

# 行動科技融入體育教學之研究—— 以 FABRIC 架構進行樂樂棒揮棒教學為例

黃昭銘 (通訊作者)

宜蘭縣立中山國民小學

E-mail: stanely503@gmail.com

汪光懿

宜蘭縣立中山國民小學

鄭文玄

宜蘭縣立中山國民小學

宋順亨

宜蘭縣立中山國民小學

## 摘要

近年來由於行動載具的普及化，無線網路科技與高速無線通訊科技蓬勃發展，行動科技與現代人的生活越來越緊密，對於教育上的影響更是深遠。透過行動科技協助教師提供多元的教學模式、課程內容，引發學生學習動機，結合行動科技的即時性、便利性與雲端科技優勢，觸發學生概念改變歷程、提供歷程資料協助學生進行批判性思考與省思，藉由穿戴式載具的應用，培養學生將新的知識與技能學以致用，並探索與應用在所面臨的生活周遭議題。本次所提出的 FABRIC 架構 (Framework of Authentic Big data Retrieved from Internet of things and Clouds) 就是針對這些科技的整合應用提出課程設計，進行補救教學、教學診斷、解決問題策略學習 (Problem Base Learning, PBL)、合作學習與同儕學習活動。換言之，FABRIC 架構主要是透過物聯網與雲端運算進行真實的數據收集、運算與提取，將行動資訊科技個別功能 (Point)，整合成線 (Threads) 讓資料可以互通，最後編織成面 (Fabric)，提供學習資料的完整性。本研究主要探討 FABRIC 融入國小體育課程樂樂棒揮棒課程，透過教學活動設計與行動科技協助，協助學生主動探討每次揮棒表現，發現問題並提出擬定解決問題策略，接著執行策



略——資料分析——評估檢討——提出策略，透過這一連串的精緻化過程提升學生揮棒表現。本次研究主要探討 FABRIC 融入國小體育課程中六年級學生 (n=20) 在樂樂棒揮棒練習的學習成效，課程安排共分成五節課，第一節課為概念學習課程，從第二節課開始到第五節課程進行資料收集。研究數據經過 Repeated Measures ANOVA 分析之後，結果顯示學生在揮棒練習過程中針對揮棒速度、手腕速度、擊球區時間相關因素隨著練習的時間達顯著差異，換言之透過 FABRIC 架構之課程規劃對於提升學生在樂樂棒揮棒表現上有顯著影響。

**關鍵字：**行動學習、穿戴式載具、體育課程、樂樂棒球

## 壹、緒論

### 一、研究背景與動機

國小樂樂棒球為國小學生最喜歡的體育課程與活動之一，不論是在教學活動或是下課課間活動都可以看到學生揮棒打擊，享受運動的樂趣。國內體育課程實施大多以講授課程、操作反覆練習與分組練習與比賽方式為主，現階段體育教學多強調技巧與情意方面的學習，對於認知目標的學習、學習歷程與結果方面則較少著墨（曹江南，2005；羅凱暘，2009；鐘敏華，2009）。國內雖大力推動資訊融入教學活動，這些教學活動大多以語文、自然或數學方面居多，對於資訊融入體育科教學的相關研究論文較少（王勝威，2010）。

隨著行動科技發展不斷創新，藉由行動科技能夠提供即時性資料收集與分析，配合雲端運算與大數據資料建立等優勢紀錄學習歷程資料，透過課程規劃提升學生概念學習成效，培養學生批判性思考與解決問題關鍵能力。國小樂樂棒球雖然與棒球運動所使用的工具有所不同，但是比賽的規則仍然是以揮棒打擊與護送隊友安全回本壘得分的方式進行，勝負的判定以對戰的隊伍雙方得分最高者為優勝方，因此影響得分的關鍵因素之一就是擔任攻擊方時的打擊表現。棒球運動中以強力打擊最為振奮人心，打擊的成效取決於球棒與球之間的能量轉換，球棒的動能來自於揮棒速度，因此提高學生揮棒的速度對於改善打擊能力有著正面的影響。本文將嘗試將行動科技導入到國小樂樂棒球體育課程活動規劃之中，藉由行動科技來進行收集與分析，並提供給學生即時回饋，協助學生針對揮棒表現進行分析與擬定改善策略，並在下一次揮棒練習中執行所擬定的計畫，透過一連串的「分析評估——擬定策略——執行策略——分析評估」循環歷程提昇學生揮棒練習成效與培養學生後設認知學習能力。

## 二、研究目的

本文嘗試將行動科技導入國小樂樂棒球體育課程活動規劃之中，整合行動科技提出 FABRIC (Framework of Authentic Big data Retrieved from Internet of things and Clouds) 課程架構融入樂樂棒揮棒練習課程。研究目的主要探討以 FABRIC 架構融入樂樂棒揮棒課程之成效評估，課程與實驗設計主要採用揮棒感應器進行資料收集，透過行動載具提供揮棒資料即時回饋，透過一連串「分析評估——擬定策略——執行策略——分析評估」的循環歷程探究與評估學生揮棒練習學習成效。資料分析則是針對學生在揮棒時感應器所提供的五個回饋數據，包含揮棒速度、手腕速度、擊球區時間、擊球垂直角與攻擊角進行統計分析。

# 貳、文獻探討

## 一、揮棒成效與影響因素

我國樂樂棒球起源自西元 1996 年教育部引進國外「Tee ball」，經過中華民國棒球協會研究發展小組改良與發展，在國內正式命名為「樂樂棒球」。在教育部大力推動之下，樂樂棒球運動風氣在國小階段深受學童喜愛，成為國小學生最喜歡的體育課程與活動之一，不論是在教學活動或是下課課間活動都可以看到學生揮棒打擊，享受運動的樂趣。

樂樂棒球比賽不論規則與方式大多類似棒球運動，競技的方式主要是以防守方與打擊方互相鬥智、鬥力、透過推進壘包的方式攻城掠地所進行的一種競技型運動，比賽的勝負主要是競賽雙方在比賽結束時所得總分進行判定。分數的取得是以攻擊方透過打擊者將球揮擊出去，並形成安打攻佔壘包；再藉由連續且有效打擊來推進壘包並將跑者送回到本壘獲得分數。

棒球打擊是眾多運動當中最困難的一種運動 (DeRenne, 2007；龔榮堂，2006)，以棒球運動為例，當投手從投手丘以速度 130 公里球投出球之後，大約 0.3~0.5 秒球就會到達本壘板，其間打擊者只有 0.3~0.5 秒的決策時間決定是否進行揮棒、並完成跨步、旋轉腰部且透過手臂帶動球棒揮擊一氣呵成。除了上述揮棒動作之外，打擊者還需要有良好的手眼協調能力，方能精準選球確實擊中球心完成有效打擊機會。

從物理學的觀點來看，球棒與球的碰撞就是能量的轉換過程，打擊者透過身體肌肉產生力量帶動球棒，結合揮棒速度與球棒的質量產生動能 (Garhammer, 1983)，當球棒與球接觸的一剎那將球棒的動能轉移到球，而回擊球的飛行距離取決於所轉移的動能多寡 (Cross, 2009)，回擊球所接受的能量多寡也就決定球飛行的速度與距離 (Adair, 2002)。換言之，摒除打擊者的心理因素，單從物理

學的觀點來看，提高揮棒速度對於回擊球的飛行速度與距離有著正相關（陳幸莘、涂瑞洪，2008；陳冠任，2006）。

除了動能產生的大小與揮棒速度有關之外，由於投手投出球之後打擊者只有0.3~0.5秒的時間進行決策與完成一次揮擊（潘亮安、劉雅甄，2013），打擊者反應時間與決策時間的長短也扮演重要角色，如果打擊者在打擊區準備打擊時，從球棒靜止到揮棒開始至碰觸球的距離為固定，以數學速度的公式來看：

$$\text{速度} = \text{距離} / \text{時間}$$

$$\text{時間} = \text{距離} / \text{速度}$$

如果揮棒的距離固定，當打擊者的速度快，揮棒時間可以縮短，打擊者便可以為自己爭取到較多的決策空間，讓打擊者有更充裕的時間判斷來球的軌跡與變化（圖1所示）

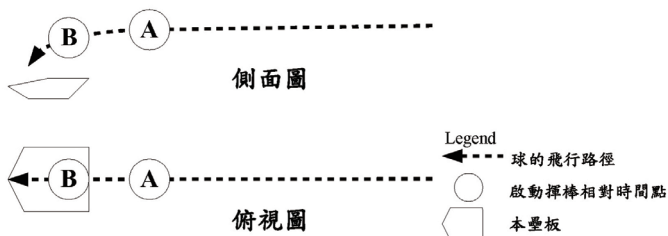


圖1 揮棒速度與時間關係圖

從圖1來看，揮棒速度快的打擊者可以讓球到達B的位置再開始揮擊，而揮棒速度較慢的打者，則當球在A位置就要開始啟動揮擊動作，以便在本壘板前緣附近進行擊球。如果以圖1投手所投的球為壞球為例，當球在B點時會下墜成為壞球，若從因果來看的話，揮棒速度慢的打者在A點便開始啟動揮棒動作，然後揮擊到一個偏低壞球，造成不成功的進攻揮擊或是揮棒落空。而揮棒速度快的打擊者，所爭取到的決策時間，這時就扮演關鍵的角色。以圖1為例，揮棒快的打擊者可以等候球進入到B點的位置再決定是否啟動揮棒動作，這時候如果發現這次來球為壞球，打擊者選擇不出棒，此時打擊者除了獲得一個壞球數，也在投、打對決中處於比較有利的地位，迫使投手在球數落後情況下，必須將好球投入好球帶，換言之，打擊者可能有較多的好球可以進行選擇與攻擊。

再從決策時間與揮棒速度關係來看，優秀的打擊者因此而爭取到較多的決策時間，從圖1來看可以針對來球的軌跡，進行評估與調整揮棒的路徑，提高正確擊中球心機率，如此一來提昇回擊球能夠飛行距離與速度，這個現象就是所謂的球棒攻擊角的調整。以圖2來看，在A點打擊者所預設的攻擊角度明顯低於B點的攻擊角度，如果以B點為最後打擊位置，從A點啟動揮棒的打擊者最後與球碰觸的位置為球的上半部（●所示），沒有確實擊中球心，本次打擊的結果可能是滾地球。如果是在B點所預測的攻擊角則最後與球碰觸的位置剛好在球的正

中央，這時回擊球的能量轉換最大，本次打擊的結果可能強勁平飛球，比較容易造成有效打擊的產生。換言之，揮棒速度快的打者可以利用這個優勢讓打擊者有更多的時間判斷，除了提高揮擊成效外，更提高打擊者選球率（曾慶裕、林添鴻，2002）。



圖 2 揮棒速度與攻擊角關係示意圖

由於揮棒速度對於打擊結果有正向的影響，打擊者除了藉由身體肌肉轉換動能來提昇揮棒時球棒揮動速度之外，打擊者還會藉由力矩操作的方式來增加球棒的揮擊速度；以右打者為例，當打擊者開始啟動揮棒機制，身體軸心開始旋轉時，打擊者的右肩膀會自動逐漸開始下降，肩膀的姿勢成為右低左高的情形，透過手腕連結球棒形成力矩，這個傾斜的機制有助於左肩膀肌肉放鬆來取得更多的力矩，並且讓球棒的揮擊空間介於好球帶間，一般而言球棒與水平線的夾角即是擊球垂直角，由於肩膀的傾斜，因此球棒的擊球垂直角應為負值。這個力矩操作所形成的角度除了有利於打擊者利用最大的力量驅動球棒提高球棒速度，並且可以讓擊球區落在好球區內，提高擊出強勁平飛球與安打的機率 (Petricca, 2013)。

美國大聯盟的優秀打擊者 Ted Williams 便指出優異的打擊者需具備的條件有三點，分別為：1. 揮棒速度快、2. 能夠有較長的決策時間、3. 良好的選球能力。雖然樂樂棒球的球具與正式棒球比賽的球具不同，但是從物理學動能轉換、揮棒速度、擊球區時間、決策時間等影響因素仍有其關連性。綜合上述，提高打擊速度為提昇打擊表現的重要其中一環，若能夠針對揮棒速度來提昇的話，對於整體打擊能力的提昇將有所助益。

## 二、後設認知學習

學習的目的就是希望學習者能夠將所學的知識與自己的經驗進行連結，並將所學知識應用在解決日常生活所面臨的問題，方能達成有意義的學習 (Novak, 1990)。學習可視為學習者自身在面對新舊概念交互作用時所產生，其過程為新舊概念間的競爭 (White, & Gunstone, 1989)、自身的知識信仰改變以及學習者對外在環境的適應 (Pintrich, Marx, & Boyle, 1993; Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982)。如果無法提供概念改變的條件，則學習模式可能是記憶性的方式，雖然學習者在評量結果表現上接受新概念的課程，但是在其內在認知結構上

仍然不放棄原有的舊概念，往往造成學習成效不彰的困境。

當概念需要改變進行學習時，其理性條件需要滿足以下四點（Pines, West, & 1983; Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982）：

1. 學習者的舊概念無法滿足新的需要 (dissatisfaction)：顯示學習者原來的知識無法解釋新的概念，舉例來說，學習者原來的揮棒速度表現無法符合該年齡的數據。
2. 新概念對學習者來說必須要是可理解的 (intelligible)：顯示新的揮棒課程所提及的概念是可以容易被理解的，例如：揮棒速度越快造成的回擊球越強勁。
3. 新概念對學習者來說必須要是合理的 (plausible)：顯示新的概念解釋是需要具有合理性，例如：透過數學速度公式來解釋揮棒速度與擊球區時間的關係。
4. 新概念對學習者來說要能夠是用在更多範圍 (fruitful)：顯示新的概念可以應用在更多的範圍，例如：決策時間的爭取、選球的能力提昇與有效打擊表現的關係。

為了解決上述困境，學者提出建構主義作為學習理論依據（Bodner, 1986），希望將學習的重心放在學習者身上，透過良好教學活動提供學習者概念改變情境，讓學習者與這個環境交互作用來進行學習與概念改變，建構符合科學社群認同的知識。

除了概念改變情境之外，學習者後設認知能力對學習上有著顯著的影響（Rozencajg, 2003），後設能力包含學習者溝通、閱讀理解、記憶、解決問題能力等（Flavell, 1979）。此外，後設認知能力 (metacognition) 還包含學習者覺知 (awareness) 與管理 (management) 個人想法的能力（Kuhn, & Dean, 2004）。Flavell(1979) 提出後設認知理論架構，其中包含兩個部份，分別為：後設認知知識 (metacognitive knowledge) 與後設認知經驗 (metacognitive experience)。

Brown 針對後設認知提出兩個部份包含：認知的知識 (knowledge of cognition) 與認知調節 (regulation of cognition)。其中認知調節部份則包含自我調節技巧 (self-regulatory skill)，這些自我調節技巧包含監控學習歷程、擬訂計畫、制訂目標、評估學習成效等能力（Schraw, Crippen, & Hartley, 2006; Tsai, 2004; Veenman, & Verheij, 2003），換言之，後設認知能力就是學習者可以針對學習歷程進行分析、評估、擬定改進策略、執行策略能力，以及針對執行成效在進行分析、評估、再次提出改進策略或調整策略，然後再執行分析與評估，依此循環來提昇學習成效與表現。

後設認知能力除了提供學習者監控學習歷程、分析與評估、策略擬定與執行

能力之外，更重要的是提供學習者針對新概念與舊概念間的差異進行分析評估、比較，檢視解決問題策略成效，進而提昇概念改變動機，透過同儕合作學習、討論等方式調整策略達成學習的目標。

後設認知能力的培養並非每位學生都會主動發展形成（de Jager, Jansen, & Reezigt, 2005），研究指出透過自我調適 (self-regulation) 能力的提升可以培養學生的後設認知發展（Hadwin, Wozeny. L., & Pontin, 2005）。而自我調適能力與省思的歷程有關，省思的重點包含學習者所學的內容與在學習過程中，所接收到的活動或實驗，透過檢視學習歷程來培養學生後設認知能力。學習的過程中除了以學習者為中心之外，教師扮演著啟蒙與引導的角色，透過教師的引導協助學生針對學習結果進行討論與省思，適時地提供協助學生進行分析比較、成效評估與解決問題策略擬定。

綜合上述，教學活動需要提供系統性的教學，教師需要營造有利概念改變情境提昇學習者主動學習與建構，是協助學習者針對學習歷程進行省思與評估，進而針對學習方面問題與困難提出解決問題策略並確實執行，提升後設認知與學習經驗及知識獲得（Carr, Kurtz, Schneider, Turner, & Borkowski, 1989）。

隨著行動資訊科技的進步，這些行動科技即時性與行動性等優勢可以協助教師紀錄學生學習歷程，即時將學習表現與成效提供給學生回饋，引發學生概念改變動機，並帶領學生進行省思與後設認知學習（Moreno, & Saldana, 2005），一方面提高學習成效，另一方面更可以培養學習者後設認知學習能力。

### 三、行動科技與 FABRIC 架構

隨著行動通訊與資訊科技發展突飛猛進，不論是軟體或是硬體發展與整合，或是在資料儲存、處理、訊息與資料傳輸方式和速度方向、資料呈現方式及平台等都有長足的進步與應用。在資料處理方面來看，從隨身碟資料讀取發展到雲端儲存概念，進而發展到大數據架構；由 GPS 衛星定位系統到結合無線網路科技的物聯網概念 (Internet of Things)；在資料傳輸方式上，除了無線網路與行動數據傳輸頻寬提昇，藍芽無線傳輸科技發展更從一對一的藍芽傳輸到現階段結合物聯網概念的藍芽 4.2，以及為因應現代人生活模式，例如：網路社群或是 Social Media 紛紛問世，讓學習者透過快速連結到 Facebook、Twitter、Instagram 等社交網站分享與紀錄個人表現。

如何將這些科技整合並應用在教學現場，將是未來教學規劃與設計重要的資訊能力。依照上述資訊科技與應用，筆者提出 FABRIC 架構 (Framework of Authentic Big data Retrieved from Internet of things and Cloud computing)，從字面來看 FABRIC 架構主要是透過物聯網與雲端運算進行真實的數據收集與提取，將資訊科技分別獨立功能 (Point)，相互連結應用整合成線 (Threads) 讓資料可以互通，最後擴大整合範圍編織成面 (Fabric)，提供學習資料的完整性，其核心架構如圖



3 所示。

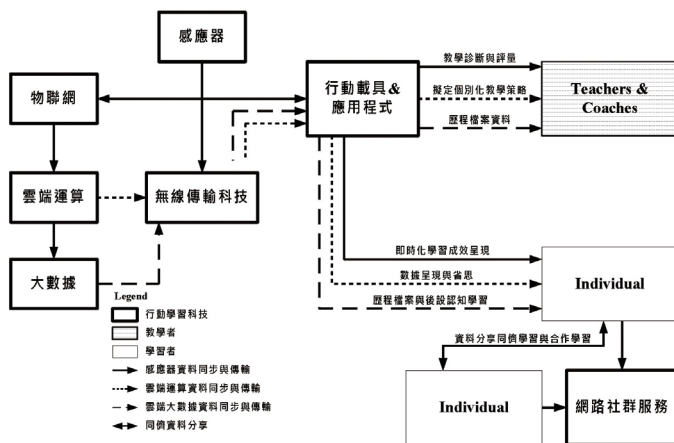


圖 3 FABRIC 架構圖

針對所提的 FABRIC 架構主要是整合現階段資訊科技所發展的教學模式，在整個架構中資料處理與應用時間可以分三個時期（簡稱 PAM），分別為分析前期（Pre-analytic Phase, P Phase）、分析期（Analytic Phase, A Phase）與後設分析期（Meta-analytic Phase, M Phase）。分析前期主要是指學習者利用藍芽科技與無線網路將感應器資料傳送到行動載具以及物聯網資料中心，準備進行資料分析工作。分析期則是指先前所傳送的資料與數據，經過行動載具上的應用程式（App）與雲端運算協助，將運算後的數據與資料可視化處理後，再傳送到行動載具上呈現給教師與學習者參考，並同時進行數據分析、解讀、後續學習策略擬定或是透過網路社群方式，進行分享與尋求解決問題策略。後設分析期則是執行學習者在分析期所擬定的相關改進策略或解決問題策略，並且再次將執行後的資料經過分析前期傳送、分析期處理提供策略成效評估，然後再次進行後設分析期，接著提出修正與改進策略達成後設認知學習目的（Larkin, 2006; Rozenwajg, 2003; White, & Gunstone, 1989）。藉由 PAM 長期累積大量學習歷程資料，並透過大數據資料庫協助累積大量雲端運算資料，提供學習者或是教練在分析期，進行資料判讀與發現問題過程中重要的依據與參考，提高資料比對與比較分析成效，確實發現與掌握學習者在學習上顯著或是隱藏的核心問題，針對問題提出有效解決策略或是預防措施，提昇在後設分析期進行後設認知學習成效。

#### 四、總結

培養學生關鍵學習力，例如：批判性思考、分析與合作能力、解決問題能力與資訊科技能力素養。例如：科技整合應用、共同學習與分享，將在未來扮演



重要的教學目標與能力，如何將 FABRIC 架構與 PAM 結合的應用模式，以下將簡短說明。以研究者先前所進行為期一年的國小棒球隊揮棒數據收集，透過長期所累積的大數據資料庫，提供教練評估日常揮棒訓練成效、球隊整體表現數據，進行訓練計畫擬定；針對每位球員長期資料分析結果，發現每位球員的優勢與需要調整方向，提出個別化訓練方式與計畫（擬定解決問題策略），然後執行策略——資料分析——評估檢討——提出策略，透過這一連串精緻化過程提升每位選手的發揮，藉此優化每位球員的揮棒表現，逐漸改善全隊的打擊成果。

上述說明為長期資料應用模式，如果針對每次揮棒練習來看，每次揮棒就是一次精緻化的過程。舉例來說，選手在揮棒練習時就已經進入分析前期，當數據即時在行動載具呈現，提供選手針對本次揮棒表現找出問題並提出改進策略（分析期），然後針對擬定策略進行下一次揮棒練習（後設分析期），第二次資料又進入下一次分析前期，然後在進入分析期比較兩次揮棒練習成效，並評估策略是否成功然後再擬定、再執行，詳細的應用模式如圖 4 所示。

綜合上述，不論是長期資料應用或是每次練習應用，又或是教練針對團隊評估、個人訓練參考，皆可透過 FABRIC 與 PAM 結合的應用模式瞭解學習過程，並且透過歷程資料的呈現，提高學習者概念改變的動機與後設認知能力、解決問題能力的培養。

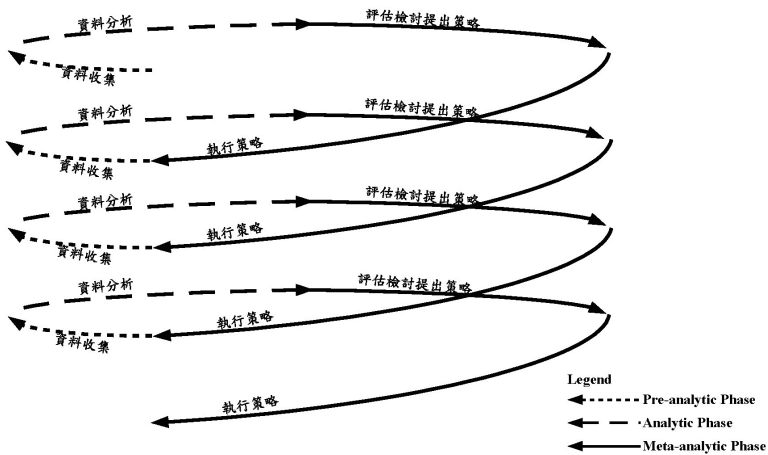


圖 4 結合 FABRIC 與 PAM 應用模式圖

## 參、研究方法

本次研究主要探討將 FABRIC 架構融入國小體育樂樂棒球揮棒練習成效評估，參與的樣本為宜蘭縣境內某所國小六年級學生，所有學生來自同一個班級，該班男生 11 位，女生 9 位。本次揮棒練習課程，主要透過行動科技協助，即時

地將學生揮棒資料呈現給學生，提供學生下一次揮棒練習的參考與解決問題策略擬定之依據。感應器所提供的數據包含：1. 揮棒速度、2. 手腕速度、3. 擊球區時間、擊球垂直角與攻擊角五項。揮棒速度主要是紀錄球棒在揮擊時碰觸到球的當時速度，手腕速度則是球棒與球碰觸時的手腕速度，擊球區時間則是當球棒開始揮擊後到碰觸到球的揮棒時間，擊球垂直角則是指球棒碰觸到球時與地面的夾角角度，攻擊角則是球棒移動的路線與水平地面的夾角角度。球棒速度與手腕速度的單位為 km/hr，擊球區時間則是以秒為單位，擊球垂直角與攻擊角的角度則為度。揮棒練習強調先擊中球、然後增加揮擊力道，最後才是球的飛行距離（葉日好，1997），因此每次課程學生個別進行 15 次有效揮擊，有效的揮擊主要是球棒要碰觸到球，當球棒把球揮擊出去後資料會開始進行雲端運算與分析，揮擊 15 次之後將數據取平均值，然後進行統計分析。

教學活動總共規劃五節課的時間，第一節課為概念學習課程，主要講述影響揮棒的相關因素，並且介紹本次研究使用的感應器所提供的揮棒數據意義，然後透過雲端影片介紹提昇揮棒表現教學。從第二節到第五節課則是實地進行揮棒練習，透過感應器來紀錄每位學生揮棒資料。本次研究所採用的發球方式是以真人拋投方式進行餵球，並不是利用固定球柱來進行，透過真人餵球的方式提供學生更真實的揮棒練習情境，學生除了要注意揮棒速度之外，更要注意來球的好、壞進行判斷是否進行揮棒打擊。本次餵球的學生為該班兩位男生，這兩位學生輪流在每次揮棒練習時進行餵球工作。

本次研究所使用的感應器為 Zepp 公司生產的揮棒感應器，當完成揮棒打擊之後，相關數據經過運算會呈現在行動載具螢幕上（如圖 5 所示），提供學生直接觀看揮棒成效。



圖 5 揮棒資料數據示意圖

從圖 5 範例來看，透過不同顏色數字的呈現讓學生可以清楚看到揮棒表現，以該次揮棒結果來看該生揮棒速度為 53km/hr，因為相較常模數據 (80km/hr) 差異過大因此呈現紅色數據，在擊球垂直角表現與常模 (-25 度) 差異過大因此也是

以紅色字體顯示，如果揮棒表現略低於常模，以本次揮棒表現中擊球區時間過長（常模為 0.19 秒）則採用黃色字體顯示 0.232 秒，如果在揮棒成果中高於常模則數據以本次手腕速度與攻擊角為與常模差異不大，因此以綠色字體呈現。透過字體顏色的呈現提供學生能夠立即判定本次揮擊表現的優缺點，以及是否達成預設的常模目標。

## 肆、研究結果

本次研究主要探究 FABRIC 架構融入揮棒練習成效評估，經過四次課程揮棒練習課程，每次課程學生進行 15 次有效揮擊，揮擊 15 次之後將數據取平均值，然後進行統計分析，每位學生在每次揮棒課程進行 15 次資料收集，總共進行四次課程，因此每位學生總共收集 60 次揮棒練習資料。針對研究結果部份將分成三個部份進行說明與討論，第一部份主要是針對描述性統計資料進行說明，第二部份主要針對每次揮棒表現的五項數據進行重複測量統計分析 (Repeated Measurements ANOVA)，第三部份主要比較本次學生揮棒表現與感應器內建 11-12 歲學生在揮棒表現的常模數據進行單一樣本 t 檢定檢測。

### 1. 描述性統計分析

表一為四次課程學生在揮棒練習表現的描述性統計資料。從平均值來看，學生揮棒速度與手腕速度有逐次增加的現象，在擊球區時間表現呈現縮短的情形，而擊球垂直角表現互有增減，但於攻擊角的發揮則呈現下降的趨勢。

表 1 揮棒練習表現描述性統計資料表 (n=20)

	揮棒速度 Mean (SD)	手腕速度 Mean (SD)	擊球區時間 Mean (SD)	擊球垂直角 Mean (SD)	攻擊角 Mean (SD)
Time 1*	59.5(13.93)	20.7(8.02)	0.269(0.036)	-0.2(9.51)	11.2(10.72)
Time 2	65.2(15.48)	23.7(8.05)	0.255(0.045)	1.7(9.39)	8.05(10.9)
Time 3	68.7(17.25)	25.2(8.12)	0.232(0.041)	-5.45(9.05)	5.45(11.13)
Time 4	74.1(17.19)	40.5(13.07)	0.225(0.044)	-5.8(10.38)	3.45(13.77)

\*Time: 資料收集時間順序

### 2. 重複測量統計分析

為了深入在 FABRIC 課程架構下每次揮棒練習時學生的表現，因此將每次揮棒相關數據平均數進行重複測量統計分析 (Repeated Measurements ANOVA)，並進行 LSD 事後比較，將結果依照揮棒相關數據繪製成表 2 ~ 表 6。

表 2 為學生在四次揮棒練習後，揮棒速度的平均值比較結果，結果顯示學生在重複測量分析結果中，每次課程的揮棒速度均達顯著差異，經過 LSD 事後比較，發現每次課程間揮棒速度表現均達顯著差異 ( $p < .000$ )，顯示 FABRIC 課程對於提升學生揮棒速度有顯著影響。

表 2 揮棒速度重複測量統計分析表 (n=20)

Source	df	SS	MS	F	LSD
Time	1	2252.974	2252.974	42.1***	T4a>T3>T2>T1
Error	19	1016.783	53.515		

\*\*\*p&lt;.000

a T4:Time 4, T3:Time 3, T2:Time 2, T1: Time 1

在探究學生手腕速度表現如表 3 所示，學生在四次的揮棒練習課程中，每次課程的手腕速度平均數表現達顯著差異，進一步進行 LSD 事後比較分析，結果顯示每次揮棒練習中，學生手腕速度增加的幅度均達顯著差異，顯示 FABRIC 課程對於提升學生手腕速度表現有正向的提昇。

表 3 手腕速度重複測量統計分析表 (n=20)

Source	df	SS	MS	F	LSD
Time	1	3717.233	3717.233	100.2***	T4a>T3>T2>T1
Error	19	704.975	37.104		

\*\*\*p&lt;.000

a T4:Time 4, T3:Time 3, T2:Time 2, T1: Time 1

在擊球區時間表現上透過表 4 結果呈現顯著差異，進一步 LSD 事後比較結果則顯示，第四次揮棒練習與第一次、第二次揮棒練習，在擊球區時間的縮短幅度達顯著差異，第三次揮棒練習與第二次揮棒練習時擊球區時間的縮短幅度，也達顯著差異，顯示課程對於協助學生在縮短擊球區時間的表現上有正向影響。

表 4 擊球區時間重複測量統計分析表 (n=20)

Source	df	SS	MS	F	LSD
Time	1	0.023	0.023	17.745***	T4>T1 T4>T2
Error	19	0.025	0.001		T3>T1

\*\*\*p&lt;.000

a T4:Time 4, T3:Time 3, T2:Time 2, T1: Time 1

針對擊球垂直角的表現從表 5 來看，每次改變的幅度都呈現顯著差異，在 LSD 事後比較的結果，則顯示第四次揮棒擊球垂直角平均值與第一次、第二次揮棒擊球垂直角平均值呈現顯著差異，在第三次揮棒擊球垂直角平均值與第一次揮棒擊球垂直角平均值也達顯著差異。不過揮棒擊球垂直角有其最佳揮棒角度 (+10 度 ~ -50 度之間)，由於擊球垂直角容易因人而異，若這四次揮棒擊球垂直角平均值來看都介於 +10 度 ~ -50 度之間，顯示學生揮棒擊球垂直角，都能夠符合所設定的理想值範圍之中，為了進一步瞭解本次研究樣本在揮棒擊球垂直角的表現與感應器內建所提供的常模資料進行比較，將在後面研究結果，針對國小六年級學生 (11-12 歲) 的常模理想值進行獨立樣本 t 檢定。

表 5 擊球垂直角重複測量統計分析表 (n=20)

Source	df	SS	MS	F	LSD
Time	1	573.6	573.6	14.845**	T4 <sup>a</sup> >T1 T4>T2
Error	19	734.148	38.639		T3>T1

\*\*\*p&lt;.000

a T4:Time 4, T3:Time 3, T2:Time 2, T1: Time 1

針對攻擊角的表現從表 6 來看每次改變的幅度呈現顯著差異，在 LSD 事後比較的結果則顯示第四次揮棒攻擊角平均值分別與第一次、第二次揮棒攻擊角平均值呈現顯著差異，在不同揮棒課程間的揮棒攻擊角平均值則沒有顯著差異。揮棒攻擊角有其最佳揮棒角度 (+5 度 ~+20 度之間)，由於攻擊角表現也容易因人而異，若這四次揮棒擊球垂直角平均值來看都介於 +5 度 ~+20 度之間，顯示學生揮棒攻擊角都能夠符合所設定的理想值範圍之中，為了進一步瞭解本次研究樣本在揮棒攻擊角的表現與感應器內建所提供的常模資料進行比較，將在後面研究結果針對國小六年級學生 (11-12 歲) 的常模理想值 (+10 度) 進行獨立樣本 t 檢定。

表 6 攻擊角重複測量統計分析表 (n=20)

Source	df	SS	MS	F	LSD
Time	1	668.223	668.223	7.388**	T1 <sup>a</sup> >T4 T2>T4
Error	19	1718.528	90.449		

\*p&lt;.05

a T4:Time 4, T3:Time 3, T2:Time 2, T1: Time 1

### 3. 單一樣本 t 檢定分析

本次資料收集所使用的感應器有內建常模資料，針對不同年齡練習者在揮棒表現上提供不同的參考數據，以本次樣本來看主要是國小六年級學生，年齡介於 11-12 歲之間，依照感應器所提供該年齡層的揮棒表現數據分別為：1. 揮棒速度為 80km/hr，手腕速度為 35m/hr，擊球區時間為 0.079 秒，擊球垂直角則設定為 -25 度，攻擊角則為 10 度。以下將針對每次各項數據與常模進行單一樣本 t 檢定，並將各項結果繪製成表 7- 表 11 進行說明。

表 7 為學生在四次課程揮棒速度平均值所進行的單一樣本 t 檢定的結果，結果顯示學生在第一次、第二次及第三次的揮棒速度與常模數據 (80km/hr) 呈現顯著差異，不過隨著練習時間兩者間的平均數差異逐漸縮小，到第四次揮棒速度平均數與常模已經沒有顯著差異，再對照表 2 重複測量統計結果來看，顯示課程對於提升學生揮棒速度的進步幅度有顯著影響。

表 7 揮棒速度單一標本 t 檢定 (n=20)

	檢定值	平均數差異 (Mean - 檢定值)	t-value
Time <sup>a</sup> 1	80 (km/hr)	-20.55	-6.595***
Time 2	80 (km/hr)	-14.84	-4.286***
Time 3	80 (km/hr)	-11.3	-2.928**
Time 4	80 (km/hr)	-5.9	-1.536

\*p&lt;.05 \*\*p&lt;.01 \*\*\*&lt;.000

<sup>a</sup> Time: 資料收集時間順序

在手腕速度單一標本 t 檢定結果如表 8 所示，分析結果顯示學生在第一次、第二次與第三次的手腕速度與常模數據 (35km/hr) 呈現顯著差異，隨著練習時間手腕速度平均數差異逐漸縮小，到了第四次揮棒練習時兩者間已經沒有顯著差異，其手腕速度平均值 40.5km/hr 還高過常模 35km/hr。再對照表 2 重複測量統計結果來看，顯示課程對於提升學生手腕速度進步幅度有顯著影響。

表 8 手腕速度單一標本 t 檢定 (n=20)

	檢定值	平均數差異 (Mean - 檢定值)	t-value
Time <sup>a</sup> 1	35 (km/hr)	-14.32	-7.983***
Time 2	35 (km/hr)	-11.27	-6.258***
Time 3	35 (km/hr)	-9.82	-5.404***
Time 4	35 (km/hr)	5.52	1.887

\*p&lt;.05 \*\*p&lt;.01 \*\*\*&lt;.000

<sup>a</sup> Time: 資料收集時間順序

再針對樣本在每次課程的擊球區時間表現與常模所進行的單一標本 t 檢定並將結果繪製成表 9，從表 9 來看本次研究的樣本在擊球區時間表現上仍然與常模 (0.19 sec) 存在顯著差異。再來針對擊球區時間平均數差異表現來看，學生擊球區時間與常模間的差異逐漸縮小，顯示學生可以隨著練習時間逐漸縮短擊球區時間。

表 9 擊球區時間單一標本 t 檢定 (n=20)

	檢定值	平均數差異 (Mean - 檢定值)	t-value
Time <sup>a</sup> 1	0.19 (sec)	0.079	9.596***
Time 2	0.19 (sec)	0.065	6.421***
Time 3	0.19 (sec)	0.042	4.501***
Time 4	0.19 (sec)	0.035	3.556**

\*p&lt;.05 \*\*p&lt;.01 \*\*\*&lt;.000

<sup>a</sup> Time: 資料收集時間順序

由於揮棒時的擊球垂直角表現會隨著打擊者的偏好而有所調整，一般理想角度為 +10 度到 -50 度之間，為了探討本次課程對於擊球垂直角的影響，在進行單



一樣本 t 檢定時所採用該年齡常模檢定值為 -25 度。經過統計分析結果如表 10 所示，結果顯示，不同課程時間學生的擊球垂直角平均數與常模存在顯著差異，顯示學生在擊球垂直角表現上不如常模預期結果。

表 10 擊球垂直角單一樣本 t 檢定 (n=20)

	檢定值	平均數差異 (Mean - 檢定值)	t-value
Time <sup>a</sup> 1	-25 (degree)	24.85	11.653***
Time 2	-25 (degree)	26.7	12.705***
Time 3	-25 (degree)	19.55	9.658***
Time 4	-25 (degree)	19.2	8.268***

\*p&lt;.05 \*\*p&lt;.01 \*\*\*&lt;.000

a Time: 資料收集時間順序

雖然攻擊角也會隨著打擊者的偏好有所調整 (+5 度到 +20 度之間)，為了比較本次課程對於攻擊角表現，在進行單一樣本 t 檢定時所採用該年齡常模檢定值為 +10 度。針對攻擊角所進行的單一樣本 t 檢定其結果如表 11 所示，結果顯示在第一次、第二次與第三次課程時間學生的攻擊角平均數與常模並無顯著差異，但是在第四次課程時攻擊角表現與常模呈現顯著差異。若從平均數差異來看，隨著練習時間在攻擊角的表現與常模差距逐漸增加，到第四次課程時與常模比較呈現顯著差異 (-6.55)。顯示課程對於學生在攻擊角表現上不如常模預期結果，而且存在的差異越來越顯著。

表 11 攻擊角單一樣本 t 檢定 (n=20)

	檢定值	平均數差異 (Mean - 檢定值)	t-value
Time <sup>a</sup> 1	10 (degree)	1.2	0.5
Time 2	10 (degree)	-1.95	-0.799
Time 3	10 (degree)	-4.55	-1.827
Time 4	10 (degree)	-6.55	-2.127*

\*p&lt;.05

a Time: 資料收集時間順序

## 伍、結論與建議

本次課程主要透過 FABRIC 應用模式，將行動科技融入樂樂棒球揮棒練習課程，進行分析與成效評估，在經過重複測量統計分析，結果顯示學生在透過 FABRIC 課程的訓練對於提昇揮棒速度、手腕速度在每次上課的表現與前次表現比較，均達顯著差異，顯示課程對於提昇揮棒練習成效有正向的提昇。在縮短擊球區時間表現雖然 T2 與 T3 比較沒有顯著差異，但是在 T4 與 T3 表現上也有正向提昇。在擊球垂直角表現上則沒有顯著差異，不過學生擊球垂直角大多落在常

模範圍中，而在攻擊角的部份，雖然 T1 與 T4 表現有顯著差異，不過整體的攻擊角仍然在常模範圍內。

針對本次課程進一步與常模進行單一樣本 t 檢定，在揮棒速度與手腕速度表現上雖然在 T1、T2、T3 表現與常模有顯著差異，但是平均數差異卻逐漸縮小，到 T4 則已經沒有顯著差異。在擊球區時間表現上雖然與常模相比，仍然存在顯著差異，不過時間已經逐漸縮短。在擊球垂直角表現上與常模的 -25 仍然存在顯著差異，顯示學生在擊球垂直角表現上仍然有進步空間。在攻擊角的表現，本次研究結果顯示學生在攻擊角的表現上，若從平均數差異來看，隨著練習時間在攻擊角的表現與常模差距逐漸增加，到第四次課程時與常模比較呈現顯著差異，顯示本次課程在攻擊角的表現上，對於學生的部份還需要再進一步地研究與分析。

本次研究如果就提高揮棒速度、手腕速度與縮短擊球區時間表現上顯示 FABRIC 課程對上述三個揮棒數據有顯著影響，但是在擊球垂直角與攻擊角表現則無顯著影響，不過擊球垂直角與攻擊角所牽涉到的技術層面較多，例如：學生的手眼協調、練習時間等等；先前的研究針對國小棒球隊進行相關揮棒研究便指出同一棒球隊中，初學者與正式選手在擊球垂直角與攻擊角的表現，存在顯著差異（黃昭銘、游育豪、鄭文玄與宋順亨，2015）。結果顯示，接受訓練時間的長短與經驗的累積，對於擊球垂直角與攻擊角的表現會有顯著影響。先前針對相關專家 / 生手在學習上的差異研究 (Chi, Feltovich, & Glaser, 1985; Hacking & Lawrence, 1988; Slack & Stewart, 1989) 便指出新手與專家存在的差異，包含由此兩者間，對知識瞭解的數量上有很大的差異，以及系統性檢視 (systemic testing) 能力。一般來說專家在處理問題的時候，即使已大致決定解題的步驟，但在進行解答過程中仍然會不斷地利用問題內的線索找尋相關訊息，藉此證實或是考驗原先的假說 (Hacking & Lawrence, 1988)，也就是專家在解決問題時，會不斷地評估解題策略並隨時調整策略。本次研究中的樣本，學生沒有長期接受訓練，以及相關課程與訓練來提升這兩個向度的表現（黃昭銘、黃郁翔、游育豪、鄭文玄與宋順亨，2016），若能夠延長練習時間，增加學生經驗與系統性檢視能力，可能對於擊球垂直角與攻擊角的表現會有所提昇，不過這都需要日後長期課程訓練與資料收集分析。

隨著資訊科技的進步，現階段相關與運動訓練有關的感應器如雨後春筍般，出現在消費性電子產品市場，從西元 2016 年巴西奧運競賽中，科技輔助體育訓練逐漸受到重視並廣泛應用在許多單項運動中，近年來國外許多職業運動聯盟從運動傷害防護與保護球員觀點出發，同意讓運動員在比賽中穿戴這些運動感應器，藉此提供防護員與醫療人員隨時掌握球員生理狀況，積極預防運動傷害，進而希望提升運動表現。行動學習除了透過行動科技協助學生學習、達成學習目標之外，更重要的是透過教師資訊融入教學過程中，提供學生體驗不同的學習模式



與經驗，累積學習歷程與提升解決問題能力，並學以致用探索與應用在所面臨的生活周遭議題。

## 參考文獻

- 王勝威（2010）。應用資訊科技輔助體育教學理念之探討。《學校體育》，119，110-114。
- 曹江南（2005）。發揮創意 - 提升體育教學效能。《學校體育》，86，50-54。
- 陳幸莘、涂瑞洪（2008）。影響棒球打擊表現因素之討論。《屏東教大體育》，12，340-347。
- 陳冠任（2006）。樂在樂樂棒球的打擊。《國教新知》，53，108-110。
- 曾慶裕、林添鴻（2002）。影響棒球打擊瞬間的因素分析。《大專體育》，59，41-44。
- 黃昭銘、游育豪、鄭文玄、宋順亨（2015）。行動科技輔助國小球隊訓練之研究：以棒球揮棒分析為例。《教育科技與學習》，3，125-140。
- 黃昭銘、黃郁翔、游育豪、鄭文玄、宋順亨（2016）。行動學習運用在國小棒球隊訓練 - 以揮棒訓練課程為例。於「2016 數位學習學術研討會：學習科技新趨勢」發表之論文，載於行動學習運用在國小棒球隊訓練 - 以揮棒訓練課程為例。新北市：淡江大學。
- 葉日好（1997）。《棒球學理－教你看棒球》。臺北市：祺齡。
- 潘亮安、劉雅甄（2013）。甲組優秀棒球選手打擊狀況優劣之個案追蹤分析。《華人運動生物力學期刊》，9，1-10。
- 羅凱暘（2009）。從「教學研究焦點」談提昇體育教學效能實務。《學校體育》，111，27-32。
- 鐘敏華（2009）。運用「圖像組織」增進體育課認知目標學習。《學校體育》，111，33-37。
- 龔榮堂（2006）。球棒重量與揮棒速度之研究 - 以 2005 年中華成棒培訓隊為例。《運動生物力學研究彙刊》，2，55-56。
- Adair, R. (2002). *The Physics of Baseball*. New York: Harper.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63, 873-878.
- Carr, M., Kurtz, B. E., Schneider, W., Turner, L. A., & Borkowski, J. G. (1989). Strategy acquisition and transfer among American and German children: Environmental influences on metacognitive development. *Developmental Psychology*, 25, 765-771.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (1985). Categorization & representation of physics problem by expert and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Cross, R. (2009). Mechanics of Swinging a Bat. *American Journal of Physics*, 77, 36-43.

- de Jager, B., Jansen, M., & Reezigt, G. (2005). The development of metacognition in primary school learning environments. *School Effectiveness and School Improvement*, 16, 179-196.
- DeRenne, C. (2007). *The Scientific Approach to Hitting: Research Explores the Most Difficult Skill in Sport*. San Diego, CA: University Readers.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Garhammer, J. (1983). Kinesiological Analysis of Hitting for Baseball. *National Strength & Conditioning Association Journal*, 5, 6-7, 70-71.
- Hacking, M. W., & Lawrence, J. A. (1988). Expert and novice solutions of genetic pedigree problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 531-546.
- Hadwin, A. F., Wozeny, L., & Pontin, O. (2005). Scaffolding the appropriation of self-regulatory activity: A socio-cultural analysis of change in teacher-student discourse about a graduate research portfolio. *Instructional Science*, 33, 413-450.
- Kuhn, D., & Dean, D. (2004). Metacognition: A bridge between cognitive psychology and educational practice. *Theory into Practice*, 43, 268-273.
- Larkin, S. (2006). Collaborative group work and individual development of metacognition in the early years. *Research in Science Education*, 36, 7-27.
- Moreno, J., & Saldana, D. (2005). Use of a computer-assisted program to improve metacognition in persons with severe intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 26, 341-357.
- Pines, A. L., & West, L. H. T. (1983). How "rational" is rationality? *Science Education*, 67, 37-39.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167-199.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Rozenchwajg, P. (2003). Metacognitive factors in scientific problem-solving strategies. *European Journal of Psychology of Education*, 18, 281-294.
- Schraw, G., Crippen, K. J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36, 111-139.
- Slack, S., & Stewart, J. (1989). Improving student problem solving in genetics. *Journal*

*of Biological Education*, 23, 308-312.

- Tsai, C.-C. (2004). Beyond cognitive and metacognitive tools: The use of the internet as an 'epistemological' tool for instruction. *British Journal of Educational Technology*, 35, 525-536.
- Veenman, M. V. J., & Verheij, J. (2003). Technical students' metacognitive skills: Relating general vs. specific metacognitive skills to study success. *Learning and Individual Differences*, 13, 259-272.
- White, R. T., & Gunstone, R. F. (1989). Metalearning and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 11, 577-586.



# Application of FABRIC mobile-learning model in Physical Education- A case study of Tee ball barrel swing instruction

Chao-Ming Huang (Corresponding author)

Jhong-Shan Elementary School, Yilan  
E-mail: Author:stanely503@gmail.com

Kuang-Yi Wang

Jhong-Shan Elementary School, Yilan

Chi-Wen Chang

Jhong-Shan Elementary School, Yilan

Shun-Heng Sung

Jhong-Shan Elementary School, Yilan

## Abstract

*During the past decade, the mobile technology and wireless technology made a great progress. By means of these advance technologies, they provide versatile multi-instructional models, curriculum designs to teachers. Take the advantage of these mobile devices, cloud computing, big data and internet of things that will enhance individuals' motivation, document learning portfolio, and foster the ability of critical thinking as well as reflection.*

*According to previous mentioned information technology, this study proposes a model of FABRIC (Framework of Authentic Big data Retrieved from Internet of things and Clouds). The FABRIC integrates these contemporary information technologies and instructional activities. The main purpose of FABRIC tries to use different technologies separately (Point) and make connection within different technology sharing the relevant data (Threads). Finally these threads will interact to weave a Fabric.*

*This study tries to apply FABRIC model to Tee ball barrel swing practice. The instruc-*

*tion provides authentic and real swing data after every barrel swing. Every barrel swing performance will show on mobile device. This visible data could enhance the performance of loop includes data analysis – evaluation- strategies making – execution. Every barrel swing data assists the individual to undergo the loop that will facilitate barrel swing performance.*

*This curriculum contains 5 periods of class. The sample comes from the same class of 6<sup>th</sup> grader (n=20). All students have to finish concept learning in the first class. Sequentially, all students complete 4 periods of class barrel swing practice. Every hitting data were collected and analyzed. Research reveals the FABRIC model can enhance the performance of barrel swing includes barrel speed, hand speed and time to impact significantly.*

***keywords: Mobile learning, Wearable device, Physical education, Tee ball***