軍儀隊搭起劍門迎接我國2020東京帕運英雄

及後勤團隊。總統也特別介紹幕後英雄，包括帕運舞台上執法的裁判，以及擔任分級工作的「分級師」，謝謝大家的專業付出，成就了一場國際高規格的比賽。

總統強調，感謝這幾年來教育部的努力，持續推廣身障運動，優化無障礙運動場館，也啟動帕運選手備戰計畫，提供量身打造的培訓模式。這些經驗，我們一定要持續地延續下去。她也對

正在收看轉播的國人朋友說，「請跟我一起支持身障運動，一起打造無障礙的運動環境」。

最後，總統和代表團成員一同與大國旗合照，感謝所有臺灣英雄及協助單位的努力及付出，讓世界透過東京帕運，再次看見臺灣，也讓國人感受到帕運英雄的鬥志與生命力。

■ 國際及兩岸體育交流行政研習會 實體、線上同步開講

本署於9月29日辦理「國際及兩岸體育交流第2場行政研習會」，邀請國立臺灣師大鄭志富特聘教授、中華奧會徐孝慈副秘書長、誠明聯合會計師事務所吳巧倫會計師，分享國際體育組織交流經驗、體育團體良善治理、2020東京奧運防疫措施與應變，以及國際運動賽事經費核結注意事項等，藉此協助各賽事主（承）辦單位熟悉各項業務並掌握重點要項。

因應疫情，為使國際運動賽事能夠持續透過不同方式進行行銷，本署首次辦理「110年國際品牌國際賽事DEMO競賽—大專院校組」，邀請合作示範的大專院校師生共同參與，藉由「109年臺灣國際賽12金選」賽事，發想創意行銷規劃，展現國際運動賽事的魅力價值與特色亮點，賦予賽事全新的契機。本次研習會中特別邀請大專院校組參賽隊伍的指導老師及10組優勝隊伍至現場接受頒獎，並於現場展示各組隊伍的賽事創意構想海報，讓各單位能於活動現場與大專院校學生進行交流，就不同的角度及層面，感受國際運動賽事不一樣的創新行銷火花。

本署每年均定期辦理行政研習，提供國際體育交流最新行政資訊，滾動研修工作手冊及常見問答，方便各單位查詢相關法令規定，以利疫情後，各單位均能配合政府防疫政策及相關措施順利推動。



大專院校組DEMO競賽表揚

■ 國訓中心培訓環境升級進入第3期 拚115年完成

近年來我國運動選手於國際賽會表現亮眼，2020東京奧運更是獲得2金4銀6銅的好成績，而這些優異成果，除歸功選手教練辛勞的訓練及後勤團隊的協助外，硬體設施的優化也是功不可沒。

選手們長期於國訓中心培訓，為提供完善的競技運動培訓環境，以作為選手最堅實的後盾，行政院自98年核定「國家運動園區整體興設與人才培育計畫」，分期分區逐步完善國訓中心基礎設施。

109年起執行第三期計畫，於棒、壘球場部分，規劃建置室內打擊練習區、投捕練習區、全壘打牆等；射箭場部分，配合反曲弓及複合弓項目選手訓練，將擴大訓練場地，並建置附屬空間；另配合培訓需求，建置風雨投擲場及全區環場訓練跑道；於園區公共設施部分，將針對大門與入口意象等一併進行優化改善。相關硬體設施改善，預計113年完成。

另國防部同意釋出國訓中心旁之士校營區基地，規劃新建游泳館及網球場，其中游泳館規劃建置50m競賽訓練池、25m練習熱身池、循環水流訓練池、跳水池、及必要附屬設施等；於網球場規劃建置戶外及風雨網球場各4面，整體興建作業預計115年完成。

培訓環境升級作業持續進行，將提供選手更好的訓練環境，讓選手在無虞的運動訓練環境下全力備戰，持續提升競技運動實力。

■ 山野教育經驗交流與成果分享會 表揚登山推手及學校優質紀錄片

本署於10月30日舉辦「109-110年度山野教育經驗交流與成果分享會」，同時表揚本年度推動山野教育優異的縣市、學校及老師們。頒發獎項除了「登山教育、山野教育優質紀錄片」及「優質登山教育推手選拔」二類以外，另針對全國登山日活動獎勵績優縣市、學校及教師，本年度共計有15個縣市參與，共計33所學校、27組作品獲獎。

教育部自108年以來為配合行政院「向山致敬」開放山林政策，著重於「登山教育、落實普及」與「責任承擔、觀念傳播」等政策內涵，強化各級學校對於登山安全與山野教育的落實；本署更自110年起辦理「登山教育推手獎」，希望鼓勵更多學校參與，進而能促進各級學校的登山教育，除落實登山安全外，更期盼中小學能藉由山野教育來深化十二年國民基本教育的核心素養。

為了共同守護國人與山林環境的健康，本署將持續辦理山野教育推廣活動，希望促進更多山野教育的推手與優質課程活動方案，引領學生一次次地走向山，向山致敬、向山學習。



110年山野教育經驗交流與成果分享會全體合影

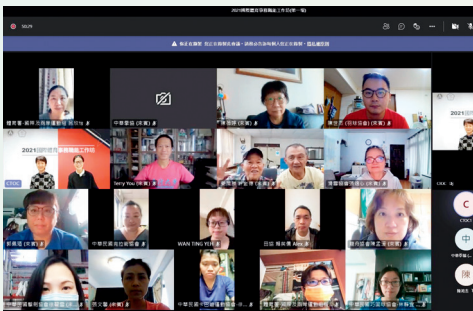


頒發「登山教育、山野教育優質紀錄片」獎狀給獲獎學校

■ 新視野與未來能力養成 2021國際體育事務職能工作坊開課



本署林哲宏副署長線上參與2021國際體育事務職能工作坊



2021國際體育事務職能工作坊

本署委託中華奧會於10月31日、11月6日及7日，辦理3場次「2021國際體育事務職能工作坊」，邀請85個國內特定體育團體及中華奧會認可協會同仁參加，提供疫情後的國際體壇最新資訊，並藉由業務經驗分享，強化體育團體職能競爭力，使業務執行能與時俱進，建立穩固的實務執行核心能力。

本次工作坊師資陣容堅強，講題涵蓋以實際經驗分享國際事務人員職涯規劃應具備之能力及態度、因應國際疫情趨勢如何籌辦線上國際交流活動、如何藉由線上參與及運用資訊檢索，掌握國際趨勢發展，加深與國際總會之鏈結及聯繫。

林哲宏副署長表示，國際體育事務人才培育計畫自100年辦理至今，透過課程、研習營、講座、交流會、工作坊等多面向活動，依國際趨勢發展和各界需求，邀請國內外跨領域學者專家、奧林匹克體系重要組織成員和具國際體育實務

經驗的體育團體，一同打造持續精進，掌握國際體壇動態，累積專業知能並學習良好溝通合作的環境，相信持續的付出及努力，深厚且長久的經營，終將以不凡的影響力與能見度，展現各體育團體深耕國際體壇的成果。

■ 疫情趨緩 全國學生前瞻水域體驗揚帆操舟的樂趣

本署委託國立高雄科技大學開放水域運動教育中心，以最嚴格的疫情管制措施，於全國16處前



本署呂宏進主任秘書於活動致詞



本署委託辦理學生水域運動體驗系列活動—獨木舟

瞻基礎建設水域辦理學生水域運動體驗系列活動。11月5日高雄蓮池潭活動現場參與師生均全程佩戴口罩，做好防疫及防溺的「雙防」措施，體驗揚帆操舟的樂趣。

本次活動主要是由負責蓮池潭前瞻場域的「南區開放水域運動教育中心」承辦，南區區域中心召集人高科大高興一教授表示，活動除獨木舟、龍舟和重型帆船體驗外，也安排專業講師在水前實施30分鐘的水域安全宣導，包括從事水域活動前對環境危險因子的判斷、正確救生衣穿法、進行體驗時應注意之事項、落水時的處理原則。

配合行政院向海致敬政策，截至目前為止，本年度本署在全國各水域前瞻水域基地辦理的體驗活動，參與學生已超過3,000人次。體驗活動有別於以往，今年著重強調學生從事水域運動的安全性，因此特別委託開放水域運動教育中心規劃學生從事無動力載具水域活動相關之安全檢核系列表單。

■ 賴清德副總統出席運動企業認證授證典禮 表揚運動企業積極守護職工健康

本署於11月9日舉辦110年度運動企業認證授證典禮，賴清德副總統親臨表揚獲證企業，讓各界分享他們身為運動企業一員的榮耀與喜悅。今年度總計118家投件企業，最終獲證企業數為70家，開場播放年度影片展現歷年運動企業活動成果，教育部潘文忠部長分享近年來臺灣職工運動環境改善以及年度認證成果，並頒發感謝狀給i sports運動年曆積分賽合作賽事企業，以及i sports運動年曆積分賽賽事排名獎座。

在簡短的企業交流後，賴清德副總統逐一頒發運動企業標章獎座並與所有獲證企業合影，此外也於事前請企業錄製加油口號在活動過程中撥放，使活動在充滿活力與歡欣的氣氛中，圓滿結束今年的授證典禮。



9 — September

1 日

- ▶ 蔡英文總統出席「OUR HEROES! 台灣英雄凱旋派對」，接見我國 2020 東京奧林匹克運動會代表團。
- ▶ 召開「111 年全國中等學校運動會運動競賽小組會議」。
- ▶ 「臺灣品牌國際賽網路人氣票選」活動於 8 月份辦理，為期 1 個月，累計逾 30 萬票人次參與，前三名依序為台灣米倉田中馬拉松、台北羽球公開賽、國際自由車環台公路大賽。
- ▶ 與經濟部中小企業處合作於「中小企業網路大學校」平臺建置「運動創新學程」，鼓勵體育從業人員及社會大眾上網瀏覽學習。

3 日

- ▶ 召開「動滋券 2.0 合作業者線上說明會（第一場）」，邀請業者參加運動產業振興計畫（動滋 2.0）。

4 日

- ▶ 行政院蘇貞昌院長視察「屏東科學園區（運動園區、實驗學校）」。

7 日

- ▶ 召開「111 年全國大專校院運動會組織委員會第 1 次委員會議」，決議 111 年全大運選辦種類為高爾夫及武術。
- ▶ 8、13、15 日－國立彰化師範大學、國立臺灣體育運動大學、國立中央大學、明新科技大學及長榮大學辦理「113～115 年全國大專校院運動會遴選小組」第 1 至 5 次委員會議暨運動場地設施實地訪視。

9 日

- ▶ 辦理「北投國華高爾夫球場申請變更面積現地會勘」。

10 日

- ▶ 召開「110 年度補助提升重大國際賽事觀賞人口申請案第 1 次審查會議」。
- ▶ 委託國立臺灣師範大學辦理「111 年運動 i 臺灣 2.0 計畫線上系統教育訓練（第 1 場）」（共計 3 場），協助各縣（市）政府熟悉計畫線上系統操作功能與流程。

11 日

- ▶ 召開「動滋券 2.0 記者會規劃會議」。

13 日

- ▶ 行政院召開「研商自行車道串連辦理情形會議」。

15 日

- ▶ 召開「動滋券 2.0 合作業者線上說明會（第二場）」。

16 日

- ▶ 召開「動滋券 2.0 記者會」。

22 日

- ▶ 召開「110 年兩岸體育交流聯合會報」。
- ▶ 國立成功大學召開「110 年全國大專校院運動會復辦記者會」。

24 日

- ▶ 召開 110 年度「游泳池研習會」（線上會議）。

27 日

- ▶ 召開第一場次「動滋券全民廣宣說明會」，針對具國際窗口之全國性體育團體及原住民族、身心障礙及傳統民俗相關全國性體育團體參加。

- ▶ 召開「110年體育推手獎審查會議」，審查本年度獲獎名單。
- ▶ 國家發展委員會召開「研商院交議，教育部函報『國家運動園區整體興設與人才培育計畫』（第三期）修正計畫（草案）及基本資料表一案相關事宜」會議。

28日

- ▶ 召開「110年體育運動精英獎媒體推薦會議」，邀請體育媒體舉薦今年度表現傑出之運動員、教練或團隊角逐獎項。

29日

- ▶ 蔡英文總統出席「OUR HEROES 台灣英雄 勇者無敵」接見我國2020東京帕拉林匹克運動會代表團。
- ▶ 召開「國際及兩岸體育交流行政研習會」，向各體育團體宣導說明「教育部體育署辦理國際體育交流活動補助作業要點」修正重點。

30日

- ▶ 召開「運動產業內容及範圍調整暨專責法人型態建議」討論會議。

10 — October

1日

- ▶ 召國立成功大學辦理「110年全國大專校院運動會聖火引燃儀式」。

4日

- ▶ 召開「110年度國內運動賽事錄影轉播行銷宣導委辦案」工作計畫書審查會議。
- ▶ 召開「高級中等以下學校運動操場及周邊設施整建計畫執行說明會」。

5日

- ▶ 國立成功大學舉行「110年全大運111年承辦學校交接儀式」。

6日

- ▶ 召開第二場次「動滋券全民廣宣說明會」，邀請球類全國休閒性體育團體及其他全國性體育團體等參加。
- ▶ 委託國立臺灣師範大學辦理「運動i臺灣2.0計畫」啟動記者會暨與衛生福利部國民健康署合辦「全民運動與健康政策研討會」。

7日

- ▶ 召開「111年全國中等學校運動會組織委員會第1次委員會議」。

10日

- ▶ 假新北市三重棒球場辦理「2021第4屆全國大專校院系際盃棒球爭霸賽冠軍賽暨頒獎典禮」。

14日

- ▶ 「動滋券第一週抽籤」活動，邀請2020東京奧運鞍馬銀牌選手「鞍馬王子」李智凱抽出首波幸運得主。

15日

- ▶ 假張榮發基金會辦理「110年學校體育傳炬獎頒獎典禮」。

18日

- ▶ 召開「110學年度高級中等學校籃、排、足、壘球運動聯賽開賽記者會」。
- ▶ 行政院公共工程委員會召開「釐清民衆活動場館」之主管機關及補助計畫規定。

21日

- ▶ 「動滋券第二週抽籤」活動，邀請「跆拳道男神」劉威廷抽出第二週幸運號碼。

- ▶ 召開「動滋券體育團體宣導線上說明會」。
- ▶ 教育部召開「我國申辦 2027 年及 2029 年世界大學運動會之可行性評估研商會議」。

23 日

- ▶ 假臺北花博公園舞蝶館辦理「2021 年中信盃第 9 屆黑豹旗全國高中棒球大賽開幕典禮」。

25 日

- ▶ 召開「110 年體育運動精英獎初選會」，評審最佳男運動員獎、最佳女運動員獎、最佳教練獎、最佳運動團隊獎、最佳新秀運動員獎及最佳運動精神獎等 6 獎項入圍者（傑出獎）。

26 日

- ▶ 召開「110 年體育運動精英獎專案評審會」，評審出終身成就獎及特別獎 2 獎項得獎人。
- ▶ 召開「體育團體舉辦賽事、活動權利金之營業稅討論會議」。

27 日

- ▶ 辦理「110 年運動賽事開播記者會」。
- ▶ 行政院蘇貞昌院長召開「屏東高鐵科學園區（運動園區、雙語學校）議題討論會議」。

28 日

- ▶ 「動滋券第三週抽籤」活動，邀請田徑跨欄好手陳奎儒擔任抽籤嘉賓。

30 日

- ▶ 中華奧會第 13 屆委員選舉於 10 月 30 日舉行。

11 — November

1 日

- ▶ 召開「我國民間團體參與國際體育交流活動會籍名稱與參與地位之應對方式」研商會議。

3 日

- ▶ 委託中小企業總會辦理優化國際體育交流計畫－110 年臺灣品牌國際賽事研習，於 11 月 3 日、10 日辦理賽事異業贊助、賽事品牌形象設計品牌課程。

4 日

- ▶ 「動滋券第四週抽籤」活動，邀請里約奧運、東京奧運國手「划船甜姐兒」黃義婷擔任抽獎嘉賓。
- ▶ 公布 110 年體育運動精英獎入圍名單，終身成就獎得主翁明輝先生、特別獎得主莊智淵選手及其他 6 項獎項之入圍名單。

- ▶ 委託國立臺灣師範大學辦理「110 年運動 i 臺灣計畫期末聯席會」。

- ▶ 委託交大加速器中心辦理臺灣運動創新加速器第 7 期啟動日活動。

- ▶ 召開「高級中等以下學校運動操場及周邊設施整建計畫執行說明會」。

5 日

- ▶ 召開「運動產業內容及範圍法規調整及專責法人組織型態建議案」討論會議。

6 日

- ▶ 國立中山大學辦理「西子灣海域中心啓用典禮暨 110 年臺灣盃帆船錦標賽」。

8 日

- ▶ 「運動彩券業個人資料檔案安全維護計畫實施辦法」第 8 條、第 13 條修正發布。

9 日

- ▶ 召開「110 學年度大專籃球運動聯賽開賽記者會」。
- ▶ 召開「108 年我國民眾運動消費支出調查結果報告書」審查會議。

▶ 辦理「運動企業認證案授證典禮」，110 年計有 70 家企業獲證，並由賴清德副總統親自出席授證。

▶ 行政院消費者保護處召開「審查中央主管機關年度消費者保護方案（草案）會議（第 2 場）」。

10 日

▶ 召開「111 年全國大專校院運動組織委員會輔導小組第 1 次委員會議」。

12 日

▶ 行政院消費者保護處召開「研商香港商世界健身事業有限公司取消毛巾提供及後續處理衍生消費爭議案件之處理會議」。

13 日

▶ 體育雲—全民運動資訊系統（i 運動資訊平台）榮獲全球資通訊科技應用傑出貢獻獎（WITSA Global ICT Excellence Award）的傑出公眾合作服務獎（Public / Private Partnership Award）首獎，於 WCIT 2021 大會中授獎。

15 日

▶ 召開「110 學年度大專棒球運動聯賽開賽記者會」。

16 日

▶ 委託社團法人中華民國全國中小企業總會辦理「成果交流茶會暨企業聘用運動指導員表揚活動」，頒發感謝獎座表揚 110 年度 28 家聘用運動指導員的企業。

17 日

▶ 召開「110 學年度高級中等學校籃球甲級聯賽開賽記者會」。

18 日

▶ 召開「111 年全國大專校院運動會組織委員會第 2 次委員會議」。

▶ 行政院消費者保護處召開第 2 次「研商香港商世界健身事業有限公司取消毛巾提供及後續處理衍生消費爭議案件之處理會議」。

24 日

▶ 召開「111 年全國中等學校運動會組織委員會輔導小組第 1 次會議」。

25 日

▶ 「110 年體育推手獎表揚典禮」於台北美福大飯店辦理，賴清德副總統出席頒獎並致詞。

27 日

▶ 臺中市政府辦理「臺中市潭子國民暨兒童運動中心」開幕記者會。📍



運動科學支援競技運動

Sports Science in Support of Competitive Sports

黃啟煌 Chi-Huang Huang

臺灣首次以系統性的方式將運動科學融入運動訓練，可以回溯到1997年，當時提出的「亞奧運奪金計畫」，希望透過運動科學的協助，使教練及運動員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。自此以後，訓練科學化即成為大家的期盼。然而整合運動科學資源進入訓練場域需要更多的配合，基於此一理念，教育部於2016年公佈施行「運動發展基金補助運動科學支援競技運動」作業要點，要點內容主要是希望透過運動生理學、運動心理學、運動生物力學、運動營養學、運動醫學及體能訓練等方法之介入，提出具有應用性及實務性並提升競技運動成績之運動科學支援計畫。同時建立嚴謹而公正的審查制度，確保審查品質及審查結果之公正性。審查重點乃依據下列各項進行：（一）提出創新運動科學方法並驗證可行性，（二）協助基層教練選手建立運動科學觀念，（三）擴大培養運動科學人才連結就業市場，（四）透過運動科學訓練提升代表隊運動表現，（五）經由運動科學研究提供教師教學訓練實務升等管道。為了讓大家方便申請，特將計畫申請截止日期固定於每年2月28日，期望分散在全國各地的運動科研人力，能將此日期定為每年之重要期程。希望透過本文之說明，可以促進運動科學輔助訓練及競賽發揮最大效能，優化相關領域研究人才培育，以期全方位整合運動科學實務應用，成就我國菁英運動員超越自我、突破極限。

The first time that systematic method was used in Taiwan to merge sports science into sports training was the Asian and Olympic Games Medal Program of 1997. It aimed to use the assistance of sports science to allow athletes to achieve better results in daily training and in competition. From that time, scientific training was expected. However, support

is needed to channel sports science resources into training. For this reason, the Ministry of Education promulgated the Directions for the Subsidizing of Sports Science Support for Competitive Sports by the Sports Development Fund in 2016. The aim of the Directions was for a more applicable and more practical sports science support program that will raise the level of sports performance to be put forward with the intervention of sports physiology, sport psychology, sports biomechanics, sports nutrition, sports medicine and fitness training and other methods. At the same time, a rigorous and fair review system was established to ensure review quality and fairness. The key points are implemented according to the following items. 1. Put forward innovative sports science method and verify feasibility 2. Assist grassroots coaches establish sports science concepts 3. Expand nurturing of sports science talent and links to the employment market 4. improve team sports performance through sports science based training 5. Provide channels to teachers for raising the level of teaching training practice through sports science research. For convenience of registration, the registration deadline will be February 28 every year; it is hoped that sports science research talent nationwide designates this day an important one. It is hoped through the explanation of this article to promote the maximum benefit of sports science as an aid for training and competition and optimize the nurturing of related talent, with the aim of comprehensively integrating the practical application of sports science to allow our sports elite to surpass themselves and exceed the limits.

運動科學導入競技支援系統的現況與展望

Introduction of Sports Science into the Competition Support System: Current Situation and Outlook

楊雯雯、劉強、相子元 Wen-Wen Yang, Chiang Liu, Tzyy-Yuang Shiang

於2020年東京奧林匹克運動會，臺灣代表團締造歷屆最卓越的佳績，至今仍為全國民眾所津津樂道，不僅大幅增加國人對於競技運動的關注度，無形中也催生出一股促進競技運動發展的推動力。此次奧運會賽場上，選手們相互競技切磋的同時，各國的運動科學實力也在暗中較勁。隨著競技強度提高，運動科學已是全球用於打造雄厚競技運動實力與協助選手突破表現的必備做法。本文在於簡介臺灣運動科學導入競技支援系統之現況，並就運動科學展望提出初步看法，期待未來有效整合和優化基礎運動科學、運動醫學、運動科技、學研單位，甚至成立國家級的運動科學中心，讓更多的優秀與基層選手得以獲得系統性的運動科學協助，培育出更多的臺灣之光，同時亦能深化以休閒健康為重的全民運動，以及促進運動產業的發展。

Taiwan's team achieved outstanding and best-ever results at the 2020 Tokyo Olympics and the public are still talking proudly of their success, their exploits not only attracting more attention to competitive sport in Taiwan, intangibly also forming a force that is pushing the development of competitive

sport. While athletes from different countries were competing against and learning from each other on the field, countries were also quietly competing against each other for sports science power. As the intensity of competitive sport has increased, sports science has become an essential tool for building strong competitive sports power and assisting athletes achieve greater heights. This paper introduces the current situation of the introduction of sports science into the competitive support system and offers initial views on the outlook for sports science. It is hoped that, in future, basic sports science sports medicine, sports technology and academic and research units can be integrated and optimized and that a national level sports science center can even be set up to allow more elite athletes and grassroots athletes to receive systematic support from sports science, to nurture more athletes who win glory for Taiwan while, at the same time, deepening leisure-centered sports for all and promoting the development of the sports industry.

國家運動訓練中心運動生理、生化支援競技運動之進化歷程

The Course of Evolution of the National Sports Training Center's Sports Physiology and Biochemistry Support of Competitive Sports

陸康豪、何仁育 Kang-Hao Lu, Jen-Yu Ho

臺灣早期在運動科學支援競技運動的實務上，運動生理、生化領域是最早提供給選手的支援項目，也包括國家運動訓練中心的菁英選手。當教練與選手不停進步的同時，身為國家隊的運動科學從業人員，更要有所突破，才能持續協助教練與選手。回顧從2016年里約奧運到2020年東京奧運的4~5年期間，國家運動訓練中心在運動生理、生化領域的進化有3大關鍵要素，分別為：人力擴增、支援主軸訂定、軟硬體設備的升級；而經過這4~5年的進展下，目前生理、生化支援已訂定出5項明確的支援主軸，包含：（1）身體組成分析、（2）疲勞監控、（3）特殊生化檢測、（4）生理恢復、（5）運動專項負荷評估。本文將一一說明這5項支援主軸的進化歷程，包括在軟硬體設備上的改善與創新。

In the early days of practice of sports scenic supporting competitive sports in Taiwan, sports physiological and biochemistry were the earliest support items for athletes, including elite athletes

at the National Sports Training Center. As coaches and athletes continually improve, national team sports science practitioners need to achieve breakthroughs to be able to continue to assist coaches and athletes. Looking back on the 4-5 years from the 2016 Rio Olympics to the 2020 Tokyo Olympics, there have been three key factors in the evolution of the National Sports Training Center in the areas of sports physiology and biochemistry; they are: increase in manpower, setting of support themes and upgrading of processes and facilities; through these 4-5 years of development, five main support themes have been set for sports physiological and biochemistry, including: 1. Body composition analysis 2. Fatigue monitoring 3. Special biochemistry tests 4. Physiological recovery 5. Sports specialty load assessment. This paper will describe the course of development of each of these support items as well as improvements and innovation in processes and facilities.

運動生物力學支援競技運動之做法

Innovative Approaches for Sports Biomechanics Supporting Competitive Sports

陳麒先、陳韋翰、葉明嘉、劉強 Chi-Shian Chen, Wei-Han Chen, Ming-Chia Yeh, Chiang Liu

2020年東京奧運臺灣代表團榮獲歷年最多的獎牌數，在運動員刻苦訓練的背後，龐大的運動科學團隊亦功不可沒。運動生物力學為運動科學的重要元素，主要是將力學原理原則與儀器設備，應用於運動中有關的人體結構、訓練監控、動作分析、技戰術分析、器材研發、以及環境影響的一門應用科學，其支援競技運

動的方法由傳統2D影像分析（video based）的方法，演變至3D立體的影像分析，進展到應用感測器（sensor based）的方法，例如：心率、肌電、慣性感測器，並進一步整合不同功能感測器（sensors fusion）的方法，使運動員能更準確地了解動作上的差異性，以及訓練比賽時的負荷，從而提供運動員技術

動作調整與訓練處方建議的參考。隨著科技的演變，運動生物力學支援競技運動方法，也隨之日新月異，期望透過本文的介紹，讓運動員脫離土法煉鋼的時代，轉而以更「智慧」、更「有效」的創新方式，提升運動表現。

Taiwan's athletes bagged a record haul of medals at the 2020 Tokyo Olympics. As well as the hard work of athletes, the contribution of the sports science teams behind the scenes cannot be underestimated. Biomechanics is an important element of sports science. It is a branch of applied science that applies the principles of mechanics and instruments and equipment to sports related body structure, training monitoring, movement analysis, technique and tactical analysis, equipment

development and environment influence. The way it supports sport has moved from the traditional 2D (video based) method to 3D image analysis and then onto sensor based methods such as heart rate, electromyography and inertia sensors and integration with sensors with different function (sensor fusion). Biomechanics allows athletes to more accurately understand the differences in movement and the load during competition, giving them reference for adjustment movement and training formula. As science evolves, the ways that sports biomechanics support sport are also changing. It is hoped through this paper to let athletes leave behind outdated approaches and use more intelligent and effective methods to improve sporting performance.

競技運動的後盾—整合運動醫學與運動科學的照顧體系

Backup for Competitive Sports – the Care System of Integrated Sports Medicine and Sports Science

賴奇屏、林瀛洲 Chi-Ping Lai, Lin Yin-Chou

運動醫學團隊是一個跨領域的專業團隊，其中包含專科醫師、運動傷害防護員、物理治療師，運動禁藥、運動營養及運動心理專家。團隊的專家們必須具備了解各單項運動的規則及運動的特殊性，在高強度的運動訓練下，增強運動選手運動表現的同時，預防傷害的發生，營養的攝取，體重的控制，心理的建設，用藥時運動禁藥的限制，以及協助運動選手受傷後返回運動競技場上，都是運動醫學團隊的重要任務。輔以運動科學來負責監控身體素質及技術的精進才能構成完整的照顧系統。「運動中相對能量不足」的監控是一個整合運動醫學及運動科學很好的模型。運動醫學協助選手預防運動傷害並監控身心的健康狀況，運動科學則負責運動員營養狀況及運動表現的提升，適時給予健康的照顧及訓練的建議，兩者相輔相成。

A sports science team is an interdisciplinary professional team, including doctors, sports trainers, physical therapists and doping control, sports

nutrition and sports psychology experts. Team experts must understand the rules and characteristics of each sport. Under intensive sports training and while improving athlete performance, injury prevention, nutrition, weight control, psychological construction, avoiding banned substances when taking drugs, and assisting athletes return to competition after injury are all the tasks of the sports science team. A complete care system needs sports science to take care of monitoring of physical quality and progress of technique. The monitoring of Relative Energy Deficiency in Sports is a good model that integrated sports medicine and sports science. Sports medicine helps athletes to prevent injury and monitor their physical and mental health; sports science is responsible for athlete nutritional state and improvement in sports performance, offering timely health care and training suggestions. The two complement each other.

棒球情蒐的新紀元—資訊科技在情蒐戰場上的應用現況

New Era for Baseball Information Collection: Current Situation of Application of Information Technology in Information Collection

陳書瑋、黃致豪 Shu-Wei Chen, Jih-Hao Huang

各項運動都需要藉由情蒐來取得對手的情報，作為重要的參考依據，棒球運動也不例外。臺灣的棒球情蒐開始於 2003 年亞洲盃棒球錦標賽，經歷將近 20 年的演變與發展，如今在國際賽場上與國內職棒均有相當豐富的應用經驗，近年來更由於科技的進步，國內職棒無論是導入國外的先進系統，或是採用由國人自行研發的優秀產品，均能幫助選手更專注於場上的對決，創造更好的成績。未來相關從業人員除了提升場上的球員、教練運用情蒐資料的熟悉度外，也將持續開發精準追蹤科技與分析運用大數據，為教練和選手提供最佳協助。

Each sport needs to use information collection to collect information on opponents to provide important reference. Baseball is no exception. The

collection of information in Taiwan's baseball began at the 2003 Asian Baseball Championships. After almost 20 years of change and development, there is rich application experience internationally and in the domestic professional league. In recent years, with the progress of technology, the introduction of advanced systems from overseas or excellent products developed domestically by professional baseball has allowed players to be more focused on the on field duel and to achieve better results. In future, as well as increasing the level of familiarity of athletes and coaches with the use of collected information, precision tracking technology will continue to be developed and Big Data analyzed and used to provide coaches and athletes with the best assistance.

當伯樂遇到千里馬—談運動選才

When Bole Meets a Fine Steed - Discussing Sports Talent Selection

陳俊儒、謝奇穎、羅國偉、余家賢 Chun-Ru Chen, Chi-Ying Hsieh, Guo-Wei Luo, Chia-Hsien Yu

運動選才是建構國家競技運動能力的基底，歐美國家更是在這項議題上的先驅，即便仍然在摸索最佳化選才模式，卻也都在本屆 2020 東京奧運開始採收甜美的果實。我國於 2015 年推動千里馬計畫即是基於世界常用之運動員長期發展模組，透過非指向型檢測模式進

行大規模數據收集，並利用大數據萃取出特徵參數，期望以此與經驗選才整合，協助教練與運科人員在少子化年代中遴選出最具潛能的選手並輔以最完整的培訓，期盼在不久的將來能夠追上體育強國。

Sports talent selection is the basis of building national

competitive sports power. Europe and North America are pioneers for this issue and, even though they are still feeling their way forward in terms of finding the best way of sports talent selection, they began to taste the sweet fruits of success at Tokyo 2020. The Speedy Horse Program that Taiwan began implementing in 2015 is also based on the athlete long-term development modules often used worldwide. Using the non-directed testing

model to carry out large scale data collection and using Big Data to extract trait parameters, aiming, through the integration of this and sports talent selection based on experience, to assist coaches and sports scientists select the athletes with most potential in this era of small families and give them the most complete training. The hope is that we can catch up with the world's sporting powers in the foreseeable future.

運動科學檢測對訓練成效之監控與評估

Sports Science Testing for the Monitoring and Assessment of Training Results

張淳皓、陳光輝、徐藝洳、邱炳坤 Chun-Hao Chang、
Kuang-Hui Chen、Yi-Ju Hsu、Ping-Kun Chiu

為提升運動員的專項運動表現與降低因訓練產生的疲勞與傷害，在各階段的訓練週期透過專業的運動科學檢測是至關重要的。傳統的專項技能訓練是憑藉著教練的經驗法則來執行，這會不容易察覺選手的生理甚至是心理的變化。隨著科技的進步，藉由各種科學化的監測與評估，運動員、訓練員與教練可明確地知曉運動員目前的身體及運動表現狀況。科學化檢測法可大致分為：運動技術檢測、運動能力檢測、運動生理檢測、運動心理諮商，以及運動營養諮詢。若能在各週期化訓練（準備期、專項訓練期、比賽期）之間給予運動員全面性的各種科學化檢測，將會對運動員有最好的幫助。

It is very important to use specialized sports science testing at each stage of training to raise the level

of special event performance and reduce the fatigue and injury of training. Traditional specialized event training is executed according to the coach's experience and won't easily detect changes in the athlete's physiological or even psychological situation. As technology progress, using scientific testing and assessment, athletes, trainers and coaches can clearly know the athlete's current physical and sports performance situation. Scientific testing can be roughly divided into sports skill testing, sports ability testing, sports psychology counselling and sports nutrition counselling. If athletes are given comprehensive scientific testing at each stage of training (preparation, specialized event, competition periods) it will help them the most.

運動能力診斷分析與訓練調整

Sports Ability Diagnosis Analysis and Training Adjustment

張嘉澤 Jia-Tzer Jang

近十年來科學研究發現，人體透過高負荷劑量的運動，可以更快速提升器官組織的功能，且對刺激的生理機制產生效果。而隨著比賽規則的改變與高頻率的出賽，競技運動員必需具備更良好的恢復機制，才能對抗高競技比賽的壓力，延長運動生涯，且避免高強度負荷訓練所產生的病理性「空窗期」。

在過去科學的研究與應用，已掌握提升體能的關鍵因素。藉由體能的交互關係進入診斷數據的分析，可以快速了解運動員的特性與改善的重點。因此，運動訓練主要是依據運動員的競技能力分析，再從分析的數據中擬定執行計劃。在目前高競賽的要求下，唯有準確掌握運動員的訓練數據，才能縮短訓練時間並達到競技能力的效果。

Scientific research in the last 10 years has found that the functions of organs can be quickly enhanced and the physiological mechanism stimulated through high-load sport. As competition

rules change and competition has become more frequent, competitive sport athletes must have a better recovery mechanism to cope with the stress of highly competitive competitions, extend their career and avoid the pathological "window period" caused by high-load training.

Past scientific research and application grasped the keys to improving fitness. Entering diagnosis data analysis through the interaction of fitness can allow the characteristics and key points for improvement of an athlete to be quickly understood. Therefore, sports training is based on analysis of the competitive ability of an athlete and an execution plan then drawn up based on the analytical data. Faced by today's high intensity competition, only by accurately grasping athlete training data can training time be shortened and competitive ability effect achieved.

身體與體能評估－基層田徑三級選手之訓練與選才

Physical and Fitness Assessment for the Training and a Selection of Grassroots Athletics Three Grade Athletes

張家昌 Chia-Chang Chang

善用運動科學為後援，發揮運動科學方法或技術，能協助選手就其體型、體能、技術或心理素質等層面進行評估，使訓練團隊能獲致精確選手現況與優弱勢各項數據，協助擬定長期合理且有效的訓練方式或計畫調整，也能做為檢視訓練效果之依準，促進運動選手的選才與培訓工作順利。基此，本文目的主要係針對基層選手培育過程中，如何透過適當身體與體能評估

等科學方法，有效協助各級學校運動選才及培育之探析。筆者藉由協助縣市基層選手訓練及選才工作中所得實務經驗為基礎，並就現代訓練科學發展趨勢之觀察，提出「普及訓練科學，掌握科技突破」、「建立三級選手訓練及支持系統」及「倡議運動表現與運動精神並重」等三大主軸觀點與實作建議，供國內各基層學校或團隊選才及培育參考。

Effectively using the support provided by sports science and bringing into play sports science methods or techniques can help an athlete assess her/himself on the levels of physique, fitness, technique and mental quality etc. so that teams can obtain precise data on the current situation of athletes and their strengths and weaknesses and assist with the drawing up of a long-term reasonable and effective training method or plan adjustment; and also serve as the basis for reviewing training effects and make athlete selection and training work smoother. Therefore, this paper discusses how to use scientific methods such as suitable physical and fitness tests to effectively assist with selection

and nurturing of sports talent at each school level in the process of training of grassroots athletes. On the basis of experience gained from helping with the training of city and county grassroots athletes and sports talent selection and observation of the development trends of modern sports training, the author puts forward the three main viewpoints and suggestions of "Make scientific training universal, grasp technological breakthroughs," "build a three grade athlete training and support system" and "advocate equal emphasis on sports performance and sporting spirit" for the reference of grassroots schools and teams when selecting and nurturing sports talent.

基層跆拳道品勢選手訓練監控初探

Monitoring Program for the Training of Grassroots Poomsae Taekwondo Athletes

李佳融 Chia-Rong Lee

教育部體育署積極建構完整運動選手培訓制度，其中「體育班設置」與「基層運動選手訓練站」整合地方與中央競技體育人力資源，奠定競技運動從基層扎根基礎，然而因各區域發展與資源不同，目前正積極整合各區域人力與訓練資源，並期盼透過結合大學與學術研究，讓學術協助與輔導監控基層訓練站的訓練，期盼能提升選才與強化訓練績效。運科協助基層跆拳道訓練站訓練方式可分為 1. 身體基本素質、2. 功能性檢測、3. 體技能檢測、4. 強化訓練與 5. 實驗室動態資料擷取等 5 大部分，透過整合區域基層訓練站各項資源，讓訓練的成果透過觀察記錄，提供教練與選手作為訓練改進參考，增進跆拳道品勢運動水平。並期盼政府未來持續優化基層選手培訓機制、完善選手生涯照顧、強化黃金計畫，以備戰 2022 杭州亞運、2024 巴黎奧運等國際重要運動賽事。

The Sports Administration has actively built a complete athlete training system; part of it is "grassroots athlete training stations" that integrate

local and central competitive sports manpower resources and lay down a foundation for grassroots competitive sport. However, due to the difference in resources and development between areas, at present the power and training resources of each area are currently being integrated. It is also hoped, through combining with universities and academic research, to allow academia to assist, guide and monitor the training of grassroots training stations to raise the level of athlete selection and enhance training effectiveness. The ways which sports science can help the training of grassroots taekwondo training stations can be divided into 1. Basic physical quality 2. Functional testing 3. Fitness testing 4. Enhanced training and 5. Lab capture of data. Through integrating the resources of grassroots training stations in different areas, the results of training can be provided to coaches and athletes for reference through observation and recording to raise the level of the sport of Poomsae Taekwondo.

The hope is that the government can continue to optimize the training mechanism for grassroots athletes, provide complete career care, and enhance the Golden Plan in future to prepare for

battle at the 2022 Hangzhou Asian Games, the 2024 Paris Olympics and other major international sports events.

教練如何運用運動科學—以 2020 東京奧運空手道項目為例

Use of Sports Science by Coaches – Karate at the 2020 Tokyo Olympics as an Example

黃昊昀 Hao-Yun Huang

近年由於運動科學的協助，各個運動項目的成績都有所提升，我國東京奧運空手道代表隊，也藉由運動科學的協助，取得女子對打銅牌的成績，針對本次運動科學介入的項目，我們介紹了協助技術訓練的sRPE訓練衝量法、心率監控以及肌酸激酶（CK）監控，協助肌力訓練的專項性考量、速度監控與提升整體能力之方向，檢測時所使用的間斷式恢復測驗YO-YO Intermittent Recovery Test，以及力學方面的等長中段上拉（Isometric Mid-Thigh Pull, IMTP）、反向跳（Countermovement Jump, CMJ）、蹲踞跳（Squat Jump, SJ）與落下跳（Drop Jump, DJ），還有協助營養方面的咖啡因與緩衝劑兩類增補劑，最後則是情蒐的概念與方式，以期專項教練能以開放的心態，與運動科學結合來提升專項成績。

Due to the assistance of sports science in recent years, results in various sports have improved

and, with the help of sports science at the 2020 Tokyo Olympics, a female Taiwanese athlete won a karate bronze. Regarding the involvement of sports science this time, we introduce the Session Rating of Perceived Exertion (sRPE) used to assist training, heart rate monitoring, Creatine kinase (CK) monitoring, specific sport considerations to aid muscle power training, speed monitoring and direction for improving overall physical ability, the YO-YO Intermittent Recovery Test used in testing and the mechanics Isometric Mid-Thigh Pull (IMTP) Countermovement Jump (CMJ) Squat Jump, (SJ) and Drop Jump (DJ) There are also the supplements caffeine and buffers; finally, the concept and method of information collection. The aim is that specific sport coaches can have an open mind and combine with sports science to improve specific sport results.

淺談基層教練如何運用運動科學成為訓練最佳幫手

Discussion of the Use of Sports Science by Grassroots Coaches to Make it the Best Friend in Training

余雪安、簡偉翔 Sheue-An Yu, Wei-Hsiang Chien

近年來藉由運動科學的輔助，國內競技運動成績水準提升許多，在 2020 年東京奧運上獲得 2 金 4 銀 6 銅，

創下臺灣參加奧運以來最佳成績。而頂尖選手的啓蒙大多為基層訓練站，而基層教練的訓練方針也對競技

運動選手未來發展有重大之影響。透過運動科學訓練輔助，除了提升選手運動競技成績表現，亦減低運動傷害之發生，且延長選手之運動壽命，增加選手對競技運動成績之追求。運動科學的投入，教練能精確掌握選手訓練前、中、後之變化，以達成訓練內容設定及訓練效果。運動科學介入使得教練與選手在運動成績表現及訓練上有事倍功半之效。

With the aid of sports science, the results of Taiwan's results in competitive sports have improved markedly in recent years. The medal tally at the 2020 Tokyo Olympics was two gold, four silver and six bronze, our best ever Olympics medal haul. Elite athletes are mostly initially nurtured by grassroots training stations

and the training policy of grassroots training has a big impact on the future development of athletes. With sports science as a training aid, not only can athlete results in competitive sport be improved, the occurrence of sports injury can also be reduced and the career of athletes extended, extending the time the athletes can pursue better results. With the involvement of sport science, coaches can keep abreast of an athlete's changes before-during-and-after training to reach the set training content and training effects. The involvement of sports science allows coaches and athletes to do less and achieve more with respect to sports results and training.

運動與法令遵循—以確保穿戴式裝置蒐集資料的合法性為例

Sports and Legal Compliance: Ensuring the Legality of Information Collection Using Wearable Devices as an Example

陳宏志 Hung-Chih Chen

透過穿戴式裝置或相關連網設備蒐集資料，是運動科學領域常見的做法。然本文結合文獻分析發現，除可能涉及個資與醫療之相關法令，還應注意資訊安全與委外管理。爰本文提供物聯網之法規、資安及國外重要資訊供參，如美國 FTC 之建議及歐盟 GDPR 之規範。最終希冀透過彙整國內外主管機關相關資訊，從現行法令與運動科學可能情境出發，說明穿戴式裝置之法令遵循要項及因應建議，期符合運動科學研究與應用之所需。

Collecting information using wearable devices or related Internet connection equipment is an often-used method in sports science. In combination with literature analysis, this paper finds that, apart from involving personal data and medicine

related regulations, such collection should also pay attention to cyber security and management of outsourcing. Therefore, this paper provides IoT regulations, cyber security and important overseas information for reference, such as the recommendations of the US FTC and the EU's GDPR. It is hoped, through collecting and sorting the related information of competent authorities overseas and domestic, to explain the essentials and response suggestions of wearable device legal compliance, with current regulations and possible situations of sports science as the starting point, in the hope of meetings sports science research and application needs.

壹、本刊宗旨

以宣導我國體育政策制度、報導國家體育動態、介紹國際跨文化體育現況及促進國際體育交流為宗旨。

貳、本刊內容

政策導向、各期專題、署務報導、法令規章、新知交流、運動廣場、十步芳草、運動畫頁、專題英文摘要、大事記等。

209期國民體育季刊「國家選手培訓環境再升級」

截稿日期111年1月31日

210期國民體育季刊「SDGs x 國際運動賽事舉辦」

211期國民體育季刊「運動科技產業新藍海」

212期國民體育季刊「我國參加2022年杭州亞洲運動會之回顧與展望」

參、投稿須知

一、格式：

- (一) 版面採A4直式，文稿採由左至右橫向，並於右下方註明頁碼。
- (二) 分段寫作，段首空二字，段落之間不空行，設定為1.5倍行高，左右對齊。
- (三) 中文採標楷體14號字，全形標點符號；英文採Times New Roman 14號字，半形標點符號。

(四) 參考文獻用美國心理學會(American Psychology Association, APA)格式。人文社會得用其他格式。

(五) 裝訂順序為首頁、中文摘要及關鍵詞、正文、註釋、附錄、參考書目。

(六) 首頁內容包括：(1) 題目；(2) 姓名(含簽名)；(3) 任職機構及職稱/就讀學校及身分；(4) E-mail；(5) 聯絡電話；(6) 通訊處；(7) 相關說明。

(七) 稿件請存為Word文件檔(.doc)。

二、內容：限於篇幅，來稿以3,000字為原則。

三、來稿如經採用，該文著作財產權即歸屬本刊所有。如因編輯需要，本刊有刪改權，不願刪改者，請註明。

四、凡曾於其他刊物發表者，一律拒絕刊登。有抄襲者，文責自負。

五、來稿無論錄取與否，一律不退件，請自行留存底稿。

六、來稿請寄：新北市中和區中山路二段327巷9號國民體育季刊編輯部(請附文字稿及電子檔)或Email: nita@redblue.com.tw。

七、聯絡電話：(02) 2240-1141#302，傳真：(02) 2245-9149。

肆、審查方式：來稿之審查，分為形式審查與實質審查兩階段。

一、第一階段形式審查：

稿件先由執行編輯與主編委員進行形式審查，若有不符合本刊徵（邀）稿格式，應請作者修正後再行投稿，或交由執行編輯依照本刊格式，協助作者編排完成後通知作者。

二、第二階段實質審查：

- (一) 通過形式審查之稿件，依性質由主編委員與相關領域之編輯委員討論，商請專家二位進行實質審查。
- (二) 實質審查採雙向匿名方式辦理，審查人員須填寫審稿意見表，並提出審稿意見後交至編輯委員會審議。
- (三) 二位實質審查人之意見依下列方式處理：

處理方式		第二位評審意見			
		刊登	修改後刊登	修改後再審	第三位評審
第一位評審意見	刊登	刊登	修改後刊登	修改後再審	第三位評審
	修改後刊登	修改後刊登	修改後刊登	修改後再審	第三位評審
	修改後再審	修改後再審	修改後再審	修改後再審	退稿
	退稿	第三位評審	第三位評審	退稿	退稿

- (四) 是否刊登文件，均應將評審意見等函送投稿人，並說明處理方式。

伍、審查結果：由編輯委員會議依審查意見，作成綜合意見決定之。

陸、稿件修正與刊登：

- 一、凡經編輯委員會決議刊登之稿件，投稿者須根據審稿意見及本刊格式要求修改，並於規定期限內寄回修正稿件、修正說明或答辯說明。
- 二、寄回之修正稿件如未能依前開要求修改或適當答辯者，經編輯委員會之決議，得暫緩或撤銷刊登。
- 三、獲同意刊登之稿件，經執行編輯通知後，作者需於一星期內寄回修正稿件、著作財產權讓與同意書，以利出版。
- 四、再審稿件，應依評審意見逐項回應說明，以利審稿委員再審。
- 五、文稿付印前再送請作者確認。



國民體育季刊

National Sports Quarterly

🔍 關鍵字搜尋 | 教育部體育署



教育部體育署

Sports Administration, Ministry of Education

10489 臺北市中山區朱崙街 20 號

TEL / 02-8771-1800 FAX / 02-2752-0200

ISSN 1027-5010



9 771027501009 >