

體育教學的新視野

> 以大腦為基礎的學習

陳昭宇 國立嘉義大學體育與健康休閒學系助理教授

前言

長期以來，教育理論一直受到心理學、社會學、哲學的影響，不同的理論受到不同族群的擁護與支持，對於教育問題大都有不同的解讀與詮釋方式，即便是教育界常援引的認知發展論，也常建立在假設模擬的認知結構與經驗法則（王建雅、陳學志，2009；吳楸椒、張宇樑，2008），缺乏有效的證據來解釋學習的發生，忽視大腦發展與環境互動的重要性。誠如Hart（1983）所言：「教育較少探討大腦中的突觸或神經傳導物質的化學成分，而且也不視大腦為學習的器官，如今我們已逐漸了解

大腦的運作是自然的而「與腦相容（brain-compatible）」這個名稱似乎很適合作為教育規劃的基礎，以符合大腦的運作模式。」因此，教室中教師如何創造學習？適合大腦的學習方式又是甚麼？其教學樣貌為何？與傳統教學有何差異？這些問題都值得我們進一步去深究與探討。據此，本文先分析運動與學習間的關係，接著了解大腦是如何處理外在資訊以及適合大腦學習的方式是什麼，再以腦科學研究成果為基礎來發展體育教學指引，並嘗試設計以大腦為基礎的體育教學，開展體育教學的新視野。

運動與學習

近年來許多的研究或專書均證實，運動的參與確實能夠改善大腦認知功能的表現，並且也能有助於學生在學業上的表現。舉例來說：美國哈佛醫學院精神科臨床助理教授John J. Ratey在其所撰寫的《運動改造大腦（*Spark: The Revolutionary New Science of Exercise and the Brain*）》指出，運動可以為大腦提供獨一無二的刺激，它能創造一個讓大腦有準備、有意願並有能力去學習的環境（謝維玲，2009）。在石恒星與洪聰敏（2006）一篇運動與大腦認知神經功能老化的文回顧性文獻中亦指出，運動能有效促進大腦認知功能的主要理由有四：一、身體活動改善腦部血液循環，促進氧氣與營養素的供給；二、運動促進神經生長營養物質的分泌與合成；三、運動可以促進神經滋養因子（brain-derived neurotrophic fac-

tor, BDNF）的分泌；四、運動可以改善生理健康，也可以減緩大腦老化的速率。另外，在2012年4月份天下雜誌中也刊載一篇以〈愛運動的孩子更聰明〉為標題的文章，文中論述運動除了健身之外也能「益腦」，而且有越來越多的研究證明：愛運動的孩子在記憶力、整合力和應變能力也越好，運動也培養孩子團隊合作、忍受挫折、耐心與領導等特質。此外，教育部體育署為了讓親師生及一般大眾都能了解「運動有助提升學習力與專注力」的觀念，特別製作「聰明學習靠運動——補腦丸篇」影片，期望藉此讓「運動可以增進學習力」的觀念深植校園。

數年前在美國曾推動名為「零時體育計畫（Zero Hour PE）」的體育課程，該計畫的實施目的在於確認體育課程對於學生閱讀和其他學科能力是否有幫助，實施方式是

讓內帕維市（Naperville）的19,000名學生在上第一節課之前進行一連串的體適能課程，運動的強度必須持續達到最大心跳率的八到九成，也就是讓學生在達到最高覺醒的狀態後再進入教室進行其他課程的學習，在經過一段時間的訓練之後，學生的閱讀理解能力比前測高出17%，比其他只上體育課的學生在英文成績進步了10.7%。這樣的結果顯示出有利於學生課業學習的良方不是增加讀書時間或課業補習而是「體育課」。綜合上述，運動不僅能改善大腦的認知功能，促進神經滋養因子的分泌以及誘發神經元的增生與成長，更能夠強化神經可塑性（neuroplasticity）來改變大腦結構，中斷通往腦的焦慮回饋迴路以降低焦慮敏感度，創造有利學習的大腦環境，對記憶力和注意力有實質幫助。換言之，21世紀應該是讓孩子站在運動的基石上俯瞰世界，重新定義「運動」與「學習」的關係，視運動為促進學習的最佳

處方，所以要培養孩子未來競爭力就應該從「體育課」開始。

以大腦為基礎的學習

以大腦為基礎的學習（brain-based learning, BBL）樣貌不管是在訊息來源、教材組織與教室管理方面應不同於傳統教育方式（如表1）。Caine與Caine（1994）認為：「以大腦為基礎的學習通常所經驗到的感覺是喜悅的，雖然內容可能是嚴苛的、挑戰性的，但是學生卻能夠感受到高程度的自我動機，在具挑戰性以及教與學的情境中進行學習，持續地發展理解力、創造力、情緒以及生理機能是在整體（wholes）中探索部分（parts），以建構出更完整的圖像，對學習者來說是有意義，而且能理解所學習到的內容。」也就是說，以大腦為基礎的學習係以學生為中心的教學方法，強調教師應營造豐富的學習環境，遠離恫嚇與脅迫的學習氣氛，營造放鬆且警覺狀態的學習氣

表 1

教學模式的比較

和諧的元素	傳統的教學	以大腦為基礎的教學
訊息來源	簡單的：雙向的，如教師之於課本、練習題，或者影片之於學生。	複雜的：社會互動、小組發現、個別探索與反思、角色扮演、統整的學科內容。
教室組織	線性的：個別的學習或教師主導教學。	複雜的：主題的、統整的、合作的、分站練習的、個別化的計畫。
教室管理	階層的：由教師控制。	複雜的：指定的狀態以及由學生擔任要角，由教師在旁協助。
結 果	特定的且聚斂的：強調記憶的概念、字彙與技巧。	複雜的：強調以獨特的方式再組織資訊，如：可預測或不可預測的結果、擴散的或聚斂的、在不同情境中使用習得的技巧來增進自然知識的使用。

資料來源：Caine, R. N., & Caine, C. (1994).

氛，提供複雜、新奇且具挑戰性的內容，讓學生從暫時性的困惑中喚醒主動積極的參與動機，引導其探索或整合各種解決問題的方式，取代工整或合理簡化的學習策略，並在團隊小組中創造個人深層意義、整合各種不同的訊息，主動建構對於學習內容整體性的感受（a sense of wholeness），發展個人的潛能與技巧。

腦科學研究的體育教學指引

Hart（1981, 1983）曾說：「大多數人類的行為都是學來的而且大腦是學習發生的地方」。因此以大腦為基礎的體育教學應奠基在腦神經科學的研究基礎上，並發展出適合的教學方法與策略。多年前Wolfe與Brandt（1998）曾綜合大腦相關研究結果對學校教育所提出幾個關鍵概念：第一、學習經驗將會

改變大腦的生理結構；第二、人的智商並非固定不變的而是具有多元面向，教育實踐應提供學生更多途徑與環境互動，並勇於接觸新奇且具挑戰性的事物；第三、語言或認知能力在「機會之窗（window of opportunity）」時期（10歲以前）更容易習得；第四、情緒影響著學習成效。基於這些概念，作者再結合王建雅與陳學志（2009）所提出的「以大腦發展特性對教學的啟示」進一步闡述腦科學研究對體育教學的指引（如表2）。

歸納大腦發展特性與體育教學的啟示與指引得知，以大腦為基礎的體育教學可透過遊戲來促進動作與感覺的經驗發展之外，還需要納入綜合主題、創意、基本活動技能、動作教育概念等元素來設計新奇且具挑戰性的任務，經由問題解決展現運動、遊戲與教育的內涵，發展批判思考的技巧，營造支持性、創造性與豐富性的學習氣氛，再配合角色扮演與對話討論等多元

教學策略以及練習方式，強調教師或同儕回饋在學習歷程中的重要性，促進學生與環境的互動關係，使動作技能更趨成熟並有效地在遊戲中執行。

以BBL為基礎的體育教學

謝維玲（2009）與Gazzaniga（1985）曾提出「社會腦（social brain）」的概念，意謂著學生在合作互助的學習情境中學得比較多，透過不同角色輪流的扮演（如計時裁判、記分裁判、教練與球員），可以讓學生學習分攤責任，發展學生問題解決能力、高層次思考、溝通表達、後設認知、互助合作等多元能力。因此本文基於「社會腦」、大腦發展特性對體育教學的指引以及腦為基礎學習的相關文獻後，將以大腦為基礎的體育教學設計共分成三個部分（如圖1）：一、以大腦為基礎的教學情境；二、體育教學策略與目標；三、預期學習成效。其中，以大腦為基

表 2

大腦發展特性對體育教學的指引

腦科學研究的發現	教育啟示	體育教學指引
剛出生的嬰兒，其神經元就會開始大量製造突觸聯結，三歲幼兒突觸聯結數量可達成人的兩倍。	學前幼兒是人生學習的高峰期。	透過遊戲的方式提供豐富、多元且具挑戰性的探索課程，促進感覺與動作發展的經驗為導向，而不強調運動技巧的學習與精確性。
大腦皮質在不同階段以不同速度成長。感官（視覺、聽覺、觸覺等）皮質區的發展先於額葉的發展。	依循幼兒大腦發展的特性提供合宜的課程。	將運動遊戲課程納入綜合主題、創意、基本活動技能、動作教育概念等元素，促進兒童的身心健康，發展兒童透過身體動作去表達內心感受和創意的潛能，提高兒童的問題解決能力，展現運動、遊戲與教育的內涵。
專注的學習造成大腦皮質長久的改變。	課程設計應考量學生的動機與主動性。	聯結動作技巧與比賽情境的關係脈絡，使之意義化，並整合不同教學方法（理解式教學法、問題導向教學法、同儕教學法等、Mosston 教學光譜……等），設計多元的練習任務供學生練習。
長期壓力促進可體松的分泌，抑制思考與記憶保留的能力。	考量課程分量的妥適性與學習環境的氣氛。	採生態學的觀點設計以學生為主的課程與教學，妥善處理陳述任務與真實任務間的協商或折衷，營造支持性與創造性的氣氛，將體育教學的意義轉化為師生共創的教學目標與生活經驗，但要避免過度的學習壓力所產生負面效應。
經常的練習，活化神經元間的通路，提升神經元聯結的效率。	教學中應提供學生反覆練習的機會。	透過競賽規劃、角色扮演、對話討論等方式促進概念的聯結與應用，再配合多樣化的動作技能練習策略（恆常練習、變化練習、隨機練習、整組練習），使動作更趨精熟。
回饋與增強促進多巴胺的分泌，促成目標行為的神經迴路固化。	教學中應積極回應學生的需求與問題。	鼓勵師生或同儕對話（對話教學法、同儕教學法），澄清可能的迷思概念，善用回饋方法（淡出回饋、帶寬回饋、摘要回饋）適度降低學生對回饋的依賴，並以多元方法進行回饋（教師觀察、多媒體、同儕評量），以促進動作技能組合與自動化。

資料來源：修改自王建雅、陳學志（2009）。

礎的教學情境，係以Caine與Caine（1994）提出的放鬆的警覺（relaxed alertness）、和諧的沉浸（orchestrated immersion）、主動的處理（active processing）為基礎；在體育教學策略方面，則是以運動教育模式為其主要實施架構，配合提問與思考，期盼學生感受真實的運動經驗，發展社會技巧，將學習內容意義化；在預期學習成效方面，則是基於意義就如同動機，尋求意義是內在動機的核心能力（Caine & Caine, 1994），學生感受到教學的意義後將能促進學習的發生。

以大腦為基礎的教學情境中包含了三個重要元素：放鬆的警覺、和諧的沉浸、主動的參與。以下就這些元素進行簡要說明：

一、放鬆的警覺

所謂的「放鬆」是教師透過教學策略所營造出來的氣氛；而「警覺」則是和挑戰與阻礙有關，任務

的挑戰程度過高，則容易阻礙學生的學習，更提高威脅與壓力。學習不僅與認知型態有關，其實情緒也影響學習的成效甚多（梁雲霞，2003；Caine & Caine, 1994；Jensen, 2008），因此，維持「挑戰」與「舒適」之間的動態張力（dynamic tension）成為教學的至要關鍵（Caine & Caine, 1994）。

二、和諧的沉浸

「沉浸」就是教師營造豐富的學習環境，讓學生體驗挑戰、複雜、想像來創造深刻的理解；而「和諧」則是明確地將各種可預測以及不可預測的元素，同時透過教育實踐的過程將這些元素有效地綜合在一起。因此，體育教學應善用各種教學方法的組合與搭配，在學生的「自由」與教師的「控制」之間取得和諧的平衡點。

三、主動的處理

學生經由學習所獲得的知

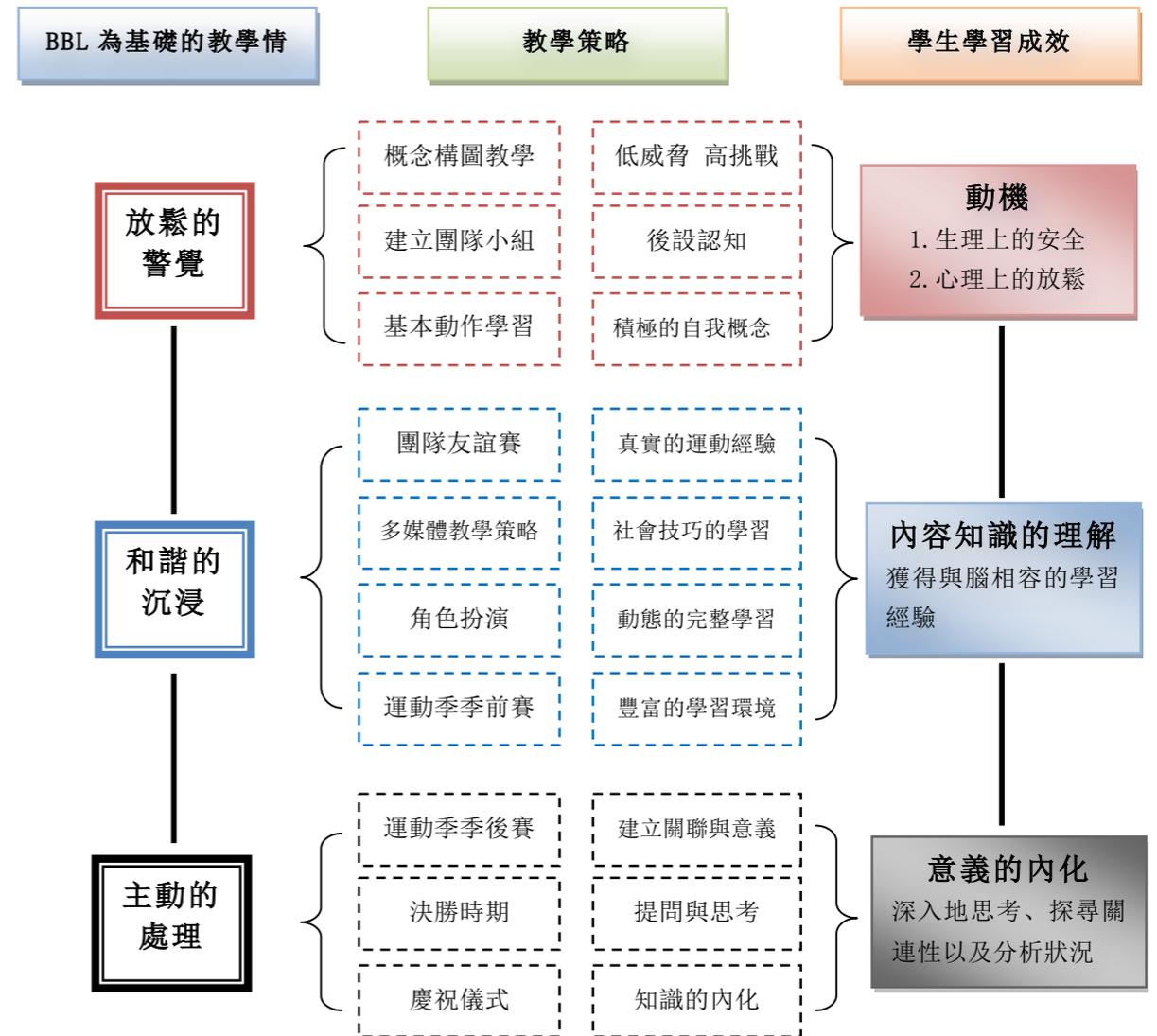


圖1 以大腦為基礎的體育教學架構圖

識皆來自於經驗（Caine & Caine, 1994）。教師應提供豐富的學習環境與機會，協助學生從互動當中學習社會技巧並建立利於團隊運作的行為規範與準則，體驗真實的自我，從經驗中鞏固個人所建構的意義與連貫性的概念，並且透過主動的反思、深思熟慮以及創造性的精進來理解個人的經驗（Caine & Caine, 1994）。所以，主動的處理也可以稱之為一種「反思的學習（reflective learning）」。

結語

學生藉由參與體育課的身體活動不僅可以透過合作與競爭來發展社會行為，獲得真實的運動經驗，培養批判思考與解決問題的能力，還可以促進大腦神經滋養因子的分泌，誘發神經細胞的增生，固化大腦突觸的聯結，改善情緒與記憶並有利於學習。因此，以大腦為基礎

的體育教學可嘗試讓學生沉浸在「放鬆的警覺」、「和諧的沉浸」以及「主動的處理」的情境中，並參酌腦科學研究成果所導引出的體育教學指引，讓學生藉由團隊小組的學習型態去探索、思考並整合各種資訊來尋求解決問題的方式，進而發展和諧的對話關係以及對內容知識的理解與內化，形成主動積極的學習動機，建立團隊的主體意識，培養思考與判斷的能力，重構學習經驗與知識理解。綜言之，體育教師可建立一個安全且友善的學習氣氛，並創造新奇且適度挑戰性的任務來喚醒學生主動積極的參與，以主動探索與解決問題取代之整與合理簡化的教學策略，讓學生建構屬於自己的知識地圖，發揮更佳的學習成效。

參考文獻

- 王建雅、陳學志（2009）。腦科學為基礎的課程與教學。《教育實踐與研究》，22（1），139-168。
- 石恒星、洪聰敏（2006）。身體活動與大腦神經認知功能老化。《臺灣運動心理學報》，8，35-63。
- 吳 椒、張宇樑（2008）。當「神經科學」遇上「幼兒教育」——省思與重現幼兒教育課程與教學之理路。《幼兒教保研究期刊》，創刊號，49-66。
- 梁靄霞（譯）（2003）。《大腦知識與教學》。臺北市：遠流。（Jensen, E., 1998）
- 謝維玲（譯）（2009）。《運動改造大腦：IQ和EQ大進步的關鍵》。新北市：野人文化。（Ratey, J., & Hagerman, E., 2008）

- Caine, R. N., & Caine, C. (1994). *Making connections: Teaching and the human brain* (2nd ed.). New York: Addison-Wesley.
- Gazzaniga, M. (1985). *The social brain: Discovery the network of the mind*. New York: Basic Books.
- Hart, L. A. (1981). Brain, language, and new concept of learning. *Educational Leadership*, 38 (6), 443-445.
- Hart, L. A. (1983). *Human brain and human learning*. NY: White Plains.
- Jensen, E. (2008). *Brain-based learning: The new paradigm of teaching*. California: Crowin Press.
- Wolfe, P., & Brandt, R. (1998). What do we know from brain research? *Educational Leadership*, 56 (3), 8-13.