

---

## 從動態系統理論觀點探討幼兒動作發展

---

呂龍驤 黃美瑤

國立體育大學體育推廣學系

### 摘要

本文回顧動態系統理論與幼兒動作發展在過去有重大貢獻的實徵性研究，共三大部分。第一部分論述了動態系統理論（DST）在動作發展科學理論的核心概念，列舉動態系統觀點在幼兒動作發展中的角色。第二部分回顧了動作發展領域的相關文獻，針對動態系統觀點中的個體、環境、任務三個部份分別討論其影響與演進過程。第三部分根據動態系統理論延伸之討論給予幼兒動作發展的結語。

**關鍵詞：**動作科學、動作控制、自我重組

## 壹、緒論

根據相關研究顯示，動作發展會影響幼兒的人格、智力、社會化等一生的發展。良好的動作發展，能幫助幼兒產生自信心，也能有較好的人際互動（余雅婷、周宏室，2014）。隨著幼兒會做的動作越來越多，幼兒變得比較獨立，且幼兒也能從成功中得到的滿足感產生自信心，進而有完整的人格發展（林寶貴、吳純純，1998）。心理學家亦發現，幼兒早期的動作成長，與幼兒未來抽象智慧的發展互相影響，當幼兒有挫折焦慮時，可藉由畫畫、玩積木來讓幼兒紓解情緒，促使心理的健康（Gesell, 1928）。而在幼兒時期動作發展良好的孩子往後與同伴遊戲時，通常同伴的接納性較高（經佩芝、杜淑美，2011）。

在過去文獻中有關影響幼兒動作發展的因素，我們不單只討論發展中的轉變，而是開始思索動作發展是如何發生（Elman et al., 1997; Plumert & Spencer, 2007; Thelen & Smith, 1994）。新的思維顯示一個重點，在於幼兒動作發展的變化因素不能以單一層面或角度去解釋。過去有關動作發展理論，多著墨在解釋單一層面幼兒動作發展的影響，例如：遺傳論的觀點，凡是遺傳決定的行為，都是不學而能，不因環境影響而有所改變；神經系統觀點，強調中樞神經等身體表徵的成熟為先，爾後產生動作；成熟理論，認為個體的發展在基因中早已經決定，發展僅為此基因的自然開展歷程，簡單來說就是，兒童的發展如同植物生長一般，按照既定之自然步驟、時間表在進行，而這個時間表如何安排就看他的基因如何決定；動作學習理論則重視如何經由環境給予練習與經驗使行為或動作技巧產生改變；認知心理學類的理論則認為動作的產生源自於生物體的心智表徵。而影響幼兒動作發展的因素是一個複雜的系統，系統中有許多的要素會隨著時間演進與動作發展產生互動關係，幼兒動作發展便在各領域建立的關係之下產生了新的解釋——動態系統理論（Dynamic Systems Theory, DST）（Thelen & Fisher, 1982）。動態系統理論與其他觀點不同於，動作的產生是受到許多不同因素的控制，而非單一面向所能改變的，也就是說每一個新的動作發展或技巧的產生，都是一個結構。因此，孩子的心智、身體、以及自然和社會環境形成統整的系統，並導引新技能的學習與熟練，任何一部分改變，其他部分也會改變。當任何一部分改變時，孩子主動的重新組織行為，使系統各部分能夠以更複雜和有效能的方式加以一起運作，發展像枝狀的網絡，每一條都是一項技能。當孩子處於不同的

脈絡，其發展的途徑和結果可能不同，但不同技能以整體功能來一起運作時，顯示時期的特色，詮釋影響幼兒動作發展中因素。據此，本文的目的之一，乃就近十幾年，動作發展的新理論：動態系統理論，作介紹性的闡述；二、從動態系統觀點看幼兒動作發展的變化因素，並試作探討，以提供學者與大眾對此議題的參考依據。

## 貳、動作發展的新理論：動態系統理論(Dynamical Systems Theory)

### 一、動態系統取向的動作發展

動作發展指的是個體由於成長、成熟、環境等因素交互作用，對個體動作行為產生質或量的影響過程。而動態系統取向的動作發展，更多是用來解釋不同因素在影響過程的作用與原因，這裡以「學習」為例，動作發展中，學習是一種在表現能力上的變化，而這變化是來自經驗或練習所造成的長久改變。以動態系統的觀點來看，學習乃是對現存結構和運作方式的修正。動態系統的研究者對學習的觀點是：練習和遷移會導致整個協調系統的型態產生變化，同時使這個變化呈現出來。不穩定的協調型態會被轉換，而原先穩定的會繼續保持或更為穩定 (Kelso, 1997)。換句話說，若將幼兒動作視為一個複雜的系統，動態系統理論的著重點便是在探討，隨著時間的演進，以及在相關因素的影響之下，這個系統是如何由原來的狀態改變到另外一個狀態的。以學走路為例，傳統階段論或反射論的學者會記錄動作出現的大約生理年齡(七坐八爬九長牙)，認為幼兒動作隨著生理成熟自然產生變化。而動態系統的研究焦點則擺在行為的改變過程和影響因素間的關係上，例如幼兒學走路的過程，會經歷扶著東西站立，獨立站立與開始獨立行走，此時會發現，當幼兒接觸新動作時，其平衡能力會有短暫退化現象，但當幼兒熟悉動作後，其平衡控制又會回復 (Woollacott & Sveistrup, 1992)。可以看出影響幼兒學走路的脈絡不單只有生理因素，其他次系統也同時影響著幼兒，顯現動態系統理論綜合不同層面，強調次系統或影響因素之間關係的觀點。

### 二、動態系統理論核心定義

動作行為的發展近年來由於測量儀器的進步，加上眾多領域學者投入研究，例如：心理、

體育學家...等，使動作行為得以被多方面的討論，不再受限於過去傳統神經生理的解釋。動態系統理論強調中樞神經不具有絕對唯一性，否認完全是由上而下的控制路徑，也就是中樞神經不具有既定的動作密碼(code)。其主張，動作的產生，乃是生物個體的多種次系統，依循自我重組(self-organization)，互動產生的結果。它強調個體本身受到外來資訊的刺激，經自我權衡與外在環境協調後，會因應當時的情形以突現(emerging)的狀態展現其特殊協調的結構性，意思是除了中樞神經系統以外，肌肉骨骼、感覺、心肺系統的成熟與協調，甚至是經驗、環境等對於動作發展都有其影響的因素存在，中樞神經只是參與決定動作結果的次系統(subsystem)之一。因此動態系統主張動作發展是個體、環境、任務(工作)交互影響所形成(Thelen & Fisher, 1982)。其在動作發展的核心論點如下：

(一) 將複雜系統簡化：

動作系統與發展中系統都是複雜的系統，原本認為神經系統產生動作方式是採一對一的對應。而現在許多次系統也參與動作，例：重力、環境等等。但是相對的需要控制的自由度也增加，然而如果能控制這些參數，將使動作的過程變得較簡單，因此動態系統理論學者認為，一開始時，這些組成的行為是相當自由的，當行為的出現有某種目的或功用時，就會呈現一組壓縮的自由度(represents a compression of the degree of freedom)。絕大部份的動作目的會有各式達成動作的方式，但我們傾向去採用消耗最少精力、最有效率的形式(胡名霞，2006)。以嬰兒腿部的協調動作為例，有許多的方式，但最為常見的只有幾種。以踢的動作來看，兩腿一前一後交換收縮的方式是最常見的，即使不是剛好相差180度，也會在這現的附近。相反的，兩腿同前後擺的動作雖也能達到踢的目的，卻需消耗更多的力氣去擺盪身體(Kamm, Thelen & Jensen, 1990)。由此可證，個體為了達成某種功能性的動作，在眾多可選擇的動作中，經由次系統的作用關係，將以最簡單、省力的方式表現。

(二) 動作的非線性發展：

動態系統理論中認為動作型態以突現的形式發生，有時因為不同次系統的影響而有不同的發展方向及歷程，因而產生不同的動作型態(朱治華、陳重佑，2004)。Thelen (1990)等人曾實驗幼兒在平躺踢的動作與嬰兒步行動作(將幼兒直立抱起上身稍微前傾，幼兒會出現像大人

行走般雙腿交替收縮伸展的動作模式) 相比較, 發現其自發性的踢與嬰兒步行動作是一樣的, 兩者的差異, 在於嬰兒步行在大腿擺盪的幅度較大, 顯示受到方向與重力的影響, 幼兒步行產生了動作型態的差異。其解釋動作狀態並非循序漸進的發展, 幼兒從平躺踢至嬰兒步行動作, 大腿的擺盪幅度不是漸漸增加, 而是瞬間、非線性的表現出來。

### (三) 次系統的自我重組：

動態系統中次系統的自我重組指的是, 動作產生時, 各個次系統的協調與控制, 最終產生穩定的動作行為之過程。而重組的過程中, 各個次系統的發展速度不同, 產生的動作也受影響(朱治華、陳重佑, 2004)。而影響人類動作改變的三個次系統就是：環境、個體(動作者)和任務(工作)等三個向度的互動關係。當其中一個次系統受到限制, 動作表現就會呈現不穩定的狀態, 反之, 最後一個次系統如果能達到最適合的值, 那麼下一個持久、穩定的動作表現就會出現。以幼兒平衡動作的發展舉例, 單腳平衡動作必須將重心位置, 或重心線落在底面積內, 否則身體就會不穩, 此時幼兒的單腳平衡動作便出現不穩定, 幼兒須因應情形作出調整, 因而產生新的動作, 直到其動作表現穩定 (Gallague & Ozmun, 1995)。這意味著個體在動作發展的過程中, 三個次系統是不斷的在重組, 隨著時間產生各種不同的次系統組合, 直到動作能穩定的表現為止。

## 參、從動態系統觀點解釋幼兒動作發展因素

動態系統的觀點中, 可將幼兒動作發展分類為個體、環境、任務三大方向。搜尋自 2005 到 2015 年間華藝線上圖書館與碩博士論文知識加值系統, 選取近十年文獻, 以關鍵字『幼兒』、『動作發展』搜尋, 最多被引用以及相關程度最高的文獻, 共 112 篇, 整理並分述呈現以：一、個體與幼兒動作發展之關係：約占了 30 篇, 研究大多以生理變項為主, 文獻中可知幼兒肥胖、年齡、認知與感知之於動作發展的關係；二、環境與幼兒動作發展之關係：約占 30 篇, 研究變項以幼兒活動環境、課程設計原則為主；三、任務與幼兒動作發展之關係：約占了 35 篇, 研究變項以幼兒的身體活動方式為主, 實徵幼兒基本動作的變化；其餘 17 篇相關性與本文相差甚遠, 因此並未歸納。

## 一、個體與幼兒動作發展之關係

動態系統理論認為，個體層面的影響因素可分為感知、認知、行動三個系統，而行動系統又包含了神經、肌肉、骨骼等系統，許多探討幼兒動作發展研究中，經常使用身體質量指數 (Body Mass Index, BMI) 為研究變項 (Logan, Scrabis-Fletcher, Modlesky & Getchell, 2011)，即是為了觀察這些行動系統因素，而年齡與性別等基本的生理成熟資訊亦包含在影響動作發展的個體生理層面 (黃志成、王淑芬、陳玉玟, 2008)，茲依討論分述如下：(一)、年齡；(二)、性別；(三)、身體質量指數 (Body Mass Index, BMI)；(四)、感知與認知。

### (一) 年齡

從過去許多單項動作發展測驗以年齡建構常模來看，幼兒年齡與個體動作發展具有正向關係 (朱治華、陳重佑, 2004；楊淑朱、林淑蓉、蔡佳燕, 2014；Liao, 2002)。即幼兒隨著年齡的增長其基本動作技能表現更佳 (Pang & Fong, 2009；Sun et al., 2010)。其身體活動型態亦隨著年齡改變 (Dwyer, Baur & Hardy, 2009)。因此幼兒在不同年齡階段的動作發展是不斷在重組的。

### (二) 性別

根據研究顯示不同性別幼童有不同的動作發展情形，且在不同動作能力上也有所不同 (Cliff, Okely, Smith & McKeen, 2009；Dwyer, Baur & Hardy, 2009；Pang & Fong, 2009；Vandaele et al., 2011)。眾多研究結果發現，移動性與操作性動作的結果有其一，男童優於女童；其二，女童優於男童等迥異的研究結果 (楊淑朱、林淑蓉、蔡佳燕, 2014；Okely et al., 2004；Robinson, 2011)。推測其研究對象地處不同文化、測量方式與講解皆有可能影響研究結果。

故不同性別幼兒的動作發展會因地方文化與測量方式的不同，而產生突現的動作，造成非線性的表現。

### (三) 身體質量指數 (Body Mass Index, BMI)

動態系統簡化複雜系統的概念中，幼兒的身體質量組成可得知身體的肌肉量分布、骨質密度等資訊，將之簡化稱為行動系統的資訊，而其相關研究中可得知，幼兒的身體質量組成與移動性動作呈負相關，顯示身體質量組成愈高的幼兒在移動性動作的表現愈差 (Hull et al., 2009)。而動作技能表現中，幼兒身體質量組成在一般與過輕之組別皆優於過重組 (Logan,

Scrabis-Fletcher, Modlesky & Getchell, 2011)。肥胖的幼兒在平衡、球類動作及一般基礎動作的研究結果皆低於正常及過重身體比例的幼兒 (D'Hondt, Deforche, Bourdeaudhuij & Lenoir, 2009)。另在移動性動作方面，體型偏瘦與一般的幼童比肥胖體型的幼童在移動性動作之表現更佳 (楊淑朱、林淑蓉、蔡佳燕，2014)。代表個體會因應不同的身體質量組成，自我重組產生不同的動作發展順序。

#### (四) 認知與感知

動態系統中認為動作的產生受個體認知與感知能力的影響，廖樞陽在 2012 年以皮亞傑與布魯納認知發展理論於兒童舞蹈教學之應用中提出，身體活動的經驗能幫助兒童累積認知的經驗。陳昱臻在 2012 年〈創造性舞蹈融入幼兒感覺統合教學活動之設計與實施〉，指出幼兒在動作探索的過程中獲得感覺統合的刺激。人類的身體知覺和動作協調隨著兒童年齡的成長，漸漸學習使用其它感官知覺，並將這些感覺刺激，根據所接受到的感覺並加以統合，以完成身體與動作的控制 (程嘉、王玉鳳，2007)。故認知與感知對動作發展有其影響性存在，而動作的發展需要感知的刺激與認知的整合。

根據上述討論，動態系統中，正常動作發展的產生是個體在多種次系統相互作用下的結果。而不正常動作源於系統或系統互動之障礙，例：認知的不完整、缺乏感覺的刺激、年齡、肌肉或骨骼成熟的不足等，而剩餘的系統將嘗試最佳的解決方法，但自然產生的結果可能不是最佳，因此需要透過訓練來矯正。

## 二、環境與幼兒動作發展之關係

Gibson 在 1977 年提出環境賦使的概念，動態系統理論中，其認為個體因不同環境以及感知能力的不同而有不同的效應，其環境定義呈現活動空間的客觀條件，具有絕對的物理性，而根據本文文獻整理，發現影響幼兒動作發展環境的研究因素還包含父母、練習機會、正確的指導等等 (黃志成、王淑芬、陳玉玟，2008)。考慮動態系統的原則與探討環境層面的完整性，因此將其歸類為非物理性之因素。在非物理層面中，父母為個體幼兒階段主要接觸對象，收集文獻中約占了 5 篇，具有直接的影響力存在，因此將其自成一節。

而依據文獻整理近代研究中，幼兒處於課程環境中的文獻佔了 10 篇，文獻中提到，藉由

Gardner 所提出的多元智能，能使教師瞭解運動遊戲之概念與設計原則（廖怡菁、黃美瑤，2012）。其中即包含練習機會與正確的指導等元素，皆強調幼兒身體活動的重要性。文獻中以身體活動介入以觀察基本動作能力佔了 15 篇，其中發現幼兒體能與成人體育的不同在於幼兒的身體活動以遊戲為主軸（李聖威、林佳蓓、李謀監，2012），討論分述如下：(一)、物理性環境；(二)父母；(三)、課程。

#### (一) 物理性環境

研究指出不同的物理資源環境，例如：遊樂設施、攀架等，會直接影響幼兒身體活動的表現（Bower et al., 2008；Limstrand, 2008；Salmon, Brown & Hume, 2009），長期結果將進一步影響到幼兒的動作發展。Hannon 與 Brown (2008)也發現幼兒園教師授課時，使用攜帶式的擴音設備可增加幼兒身體活動的強度。因此，即便是微小的物理環境改變也足以影響幼兒身體活動。

#### (二) 父母

父母親工時過長，較少心思在幼兒的飲食與活動上，可能使幼兒營養不均衡，且容易產生肥胖（侯堂盛、林晉榮，2006）。而父母的生活作息不規律，可能導致幼兒睡眠不足，影響調控食慾的賀爾蒙，及促進對高卡路里食物慾望，導致發胖的可能，進而影響孩童參與身體活動進而影響孩童參與身體活動的機會以及動作發展的表現（黃愷芬，2014）。故父母對幼兒的動作發展有其直接與間接的影響存在。

#### (三) 課程

在幼兒園課程方面，眾多研究支持，越多身體活動課程的介入，對動作發展具有正相關性（Fisher et al., 2005；Reilly & Peiser, 2006）。而幼兒的身體活動幾乎與遊戲劃上等號，台灣數量眾多的幼兒體能遊戲課程研究即是最好的寫照。藉由遊戲課程當中爬、走、跑、跳、滾等身體活動，幼兒得以增加活動量及活動經驗，並顯著提升其運動能力且滿足幼兒心理發展的需求。（吳麗雲，2005；劉從國、陳冠旭，2001）。幼兒教師亦是配合遊戲課程的重要一環，Bower (2008)發現身體活動的課程與活動方式和教師行為自身的選擇有著中度的相關性，因此，若幼兒教師不支持身體活動或不具備體育專業的情形，將無法滿足幼兒有適當的身體活動與活動時間（Morgenthaler, 2002）。亦有研究建議，幼童的身體活動時間如果能增加比平時多 15%-20%，



對幼童的體能發展增強會很有幫助 (Morgenthaler, 2002)。故幼兒需有適當的課程營造身體活動的環境，對幼兒的動作發展會較有益處。

根據上述三點討論，可發現不論是物理性的環境、父母或課程的改變皆可影響幼兒的動作發展表現，使其有非線性的動作發展，代表環境直接或間接地影響著幼兒的動作發展。

### 三、任務與幼兒動作發展之關係

動態系統中，任務指的是，神經系統的組織原則是達成工作目標 (Task goal) 為首要目的，即動作控制主要目的為解決問題。而每項動作 (工作目標) 的學習在自動化的過程中，需要時間練習，神經傳導過程才會轉為自動化的傳輸路徑。代表幼兒有足夠的身體活動，動作發展表現也會較好。研究亦指出幼兒需要足夠的身體活動以增強對於環境的探索及刺激 (吳麗雲, 2005；楊淑朱、林淑蓉、蔡佳燕, 2014)。

本文依據蒐集文獻整理，發現研究中對基本動作能力的影響或課程設計原則占了 35 篇，文獻多指出幼兒動作發展須重視動作技能學習，精進運動適能 (李崑璋、吳香萍, 2013；卓重亨, 2006)，動作教育的發展大都傾向採用 Gallahue (1996) 所劃分的幼兒動作技能，包括：移動性技能、操作性技能、穩定性技能。其認為基本動作技能是建立未來後續進階動作發展的重要基礎，2-7 歲幼兒 (學齡前時期) 是發展動作技能的關鍵時期，此時幼兒若養成身體運動的習慣，奠定未來運動技能的基礎，可讓幼兒終身受益 (Clark, Metcalfe, 2002；Robinson & Goodway, 2009)。而任何年齡之幼兒皆可精熟基本動作技能，只需透過經驗、訓練與練習即可促使基本動作技巧更純熟 (吳麗雲, 2005；楊淑朱、林淑蓉、蔡佳燕, 2014)。過去也有多項研究指出身體活動的多寡與動作的發展具有正相關 (Fisher et al., 2005；McKenzie et al., 2002；Okely, Booth & Patterson, 2001；Reilly et al., 2006)。因此在任務層面，身體活動可以是概括性的代表影響幼兒動作發展的因素。

然身體活動種類繁多，Gentile 在 1987 年提出一套依據環境與功能的任務交叉組合(表 1) 分類方法，環境可分為靜態與動態，如：行進中的公車是動態環境，教室則是靜態，而環境依據任務的重複執行，又可分為一致的與變化的，如：在無人的走廊走路是一致的，在擁擠的人潮中走路是變化的。任務依行動的功能分類則可分為身體定位與肢體操作。身體定位分為

定向與移動，如：坐著是定向，走路是移動，肢體操作分有操作性與無操作性，如：坐著寫字是有操作的，坐著則是無操作的。

藉由任務與環境的交叉關係表格，可提供從動態系統觀點中，對於幼兒動作發展的分類，藉此了解當我們給予幼兒身體活動的機會時，能更有系統、有規劃地根據幼兒狀況提供適切的身體活動任務，幫助幼兒擁有順利的動作發展。

表 1 動作任務分類(Gentile, 1987)

		行動功能		身體穩定		身體移動	
		無操作	有操作	無操作	有操作		
環境特質	一致的	靜態且身體 穩定	靜態且身體 穩定下操作	靜態且身體 移動	靜態且身體 移動下操作		
	變化的	靜態變化且 身體穩定	靜態變化且 身體穩定下 操作	靜態變化且 身體移動	靜態變化且 身體移動下 操作		
靜態	一致的	動態一致且 身體穩定	動態一致且 身體穩定下 操作	動態一致且 身體移動	動態一致且 身體移動下 操作		
	變化的	動態變化且 身體穩定	動態變化且 身體穩定下 操作	動態變化且 身體移動	動態變化且 身體移動下 操作		
動態	一致的	動態一致且 身體穩定	動態一致且 身體穩定下 操作	動態一致且 身體移動	動態一致且 身體移動下 操作		
	變化的	動態變化且 身體穩定	動態變化且 身體穩定下 操作	動態變化且 身體移動	動態變化且 身體移動下 操作		

## 肆、結語

動態系統觀點最大的貢獻在於，我們雖不能保證幼兒在成長過程中能順利發展自身生理條件，但能在了解眾多次系統的影響下，幼兒動作發展不順利的因素，進而幫助幼兒順利達成功能性動作的目標。幼兒需要適當的物理環境支持，父母與遊戲課程的配合，使幼兒在日常生活中有機會使用不同的動作技能，直到幼兒生理條件成熟，產生階段性動作，進而藉由任務活動將動作固化，使之自動記憶動作技能。而探討幼兒的動作任務對於基本動作技能的影響，有助於我們幫助幼兒在動作發展上的精確性，可更清楚地提供幼兒練習關鍵性的動作任務。良好的動作發展源於多種次系統相互作用下的結果。而當其中一種系統失衡，整體的動作發展為了達成目標將依據個體、環境與任務的狀況，自然的協調出平衡的狀態達成目標。

## 參考文獻

- 朱治華、陳重佑 (2004)。兒童投擲發展之動態系統觀(1967~2002)。體育學系系刊，4，81-96。
- 余雅婷、周宏室 (2014)。從自律神經觀點探討幼兒動作發展。成大體育學刊，46(1)，34-48。
- 吳麗雲 (2005)。遊戲治療歷程分析初探~一位兒童在兒童中心遊戲治療中轉變歷程之研究。幼兒保育學刊，1，144-168
- 吳麗雲 (2005)。遊戲課程對幼兒運動能力影響之研究，幼兒保育論壇，1，189-210。
- 李崑璋、吳香萍 (2013)。設計合宜的幼兒運動遊戲。中華體育季刊，27(4)，269-277。
- 李聖威、林佳蓓、李謀監 (2012)。幼兒運動遊戲對於身心發展之探討。幼兒運動遊戲年刊，6，226-231。
- 卓重亨 (2006)。兒童動作發展歷程特徵及其課程設計要點。教育人力與專業發展雙月刊，23(2)，43-48。
- 林尙武、陳重佑 (2003)。兒童平衡控制能力之發展。中華體育季刊，17(1)，57-64。
- 林寶貴、吳純純 (1998)。特殊兒童知覺動作發展教材教具。臺北市：臺北市立師範學院特教中心。
- 胡名霞 (2006)。動作控制與動作學習。臺北市：金名圖書有限公司。邱延禧。
- 陳昱臻 (2013)。創造性舞蹈融入幼兒感覺統合教學活動之設計與實施 (未出版碩士論文)。國立臺北市立體育學院，台北市。
- 陳颯眉、洪福財 (2001)。兒童發展與輔導。臺北市：五南。
- 程嘉、王玉凤 (2007)。注意缺陷多动障碍儿童与正常儿童平衡功能发育特点比较。北京大學學報 (醫學版)，39(5)，531-534。
- 黃志成、王淑芬、陳玉玟 (2008)。幼兒發展。新北市：揚智文化。
- 黃憐芬 (2014)。幼兒肥胖與睡眠時數、體溫及身體活動量的相關性研究。幼兒教育年刊，25，1-19。
- 楊淑朱、林淑蓉、蔡佳燕 (2014)。不同性別、年齡及 BMI 之幼童在基本動作技能發展的比較。大專體育學刊，16(3)，287-296。

- 經佩芝、杜淑美 (2011)。嬰幼兒發展與保育 I。台北縣：龍騰文化事業股份有限公司。
- 廖怡菁、黃美瑤 (2012)。運動遊戲課程與幼兒多元智能之探討。《幼兒運動遊戲年刊》，6，179-189。
- 廖樞陽 (2012)。皮亞傑與布魯納認知發展理論於兒童舞蹈教學之應用。《國際藝術教育學刊》，10 (2)，139-163。
- 劉從國、陳冠旭 (2001)。遊戲對幼兒體能之影響。《大專體育》，56，97-105 頁。
- 侯堂盛、林晉榮 (2006)。兒童與青少年肥胖對生活品質影響之探討。《嘉大體育健康休閒期刊》，5，10-18。
- Bower, J. K., Hales, D. P., Tate, D. F., Rubin, D. A., Benjamin, S. E., & Ward, D. S. (2008). The childcare environment and children's physical activity. *American Journal of Preventive Medicine, 34*, 23-29.
- Christiansen, M. H. & S. Kirby. (2003). Language evolution: The hardest problem in science? In M. H. Christiansen and S. Kirby (eds), *Language evolution* (pp. 1-15). Oxford: Oxford University Press.
- Clark, J. E., & Metcalfe, J. S. (2002). The mountain of motor development: A metaphor. *Motor Development Research and Review, 2*, 62-95.
- Cliff, D. P., Okely, A. D., Smith, L. M., & McKeen, K. (2009). Relationships between fundamental movement skills and objectively measured physical activity in preschool children. *Pediatric Exercise Science, 21*, 436-449.
- D'Hondt, E., Deforche, B., De Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2009). Relationship between motor skill and body mass index in 5-to 10-year-old children. *Adapted Physical Activity Quarterly, 26*(1), 21-37.
- Dwyer, G. M., Baur, L. A., & Hardy, L. L. (2009). The challenge of understanding and assessing physical activity in preschool-age children: Thinking beyond the framework of intensity, duration and frequency of activity. *Journal of Science and Medicine in Sport, 12*, 534-536.

- Elman JL, Bates EA, Johnson MH, Karmiloff-Smith A, Parisi D, Plunkett K. (1997). *Rethinking innateness: A connectionist perspective on development*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fisher, A., Reilly, J. J., Kelly, L. A., Montgomert, C., Williamson, A., Paton, J. Y., & Grant, S. (2005). Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(4), 684-688.
- Gallague, D. L. & Ozmun, J. C. (1995) *Understanding motor development*. Iowa: Brown & Benchmark.
- Gallahue, D. L. (1996). *Development physical education for today's children* (3rd ed.). Dubuque, IA: Brown & Benchmark.
- Gentile A. (1987). *Skill acquisition: action, movement, and neuromotor processes*. In Carr J, Shepherd R, Gordon J, et al. (eds). *Movement science: Foundations for physical therapy in rehabilitation*. Rockville, MD: Aspen Systems.
- Gesell, A. L. (1928). *Infancy and human growth*. New York: Macmillan.
- Gibson, J. J., (1977). The theory of affordances, In R. E. Shaw & J. Bransford (eds.), *Perceiving, acting, and knowing - Toward an ecological psychology*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Hannon, J. C., & Brown, B. B. (2008). Increasing preschool's physical activity intensities: An activity-friendly preschool playground intervention. *Preventive Medicine*, 46, 532-536.
- Hull, R. B., Ferry, M. D., Rinehart-Lee, T. D., Hundt, A.R., Brogan, K., & Shen, B. (2009). Relationships among body composition, fundamental movement skills, and physical activity level in African-American preschoolers. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 31(Suppl.), S33.
- Kamm, K., Thelen, E. & Jenson, J. (1990). A dynamical systems approach to motor development. *Physical Therapy*, 70 (12), 763-775.

- Kelso, J. A. S. (1997). *Dynamical pattern-The self-organization of brain and behavior*. Cambridge, Mass: The MIT Press.
- Liao, H. F. (2002). Relations between balance function and gross motor ability in children development typically. *Formosan Journal of Physical Therapy*, 27(5), 221-230.
- Limstrand, T. (2008). Environmental characteristics relevant to young people's use of sports facilities: A review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18, 275-287.
- Logan, S. W., Scrabis-Fletcher, K., Modlesky, C., & Getchell, N. (2011). The relationship between motor skill proficiency and body mass index in preschool children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(3), 442-448.
- McKenzie, T. L., Sallis, J. F., Broyles, S. L., Zive, M. M., Nader, P. R., Berry, C. C., & Brennan, J. J. (2002). Childhood movement skills: predictors of physical activity in Anglo American and Mexican American Adolescents? *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 73, 238-244.
- Morgenthaler, S. K. (2002). Wellness, fitness, and young children. *Lutheran Education*, 137(4), 313-314.
- Okely, A. D., Booth, M. L., & Chey, T. (2004). Relationships between body composition and fundamental movement skills among children and adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 75(3), 238-247.
- Okely, A. D., Booth, M. L., & Patterson, J. W. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(11), 1899-1904.
- Pang, A. W., & Fong, D. T. (2009). Fundamental motor skill proficiency of Hong Kong children aged 6-9 years. *Research in Sports Medicine*, 17(3), 125-144.
- Plumert, J. M., & Spencer J. P. (2007). *The emerging spatial mind*. Oxford, UK: Oxford University Press.

- Reilly, J. J., Kelly, L., Montgomery, C., Williamson, A., Fisher, A., McColl, J. H., Conte, R. L., Paton, J. Y., & Grant, S. (2006). Physical activity to prevent obesity in young children: Cluster randomized controlled trial. *Child Care, Health and Development*, 33(3), 349-350.
- Reilly, T., & Peiser, B. (2006). Seasonal variations in health-related human physical activity. *Sports Medicine*, 36, 473-485.
- Robinson, L. E. (2011). The relationship between perceived physical competence and fundamental motor skills in preschool children. *Child Care, Health and Development*, 37(4), 589-596.
- Robinson, L. E., & Goodway, J. D. (2009). Instructional climates in preschool children who are at-risk. Part I: Object-control skill development. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80(3), 533-542.
- Salmon, J., Brown, H., & Hume, C. (2009). Effects of strategies to promote children's physical activity on potential mediators. *International Journal of Obesity*, 33, S66-S73.
- Sun, S. H., Zhu, Y. C., Shih, C. L., Lin, C. H., & Wu, S. K. (2010). Development and initial validation of the preschooler gross motor quality scale. *Research in Developmental Disabilities*, 31(6), 1187-1196.
- Thelen E, Smith LB. (1994). *A dynamical systems approach to the development of perception and action*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Thelen, E., & Fisher, D. M. (1982). Newborn stepping: An explanation for a "disappearing reflex." *Developmental Psychology*, 18, 760-775.
- Vandaele, B., Cools, W., de Decker, S., & de Martelaer, K. (2011). Mastery of fundamental movementskills among 6-year-old Flemish pre-school children. *European Physical Education Review*, 17(1), 3-17.
- Woollacott, M., & Sveistrup, H. (1992). Changes in the sequencing and timing of muscle response coordination associated with developmental transitions in balance abilities. *Human Movement Science*, 11, 23-36.



---

# A Review of Children Motor Development Based on a Dynamic Systems Perspective

Long-Xiang Lu, Mei-Yao Huang  
Department of Sport Promotion  
National Taiwan Sport University

## Abstract

This article reviews the major contributions of dynamic systems theory in children motor development and the empirical insights the theory has generated. The first section discusses the dynamic systems theory (DST) in developmental science and the core concepts of the theory. The second section reviews the field of motor development. The final section provides the suggestions and challenges for DST in children motor development.

**Keywords:** Children Development, DST, Movement Occurs

