

## 壹、前言

從事規律運動或身體活動已被證實在健康促進及疾病抵抗的層面上扮演著重要的角色 (Burnham, 1998)。近幾年從認知神經科學的角度，也證實了運動在認知及大腦層面產生正面的效益 (例：王駿濠、蔡佳良，2011b；Hillman, Ericson, & Kramer, 2008; Medina, 2008; Smith et al., 2010)。關於此論點，不論從動物實驗的細胞或分子層面 (Liu et al., 2009; Vaynman & Gomez-Pinilla, 2006)，以及人類實驗以行為 (Chaddock, Hillman, Buck, & Cohen, 2011)、腦電波 (王駿濠、蔡佳良，2011a；Hillman, Buck, Themanson, Pontifex, & Castelli, 2009) 或神經造影 (Colcombe et al., 2004; Erickson et al., 2011) 等研究方法皆得到了驗證。

在發展的歷程中，孩童的大腦結構及認知功能成長的非常快速。因此，透過運動是否可以改善或提升孩童的大腦功能，也是現今重要且熱門的研究議題 (Chaddock, Pontifex, Hillman, & Kramer, 2011; Donnelly & Lambourne, 2011)。由於人類在出生之後會因學習的經驗，使得大腦結構如神經元的突觸、樹狀突以及神經纖維進行突觸修剪 (pruning)，強化已連結的神經傳遞之效率 (Casey, Tottenham, Liston, & Durston, 2005)。也因為如此，目前已有學者認為運動可以使大腦的發展最佳化 (Hillman et al., 2008)。

值得我們反思的是，由於課業壓力及科技的發達，現代的孩童過著坐式生活型態。這樣的生活方式，讓孩童也漸漸地浮現了生理層面的健康問題，如第二型糖尿病、高血脂以及心血管疾病等。患病的年齡層更是逐漸下降 (e.g., Department of Health and Human Services & Department of Education, 2000; Ludwig, 2007)。許多研究已證實，生活型態較不活動的孩童，在學術表現、智力表現、認知功能、大腦結構與功能也會相對地較差 (e.g., Castelli, Hillman, Buck, & Erwin, 2007; Chaddock, Erickson, Prakash, VanPatter et al., 2010; Hillman, Buck et al., 2009; Sibley & Etnier, 2003; Yu, Han, Cao, & Guo, 2010)。鑒於這些發現，已有學者針對運動／身體活動、有氧／心肺適能、肥胖、認知功能及學業表現提出彼此之間的關係圖 (Donnelly & Lambourne, 2011) (如圖 1)。事實上，有研究指出，把部分學科的上課時間改為運動課程，除了不會影響孩童的成績表現之外，反而會提高學習的效率以及課業表現 (Sallis, 2010)。因此，探究運動或身體活動對孩童認知神經功能的益處，是具有教育及大眾健康層面上的意義 (Chaddock, Pontifex et al., 2011)。

雖然目前國際上已有相關文獻探討此議題 (Chaddock, Pontifex et al., 2011; Donnelly & Lambourne, 2011)，例如 Chaddock、Pontifex 等 (2011) 整理了近代有關運動對孩童在大腦結構及功能層面的相關研究，並提出了未來研究可朝運動的模式 (頻率、持續時間、強度)、結合生化的證據、縱貫性研究等方向進行。然而，這些文獻仍缺乏運動對認知功能及學術表現研究方法的整合性討論，而此兩者已被證實有高相關性 (St Clair-Thompson & Gathercole,

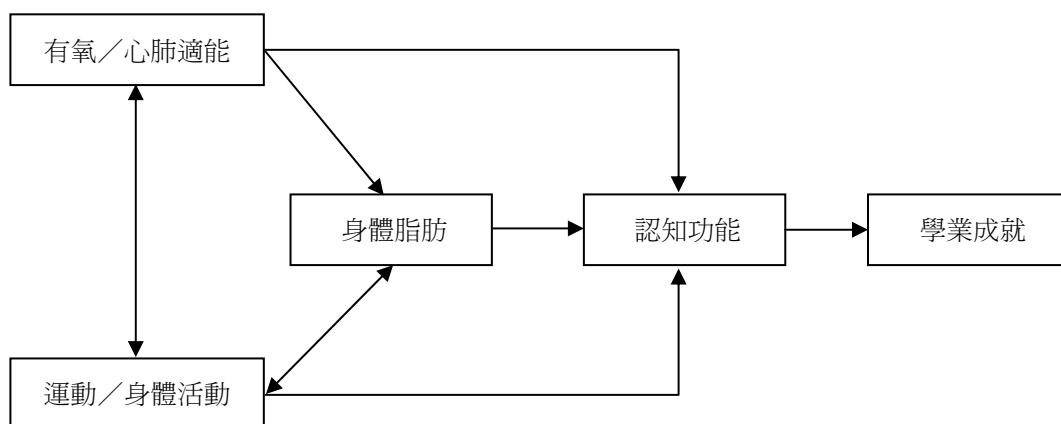


圖1. 學業表現與其促進因子的示意。引自“Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement,” by J. E. Donnelly & K. Lambourne, 2011, *Preventive Medicine*, 52(1), p. S37。

2006)。可見此議題仍有其探討的必要性。有鑒於此，本研究將從搜尋國內、外相關文獻，並從有氧適能、身體活動量與認知及大腦功能相關的研究著手，再進一步地回顧運動對孩童學業表現效益之文獻。本研究首先整理並探究運動對孩童在不同認知歷程底下的神經機轉，接著再討論運動對孩童學業表現之影響，並對現今的研究發現、方法進行剖析及整合，最後再對未來研究建議可行的方向。

## 貳、運動對不同認知歷程的促進機轉

本節將整合現今研究發現，以探討運動對孩童在認知歷程的促進機轉。探討的方法為歸類相似的認知歷程，並整合不同研究方法的發現。研究範疇涵蓋記憶相關、執行控制功能相關（認知彈性、工作記憶、反應變異性）以及其他歷程，如刺激辨識及準備歷程等認知功能。另外，在研究證據方面，除了從行為表現（反應時間、正確率）外，將再結合認知神經科學的研究方法，例如：腦電波、神經造影等技術所獲得的實徵性證據加以佐證。

腦電波中的事件相關電位（event-related potential, ERP）是讓受試者執行某些需要內在或外在認知歷程的認知作業，以誘發並紀錄與事件相關的大腦皮質的電性活動，並用以推測該歷程底下所隱含的神經機轉（Kutas & Dale, 1997）。此技術也被認為可應用於運動相關的領域（洪聰敏，1998）。舉例來說，現今的研究已從事件相關電位成分波中的 P3 波、錯誤相關負波（error-related negativity, ERN）及錯誤正波（error positivity, Pe）證實運動對人類認知功能有正面效益。P3 波是發生在刺激後約 300 毫秒至 800 毫秒的正極性特殊成分波，此成分波已被廣泛地運用於心生理學研究中，亦被普遍地使用於臨床上，以探究神經及心理層面的疾病機轉（Polich, 2004）。研究指出，P3 的振幅（amplitude）可以反映執行認知任務時，招募注意