

運動訓練系統及其裝置—— 無線壓力鞋墊於運動訓練之運用

黃致豪*

一、前言

「某投手要學習運用下半身投球」、「打者要體會運用下半身打擊」是我們在體育新聞經常看到的標題，例如 2020 年 3 月 8 日的《自由時報》新聞：「林政賢搭上失速列車……葉君璋說，過去兩年林政賢出賽機會不多，投球機制也出現一些問題，主要是都用上半身在投球，沒有充分運用下半身力量。」¹

2017 年 6 月 23 日《ETtoday 運動雲》：「詹智堯運用下半身，生涯首度單場雙響砲……他表示，自己的上半身比較單薄，很難打出全壘打，必須靠下半身力量的傳導，前年去日本鳥取自主訓練學到運用下半身的方法，近 2 年都有在運用，也是讓自己全壘打變多的主因。」²

究竟為什麼，這些從小到大都在打球，而且是萬中選一的球員，會不知道如何運用下半身的力量呢？下半身的力量又要如何運用呢？

我們先回想一下牛頓第三運動定律——作用力與反作用力：甲、乙二物體有力的交互作用時，當甲施力於乙時，乙亦必同時施反作用力於甲，且二力大小相等、方向相反。也就是說當一個棒球打者打擊時，以一個中職一軍的打者來講，會產生 1,000 瓦以上的功率，這股力量全部都必須由某個反作用力來抵消，否則選手就會產生移動。提供反作用力的物體，就是選手的下半身和地面接觸點，更清楚一點，指的是鞋底和地面之間的摩擦力；所有由選手產生，作用在球棒上的力，都會以相同大小、相反方向，作用在鞋底和地面的接觸點上。因此，投手在投手丘上，若是穿一般運動鞋，而不是釘鞋，球速會比較

* 國立臺灣體育運動大學運動資訊與傳播學系副教授兼運動賽會中心情蒐資料組組長

¹ 《自由時報》「林政賢搭上失速列車 葉總仍看好再起」(2020 年 3 月 8 日)，<https://sports.ltn.com.tw/news/breakingnews/3092642>。

² 《ETtoday 運動雲》「詹智堯運用下半身生涯首度單場雙響砲」(2017 年 6 月 23 日)，<https://sports.ettoday.net/news/951918>。

慢，因為運動鞋無法提供和釘鞋一樣大的摩擦力。下半身運用的重要性，至此不言可喻。

棒球最高殿堂——美國職棒大聯盟，有沒有注重和監測下半身運用？有。在許多報導中，以及我們和大聯盟球隊運科人員聊天過程中知悉，球隊主場一定有投手和打者用的測力板，有的球隊甚至到客場都還會帶著。

中華職棒各隊呢？據筆者所知，沒有。

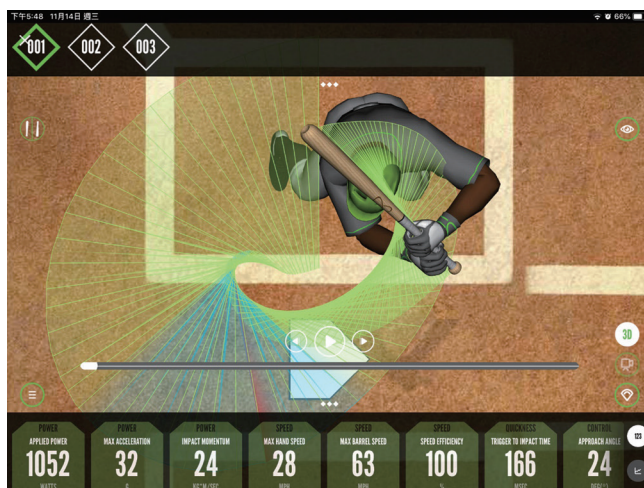


圖一：使用者用測力板測量其正向下壓力量

二、三軸地面反作用力及測力板

打者和投手施加於地面的作用力，不只是垂直分力，而是 X、Y、Z 三個方向的力量，再加上旋轉力（扭力）。通常我們將投手向打者的方向定義為 X、向一三壘定義為 Y（XY 均為剪力）、垂直於地面則是 Z（垂直力）。根據過去的研究顯示，和投手的球速相關性較高的分力為 X 和 Z 方向的力，也就是啟動時投手軸心腳向前的推蹬力、和前導腳觸地後的 lead foot blocking 前腳抵抗力。軸心腳向前推蹬帶動整個身體質量重心向前加速，再來前導腳觸地後要像釘在地上一樣，才能成為身體的旋轉軸，讓投球側的動能以前導腳為軸心，轉變為旋轉動能，由髖關節帶動核心、肩膀、手肘、手腕，最後將球投出。這中間還有肩髖分離角度、各部位發力時間順序與間隔正確性要做好，才能有頂尖球速。那教練常說的沒有用下半身，是指哪個部分呢？用肉眼看得最清楚的是推蹬無

力，確實有些投手跨步是踩出去，而不是軸心腳推出去的。但是怎樣是推蹬有力，怎樣是無力？無力的要用什麼姿勢才會變有力？這在現在的中職，或是整個臺灣棒球界，都是用肉眼看的。



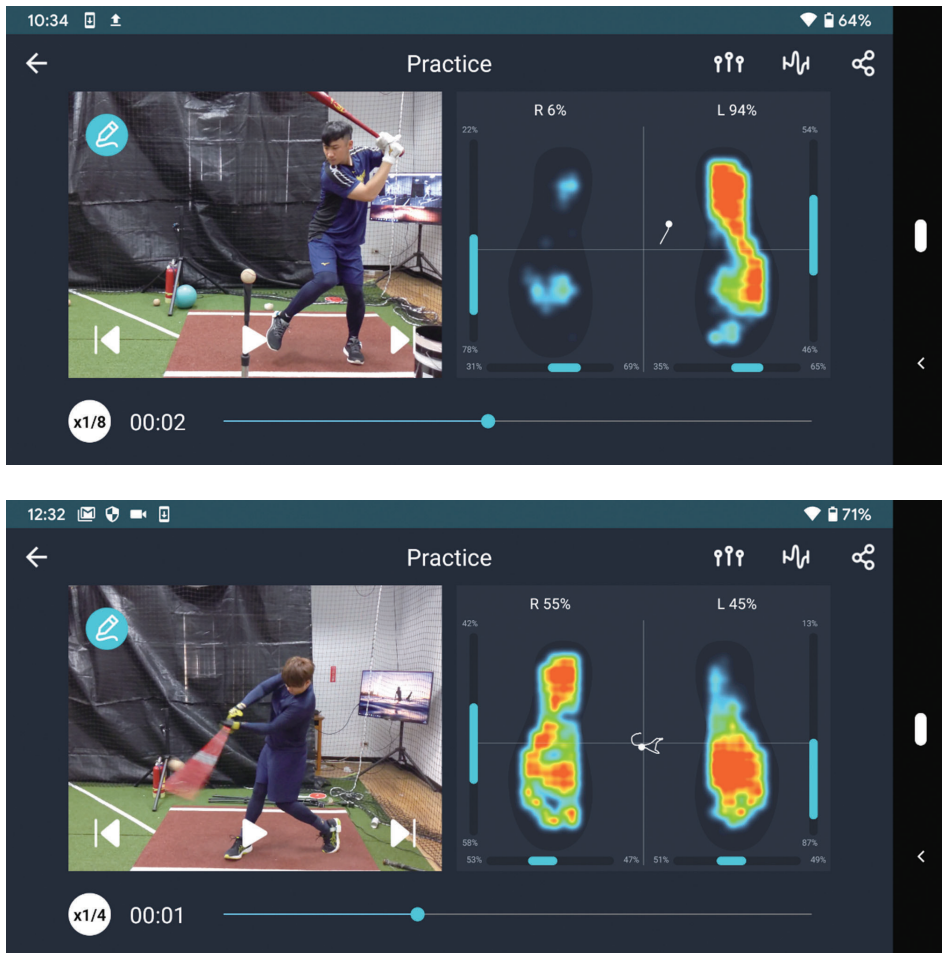
圖二：Swing Tracker 的 3D 模擬揮棒軌跡與揮擊力量、打者產生了 1,052 瓦的力量

但這是個可以用科學解決的問題嗎？是的，軸心腳推蹬力量、前導腳踩踏力量，這兩個被證實與球速有高度正相關的數值，都可以用測力板來測量。尷尬的是，測力板並不便宜，從 5 萬到 100 萬元的等級都有，便宜的只有 Z 軸，要有 3 軸加扭力的測力板則是非常貴。再者，投手投球測力板的數據解讀也不是教練，或一般運科人員有能力進行的，而是需要懂運科的教練，或懂棒球的運科人員。除此之外，測量投手還有一個大麻煩，就是投手丘是斜的，所以必須把測力板埋在斜面上，但每個投手的跨步距又不同，所以有的投手跨步距特別長或特別短的，可能無法整個腳掌都踏在測力板上。大聯盟球團財力雄厚，可請人做在斜面上可移動的測力板，或乾脆買更貴的加長型測力板。但也只有大聯盟球團有這種財力，其他大學、高中球隊，雖然教練們也知道下半身是一切動力的來源，但預算是不可能支援他們這樣花費的。

三、無線壓力鞋墊

軟式壓電材料、軟式电路板的成熟，為這個問題提供了一個極好的解答。本研究團隊與工研院合作，一起開發出適合棒球運動員使用的無線壓力鞋墊與

App，從智慧手機就可拍攝慢動作，收集足底重心壓力資料，並在手機上同步回放。壓力鞋墊僅收集 Z 軸的壓力（垂直力），此為其硬體限制，但仍可為選手訓練提供過去沒有的豐富資訊。經由足底重心熱區圖的顯示分析，我們發現有不少選手，甚至是職業選手，下半身的運用並不是最佳化狀態。最常見的是打者或投手，在準備期的前導腳抬到最高點時，重心會拉得太後面，也就是足壓重心在軸心腳外側。這個階段，不論投手或打者，都應該是準備瞬間把身體質量重心往前加速的時刻，把重心拉太後面會導致揮棒速度和投球速度的降低。研究團隊因長期協助職棒選手訓練，瞭解教練和選手想看到什麼資訊，也依此設計 App 介面和簡化流程，選手只要找一位朋友幫忙拍攝，就能看到自己影像和重心同步慢動作重播的資訊，不需複雜設定，相當方便。



圖三：本團隊研發之足壓感測 App 介面



圖四：與工研院合作研發之無線壓力鞋墊



圖五：科技部陳良基部長（右）與黃致豪教授（左）於 2019 未來科技展
展前記者會公布「運動訓練系統及其裝置」成果

四、未來科技展與大聯盟冬季會議

本團隊成果有幸獲科技部未來科技展青睞展出並獲獎，現場許多對運動科技有興趣的民眾，也在我們團隊解說下瞭解臺灣在運動科學的軟實力。此外，我們的成果也獲得大聯盟冬季會議肯定，獲准參展，並於會議期間和許多潛在客戶和投資者洽談，壓力鞋墊被定位為「放置於鞋子裡的壓力墊」，而因其無線特質，除了棒球、高爾夫，更可方便地應用在各種多方向跑動運動上，如籃球、網球、羽球、桌球。本團隊希望透過此次曝光機會，讓更多的運動科學愛好者投入此一研究領域，畢竟，有什麼事比能幫助運動員，讓他們在場上發光發熱更令人開心的事呢？