



# 未來認知與神經科學的走向：個人觀點

鄭昭明\*

人類心智研究的取向一直在「先天」(nature)與「後天」(nurture)兩個端點之間及「腦」(brain)與「心」(mind)之間擺盪；有些時期認為，先天的遺傳、演化與腦神經機制是人類心智發展的根本所在，其他的時期則認為，人類心智的發展是由後天的環境、文化與教育所造成的。最近，由於基因圖譜研究的成果，使得人類心智研究的取向再一次擺盪到先天驅動歷程的一端（見 Moore, 2002; Pääbo, 2001）。但是，證據顯示，基因的表現，在很多的場合之下，會受到環境的影響（Crabbe, Wahlsten, & Dudek, 1999）；此外，行為的特質從一個家族的一代傳到下一代是可以經由親子的互動達成的，無需基因的傳遞（Meaney, 2001）。最近，Kagan（2003）與 Li（2003）認為，單純的只考慮「環境文化」或「基因生物」的因素，很難掌握心智發展動力歷程的全貌。為了達到這個目的，應該採取一個「生物文化共建的取向」(biocultural coconstructive approach)，即心智發展是由社會歷程與生物機制共同營建成功。

## 一、未來的研究取向：人類認知、神經機制與社會歷程三者的共建

比以上的共建概念更為重要的是，當代的證據（e.g., Aoki, 1986; Black & Greenough, 1998; Durham, 1991; Feldman & Cavalli-Sforza, 1989; Furstenberg, Eccles, Elder, Cook, & Sameroff, 1997; Greenough & Black, 1992; Hamilton & Pascual-Leone, 1998; Laland et al., 2000; Rosenzweig, 1996; Suomi, 1999）顯示，人類認知、神經機制與社會歷程三者是互為共建的，而不是單向的因果關係。換言之，三者之間是互為因果的。圖一呈現人類認知、先天驅動（nature-driven, NAD）歷程與後天驅動（nurture-driven, NUD）歷程互為因果的六條研究路線。箭號 2 與 3 是傳統的研究路線，探討 NAD 與 NUD 對人類認知的影響，是心理學成立以來就已經採取的路線，擁有很長的歷史。較鮮為

\* 佛光大學心理系教授

人知的是 NAD 與 NUD 歷程的互為影響（即箭號 5 與 6 的研究路線）與人類認知對 NAD 與 NUD 歷程的影響（即箭號 1 與 4 的研究路線）。這些研究路線對了解心智運作的重要性，並不亞於箭號 2 與 3 的研究路線。舉例如下：

**（一）認知運作對 NAD 歷程的影響（即箭號 1 的研究取向）**

主控盲人點字手指的感覺動作投射區因點字的運作而增大 (Hailton & Pascual-Leone, 1998)。主控小提琴手左手手指的腦區大於主控其右手手指的腦區 (Rauschecker, 1995)。

**（二）認知運作對 NUD 歷程的影響（即箭號 4 的研究取向）**

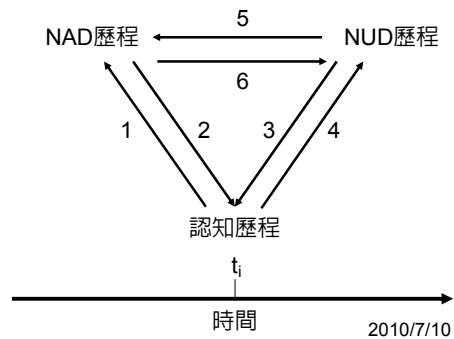
個人的學習與經驗影響其社會知覺與文化特質的選擇 (Durham, 1991)。書寫的發明導致其他社會事務，如印刷、電子郵件等發明 (Laland, Odling-Smee, & Feldman, 2000)。

**（三）NUD 歷程對 NAD 歷程的影響（即箭號 5 的研究取向）**

白鼠飼養在豐富的環境下顯現更多的突觸、樹狀突起、血流、蛋白質成分、神經傳遞介質與新神經原的產生 (e.g., Black & Greenough, 1998; Greenough & Black, 1992; Gross, 2000; Rosenzweig, 1996)。非人類靈長類動物的新皮質層的體積與其物種的社群大小有關 (Dunbar, 1993)。

**（四）NAD 歷程對 NUD 歷程的影響（即箭號 6 的研究取向）**

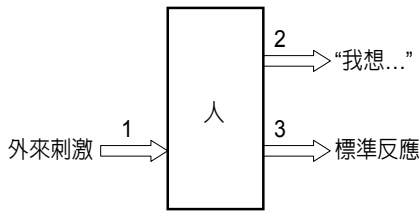
非人類靈長類動物無法顯現語言行為，因為它們的基因無法表現「主詞—述詞」的關係 (subject-predicate relations) (Gardner & Gardner, 1969; Kellog & Kellog, 1933; Patterson, 1978; Premack, 1976; Savage-Rumbaugh, 1986; Savage-Rumbaugh & Brakkke, 1996)。



圖一：人類認知、神經機制與社會歷程三者互為影響

**二、一個合理的心智觀點：意識與無意識認知的對分**

當代認知心理學對人類的認知從 1980 年代之後有截然不同於以前的看法，亦即，職司認知的系統並不是一個單元體，而是一個至少包含兩個



圖二：內省法與客觀的測量

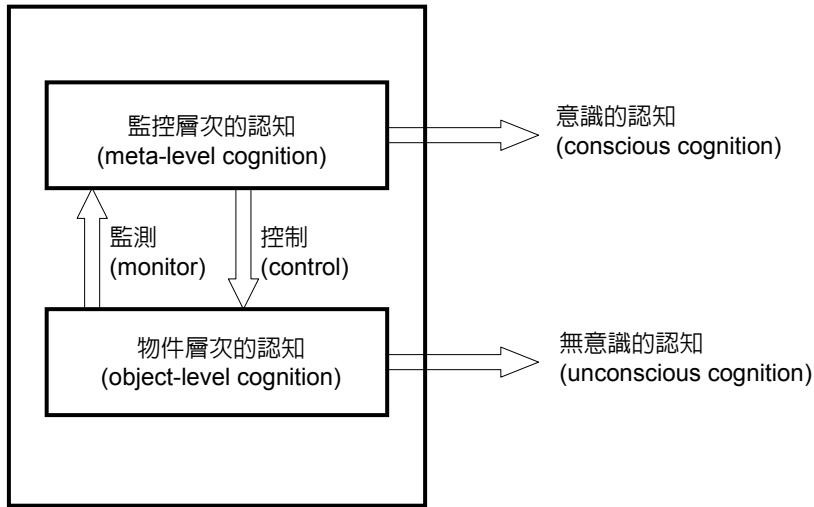
層次的認知系統。此概念源於哲學家 Comte (見 James, 1890) 對早期以「內省法」(introspection) 研究人類心智(即圖二的配對 1 與 2) 的批判。第一, Comte 認為, 內省法主觀、不可靠。第二, Comte 覺得, 內省法是不可行的方法, 因為一個人不可能把自己的心智分成兩半, 其中一

半正在執行心智運作的同時, 另一半卻可觀察到自己的心智運作, 這是所謂的「Comte 矛盾」(Comte's paradox)。由於 Comte 的批判, 心理學在以後採取客觀的方法(即圖二的配對 1 與 3) 研究心智與行為。

此矛盾一直到 Tarsky (1956) 在其「真值理論」(theory of truth) 裡提出 meta 的概念才獲得解決。Tarsky 認為, 人類的語言有一個層次, 是用來描述外在世界的事、物與人, 此層次的語言是「物件層次」(object-level) 的語言。此外, 人類還有一個層次的語言, 用來描述自己的語言, 此層次的語言是「語言的語言」或「監控層次」(meta-level) 的語言。因此, 人類的語言有「物件」與「監控」兩層次。

Nelson 與 Narens (1990; 1994) 把 Tarsky (1956) 的概念推廣到一般的認知能力。他們提出圖三的系统, 而認為, 認知能力如學習、記憶或知覺者亦有其「物件」與「監控」的層次; 「物件層次」的認知直接反應外界的訊息, 顯現於外的是未經自我監控的認知行為。本質上是「無意識的認知」(unconscious form of cognition)。如果「物件層次」的認知傳送至監控層次, 而被監控層次所偵測 (monitor) 到, 則是自我覺知到的認知, 顯現於外的是「意識的認知」(conscious form of cognition)。「監控層次」除了能監測「物件層次」的認知之外, 有必要的話, 還能「控制」物件層次的認知(因此 meta-level cognition 或 metacognition 在此脈絡下譯為「自我監控認知」比譯為「後設認知」或「統合認知」來得恰當)。

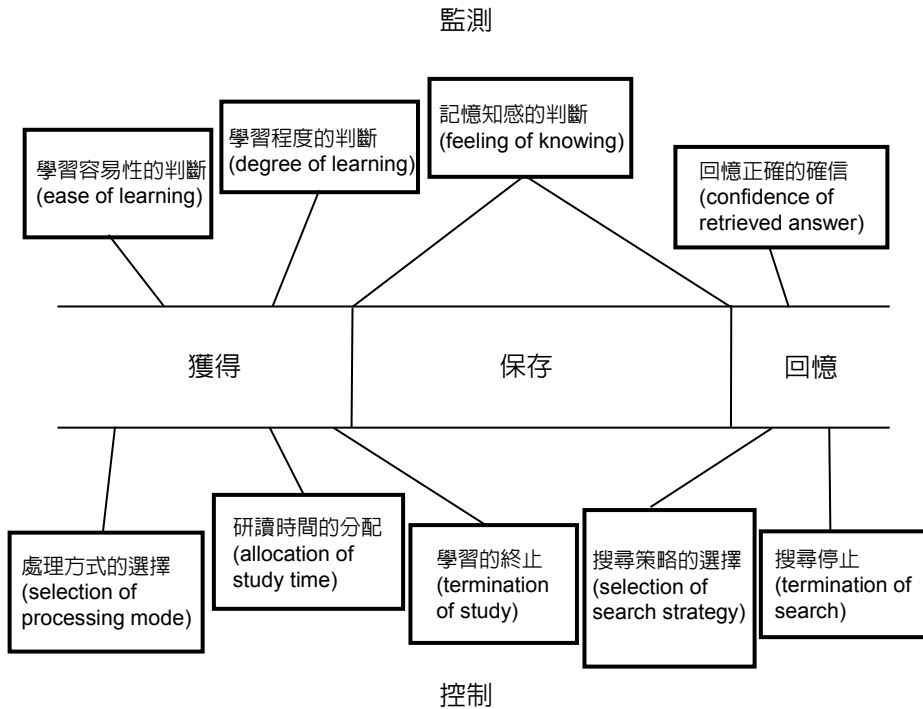
圖三的認知系統在研究上有三大啟示。第一, 人不但能覺知外在的物理世界, 也能覺知自己內在的心理世界所發生的事情。這表示內省或「自我報告」(self-report) 是可信的。與以前對內省的看法不同, 此系統認為, 內省不是絕對不發生錯誤的; 它可能發生錯誤, 正如同感覺與知覺會產生錯覺一樣。第二, 人類的認知有意識與無意識的兩個面向; 此兩面向認知的能力可



圖三：一個人類認知系統的模式 (Nelson & Narens, 1994)

能有其不同的機制所造成。譬如，就記憶而言，Warrington 與 Weiskrantz (1970: 實驗 2) 發現，Korsakoff 失憶症患者在「自由回憶」(free recall) 與「再認」(recognition) 的「顯示測驗」(explicit test) 裡，表現不如正常的參與者；但是在「殘字辨認」(word-fragment identification) 與「字幹填充」(word-stem completion) 的「隱示測驗」(implicit test) 裡，其記憶表現與正常參與者無異。Warrington 與 Weiskrantz 的研究結果指出，人類的記憶有意識 (conscious) 與無意識 (unconscious) 的兩個面向，Korsakoff 失憶症患者的「意識記憶」異於常人，可能是其「自我監控認知」系統或通往此系統的管道因病變而異於常人。但是，他們在「隱示測驗」裡所反射的「無意識記憶」，並不因病變而異常。

第三，由於人類的認知有「意識」與「無意識」的兩個面向，因此應就這兩面向分別研究其歷程與機制，才能完全的掌握認知的全貌。也因此，當代認知心理學的研究議題增廣了。譬如，在過去，記憶的研究一直在探討短期與長期記憶的獲得、保存與回憶及這兩者之間的不同。但是，圖四呈現的是當代對記憶的自我監測與控制的研究，其中包括「學習容易性的判斷」、「學習程度的判斷」、「記憶知感的判斷」與「回憶正確的確信」的自我監測，以及「處理方式的選擇」、「練習時間的分配」、「學習的終止」、「搜尋策略的選擇」與「搜尋停止」的自我控制。自我監測的研究最近快速的累積 (見 Koriati,



圖四：記憶的自我監測與控制

2007)，其中包括（1）學習與記憶的自我監測的機制（如：Koriat & Levy-Sadot, 1999）、（2）意識與自我覺知的機制（如：Nelson, 1996a）、（3）自我監控認知的發展（如：Miller & Bigi, 1979; Miller & Weiss, 1982; Wellman & Johnson, 1979）、（4）自我監測與控制如何聯合影響行為的表現（如：Koriat & Goldsmith, 1996; Metcalfe & Kornell, 2003）、（5）意識與無意識記憶的分離與機制（Cheng, Lin, & Tsai, 2008; Jacoby, 1991）與自我監測精確性的測量法（Cheng, 2010；Nelson, 1984）。

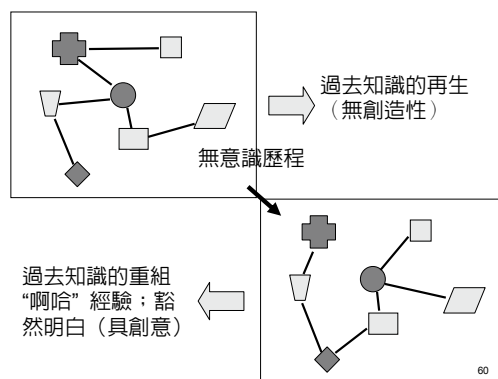
### 三、未來的研究方向

意識與無意識認知的分析其未來的研究方向將在三個主軸上組合展開系列的研究。一個是有關於自我監控認知的機制如何導致意識與自我覺知的形成。在這個主軸上，關鍵問題是，自我監測認知有多精確？此問題之所以重要是因為，唯有監測精確到某種可接受的程度，意識與自我覺知才可能是人類認知有意義的部分；自我報告也才可能是個可信賴的方法，可用來觀察認

知與意識。Cheng (2010) 強調，爲了適當的回答此問題，首先必須發展一個有效、可信的測量自我監測的方法。接著就是探索爲何有些物件層次的認知可被監控，有些則不能。第二個主軸是有關意識與無意識認知分離的方法，藉此，兩種認知的機制可得到適當的評鑑，而不會互相污染。

第三主軸是研究的議題，它從知覺、學習與記憶，擴增到問題解決、創造力、推理與決策的意識與無意識面向的分析。雖然目前尚未有系統的研究複雜的認知功能如「問題解決」與「創造力」的無意識或「內隱」(implicit) 歷程，但是早期完形派 (the Gestalt approach) (Köhler, 1925; Wertheimer, 1945) 認爲，創造力受「內隱」歷程的影響是一中心的議題。此學派設定「無意識思考」(unconscious thought) 的三元素是「直覺」(intuition) (無意識歷程的方向感)、「孕育」(incubation) (導致問題解決的內隱的訊息處理) 與「啊哈經驗」(“aha” experience) (內隱的歷程變成爲意識的) (Kihlstrom, 1999; Dorfman, Shames, & Kihlstrom, 1996)。當代的研究也嘗試用「遠距聯想」(remote association)、「蔓延激發」(spreading activation)、「過去知識的重整」(restructuring of past knowledge)、「類比思考」(analogical thinking) 與「二元聯想」(bissociation) 去詮釋創造力。這些理念所指稱的歷程彼此有一點是相似的，即這些歷程都是無意識發生的。

但是，創造不是無中生有的，它植基於豐富的過去經驗與知識。愛因斯坦、莫札特與畢卡索的創造都是發生在他們的專業領域，不可能發生在他們不專業的領域，由此可見過去經驗與知識對創造的重要性。圖五說明，創造



圖五：創造的歷程



是由於過去的經驗與知識經由一些無意識歷程的運作，使得過去的經驗與知識得到重組的一個結果。

許多研究指出，無意識歷程對人類的推理與決策也扮演極為重要的角色。其中之一是 Nisbett 與 Wilson (1977) 對文獻的回顧。他們發現，參與者在許多情況下不能報告他們決策的無意識的歷程。譬如，當參與者被要求從四雙完全相同的絲襪中去選擇最喜歡的一雙時，他們都選最右或最後的一雙，理由是最右或最後的一雙質地是最好的，殊不知真正原因是其出現位置。

#### 四、認知神經科學與腦部造影的啓示

認知運作是大腦神經活動的結果。認知神經科學 (cognitive neuroscience) 研究認知與心智的神經基礎，而可用來瞭解某特定認知運作在大腦的何處與何時發生，也可用來瞭解兩個作業是否涉及相同腦部位的運作。除了傳統使用的單細胞記錄 (single-cell recording) 及生理心理實驗使用切除、阻斷或毀損神經或神經傳遞介質的作用之外，當代的認知神經科學也使用近年來發展的「事件關連電位」(event-related potentials, ERPs) 與「腦部造影技術」(brain imaging techniques) 如「磁共振造影」(magnetic resonance imaging, 簡稱 MRI) 及「正子放射斷層攝影」(positron emission tomography, 簡稱 PET), 讓我們在不破壞腦部的情況下，知道大腦是否有病變或認知的大腦主控部位。

PET 掃描並非測量神經的活動，而是測量伴隨神經活動所產生的新陳代謝變化或血流量。腦部的神經活動，需要依靠氧氣與葡萄糖，在作用的時候更需要這兩種物質提供能量，因此某個腦部位在作用時，此部位的血流量會增加。爲了瞭解一個認知活動主控的腦部位，由其腦血流量可以得知。再者，爲了要知道血流量的大小，PET 掃描通常注射氧的同位素  $^{15}\text{O}$  到血管，隨著血流到主控的腦部位。此同位素不穩定，其半衰期是 123 秒，在衰退的過程，會釋放出「正子」(positron)。一個正子與一個組織裡的「電子」(electron) 碰撞，會產生兩個「光子」(photon)，分別朝相反的方向 ( $180^\circ$ ) 射出，此即爲 gamma 射線。PET 掃描器收集這些 gamma 射線：PET 掃描器旋轉  $180^\circ$ ，在每個角度收集之。由於放射性氧隨著血流聚集在腦部活動的部位，因此該部位所放射的 gamma 射線比別的部位要多，透過電腦形成的三維影像就可看出哪個腦部位正在運作。

表面看來，注射放射性物質到身體似乎是危險的，但是所使用的劑量甚

少，不會造成危害。依據 Raichle (1994)，PET 的使用必須基於相減的邏輯，即實驗作業的腦活動減去對照作業的腦活動，才能辨識出哪些腦活動在執行實驗作業。使用 PET 發現，一個人在說話時與在聽別人說話時分別涉及 Broca 區及 Wernicke 區的活動。PET 掃描有相當合理的「空間解析度」(spatial resolution)，其解析度小於三或四毫米。但是，其「時間解析度」(temporal resolution) 則甚差，僅指示一個腦區經過 60 秒的總活動量，不能顯示許多認知歷程所引發更快速的腦變化。PET 掃描的其他缺點是，它只能間接的測量腦活動及具侵入性。另外，PET 掃描使用相減法，可能造成解釋的困難。

MRI 技術亦可應用來測量腦的活動，此即「功能性磁共振造影」(fMRI)。腦部的神經活動增加血流量包括了氧氣與葡萄糖在活動的部位。依據 Raichle (1994)，血紅素在血液裡攜帶氧，當氧因腦活動而被吸收時，血紅素變成去氧化，去氧的血紅素比帶氧的血紅素更易受磁場的影響。fMRI 即測量帶氧血紅素與去氧血紅素的比值。活動的腦會產生較高的比值，而形成腦部影像上的不同。fMRI 提供高解析度的影像，也能顯示時間的變化。但是，它依賴減法的技術：在實驗作業的腦活動減去對照作業的腦活動。MRI 掃描不具侵入性，而且有甚佳的空間解析度，約 1-2 毫米。其缺點是它只能間接的測量腦活動、使用相減法可能造成解釋的困難、及有待改善的時間解析度（約幾毫秒）。

但是，使用腦部造影研究腦區的活動，基本上是腦部資料與行為資料的相關研究，不宜據此進行因果關係的推論，只適合診斷的目的。譬如 Wheeler、Stuss 與 Tulving (1997) 使用 PET 發現，回憶個人的事件記憶比回憶其他的記憶，涉及較多的右前額頁 (right prefrontal cortex) 的活動。但個人事件的回憶可能比其他事件的回憶，涉及較多的動機與情緒，因此較多的右前額頁活動，可能與記憶與動機兩者都有關或只與動機有關。目前，我們常可看到，一個認知活動引發許多腦區的活化或興奮，但更重要的是需要知道這些腦區是同時抑或系列的興奮。如果屬於後者，則更需知道這些腦區興奮的先後順序，如此對認知的腦部作用才可能有更好的了解。

## 參考文獻

- Aoki, K. (1986). *Proceedings of National Academy of Science, USA*, 83, 2929-2933.  
Black, J. E., & Greenough, W. T. (1998). In J. L. Martinez Jr. & R. P. Kesner (Eds.), *Neurobiology of*



- learning and memory* (pp. 55-88). San Diego, CA: Academic Press.
- Cheng, C-M. (1999). A post-test dissociation procedure for separating conscious from unconscious memory in conventional implicit tests. *Chinese Journal of Psychology, 41*, 167-180.
- Cheng, C-M. (2003a). Different effects of level-of processing and self-generation in implicit tests. *Chinese Journal of Psychology, 45*, 207-225.
- Cheng, C-M. (2010). Accuracy and stability of metacognitive monitoring: a new measure. *Behavior Research Methods*, Production number B159.
- Cheng, C-M., Lin, W-Y., & Tsai, C-S. (2008). Conscious and unconscious forms of memory in different implicit tests. *Cognitive Systems Research, 9*, 312-328.
- Crabbe, J. C., Wahlsten, D., & Dudek, B. C. (1999). *Science, 284*, 1670-1672.
- Dorfman, J., Shames, V. A., & Kihlstrom, J. F., (1996). Intuition, incubation, and insight: Implicit cognition in problem solving. In G. Underwood (Ed.), *Implicit cognition* (pp.257-296). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Dunbar, R. (1993). *Behavioral and Brain Science, 16*, 681-735.
- Feldman, M. W., & Cavalli-Sforza, L. L. (1989). In M. W. Feldman (Ed.), *Mathematical evolutionary theory* (pp. 145-173). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Greenough, W. T., & Black, J. E. (1992). In M. R. Gunnar & C. A. Nelson (Eds.), *Minnesota Symposia on Child Psychology: Vol. 24. Developmental behavioral neuroscience* (pp. 155-200). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hamilton, R. H., & Pascual-Leone, A. (1998). *Trends in Cognitive Sciences, 2*, 168-174.
- Jacoby, L. L. (1991). A process dissociation framework: Separating automatic from intentional uses of memory. *Journal of Memory and Language, 30*, 513-541.
- Kagan, J. (2003). *Annu. Rev. Psychol., 54*, 1-23.
- Kihlstrom, J. F., (1999). Conscious versus unconscious cognition. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of cognition*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Köhler, W. (1925). *The mentality of apes* (E. Winter, trans.). New York: Harcourt, Brace.
- Koriat, A. (1993). How do we know that we know? The accessibility model of the feeling of knowing. *Psychological Review, 100*, 609-639.
- Koriat, A. (2007). Metacognition and consciousness. In P. D. Zelazo, M. Moscovitch, & E. Thompson (Eds.), *Cambridge handbook of consciousness* (pp. 289-325). New York, USA: Cambridge University Press.
- Koriat, A., & Goldsmith, M. (1996). Memory metaphors and the real-life/laboratory controversy: Correspondence versus storehouse conceptions of memory. *Behavioral and Brain Sciences, 19*, 167-228.
- Koriat, A., & Levy-Sadot, R. (1999). Processes underlying metacognitive judgments: Information-based and experience-based monitoring of one's own knowledge. In S. Chaiken & Y. Trope (Eds.), *Dual process theories in social psychology* (pp. 483-502). New York, NY: Guilford Press.
- Laland, K. N., Odling-Smee, J., & Feldman, M. W. (2000). *Behavioral and Brain Sciences, 23*, 131-175.
- Li, S.-C. (2003). Biocultural orchestration of developmental plasticity across levels: The interplay of biology and culture in shaping the mind and behavior across the life span. *Psychological Bulletin*,

- 129, 171-194.
- Meaney, M. J. (2001). *Annu. Rev. Neurosci.*, *54*, 1161-1192
- Metcalf, J., & Kornell, N. (2003). The dynamics of learning and allocation of study time to a region of proximal learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, *132*, 530-542
- Miller, P. H., & Bigi, L. (1979). The development of children's understanding of attention. *Merrill-Palmer Quarterly*, *25*, 235-250.
- Miller, P. H., & Weiss, M. C. (1982). Children's and adults' knowledge about what variables affect selective attention. *Child Development*, *53*, 543-549.
- Moore, D. S. (2002). *The dependent gene: The fallacy of nature vs. nurture*. New York: Freeman.
- Nelson, T. O. (1984). A comparison of current measures of the accuracy of feeling-of-knowing predictions. *Psychological Bulletin*, *95*, 109-133.
- Nelson, T. O. (1996a). Consciousness and metacognition. *American Psychologist*, *51*, 102-116.
- Nelson, T. O. (1996b). Gamma is a measure of the accuracy of predicting performance on one item relative to another item, not of the absolute performance on an individual item: Comments on Schraw (1995). *Applied Cognitive Psychology*, *10*, 257-260.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and some new findings. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 125-173). New York: Academic Press.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1994). Why investigate metacognition? In J. Metcalfe & A. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing* (pp. 1-25). Cambridge, MA: Bradford Books.
- Nisbett, R. E., & Wilson, T. D. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, *84*, 231-259.
- Pääbo, S. (2001). *Science*, *291*, 1219-1220.
- Raichle, M. E. (1994). Images of the mind: Studies with modern imaging techniques. *Annual Review of Psychology*, *45*, 333-356.
- Rosenzweig, M. R. (1996). *Annual Review of Psychology*, *47*, 1-32.
- Suomi, S. (1999). Attachment in Rhesus monkeys. In J. Cassidy & P. R. Shaver (Eds.), *Handbook of attachment* (pp. 181-197). New York: Guilford Press.
- Tarski, A. (1956). The concept of truth in formalized languages. In A. Tarski (Ed.), *Logic, semantics, metamathematics* (pp. 152-178). Oxford, England: Clarendon Press.
- Warrington, E. K., & Weiskrantz, L. (1970). Amnesic syndrome: Consolidation or retrieval? *Nature*, *228*, 629-630.
- Wellman, H. M., & Johnson, C. N. (1979). Understanding mental processes: A developmental study of remember and forget. *Child Development*, *50*, 79-88.
- Wertheimer, M. (1945). *Productive thinking*. New York: Harper & Row.
- Wheeler, M. A., Stuss, D. T., & Tulving, E. (1997). Toward a theory of episodic memory: The frontal lobes and autoeic consciousness. *Psychological Bulletin*, *121*, 331-354.