

# 以非線性限制導向理論淺談理解式教學法

謝宗諭<sup>1</sup>、劉有德<sup>2</sup>

## 摘要

隨著資訊的進步與時代趨勢的需求，體育師資培育融入了許多學者的新思維，並不斷地朝向多元化發展。傳統體育教學所注重的教學流程係以技能為主軸，並透過一連串分解動作練習而完成單項動作的技能學習。理解式教學法提倡透過參與修正過後的競賽方式，來提供學習競賽策略的技巧。由於此教學法在於強調學習動作技能前的策略知識，因此除了學習如何 (how) 從事該項動作技能之外，在學習動作技能之前，需先了解為何 (why) 從事該運動的教學取向。本文介紹非線性教學法的基本概念與應用，非線性教學法提倡學習者的協調動作是自我組織 (self-organization) 的產物，而動作變異性的產生應該被視為是學習者學習過程的重要部分。為了促進功能性協調動作的產生，非線性教學法支持改變相關的工作、環境與個體的限制來讓學習者有更多足夠的時間和空間去發現與探索適合自己的動作解決方案。限制導向的非線性教學法理論基礎與理解式教學法的觀點相契合，希望能藉由此來發展其哲學觀，做為觀察與解釋學生學習型態隨著時間改變的重要理論觀點。

**關鍵詞：**理解式教學法、非線性教學法、三角限制

---

<sup>1</sup>謝宗諭，國立臺灣師範大學運動競技學系，yu691207@gmail.com

<sup>2</sup>劉有德，國立臺灣師範大學運動競技學系



## 壹、前言

傳統的體育課常常給人一種刻板印象，體育老師的教學模式都是藉由排定的運動項目（如籃球、排球、田徑等）的發展歷史介紹做為開始，再將術科項目的動作技能逐一分解成一系列的基本技術。透過體育老師的示範講解後，學生實際練習同一動作直到該基本動作達到熟練，再陸續往下一項較複雜的動作技能做練習，透過評量學生每一階段的動作表現做為是否學會該項動作技能指標。在學期末，為了要了解先前階段課程的學習結果，透過比賽的方式來觀察學生如何在比賽中運用先前所學的動作技能與反應能力（吳神佑，2001；郭世德，2000；曾文培，2005）。

隨著資訊的進步與對於時代趨勢的新需求，體育師資的培育融入了國內外學者許多新的思維並不斷地朝向多元化發展（蔡宗達、闕月清，2003；曾文培，2005）。傳統體育教學注重的教學流程是以技能為主軸，並透過一連串的分解動作練習來完成該單項動作技能的學習。透過傳統的模式來了解該學習技能項目的觀點被提出了質疑，像是所學習的分解動作是否可運用於實際比賽的情境中？學習者是否了解何種時機該用所學的動作技能？類似的問題無法從傳統的分解動作教學法中獲得解答，不同於以往傳統教學的「理解式教學法」(Teaching Game for Understanding，簡稱 TGfU) 尤然而生（郭世德，2000；Bunker & Thorpe, 1986）。

理解式教學法至今約有 30 多年的發展，曾有學者提出以社會心理學及認知學習等理論做為解釋其成效的理論架構（Griffin, Brooker, & Patton, 2005），但未見以運動技能學習之觀點對理解式教學法成效進行實證檢驗（Chow et al., 2006; Hopper, 2002）。我們接下來將從理解式教學法的起源與內容，及運動技能學習的範圍，探討非線性限制導向的觀點可做為檢驗理解式教學法成效理論基礎的

可能性。

## 貳、理解式教學法 (TGfU) 簡介

理解式教學法的概念於 1960 年起源於英國羅浮堡 (Loughborough) 大學。Bunker 與 Thorpe 兩位學者受到啟發並於 1982 年提出理解式教學法；其方法主要強調該運動的特性與戰術利用，並透過參與修正過後的競賽方式為主軸來提供學習者學習運動競賽策略技巧的經驗。他們經由傳統以技能為導向的體育課中觀察到雖然學生喜歡遊戲與比賽，但體育課內容大多以大量練習為主，導致學生上體育課的動機不高，技能不熟練，又不能將所學技能實際應用到比賽情境裡，造成無法學以致用的現象。這類型的體育教學也出現了鮮少刺激學生臨場變通與做決策的能力。在實際的比賽時，還是必須透過老師和教練來做決策。一個指令一個動作的教學方式導致反應快的學生技能進步有限，而反應慢的學生則被忽略進而造成個別差異的程度問題擴大。傳統式的教學法即使學生學會了技能也未必能完全了解其項目的規則與競賽方式。Bunker 與 Thorpe (1986) 歸納出幾項主要建構理解式教學法的概念：(一) 課程比賽 (遊戲) 化 (game form)：由教師提供各種有條件的比賽形式，並透過學生年齡層、場地空間大小、器材與設備和能力與人數來建立適合的遊戲或比賽，讓學生可以在競爭的環境裡了解與享受其所學的運動項目。(二) 了解比賽 (遊戲) (game appreciation)：在這個階段中，學生學習如何進行比賽與了解競賽(遊戲)規則，透過實際比賽的情境，有系統並循序漸進的建構基本體育知識與該項運動特點的認識與了解。(三) 戰術戰略認知 (tactical awareness)：在遊戲或競賽的過程中，教師透過設計可能會遭遇的問題，鼓勵或引導學生去思考與解決問題，藉由此促使學生對所學的戰術有所體會及知道何時、如何應用。(四) 執行決策 (decision making)：學生必須透過瞬息變化的實際比賽中，學會如何辨識各種環境產生的刺激與預測可

能發生的結果來決定如何做 (how to do) 與做甚麼 (what to do)。無論個別能力的差異，教師的角色應鼓勵學生各展所長並依照自己的能力做出適當的決策。

(五) 技術執行 (skill execution)：在理解式教學法中，技能的執行應該與真實的運動情境或規則限制息息相關，以達到學以致用的效果。教師也可以根據學生的個別差異及需要，提供不同階段動作技術的要領及運用的時機。(六) 整體表現 (performance)：在這階段，技術表現為教師觀察的學習結果，透過量化與前、後測的方式來評量學生的技能水準，變更不同運動情境對學生學習該項技能表現的有效程度。理解式教學法普遍的被應用在球類的教學法中，因此在國內也常被稱為理解式球類教學法 (例：黃志成，2004)。

由於理解式教學法在於強調進行遊戲的策略知識，因此認為了解為何執行該運動比如何執行相關運動技能更重要 (Chow et al., 2006; Hopper, 2002)。傳統的教學取向注重先學會該項動作協調技能之後再以進入比賽的情境來檢測該技能的學習成效，而理解式教學法則是以學生做為核心導向，在修改規則或使用工具後的實際比賽/遊戲中同時學習決策與技巧 (Davids, Button, & Bennett, 2008; Turner & Martinek, 1999)。此教學法強調對比賽的體驗以增進對規則和比賽本質的認識，同時也鼓勵在發展出策略下該如何做 (how to do) 與做甚麼 (what do to)。Bunker 與 Thorpe (1986) 強調比賽 (遊戲) 的簡化與修改，其目的為：(一) 希望由學生在比賽 (遊戲) 中產生問題來促進學習者思考並透過比賽的經驗來找出問題的解決方式，而並非如傳統上只根據教學者單一的指令產生動作，例如在只能藉由傳球的籃球比賽 (遊戲) 中 (不能透過運球移動)，甚麼方式的傳球可以穿越防守者不同的防守情境來傳給在籃下的隊友出手得分？當防守隊員比自己矮時，可以利用過頭傳球；當對手比自己高時，可以利用左、右跨步的地板傳球。(二) 適應學生能力的高低，不同能力的學生都有機會在比賽 (遊戲) 中貢獻其能力，並從其中體會到該項運動的樂趣，例如羽球能力較低

者可利用擊高遠球方式將來球擊回，而技能高的學生可以利用切球或是殺球將來球擊回，藉由此可以使學生反思來加強練習哪一項技術來提升該項技能水準。理解式教學法之精神在於使學生先了解該項運動所需要的技術與策略，其後教學者再介入技術與戰術的教學，透過這樣的方式提升學習的興趣與效率(曾文培，2005；廖玉光，2002)。

綜合以上，儘管理解式教學法看似相當合理，但文獻中少有以周全的理論基礎來說明與檢驗理解式教學法是如何有效的產生目標導向的運動行為 (Chow et al., 2006; Davids, Button, & Bennett, 2008)。Butler 等 (2003) 提到 Bunker 與 Thorpe 在 1986 年利用理解式教學法的思維架構來挑戰傳統教學法為主的研究學者們，同時也邀請教育學者們利用問卷、性向測驗與收集動作表現結果的實驗設計來檢驗理解式教學法的效用，但十多年後的今天，大部分的問題還是尚未解決。其最主要的原因可能在於理解式教學法欠缺一個合適的理論基礎架構來提供使用該教學法的預期成效，以做為研究學者們檢驗研究問題的方向。過去針對理解式教學法做的研究主要都針對在如何設計教學內容來讓學生產生更大的動機與獲得更多機會來透過比賽以進行學習，並未真正探討促進其技能或決策產生的真正原因為何，也許研究的方向應該導向該如何來建構其教學法根本的理論基礎架構 (Davids, Chow, & Shuttleworth, 2005)。理解式教學法背後的思維與非線性教學法的理論架構有一些共同點，我們將在第參部分介紹以限制導向為基礎的非線性教學法理論觀點。

## 參、限制導向的非線性教學法 (Nonlinear Pedagogy: constraints-led approach)理論基礎

### 一、動力系統理論與直接知覺

過去三十年，探討人體動作的運動行為學 (field of motor behavior) 利用數學領域的動力系統理論 (dynamical systems theory) 作為一個解釋人體運動行為的理論架構，並將人體運動系統視為一複雜系統 (complex system)，探討影響運動表現的決策、意圖等議題 (Carson & Kelso, 2004)。以動力系統觀點為研究基礎的行為學家常透過結合生態心理學 (ecological psychology) 的概念來了解動作協調的產生與控制是如何受到瞬息萬變的環境影響 (Gibson, 1979; Kugler, Kelso, & Turvey, 1982; Michaels & Carello, 1981)。這些研究學者除了視人體為一複雜的動力系統，並以目標導向 (task goal) 的動作做為觀察的基礎，藉以探討人體系統中各環節的動力狀態與外在環境訊息交互作用下是如何產生基本動作協調型態 (例：Bernstein 自由度的問題)。換句話說，動作協調型態是人體複雜系統中各子系統 (subsystems，例如神經細胞、器官等) 受到外在環境、系統本身存在的結構與所要達成的工作目標以自我組織 (self-organization) 顯現 (emerge) 出來的聚合現象 (collective phenomenon) (莊國良、黃姿榕、劉有德，2015)。自我組織的動力模式可普遍於許多物理現象和自然界的生物系統中觀察到。系統動力透過周遭不同的限制 (constraints) 造成功能性的協調型態並以特定的形式顯現出來，而此功能性的協調型態會受到系統的起始狀態與周遭限制的影響而改變 (Newell, Liu, & Mayer-Kress, 2001)。

### 二、限制的概念

在運動控制的觀點之下，Kugler 等學者 (1982) 和 Newell (1986) 提出限制

導引 (channeling) 功能性動作協調型態 (functional coordination pattern) 與認知 (cognition) 的產生，並強調表現者以改變協調型態來適應加諸在身上的不同限制。以非線性動力為基礎的限制導向觀點 (constraints-led approach) 或許能提供一個適當的理論架構來解釋獲得技能動作協調型態與選擇適當決策的發展是如何透過理解式教學法習得的 (Araujo, Davids, Bennett, Button, & Chapman, 2004; Chow et al., 2006)。限制導向的觀點對於解釋理解式教學法的結果佔有相當大的角色，其概念可以定義為“限制就像是一個邊界或範圍來規範學習者，並且學習者也必須透過主動探索過程來形成穩定的協調型態，習得的動作技能與決策的選擇都是經由運動中的表現者 (performer)、與其環境 (environment) 與所要執行的工作目標 (task) 交互作用下而形成的” (Araujo et al., 2004; Chow et al., 2006; Chow & Atencio, 2014; Davids, Button, & Bennett, 1999)。動作的協調型態、技能與決策是如何受到限制所影響?非線性限制導向教學法的觀點背後的基石在第肆部分以限制的性質、來源與功能與作用內容有詳細的介紹。

## **肆、動作協調 (movement coordination) 與三角限制 (triangular constraints)**

### **一、限制性質**

複雜系統 (例：人體系統) 的次序狀態是受到限制的影響下產生而成 (莊國良、黃姿榕、劉有德 2015)。系統裡或周遭的限制一方面規範，另一方面也提供該系統可以採用的行為軌跡 (Kelso, 1995)。以白蟻築巢的例子來看，數百萬隻的白蟻透過自身分泌的費洛蒙來引導牠們築巢的活動以避免隨機混亂的情形 (Kugler & Turvey, 1987)。限制可粗略分為兩大類：物理性的限制 (physical



constraints) 與訊息性 (information constraints) 的限制 (Davids et al., 2008)，其中物理性的限制可再細分為結構性 (structural) 與功能性 (functional)，舉例來說，人的手掌大小是一種結構性的限制，會影響我們產生抓握或提取物體的狀況；而不同知覺能力則可算是一種功能性的限制 (如：聽覺、視覺等) 來支持動作表現的過程。訊息限制是指透過系統所傳導並接收到的各種能量，像是照射到物體反射的光線或者是物體撞擊地面所傳出的聲波等對系統動力的影響。

## 二、限制來源

Newell (1986) 將限制細分成三種來源，並提供完整的概念來了解穩定的動作協調型態是如何受到限制而形成的。此三種限制的來源為有機體 (organism)、環境 (environment) 和工作 (task)。有機體的限制主要為學習者本身的特質 (身體、心理和認知)，其中包括身高、體重、身體組成、肌肉-脂肪比、腦中神經叢和突觸的連結等。舉例來說，Carlson 與 Kelso (2004) 比較肌肉神經骨骼系統中屈肌 (flexor) 與伸肌 (extensor) 在於整體動作協調所扮演的角色，其結果發現屈肌的結構特徵和與大腦皮層突觸連結上都比伸肌可提供的功能來的穩定。了解基本的肌肉骨骼系統可以幫助教學者設計教學的內容與訓練的課表來幫助學習者有效的朝著制定的工作目標前進。從競技運動角度來看，有機體的限制還可包括選手習慣的動作、常做的決策和過去的經驗，這些特徵都可以被視為有機體限制的來源，可作為教學者或教練引導或幫助運動員解決場上特殊的問題或適應比賽節奏等的工具。

環境限制主要為學習者周圍恆定的環境特質，像是光線、溫度、緯度和重力。重力就是一種最主要影響人體動作的環境限制，除此之外，環境限制也可以是屬於社會性的，像是父母與同儕團體的支持、社會的價值觀與不同地區或國家的文化規範皆會影響協調型態的產生與認知決策的選擇 (Haywood &

Getchell, 2005)。工作限制主要為學習者使用的器具、比賽或遊戲規則的改變、場地的限制與標記、工作目標、參與遊戲/比賽人數的限制和教學者提供的訊息等。工作限制對於理解式教學法而言來說特別重要，教學者需要掌握可操弄的工作限制設計在不同運動技能的遊戲/比賽中，引導學習者產生相關的功能性動作協調型態與做出決策行為 (Araujo et al., 2004)。再者，利用修改遊戲或比賽規則，如以籃球比賽為例，可以讓學習者以 2 對 2 或是 3 對 1 的方式來鼓勵學習者學習製造球權的獲得或提升運球的技術。最後，在工作限制裡最重要的是訊息來源的可用性 (available information)，環境中充滿著豐富大量的訊息 (information) (Gibson, 1979)，生物體 (例如：人類) 可憑藉著知覺系統(例如:視覺、聽覺與本體感覺等)來獲得訊息，並計畫、組織來產生可達到工作目標相對應的決策與行為 (Araujo et al., 2004)。

### 三、限制的功能與作用

認識這三種限制的來源後，要了解此三種限制並非各自影響學習者。在訂立工作目標後，有機體、環境與工作限制的互動，促成人體系統與環境狀態之間在所觀察的時間內動作協調型態穩定程度，而動作型態需要透過練習和經驗來達到最佳化的狀態 (Newell, 1985)。Newell (1986) 所提出的限制模式提供了非常好的指導方針來指引想要應用限制導向的非線性教學者，以宏觀的角度來解釋不同限制的交互影響對於個人或是團隊運動的重要性。舉例來說，個人的動作型態與團隊的整體協調型態息息相關，可以將團隊視為是一個複雜系統，每單一球員為其中之一的子系統，子系統 (每一位球員) 本身的有機體限制、環境限制和根據不同位置所負責的目標工作之外，還必須與其他子系統 (球員) 交互作用建構一個整體的協調型態 (例如：更大一層的協調型態系統) 來滿足遊戲/比賽的工作目標 (Seeley, 2001)。影響行為改變的限制並非是永久不變的，影

響動作協調型態的限制是暫時的，根據上述團隊運動的例子，不同限制造成球員與球員之間或團隊與周遭環境之間的交互作用強度會隨著時間被增強或減弱 (Guerin & Kunkle, 2004)。

視人體為複雜系統，非線性教學法利用限制導向的理論架構，提倡學習者的協調動作是自我組織的產物，而動作變異性 (movement variability) 的產生應該被視為是學習者學習過程的必經階段 (David, Bennett & Newell, 2006)。為了促進功能性協調動作的產生，非線性教學法支持透過改變相關的工作、環境與個體的限制來操弄個體-環境間的互動 (Newell, 1986) 來提升知覺-運動 (perceptual-motor) 的學習。其教學法的中心論點在於尋找、發現與探索知覺-運動間的聯結，並強調獨立學習的重要性。

體育教師在學習者發展的過程中扮演著相當重要的角色。在限制導向的架構下，非線性教學法所強調的觀念不同於其他理論。傳統的技能學習理論利用優秀表現者的技能動作做為示範，強調學習者一致的反覆練習一個理想化的協調動作，並利用高頻率的評估與回饋且注重於抽離於實際比賽情境的基本技巧。透過這樣的練習情境可能導致無法應用的技能保留 (retention) 與遷移 (transfer) (Schmidt & Lee, 2005)。相反的，在限制導向的非線性指導下，體育教師採取事前設定限制但不積極干涉的角色，以讓學習者有更多足夠的時間和空間去發現與探索適合自己的動作解決方案。非線性指導強調的是運動指導者透過觀察、引導與誘發學習者的進步來達到有效的指導與發掘學習者探索能力之間的平衡，此方式是獲得最佳技能保留與遷移的基礎。限制導向的非線性教學法，似乎可以提供理解式教學法所缺乏的完整理論基礎，並可以藉以檢驗理論的預期以及檢視教學法的成效 (Chow, et al., 2006)。

## 伍、非線性限制導向觀點在理解式教學法的意涵

研究學者對於實施理解式教學法之前是否需要先教導學習者該項技能的基本動作或基本的知識一直存有疑慮。最主要的問題在於學習者是不是需要基本動作協調型態來幫助他們在遊戲/比賽遇到問題的過程獲得如何做決策的能力。以理解式教學法的觀點，教學者在一開始並不會提供太多的訊息來教導學習者如何執行或怎麼執行該項技能。Newell (1985) 根據 Bernstein (1967) 對人體肢段關節自由度的觀點，建立了人體運動行為協調、控制與技能三個層次的架構。Chow 等 (2006) 以人體運動行為協調、控制與技能為藍圖，衍伸出非線性教學法理論 (Nonlinear Pedagogy)，這個理論將人體系統在學習的過程視為一個非線性的動力現象，由此我們可以來試圖解決理解式教學法所遭遇到的困境，例如教學者何時應該教導該項運動技巧；教學者何時應該教導何時/如何做決策等。非線性教學法建議運動學習的首要階段應該要讓學習者建立該項動作的基本協調型態。從這個角度來看，理解式教學方法首先要將焦點放在如何透過遊戲/比賽來建立基本動作協調型態與動作技能。

因此，當學習者有基本的技能之後，在與環境互動的遊戲/比賽情境裡，他們才能控制自己的動作來執行不同的戰術或策略。從限制導向的觀點來看，教學者可以透過學習者做決策的能力與非線性教學法相結合來評估學習者該項運動技能的程度（基本的動作協調結構與動作型態控制），同時也可以利用非線性教學法的學習模式來幫助辨識或是提供回饋（例如：結果回饋或表現回饋）來加強或修改學習者的動作技術與協調型態。

限制導向的非線性教學觀點以人體運動行為的協調、控制與技能架構為藍圖，主張學習者在不同限制組成的環境下主動尋找、發現與探索符合工作目標的動力，與理解式教學法的中心理念不謀而合。這種主動的探索能力在於學習

動作的協調與控制相當的重要 (Davids et al., 2006; Newell & McDonald, 1991)。探索學習可以幫助學習者有效建立基本協調型態來達成所設定的工作目標，如踢球的基本協調型態。舉團隊運動的例子來說，教學者可以設計簡單的遊戲（工作限制）來使學習者成功完成該基本踢球的型態。在控制階段時，學習者可透過難度提高的遊戲/比賽，主動的探索學習並修正或適應自己本身的動作，來提高踢球技能程度來完成教學者所設定的目標 (Anderson & Sidaway, 1994)。接下來，學習者在工作與環境限制的要求下必須學會與其他學習者互動來找到解決問題（工作目標）的具體方案。最後，當學習者進入到學習的技能階段，問題解決方案可以根據學習者-環境交互作用下 (performer-environmental interaction) 的各種變化以及工作目標的需求而作有效的調整 (Button, 2002; Newell, 1996; Michael & Carello, 1981)。以理解式教學法的角度，已具備充分技能程度的學習者能夠改變他們的動作與決策來符合教學者設定的環境與工作限制要求來達到動作表現的最佳化。教學者可利用工作與環境限制來符合個別學習者（有機體限制）不同程度的需求，並以學生為中心導向來有效的設計與調整課程內容。

## 陸、未來發展與建議

體育教學裡，理解式教學法的策略與方法吸引了許多理論與教育學者的關注，因為此教學法利用以遊戲或比賽為主，循序漸進引導學生從策略的發展到專項協調型態與技術的形成。儘管如此，它卻缺少了合適的理論基礎架構來解釋其運動學習的過程與其使用方法的有效性。我們在本文中以文獻探討的方式檢視了理解式教學法的概念，並嘗試以限制導向的非線性教學法來解釋理解式教學法的有效性。非線性教學法的基礎牽涉到操弄學習者本身或周邊的工作限制來幫助形成功能性目標導向的動作協調型態與有效的決策行為。另外，非線性教學法可以提供教學者在設計教學內容時的參考原則，像是如何評估表現、

如何安排練習和如何給予指導與回饋。藉由探討運動學習的理論性，幫助教學者塑造學習者產生目標導向的運動行為 (Newell, 1986)。理論架構的發展在任何學術研究的議題與應用是必要的，不同於傳統教學的理解式教學法強調以學生為中心，往往藉由改變運動器材、比賽區域和規則來讓學生學習其中的戰術與技能並了解其中的涵義。限制導向的非線性教學法的理論基礎與理解式教學法的觀點相契合，希望能藉由此來發展其哲學觀，做為觀察與解釋學生學習型態隨著時間改變的重要理論觀點。

## 參考文獻

- 吳神佑 (2001)。不同教學模式對國小體育科排球教學效能之影響。《屏師體育》，5期，104-118 頁
- 郭世德 (2000)。理解式教學在國小五年級學生足球學習效果的研究。《國立體育學院研究所碩士論文》。
- 黃志成 (2004)。理解式球類教學的評量方式。《學校體育》，80 期，103-112。
- 莊國良、黃姿榕、劉有德 (2015)。複雜系統與二語學習。《華語文教學研究》，12.4，77-109。
- 曾文培 (2005)。球類運動教學新趨勢「理解式教學法」之理念與發展。《彰師體育學報》，五期，52-65 頁。
- 廖玉光 (2002)。《球類教學: 領會式教學法》。香港，香港教育學院體育與運動科學系
- 蔡宗達，闕月清 (2003)。逆向思維的新體育教學：理解式教學法 (TGFU)。《體育學術研討會專刊》，252-261 頁。
- Anderson, D. L., & Sidaway, B. (1994). Coordination changes associated with practice of a soccer kick. *Research quarterly for exercise and sport*, 65, 93-99.
- Araújo, D., Davids, K., Bennett, S., Button, C., & Chapman, G. (2004). Emergence of sport skills under constraint. In A. M. Williams & N. J. Hodges (Eds.), *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory and Practice* (pp. 409-433), London:

Routledge, Taylor & Francis.

- Bernstein, N. A. (1967). *The control and regulation of movements*. London: Pergamon Press.
- Bunker, D., & Thorpe, R. (1982). A model for the teaching of games in the secondary schools. *The Bulletin of Physical Education*, 5-8.
- Bunker, D., & Thorpe, R. (1986). Is there a need to reflect on our game teaching? In R. Thorpe, D. Bunker, & L. Almond (Eds.), *Rethinking game teaching* (pp. 22-33). Loughborough, England: Loughborough University of Technology.
- Butler, J., Griffin, L., Lombardo, B., Nastasi, R., & Robson, C. (2003). Reflections and projections. In J. Butler, L. Griffin, B. Lombardo & R. Nastasi (Eds.), *Teaching games for understanding in physical education and sport* (pp. 213-221). Redmond, VA: NASPE Publications.
- Button, C. (2002). 10 Auditory information and the co-ordination of one-handed catching. *Interceptive Actions in Sport: Information and Movement*, 184-194.
- Chow, J. Y., Davids, K., Button, C., Shuttleworth, R., Renshaw, I., & Araujo, D. (2006). Nonlinear pedagogy: A constraints-led framework to understanding emergence of game play and skills. *Nonlinear Dynamics, Psychology and Life Science*, 10, 71-103.
- Chow, J. Y., & Atencio, M. (2014). Complex and nonlinear pedagogy and the implications for physical education. *Sport, Education and Society*, 19(8), 1034-1054.
- Chow, J. Y., Davids, K., Button, C., & Renshaw, I. (2016). *Nonlinear Pedagogy in Skill Acquisition – An Introduction*. New York, NY: Taylor & Francis.
- Carson, R. G., & Kelso, J. A. S. (2004). Governing coordination: behavioral principles and neural correlates. *Experimental Brain Research*, 154, 267-274.
- Davids, K., Button, C., & Bennett, S. (1999). Modeling human motor systems in nonlinear dynamics: Intentionality and discrete movement behaviors. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Science*, 3, 3-30.
- Davids, K., Bennett, S., & Newell, K. M. (Eds.), (2006). *Movement system variability*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Davids, K. Button, C., & Bennett, S. (2008). *Dynamics of skill acquisition: A constraints-led approach*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Davids, K., Chow, J. Y., & Shuttleworth, R. (2005). A constraints-led framework for nonlinear pedagogy in physical education. *Journal of Physical Education, New Zealand*, 38, 17-29.
- Gibson, J. J. (1979). *An ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton-Mifflin.
- Griffin, L. L., Brooker, R., & Patton, K. (2005). Working towards legitimacy: two decades of Teaching Games for Understanding. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 10, 213-223.
- Guerin, S., & Kunkle, D. (2004). Emergence of constraint in self-organizing systems. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 8(2), 131-146.
- Haywood, K. M., & Getchell, N. (2005). *Life Span Motor Development USA*: Human Kinetics.
- Hopper, T. (2002). Teaching Games for Understanding: The important of student emphasis over content emphasis. *Journal of Physical Education, Recreation, and Dance*, 73, 44-48.
- Kelso, J. A. S. (1995). *Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior*. Cambridge, MA: MIT.
- Kugler, P., Kelso, J. S., & Turvey, M. (1982). On the control and coordination of naturally developing systems. In J. S. Kelso & J. Clark (Eds.), *The development of movement control and coordination* (pp. 5-78). New York: Wiley.
- Kugler, P. N., and Turvey, M. T. (1987). *Information, natural law, and the self-assembly of rhythmic movement*. Routledge.
- Michaels, C. F., & Carello, C. (1981). *Direct perception*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Newell, K. M. (1985). Coordination, control and skill. In D. Goodman, I. Franks & R. B. Wilberg (Eds.), *Differing perspectives in motor learning, memory, and control*. (pp. 295-317). Amsterdam: North-Holland.



- Newell, K. M. (1986). Constraints on the development of coordination. In M. G. Wade & H. T. A. Whiting (Eds.), *Motor development in children: Aspects of coordination and control* (pp. 341-360). Dordrecht, Netherlands: Martinus Nijhoff.
- Newell, K. M., & McDonald, P. V. (1991). Practice: a search for task solutions. In R. Christina, & H. M. Eckert (Eds.), *American Academy of Physical Education Papers, Enhancing Human Performance in Sport: New Concepts and Developments*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Newell, K. M. (1996). Change in movement and skill: Learning, retention and transfer. In M. L. Latash & M. T. Turvey (Eds.), *Dexterity and its development* (pp. 393-430). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Newell, K. M., Liu, Y. T., & Mayer-Kress, G. (2001). Time scale in motor learning and development. *Psychological Review*, *108*, 57-82.
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2005). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Seeley, T. D. (2001). Decision making in superorganisms: How collective wisdom arises from the poorly informed masses.
- Turner, A. P., & Martinek, T. J. (1999). An investigation into Teaching Games for Understanding effects on skill, knowledge, and game play. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *70*, 266-296.
- .

# **Nonlinear pedagogy and teaching games for understanding: A constrained-led framework**

Tsung-Yu Hsieh<sup>1</sup>, Yeou-Teh Liu<sup>2</sup>

Department of Athletic Performance, National Taiwan Normal University

## **Abstract**

With the ever-changing nature of information, educators are challenged to provide new knowledge and sharing resources from a complex and nonlinear perspective in Physical Education (PE). Traditionally, PE teachers attempt to teach motor skills by using verbal explanation, demonstration, and practice drills. In contrast, the supporters of Teaching Game for Understanding (TGfU) promote a PE model that allows learners to learn when, why and how to use skills and tactical concept in game environment. However, TGfU lacks appropriate theoretical concept from a motor learning perspective to account for its potential effectiveness. In this paper, we provide a framework of nonlinear pedagogy, which views the learners as the complex adaptive systems, for understanding how teaching and learning processes in TGfU work. From nonlinear pedagogy's perspective, learners' behaviors were emerged as consequences of self-organization process from interacting with constraints in learning environment. In addition, movement variability is necessary when learners explore different movement strategy to execute effective skill in modified games. As a suitable explanation for TGfU, manipulation of key constraints lead to the emergence of functional movement solutions. A practical application of nonlinear pedagogy is shared its relevance with TGfU pedagogical approach.

**Key words: teaching game for understanding, nonlinear pedagogy, constraints**