



體育系學生以 POE 教學策略介入對運動生物力學概念改變之影響

翁梓林

國立臺北教育大學體育學系

投稿日期：2019 年 08 月；通過日期：2019 年 09 月

摘要

背景：運動生物力學乃以生物學和力學的理论與方法，達其提昇運動表現及降低運動傷害之目標。POE 教學策略與演示實驗教學廣為連結，且現今科學教育中特別注重「做中學」的概念。**目的：**探討以 POE 教學策略介入對體育系學生學習運動生物力學概念改變之影響。**方法：**以體育系學生選修運動生物力學必修課程 (n=52) 為研究對象。在第二週與第十七週施予「運動生物力學概念性改變」等量表作為前後測，而第三週至第十六期間進行六個教學活動案例，運用 POE (預測-觀察-解釋) 教學策略，藉由實作與小組討論活動，讓學生對於人體運動所產生科學現象進行預測，應用科學原理解釋人體運動之現象與質性資料蒐集。**結果：**一、高成就及低成就體育系學生在運動生物力學概念性知識，後測成績皆顯著優於前測分數。二、高成就體育學生在運動生物力學概念性知識顯著優於低成就體育系學生。三、體育系學生對於 POE 教學策略融入運動生物力學概念改變之教學有 7 成的支持。對於概念改變提升能力的部分，體育系學生認為 POE 教學策略應用於運動生物力學課程之學習中對於力學原理面向有提升的作用。惟，本研究採取 POE 教學設計，進行異質性分組策略，由於針對概念性改變之抽樣研究樣本數較少，故無法進行隨機化真實實驗設計；研究採用單組前後測實驗設計 (one-group pretest-posttest design) 進行研究實驗處理。亦有學生認為只有假設性的案例，比較不能理解真實情況的解決方式，POE 教學策略在實際應用上仍有其限制。

關鍵詞：牛頓運動定律、概念性改變、預測-觀察-解釋

壹、緒論

運動生物力學是運動科學園地中一門年輕且具有實用性應用科學，其基本理論、研究方法與實驗儀器等源自很多自然學科，特別是現代電腦技術、生物技術與穿戴式科技等都是運動生物力學發展的基礎，使得科學技術的發展，推動了運動生物力學的研究方法不斷創新，而促進了各項動作技術水準和運動成績的提高。因此在臺灣地區大專院校體育運動相關科系，大部份列為必修課程，亦成為運動科學中一門重要學科。如以課程概念結構大致上焦點於一、生物力學基本概念、原理及專門術語 (Fundamental biomechanical concepts, principles, and terminology)；二、外在生物力學及其影響人體動作 (External biomechanics: External forces and their effects on the body and its' movement)；三、內在生物力學及其影響人體動作 (Internal biomechanics: Internal forces and their effects on the body

and its' movement)；及四、生物力學上原理上之應用 (Applying biomechanical principles) 等四部份 (McGinnis, 2013)。

過去台灣高等教育非常重視系統化理論與知識之教學與研究，然過度學術化及理論化之結果，致使學生在學校所習得之知識常與社會現實產生落差，此脫節現象有時讓學生覺得乏味，更有時讓莘莘學子們無法產生學習興緻，學生之潛能難以充份開展，所以以生動活潑之教學方式，加強理論與實務間結合與橋接之各種管道，乃成為大學不斷追求卓越改進之重要課題。從以前到現在，眾多的科學教育研究注重於確認學生在不同學科領域中替代的概念 (Duit & Treagust, 2012)，包括科學教育方面基礎學科的研究。大量的知識揭露出多數學生有替代概念與基礎學科上之學習是困難的，這包含多種有關科教上之主題，眾多的文獻

研究指出，提供常見的替代性概念應用於科學教育方面，以解決學生端在此方面學習困難的狀況，這項研究也涵蓋多樣的學習對象從國小到大學階段，且多種文化背景指向於學生在科教主題中替代概念無所不在的性質，但在教學現場或有教學解決方案 (Chang, 1999; Lee et al., 1993; Hatzinikita & Koulaudis, 1997; Henriques, 2000; Gopal et al., 2004; Paik et al., 2004; Johnson, 2005; Varelas et al., 2006; Costu, 2002, 2006)。因此對師資培育機構單位而言，替代性概念應用在運動科學學習有其必要性。

還顧過去文獻，特別在科學教育的概念性改變議題上，許多研究者指出的科教概念在學校各年級學習的範圍中，形成出豐富且多樣學生替代性概念 (student's alternative conceptions, SAC) (Bar & Gaglioli 1994; Bar & Travis 1991; Chang, 1999; Costu, 2002, 2006; Costu & Ayas, 2005; Ewings & Mills, 1994; Gopal et al., 2004; Hatzinikita & Koulaudis, 1997; Henriques, 2000; Johnson, 1998, 2005; Kruger & Summers, 1989; Lee et al., 1993; Osborne & Cosgrove, 1983; Paik et al., 2004; Tytler, 2000; Varelas et al., 2006)。有關力學相關課程被認為是個複雜的主題，因此需要認知的區別避免學生在不同的狀態可能不會準備或不會建構此複雜的課程 (Varelas et al., 2006)。因此，這個主題通常在教育現場有關學科程度差異性，一直困擾教育學者。同時，大部分對生物力學應用於人體運動上現象的概念與學習之相關研究相當缺乏，尤其在教學現場如何提昇學生之學習效果方面 (Bar & Gaglioli, 1994; Bar & Travis 1991; Tytler, 2000; Varelas et al., 2006)；如同 Tytler (2000) 指出有些基本科學理論之推導，如何用適切之方法介入而驅使學生對科學符號在歷程瞭解，成為當今科學教育值得探究一門學問 (Costu, 2006; Chang, 1999; Gopal et al., 2004; Chang, 1999; Kruger & Summers, 1989)。亦言之，此概念性之改變對科學教育領域中為評估學生學習的一個重要指標，而運動生物力學課程對大學生在概念性之改變，成為教育者鑽研及努力方向。

傳統以教師為中心的教學當中，教師與教科書就是知識的權威，也是知識的主要來源，因此依賴教師單方面的傳輸，是學習的重心。這種偏向主價值文化智慧的教學模式，缺乏了重視學生提出質疑問題、追根究底及探索根源之能力。POE 教學注重辨證思考 (dialectical thinking)、對話思考 (dialogical thinking) 與多元思考邏輯 (multi-logical thinking)，有別於一般傳

統教學以教師講書教學方是為主，提供學生大量練習批判思考的機會，達到問題解決的有利學習環境。為確認學生對概念的理解情況，研究者採用 Champagne, Klopfer, and Anderson(1980)所發展設計的「預測-觀察-解釋」(Prediction-Observation-Explanation, 簡稱為 POE)教學策略。POE 除了被認為是符合建構主義的理念，可提昇學習者的概念學習 (White & Gunstone, 1992)，另有研究顯示 POE 也是一種能幫助教師了解學生概念的一種方法或策略，一種配合教師示範或學生實作的教學活動設計模式 (許良榮、劉政華, 2004; Liew & Treagust, 1995; Palmer, 1995)。因此 POE 除了當成探究學習者概念發展的研究工具，也常被研究者或科學教師運用在其科學教學活動設計與教學實務當中 (周建和, 2007; 邱彥文、黃世傑、王國華, 2001)。常見的 POE 實施程序 (許良榮、劉政華, 2004) 包含如下三個階段：(一) 預測 (Prediction) 提出一個可實際操作或觀察的問題情境，讓學生預測會有何現象或結果發生，一般也會要求學生寫下預測理由。(二) 觀察 (Observation) 讓學生實際進行觀察有何結果或現象發生，一般也會要求學生敘述或寫下觀察的結果。(三) 解釋 (Explanation) 如果觀察結果與學生原來的預測不一樣時，再請學生思考和提出新的解釋，如圖 1。

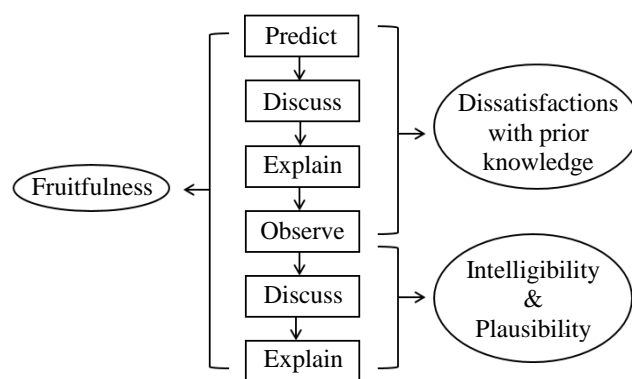


圖 1、POE 教學策略概念圖
源自：Coştu & Ayas, 2005

由以上相關文獻與理論指出，POE 教學策略有助於了解學的概念與思考歷程，是一種評估學生概念理解的工具，特別在科學方面的主題。透過使用 POE 教學策略的活動，一方面促使學生應用自己原有的概念與知識去進行預測及提出解釋，因此讓學生有機會建構、檢視甚至修正自己的想法；另一方面也使教學者有機會了解學生的認知結構和應用科學知識的能力，

必要時得以引導學生解決其概念的衝突，以提昇其概念的理解。此外，有研究顯示教師因使用 POE 而有進行教學的反省與改進，可以提昇教師的專業成長 (邱彥文、黃世傑、王國華，2001)。即使有學生在活動中所作預測是正確的，但透過活動提供師生對談與互動的機會，使得 POE 較一般講述式教學更易於激發學生進行思考和提昇學習的動機與專注力，營造出更活潑與正向的課室學習氣氛，所以通常學生也會喜歡透過 POE 這種活動進行學習。一直以來臺灣科學教育傳統師資培育機構的教學方式較偏重理論分析與講授式教學進行，導致學科知識無法轉換成學生能吸收理解的模式，因此對體育系學生如何提昇其概念理解，成為重要課題。因此本研究有兩個主要待答問題一為探討 POE 教學策略介入體育系學生對學習運動生物力學概

念改變。第二則探討 POE 教學法對體育系學生學習運動生物力學概念改變之反思。

貳、研究方法

一、研究架構

本研究實驗設計以選修運動生物力學課程學生 (n=52) 為研究對象。在第二週與第十七週施予「運動生物力學概念性改變評量診斷問卷，Sports Biomechanics Conceptual Test (SBCT)」等量表作為前後測，而第三週至第十六期間進行六個教學活動案例，以 POE 教學策略學習「運動生物力學教學單元」前、後的概念改變情形，找出學生在課程中其科學概念上的想法。其本計畫研究架構圖 2 如下：

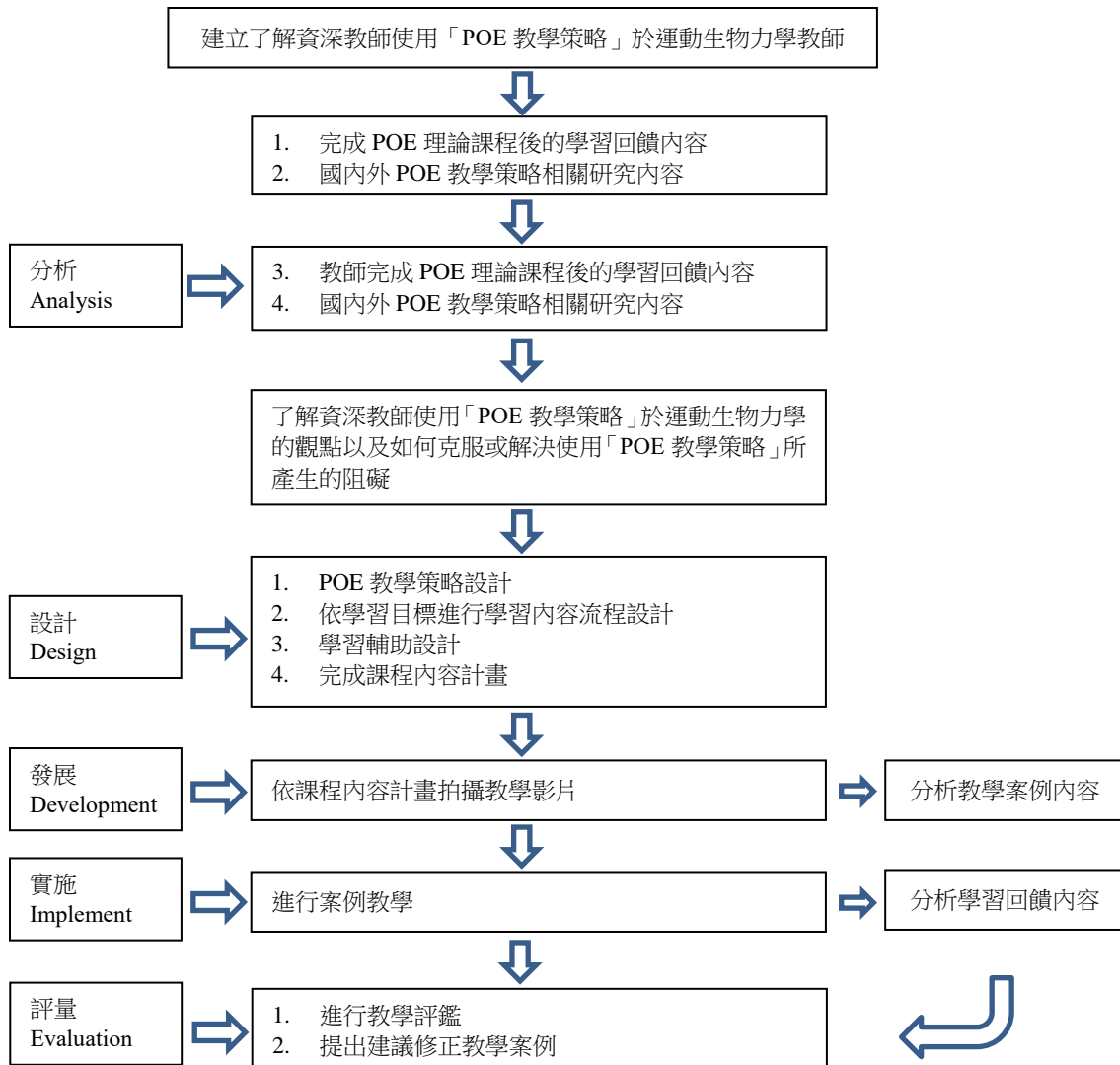


圖2、研究架構圖

二、研究對象

本研究旨在探討體育系學生以 POE 教學策略介入對運動生物力學概念改變之影響。以立意抽樣選擇臺灣北部地區某大專院校 52 名 (男性 32 名, 女性 20 名) 平均年齡為 19.48 歲之運動生物力學課大專學生為研究對象。本研究對象選取方式雖採取立意抽樣中的便利抽樣, 但是亦符合立意抽樣在針對資訊豐富之個案進行深度研究。此外, 教學實驗教師選擇擁有運動生物力專長背景及教育學術專長者, 在進行合 POE 教學策略教學培訓後擔任。

三、方法與步驟

(一) 研究設計

本研究受限於受試學生需包含不同性別與不同學科能力之學生進行 POE 教學策略異質性分組, 依上一學期學業成績以全班成績之中位數為基準分成高成就組與低成就組等兩組; 並以合作學習理論為基礎, 依學業成績低至高配對排序以 5 人為一組共分為 10 組, 再進行 POE 教學法。故受試者人數較少, 無法進行隨機化真實實驗設計, 僅採用單組前後測設計 (One-Group Pretest-Posttest Design) 來進行實驗處理。實驗設計如表 2 所示, 「O1」指的是高成就組與低成就組學生進行「運動生物力學教學單元」的前測, 「O2」則指的是高成就組與低成就組學生實施「運動生物力學教學單元」的後測; 「X」表實施「POE 教學策略」之實驗處理 (如表 1)。

表 1、實驗設計表

前測	實驗處理	後測
O1	X	O2

註：X 為 POE 教學策略實驗介入

POE 教學策略介入的過程當中需要透過相互討論、相互鼓勵、相互幫助、彼此依賴及對彼此的觀點提出意見與看法。分組中的每一位體育系學生皆需對自我與小組的課程教學單元以共同完成任務, 達到人體運動所產生現象及問題解決的共同目標。為達到此在本教學實驗實施前須將性別與學科能力的學生平均分配在各小組當中 (小組間同質, 小組中異質的分組策略), 並賦予不同的角色、給予任務 (含各角色任務及小組任務, 為角色扮演和具體合作目標的策略)。教學實驗過程中需鼓勵學生互助合作, 完成人體不同運動項目操作之任務, 並利用 POE 教學策略的技巧, 增進彼此的學習。最後將各組結果與全班分享, 引導學生討

論及思考, 以達有意義的學習。因此本研究「體育系學生以 POE 教學策略對運動生物力學概念改變之影響」為主題與教學創新方式, 幫助學生建立運動科學概念, 以作為教師改進教學, 促進學生學習效果的參考。

(二) 深度訪談題綱-「運動生物力學教師使用 POE 教學策略的觀點」

本研究使用深度訪談提綱主要針對體育系運動生物力學教師, 對於以 POE 教學策略進行教學觀點, 並採用半開放式結構問題, 探討與此教學模式相關文獻編製而成。內容分為三個部份, 第一個部份為個人資料, 第二個部份主要包含運動生物力學教師使用 POE 教學策略進行教學的觀點, 第三部份為使用 POE 教學策略進行教學時所遭遇的阻礙因素和如何克服等向度的相關問題。深度訪談提綱由二位從事 POE 教學策略進行教學與學教育的國立大學教授, 及一位常使用 POE 教學策略進行之教師, 對於訪談題綱內容的適切性進行檢核與修正, 建立專家效度。

(三) 教學實驗教材準備

設計有關運動生物力學課程中六個教學單元學習單, 包括一、理解位置與時間關係圖, 包括走、快走及慢跑動作; 二、理解拋射體科學概念, 包括立定跳遠及投籃動作中所隱含的物理現象; 三、理解跑步與花式溜冰中, 所隱含的角動量物理現象; 及四、理解不同球類碰撞過程, 所隱含的恢復係數之物理現象。本研究在確定教學實驗內容後, 續擬編各教學單元之工作學習單, 工作學習單運用 POE (預測-觀察-解釋) 教學策略, 工作學習單旨在提供小組嘗試發現問題、分析問題、辯證問題、討論問題與解決問題的學習歷程, 以共同研究與學習教師之授課內容。工作學習單之內容與任務需以每週的單元主題為架構, 搭配引導學生利用辨認假設、歸納、演繹、解釋與評鑑等五項批判思考能力進行批判思考問題解決來設計之。小組成員完成工作學習單的過程中, 教師一方面要鼓勵同儕指導, 一方面要提醒學生, 唯有每個人都完成單上的工作與問題時, 小組的活動才算完成。藉由實作與討論活動, 讓體育系學生對於人體運動所產生科學現象的預測, 以日常運動經驗去支持他們的理由, 或是應用科學原理解釋人體不同運動項目所產生之科學現象。

(四) 資料處理與統計分析

1. 資料處理

使用深度訪談提綱係針對體育系講授運動生物力學教師，對於以 POE 教學策略進行教學觀點可行性之評估；採用半開放式結構問題，探討與此教學模式相關文獻編製而成【體育系教師使用 POE 教學策略觀點之提綱】。設計六個教學活動案例，運用 POE (預測-觀察-解釋) 教學策略，藉由實作與小組討論活動，讓體育系學生對於人體運動所產生科學現象的預測，以日常運動經驗去支持他們的理由，或是應用科學原理解釋人體運動之現象。運動生物力學概念改變取決於 (1) 前後測分數上獲得；(2) 前後測在概念反應及解釋；(3) 前後測在替代性概念的改變等項。

統計分析

2. 統計分析

本研究探討以 POE 教學策略介入對體育系學生學習運動學與動力學教學單元之概念性改變，分析高成就與低成就學生對前、後測概念性改變之學習效果。成績以統計 SPSS for Windows 22.0 版，二因子混合設計變異性分析考驗是否達到顯著差異，若有交互作用則進一步進行單純主要效果。顯著水準訂為 ($\alpha = .05$)。

參、結果

一、高成就與低成就組之運動生物力學認知差異情形

本研究將 52 位體育學系學生，依上一學期學業成績以全班成績之中位數為基準分成高成就組與低成就組等兩組；並以合作學習理論為基礎，依學業成績低至高配對排序以 5 人為一組共分為 10 組，再進行 POE 教學法。為考量高、低成就組學生對運動生物力學理解程度是否存在差異，透過前測試卷進行同質性分析，由表 2 的獨立樣本 t 檢定分析，結果得知在運動學教學單元 F 值為 -1.193； $p = .260$ ；在動力學教學單元 F 值為 -1.238； $p = .170$ 皆未達的顯著水準，即高成就與低成就組學生在運動學與動力學教學單位成績於前測階段具有同質性。

表 2、高、低成就學生前測之同質性檢定摘要表(分數)

變項	低成就組	高成就組	t	P
運動學教學單元	32.69 ± 2.18	40.64 ± 0.75	-1.193	.260
動力學教學單元	23.75 ± 3.89	34.87 ± 3.9	-1.238	.170

本研究高成就與低成就組學生以 POE 教學策略介入對運動學教學單元之概念性改變，以二因子混合

設計 ANOVA 分析高成就與低成就學生以 POE 教學策略介入對前後測概念性改變之學習效果，其中前、後測成績為相依樣本變項，高成就與低成就學生為獨立樣本變項，結果如表 3。結果發現，高成就與低成就學生對概念性改變達顯著效果， $F(1,4) = 6.819, p = .035, \eta_p^2 = .711$ 。低成就前測 ($M = 47.8, SD = 16.67$) 顯著小於低成就後測 ($M = 51.26, SD = 11.82$)。而在高低成就學生與前、後測成績之間存在顯著交互作用 $F(1,4) = 60.48, p = .016, \eta_p^2 = .802$ 。進一步進行單純主效果檢定，前測成績在高、低成就組中有顯著單純主效果， $F(1,8) = 25.69, p = .01, \eta_p^2 = .763$ ；低成就組前測 ($M = 32.69, SD = 2.18$) 小於高成就前測 ($M = 40.64, SD = 0.75$)。後測成績，在高、低成就中無顯著單純主效果 $F(1,8) = 0.43, p = .529, \eta_p^2 = .051$ 。高成就組學生，在前測與後測成績有顯著單純主效果， $F(1,8) = 366.82, p = .000, \eta_p^2 = .989$ ；前測高成就 ($M = 40.64, SD = 0.75$) 小於後測高成就 ($M = 61.87, SD = 3.28$)。低成就組，在前測與後測成績有顯著單純主效果 $F(1,8) = 181.15, p = .000, \eta_p^2 = .978$ ；後測低成就組 ($M = 62.9, SD = 2.29$) 顯著大於前測低成就組 ($M = 32.69, SD = 2.18$)。

表 3、POE 教學策略介入對運動學概念性改變統計摘要表

	前測		後測	
	低成就	高成就	低成就	高成就
運動學教學單元 (分數)	32.69 ± 2.18	40.64 ± 0.75	62.9 ± 2.29	61.87 ± 3.25

三、POE 教學策略介入對動力學概念性改變

本研究結果發現，高成就與低成就學生對概念性改變未顯著效果， $F(1,4) = 4.429, p = .103, \eta_p^2 = .525$ 。但在高低成就組與前、後測成績之間存在顯著交互作用 $F(1,4) = 31.461, p = .005, \eta_p^2 = .887$ 。進一步進行單純主效果檢定，前測成績，在高、低成就中有顯著單純主效果， $F(1,8) = 18.41, p = .002, \eta_p^2 = .69$ ；低成就前測 ($M = 23.75, SD = 3.89$) 小於高成就前測 ($M = 34.87, SD = 3.9$)。後測成績，在高、低成就中沒有顯著單純主效果 $F(1,8) = 0.23, p = .645, \eta_p^2 = .028$ 。高成就學生，在前測與後測成績有顯著單純主效果， $F(1,8) = 390.63, p = .000, \eta_p^2 = .989$ ；前測高成就 ($M = 34.87, SD = 3.9$) 小於後測高成就 ($M = 53.29, SD = 3.91$)。低成就學生，在前測與後測成績有顯著單純主效果 $F(1,8) = 139.9, p = .000, \eta_p^2 = .972$ ；前測低成就 ($M = 23.75, SD = 3.89$) 顯著小於後測低成就 ($M = 54.53, SD = 2.91$)。如表 4。

表 4、POE 教學策略介入對動力學概念性改變統計摘要表

	前測		後測	
	低成就	高成就	低成就	高成就
動力學教學單元 (分數)	23.75 ± 3.89	34.87 ± 3.9	54.53 ± 2.19	53.29 ± 3.91

肆、討論

本研究實驗設計有關運動生物力學課程中依運動學及動力學概念共六個教學單元學習單，並探討體育系學生以 POE 教學策略介入對運動生物力學概念改變。第一部份探討 POE 教學策略介入對運動生物力學概念改變。第二部份則探討 POE 教學法對學習運動生物力學概念改變之反思。

一、POE 教學策略介入對運動生物力學概念改變

施以實驗課程介入運動學教學單元，包括一、理解位置與時間關係圖，包括走、快走及慢跑動作；二、理解拋射體科學概念，包括立定跳遠及投籃動作中所隱含的物理現象。運動學係指研究人體於空間之線性及角位移、速度和加速度等力學特徵，藉由此描述人體動作。本研究發現在 POE 教學策略介入後高成就與低成就組學生，無論在運動學或動力學教學單元課程都有顯著的進步，且低成就學生透過 POE 教學策略在運動生物力學概念改變成績上較高成就學生來的明顯(表 2)。White and Gunstone (1992) 指出老師在教學現場應用 POE 教學策略時，其目的藉由真實情境來探究學生認知結構及應用知識的能力。由於 POE 教學策略強調學生對於真實事件的預測及預測理由，與一般的測驗相比，比較少強調正確答案與評分問題，學生較能呈現他們真實性之想法，讓學生去敘述他們所支持的理由，而學生經常以日常生活之經驗去支持他們的理由，或是應用與科學原理不同觀點去解釋自然現象。另外，運動學與動力學等教學單元雖經 POE 教學後在概念改變有獲得改善，但仍有學生在此分類發生問題，這可能與 POE 教學不像傳統採用直接教學的方式，而是以相關分類之運動範例來進行教學，再加上時間上的限制而未能有效引發部分學生的認知衝突，若能延長 POE 的教學時間，亦或是再增加一些範例讓學生可以將新獲致的概念加以應用，使其有充分的時間進行概念改變，將可能獲致更好的效益，不過上述推論仍需後續研究進行驗證。

Liew and Treagust (1998) 指出觀察是 POE 的關鍵，其不但可在預測與解釋間形成連結，更可提供回饋與機會給學生，使之重建並改變其先有概念，而本

研究在觀察階段提供多重資源予學童，可能是減低學童從字面判斷動物分類的原因。Kruger and Summers (1989) 將 POE 教學策略融入電腦多媒體輔助教學中，設計出有關於力與運動概念共 16 種電腦學習方案，藉此增進學生有意義的科學學習。White and Gunstone (1992) 研究指出應用 POE 教學策略時要考量以下原則，一要提供一個學生可預測的活動，而且預測活動可以基於個人理解進行推理的情境或實驗，如果純粹只猜測是沒有價值的；二要提供真實情境與問題給學生，這樣才有助於 POE 教學效果，否則至少要提供學生一些支援線索及解說；三要讓學生的觀察活動是直接而且可行的，也就是所觀察的實驗結果是清晰可見的。Liew and Treagust (1998) 針對澳洲的學生進行了五個不同的 POE 教學，研究的主要目的是在探討 POE 教學策略對於診斷學生科學概念的了解之有效性，以及確認學生學習成就的層次，這五個 POE 都有不同的目的：有了解學生的先前想法、信念以及對於概念的回應；了解不同年齡層對同一個概念回應情形；診斷十年級學生認識論與本體論的了解；另外有研究亦指出，學生的學習過程經過 POE 教學後，有更高比例的學童重新獲得科學知識，該結果可從許多文獻獲得支持，POE 教學策略無論應用於中、小學，均能促進其達成概念改變 (王盈琪、王美芬, 2006; 林嘉琦, 2005; 紀宗秀, 2005; 蔡宇姍, 2008; Liew & Treagust, 1995)，而將資訊科技整合 POE 教學策略應用於科學概念的學習與概念改變上亦有相同的成效 (Kruger & Summers, 1989)。本研究的運動科學解釋發現高成就體育系學生比較能領略如何搭物理之鷹架，例如：請上網尋找支持你的主張證據，最好有科學原理的內涵(運動科學大調查)，然後能靈活列舉示例；而低成就組可能對於本身對於高中端自然課程理解較薄弱，大部份只能照本宣科，不敢多加著墨於科學上之解釋。根據 PISA (2015) 指出想要培育學生瞭解科學議題解釋科學現象與科學舉證等科學能力，以 POE 教學策略的理念設計活動，引導實驗觀察人體動作的技能，不失為一種有效教學方法。並透過觀察、比較與分類組織與歸納才能有效引導學生看到實驗觀察重點其背後的科學原理和應用性(盧秀琴、蔡幸如, 2019)。邱彥文、黃世傑與王國華 (2001) 認為 POE 是以學生而不是教師或科學家的觀點作為出發點，所以很適合教師根據 POE 的理念設計活動。本研究在高成就、低成就組於前、後測成績皆達顯著效果，且從學生概念學習成就測驗的作答情形及前後成績結果顯示，學生透過 POE

教學策略對於運動學及動力學的概念有所釐清，這結果與盧秀琴、蔡幸如(2019) 的研究相似。

有關動力學概念性改變部份，主要以理解垂直跳動作所隱含的地面反作用力之物理現象；理解跑步與花式溜冰中，所隱含的角動量物理現象及理解不同球類碰撞過程，所隱含的恢復係數之物理現象等。在動力學教學單元課程，本研究發現高低成就組都有顯著的進步，且低成就組學生透過 POE 教學策略在動力學概念改變上較高成就組學生來的明顯進步 (表 3)。此部份主要是利用牛頓運動定律及衝量-動量變化率為科學原理探討人體動作，其中以地面反作用力為主要核心。地面反作用力是一種外力 (external force)，在運動生物力學分析上是相當重要一項參數 (parameters)，因為它是探討人體運動如何改變運動狀態主要原因。根據牛頓第三運動定律，兩物體接觸同時施力作用於另一物體上，這兩個力量大小相等、方向相反，稱之為作用力與反作用力 (action and reaction)。由於人體在所有的跑、跳、投、擲運動過程中，地面反作用力一直扮演著非常重要的角色，例如：足夠的垂直方向地面反作用力，根據衝量---動量原理可以使人類在各項有關跳躍的動作中更有效益；水平面的前後及左右方向的力量代表著地面的摩擦力強度，顯現出運動中急停或改變方向的效果。

另外，以能力因子而言，本研究將 52 位體育系學生，依上一學期學業成績以全班成績之中位數為基準分成高成就組與低成就組等兩組；並以合作學習理論為基礎，依學業成績低至高配對排序以 5 人為一組共分為 10 組，再進行 POE 教學法。本研究發現在 POE 教學策略介入後低成就組學生，無論在運動學或動力學教學單元課程都有顯著的進步 (表 2 與表 3)。研究指出在合作學習的情境中，學生處於合作的目標結構下，高成就的學生被視為團體中可提供協助的角色，而低成就的學生也能獲得同儕的協助及鼓勵，較能獲得內在學習的動力 (蔡宇姍, 2008)。此外，邱美虹(2000) 研究結果顯示能力較弱的學生，藉由主動諮詢同學的過程亦可獲得更直接的回饋提升學習與學習動機。Duit 與 Treagust (2012) 認為低成就的學生是因為「不會學」與「不願學」所造成的，而合作學習強調透過小組內合作學習的方式精熟學習內容，將原有錯誤的方法經由討論的方式加以改變，有助於學習的重建與動機的強化，在學習層面也獲得許多支持，更讓小組成員同心協力達成目標，因此本研究發現 POE 教學策略介入後高成就與低成就組學生，在運動學或動力學

教學單元課程皆有顯著的進步，在分組學習過程，合作學習所產生的同儕的互動，進而增強學習者間在認知、技能和學習動機等方面的發展，更縮短高成就與低成就學生之間的表現差異等。盧秀琴與蔡幸如(2019) 認為合作學習最獨特的是它強調了同伴相處時的刺激與回饋，並從小組的活動中找到學習的樂趣與動機。因此，在傳統教學的模式中，缺少小組的相依性，無法提供與人互動的心理需求，就動機理論觀點而言，學習成功的滿足是能有效的提高學習動機，合作學習的目標結構營造了一種只有使團體成功，個人能達到自己的目標之情境。更重要的是，適時讚美與鼓勵學生，協助學生體驗滿足與成功的機會。

二、POE 教學法對學習運動生物力學概念反思

本研究根據體育系學生以 POE 教學法介入後的運動生物力學理論課程、完成教學案例影片後，對於 POE 教學策略的認知、POE 案例影片的學習效果及 POE 案例教學影片的建議等，進行分析與說明。

(一) POE 教學策略的認知

雖然全部的體育系學生都能描繪出「POE」教學策略的內涵和步驟，主要有預測-觀察-解釋，但僅有 25 位體育系學生 (50%) 能從案例影片中分析出教學過程，舉證說明如下：

「預測 (P): 由照片讓體育系學生描述, 觀察到了什麼。並預測原因— 走、快走、及慢跑等速度不同動作的原因 (步幅、步頻及速度關係)。然後各組組長同組員討論, 上台報告, 學生提出實驗的預測。觀察 (O): 重塑走、快走、及慢跑等動作並模擬速度改變, 讓學生實際觀察到的現象驗證假設。老師會在旁邊問問題, 而學生的想法就會一直改變。解釋 (E): 讓每一小組學生以學習單方式記錄討論結果, 並且針對步幅、步頻及速度關係, 說明走、快走、及慢跑等動作是否有異? 步幅及步頻差別做討論。」

僅有 10 體育系學生 (20%) 能對於 POE 教學法的內涵進行探討與說明，舉證體育系學生的說明：

「在做實驗之前先提運動情境讓學生對實驗的結果進行預測, 試著讓學生解釋預測的理由。之後再進行實驗讓孩子觀察實驗的現象, 待實驗結束後對觀察結果提出解釋。教師從旁進行協助釐清孩子的迷思。」

(二) POE 案例影片的學習效果

有 35 位學生 (70%) 肯定 POE 教學策略在案例影片，能達到 6 個單元希望的學習效果。舉證說明：

「學生可以深刻了解到投籃科學原理, 體會投籃

出手角度、出手速度及出手高度與投籃距離的關係，也能夠將不懂的地方經過自己思考或是由老師引導去了解，最後再經過實驗去證明，加深印象。而且在教學中可能會造成很多問題或是迷思概念發生，老師可以藉此導正。」

有 10 位學生 (20%) 針對影片中教學策略提出成效上的質疑，例如：「教學評量、學習成效」等。舉證說明：

「應該每個教學單元段落都幫學生統整一次概念，統整的過程中邊讓大家做紀錄，學習效果會更好些。高成就學生都對實驗有概念了，也沒有什麼和預測相異的結果；這個實驗太常見了，所以學習成效很有限。」

(三) POE 案例教學影片的建議

有 22 位學生 (42%) 認為，從案例影片中觀察到學生不夠專心，小組亦無分工現象。舉證學生的說明：

「各小組看不出有分工的合作，據我觀察影片，大部分的組別似乎幾乎都是由相同的一、二人在進行實驗，應該要避免這種情況發生。」

有 15 位學生 (32%) 發現指導實驗時的一些小細節，若經由改進可以讓實驗執行的更順利及完備。舉證說明如下：

「實驗步驟講解及原理講解後，可抽點學生再複述一次，確認學生是否了解。」

伍、結論

在「運動生物力學概念改變」方面，全部的體育系學生都認為看完案例教學影片後，更了解探究運動生物力學課程的意涵，尤其可幫助低成就體育系學生由問題的外圍漸進到核心。對於 POE 教學法，體育系學生皆認為在運動情境的反應較難預測，案例教學影片教導他們要融入運動事件引起學生動機，再進行預測-觀察-解釋階段，能讓學生自我建構屬於自己的知識。

如何將 POE 三個步驟融入教學中，教導學生確實做實驗，並從實驗結果提出有意義的解釋和建構科學概念。經過探究式教學法的教學活動後，體育系學生普遍認為自己的提問技巧有待加強，且在教學後皆能找出自己的缺失，尋求改進之道。

陸、參考文獻

- 王盈琪、王美芬 (2006)。利用 POE 教學模式探討國小三年級學童光迷思概念及其概念改變之成效。多元素養與科學教育，中華民國第 22 屆科學教育學術研討會，國立臺灣師範大學。
- 周建和 (2007)。街頭物理：動手做讓物理動起來，*物理雙月刊*，29(4)，845-855。
- 林嘉琦 (2005)。應用 POE 教學策略探討學習「溶解」單元概念改變之情形。未出版碩士論文，國立高雄師範大學，高雄市。
- 邱彥文、黃世傑、王國華 (2001)。國中理化課試行 POE 教學之個案研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 邱美虹 (2000)。概念改變研究的省思與啟示。*科學教育學刊*，8(1)，31-34。
- 紀宗秀 (2005)。從直觀法則分析學童的迷思概念及概念改變之研究。未出版碩士論文，國立花蓮師範學院國，花蓮縣。
- 許良榮、劉政華 (2004)。中小學生之溶解 概念的形與發展。*科學教育學刊*，12(3)，265-287。
- 蔡宇姍 (2008)。以 POE 教學模式探究國小高年級學童水溶液相關性質概念改變之研究。未出版碩士論文，臺北市立教育大學，臺北市。
- 盧秀琴、蔡幸如 (2019)。培育國小在職教師使用[POE & 科學解釋文字鷹架]設計實驗以因應十二年國教的改革。國立屏東大學學報-教育類，3,145-180。
- Bar, V., & Gaglioli, I. (1994). Stages of children's views about evaporation. *International Journal of Science Education*, 16, 157-174.
- Bar, V., & Travis, A. S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363-382.
- Champagne, A. B., Klopfer, L. E., & Anderson, J. H. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48(12), 1074-1079.
- Chang, J. Y. (1999). Teacher collage students' conceptions about evaporation, condensation, and boiling. *Science Education*, 83, 511-526.
- Costu, B. (2002). *A study related to lycee' students' levels of understanding of the 'evaporation, condensation and boiling' concepts*. Unpublished Master Thesis, Institute of Science, Karadeniz Technical University,

- Trabzon, Turkey.
- Costu, B. (2006). Determining students' conceptual change levels: Evaporation, condensation, and boiling. Doctoral Dissertation, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey.
- Costu, B., & Ayas, A. (2005). Evaporation in different liquids: Secondary students' conceptions. *Research in Science & Technological Education*, 23(1), 75–97.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2012). How can conceptual change contribute to theory and practice in science education?. In *Second International Handbook of Science Education* (pp. 107-118). Springer Netherlands.
- Ewings, M. S., & Mills, T. J. (1994). Water literacy in college freshman: Could a cognitive imagery strategy improve understanding? *Journal of Environmental Education*, 25(4), 36–40.
- Gopal, H., Kleinsmidt, J., & Case, J. (2004). An investigation of tertiary students' understanding of evaporation, condensation and vapor pressure. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1597–1620.
- Hatzinikita, V., & Koulaidis, V. (1997). Pupils' ideas on conservation during changes in the state of water. *Research in Science and Technological Education*, 15(1), 53–71.
- Henriques, L. (2000). *Children's misconceptions about weather: A review of the literature*. Paper presented at the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, New Orleans, LA.
- Johnson, P. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, part 2: Evaporation and condensation below boiling point. *International Journal of Science Education*, 20(6), 695–709.
- Johnson, P. (2005). The development of children's concepts of a substance: A longitudinal study of interaction between curriculum and learning. *Research in Science Education*, 35, 41–61.
- Kruger, C. J., & Summers, M. K. (1989). An investigation of some primary teachers' understanding of change in materials. *School Science Review*, 71(255), 17–27.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D., & Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249–270.
- Liew, C. W., & Treagust, D. F. (1995). A predict-observe-explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids. *Australian Science Teachers' Journal*, 41(1), 68-71.
- Liew, C. W., & Treagust, D. F. (1998). The Effectiveness of Predict-Observe-Explain Tasks in Diagnosing Students' Understanding of Science and in Identifying Their Levels of Achievement. (ERIC Documents Reproduction Service No. ED420715).
- McGinnis, P. M. (2013). *Biomechanics of Sport and Exercise* (3rd ed). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Osborne, R. J., & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67(4), 489-508.
- Paik, S. H., Kim, H. N., Cho, B. K., & Park, J.W. (2004). K-8th grade Korean students' "conceptions of changes of state" and "conditions for changes of state". *International Journal of Science Education*, 26(2), 207–224.
- Palmer, D. (1995). The POE in the primary school: An evaluation. *Research in Science Education*, 25(3), 323-332.
- Tytler, R. A. (2000). Comparison of year 1 and year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: Dimensions of conceptual progression. *International Journal of Science Education*, 22, 447–467.
- Varelas, M., Pappas, C. C., & Rife, A. (2006). Exploring the role of intertextuality in concept construction: Urban second graders make sense of evaporation, boiling and condensation. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 637–666.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). Prediction-observation-explanation. *Probing understanding* (4rd ed) Monash University, Australia.



Effects of POE Teaching Strategy on Conceptual Changes of Sports Biomechanics in College PE Students

Tzu-Lin Wong

Department of Physical Education, National Taipei University of Education, Taiwan

Accepted : 2019/09

ABSTRACT

Background: Sports biomechanics may lead to performance improvement and the reduction of injury. A plenty of science education research studies have focused on identifying student alternative conceptions for a variety of subject areas including the subject of this study-conceptual changes associated with sports biomechanics. **Purpose:** The purpose of this study was to examine the effects of Prediction-Observation-Explanation (POE) teaching strategy on conceptual changes of sports biomechanics in collegiate students. **Methods:** The participants in this study were 52 students who originated from department of physical education in Taipei. All were enrolled in the same introductory sports biomechanics curriculum at the same university, referred to here as National Taipei University of Education. To assess students' conceptual change subsequent to the intervention, the Sports Biomechanics Conceptual Test (SBCT), consisting of six items, was developed based on the alternative conceptions derived from the literature. Eighteen weeks of a POE teaching strategy program for teaching sports biomechanics curriculum was implemented. All participants completed the scale of on week 2 and week 17. A repeated measure t-test was conducted ($\alpha = 0.05$) to compare pre-test and post-test. **Results :** The results indicated that by POE teaching strategy program, all participants were significantly performed better scores on post-test of SBCT content knowledge than pre-test. Further, students with high level achievements showed greater improvement in six items of SBCT than those with low achievements groups. In addition, over seventy percent students' feel that by using the POE teaching strategy could improve understanding of the principle of mechanics and embrace diversity thoughts. However, some participants doubted that only POE teaching cannot understand the solution to the real situation.

Keywords: newton's law, conceptual changes, prediction-observation-explanation

Corresponding author: Tzu-Lin Wong

Address: No.134, Sec. 2, Heping E. Rd., Da-an District, Taipei City 106, Taiwan
E-mail: wong0724@gmail.com