

金牌推手

醫學專欄



Sports Medicine

運動分析於 運動訓練之運用

東京奧運閉幕，台灣得到有史以來最多的12面獎牌，包含兩面金牌；這讓全國進入關注運動的氛圍與熱潮。比賽進行期間，也有不少關於運動訓練的報導，優秀運動員的培養歷程，讓人觸動。其中，國家運動訓練中心與各體育大學運用運動科學支援訓練之執行，對於培養國內優秀選手實在功不可沒！

| 張維寧

高雄榮民總醫院骨科部主任

早年台灣的運動醫學探討，大半聚焦在運動傷害治療。自從 1976 年成立「左營訓練中心」，中國醫藥大學及高雄醫學大學分別於 2002 年、2003 年開設運動醫學系，各大學物理治療學系也陸續開設運動醫學學程，大量專門人才被培訓出來，從此選手訓練、休閒體適能、運動傷害防護、治療與復健逐漸走上多學門、專業分工的時代。而相關的科學研究，也紛紛針對運動員選才、提升運動表現、降低受傷風險，以及加快傷害修復等，提供更多科學依據。

國家運動訓練中心

以國家運動訓練中心為例，配備的科學儀器超過 480 台，分為力學、生理、生化、心理、治療、檢查、復健等七大類，品項多達 70 種。其中運動科學檢測有體能訓練儀器、基礎體能檢測、運動專項套裝體能檢測、運動力學檢測、運動生理檢測、運動心理服務等 34 項。單是運動力學檢測部分，國訓中心就目前有以下六種儀器：

1. 力量重心回饋系統：評估選手下肢力量表現及重心穩定性之測量。
2. 等速肌力多功能關節測驗儀：評估選手全身肌群之肌力、肌耐力與等速肌力狀況。
3. 無線肌電測試系統：瞭解選手在運動過程中，肌肉在生理、生化等方面的活動變化，評估及診斷單一肌肉收縮能力，進而判斷選手是否有肌肉疲勞、受傷或肌力不足等情形。
4. 即時影像回饋系統：提供選手訓練時，能立即回饋動作影像，供教練修正動作依據及擬訂訓練處方之參考。

5. 雷達測速槍：為測量物體之移動速度。
6. TrackMan 鉛球投擲分析系統：測量鉛球投擲時出手角度、高度與速度以及影像即時回饋。¹

看以上品項已經相當多樣完備，不過，有關精密運動分析的科學設備，由於場地、操作人員、分析軟體的要求較高，成本不菲，目前尚未引進國訓中心。由於筆者本人的訓練背景來自於運動分析（成大醫學工程研究所），多年來臨床運用也聚焦在腦麻兒童之步態分析，因此藉此機會從運動分析的角度為大家介紹運動訓練。不過，聲明在先，本文只是為大家查找資料、整理基本知識，筆者並未有過運用運動分析於運動訓練之實務經驗。

運動分析研究方法

運動分析學門可區分為“運動學 Kinematics”和“動力學 (Kinetics)”。

運動學探討的是長度、時間、角度計算出來的參數，例如步數、速度、加速度、距離、肢段關節角度，關節角速度、角加速度等。

動力學則是結合力 and 質量的運算導出的參數，例如地面反作用力、關節受力、關節力矩、功、功率、角動量等。

如果在 Youtube 網站輸入 sports motion analysis, sports biomechanics, 即可看到很多簡介影片，您可以立即對這個領域有些許概念，迅速了解以下的內容。

關於運動分析所使用的儀器，大致分為三大類。一篇 2017 年的研究報告統計四年內發表的 81 篇運動學論文當中，光學標記系統 (Optical systems, 包括被動標記 / 反光球、或主動標記 / LEDs) 佔多數 (53 篇)，非光學標記系統 (電磁

系統 electromagnetic system) 有 15 篇，而最方便的無標記系統 (Markerless systems) 有 13 篇。²

光學標記系統是公認最準確的黃金標準，高雄榮總骨科的步態分析室就是採用這種方法為腦麻兒做評估，但擷取和後處理數據所需的設備成本和時間超過其他方法，因此促進了其他方法的發展。

非光學標記系統主要是使用三個相互垂直排列的電子線圈做成的感應器，裝置在受測者肢段上，再放在一個強大磁場中收集運動訊號。由於不需要露出被攝影機拍到，也可記錄資料，所以使用較方便；但因為數據會被環境中的金屬干擾，感應器之間彼此也會干擾，因此較不準確。

無標記系統是電腦強大的影像處理能力在近年開發出來後才有的科技，受測者不需穿戴任何標記或感應器，從錄影中擷取身體肢段及關節位置即可做分析，但由於是用二維圖像推導三維資料，可以想見這項技術早期並不準確，不過用在團隊運動作戰術分析，倒是不錯的工具。近年來用多角度影片作分析的技術已大大提升，在市面上也有許多用錄影片做運動分析的商業軟體³。

高雄榮總骨科部也曾做過相關嚐試，在 2020 年骨科醫學會發表。我們用錄影片做影像處理、模型化、肢段關節辨認，分析後取得運動學資料，但因為準確度還不夠好，要實際應用還有一段距離⁴。

實際運用

有了運動學資料，再結合測力板或身體肢段質量，即可完整收集運動相關資訊，將運動員的表現以科學數據呈現，找到最佳的運動模式、強化特定肌群肌力訓練、或提早發現容易受傷的動作，最後讓運動員有更好的表現。

舉例來說，把職業運動員和業餘運動員找來做運動分析，找出兩組間的差異，就可以找到運動表現優劣之間的關鍵差異。例如高爾夫運動員在揮桿時髖與肩相對運動角度、擊球瞬間桿頭速度（與擊球功率有關）、以及每次揮桿時上述參數之一致性（與穩定度有關），與運動表現密切相關。從此可以看出選手需要更柔軟的關節、更強的軀幹及肩部力量、以及每次做出動作的高度一致性，如此才會有亮麗的成績表現⁵。

具體查詢運動分析運用在各種運動研究報告，只要在搜尋引擎輸入 biomechanics, kinematics, 或 kinetics, 再輸入要分析的動作即可。例如輸入 biomechanics, throw, 就可查到投球的分析；把 throw 換成 swing, 就會出現棒球揮棒、高爾夫球揮桿的相關研究…等等。

跳出學術研究，來到實用領域，大家更關心的是“有沒有實用、容易操作、且成熟商品化的儀器及軟體，可以即時應用於實際運動訓練？”關於這個問題，筆者在網上逛了許多網站，各種儀器及應用軟體可謂琳琅滿目、功能描述得天花亂墜，十分有趣。本想整理一個實用的表單，但對於運動教練這門專業實在是門外漢，也不想輕易被廠商廣告詞所左右；因此，還是請各單項運動專家實際試用，若有良好運動價值，再為我國選手引進不遲。

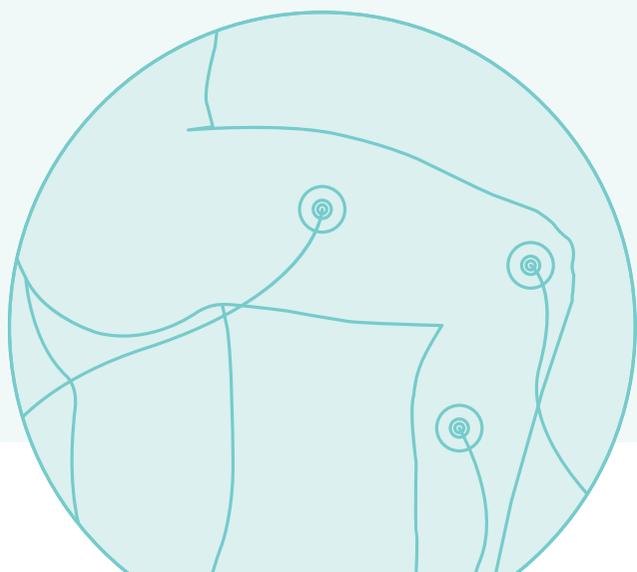
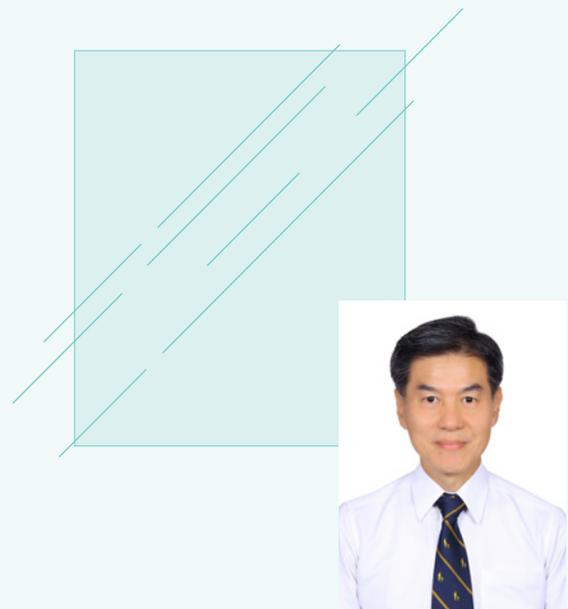




圖 1
高雄榮民總醫院骨科部步態分析室於 2005 年開幕，提供腦性麻痺兒童及其他患者臨床服務需求。

References

1. 國家運動訓練中心運動科學處運動科學儀器設備 <https://www.nstc.org.tw/NewsDetailC1.aspx?Cond=35626adf-1c70-4770-ac79-535cb821b2a0>
2. Pueo, B. et al. Application of motion capture technology for sport performance analysis, *Retos*, 32, 241-247 (2017).
3. Barris S. et al. A review of vision-based motion analysis in sport, *Sports medicine* 38 (12): 1025-43 (2008).
4. 王俐曆 et al. 運用人工智慧Alpha-pose和Open-pose模組於錄影檔模擬三維度步態分析檢查, *Syllabus of annual meeting of Taiwan Orthopedic Association* (2020).
5. Sanford J. Study of golf swings pinpoints biomechanical differences between pros and amateurs (2011). <https://med.stanford.edu/news/all-news/2011/07/study-of-golf-swings-pinpoints-biomechanical-differences-between-pros-and-amateurs.html>



作者

張維寧醫師
高雄榮民總醫院骨科部主任
國立陽明交通大學醫學院骨科學系助理教授
國立陽明交通大學醫學院醫學士
國立成功大學醫學工程研究所碩士

邀稿 | 陳堯生. 許建仁