

如何運動才能改善大腦？數位穿戴科技應用於教育的可能性探討

吳忠霖

新北市國教健體輔導團輔導團員、新北市武林國小教學組長

陳宇虹

新北市武林國小教師

一、源起

近來世界各國掀起一股「教改熱」，但他們不是從課業上著手，而是「返樸歸真」地增加學生的身體運動量；身體活動量一直是全球重視的議題，這個趨勢之所以可以歷久不衰，乃是由於國際間研究不斷推陳證實，運動不單單可以促進健康、提升智力，更可以達到於防高血壓或是老人痴呆等問題（Andersen, Harro, & Sardinha, 2006），若是盡早提倡於孩童之間，更可以降低其將來心血管危險因子、增加骨量與骨密度，甚至是促進精神健康等等的優點（Wang, Suominen, & Nicholson, 2005）。美國科學研究更證實，規律的身體活動可以促進腦部的運作效率，若透過運動與學習的理解過程訓練，更進而能夠提升學習效率等（Chaddock, Hillman, Buck, & Cohen, 2011；Donnelly, & Lambourne, 2011）。運動對於孩童的發展相當重要，原因在於腦部發育，其腦部不論是在結構或是認知，功能等方面成長都相當快速，而運動的過程當中，腦神經不斷受到的刺激進而增加了突觸修剪（synaptic pruning），達到強化整體神經傳導上的效率（Casey, Tottenham, Liston, & Durston, 2005），然而，在我國的調查資料卻顯示，在腦部發育重要的學齡時期，國內學童有將近六成的比例是不熱愛運動，甚至未養成規律運動的習慣，

與國際相比較下，台灣孩童無論是在身體質量指數或心肺耐力等的表現，均落後鄰近地區的中國大陸、日本以及韓國等地學生（彭臺臨，2007；崑山科技大學，九十五學年度學生體適能檢測報告）。

台灣近年來對於孩童體育的養成及規劃，不僅建設完整的體適能檢測、促進學生身體活動的快活計畫，甚至為了宣倡體適能運動，也計畫將體能表現列入升學評分中的重要標準，如此用心的經營，無非是希望孩童能夠自主的養成運動習慣，並獲得更好的全人發展，近年，國家發展與科技進步，以「記錄」協助檢測的電子工具也日趨成熟，除了可以利用「累積」與「分析」等正面回饋方式鼓勵運動習慣養成之外，更可以映照現有孩童運動規劃的成果，進而找出台灣學齡孩童的運動發展弱勢，達到自我重視及永續成長的運動觀念養成。

二、現況與問題評析

由於課業壓力以及科技的發達，現代的孩童大多處於坐式生活型態，因此，第二型糖尿病、高血脂以及心血管等疾病的患病年齡更是逐年下降，除此之外，許多研究也已證實，活動量較低的孩童，不論在學業表現、智力表現、認知功能、大腦結構與功能也會相對地較差（王駿

濠、張哲千、梁衍明、邱文聲、洪蘭、曾志朗與阮啟弘，2012），鑒於這些發現，國際間各國政府也紛紛訂立與修改健康政策的建議指數，例如：歐盟各成員國的兒童與學生，每週至少要有 180 分鐘或以上身體活動的可能性；美國在 2000 年提出 2010 健康國民的新政策（Healthy People 2010），建議兒童及青少年每天至少有 30 分鐘的中等費力身體活動，每週累積身體活動 150 分鐘，2006 年則宣佈他們的兒童青少年的身體活動量要改為每週累積 420 分鐘等，台灣也以心肺耐力（800/1600 公尺跑走）、肌力（立定跳遠）、肌耐力（一分鐘屈膝仰臥起坐）、柔軟度（坐姿體前彎）以及身體組成（BMI）等測量，配合體適能 333 計畫（每周 3 次，每次最少 30 分鐘，每分鐘心跳 130 以上）來進行運動推廣與量測，近來更構思在十二年國教加入每週至少 150 分鐘身體活動量和體育課由 2 節增加為 3 節。

綜觀國際及國內的體適能計畫，多以提出運動時間的長短為主要建議方式，對於運動強度，多以心跳程度作為費力指標，對於孩童而言，這類訊息的理解程度不僅無法直覺聯想，對於運動習慣的養成，更是需要成年人的悉心維護才較有可能長期維持，除此之外，對於體適能計畫的實施結果的探討，也多採取主觀的自我報告法，例如：三日身體活動紀錄量表、七日身體活動回憶紀錄法等，雖然其優點是使用方便、快速填答、研究成本低以及了解身體活動種類等，然而實際落實於「運動習慣」的養成上，不但缺乏趣味性，更是沒有成就感，甚至許多學童在回憶上有困難，因此更添困擾，也由於這類型運動數據的紀錄及

常模分析不易，所以也容易造成政策雖然嚴謹安排，但是基層實施與評鑑卻仍勞師動眾的非高效率行為。

三、實施理念

有「網路女王」之稱的瑪麗·米克（Mary Meeker），今年發表趨勢報告時，特別宣布：在經過智慧型手機與平板電腦的兩大循環週期後，個人電腦產業正式邁入第 3 波循環——穿戴式行動裝置時代。市場討論沸騰，但頭上掛個探照燈式的眼鏡、腕上戴著像中學時代擁有的電子錶，穿戴式裝置可能像筆電、手機、平板電腦一樣，成為下一個主流裝置？當前的穿戴裝置平台，就屬頭戴式裝置和智慧錶最為熱門。前者以 Google 推出的眼鏡（Glass）為主，但仍停留在測試版，還沒有太多相關軟體應用消息。至於智慧錶，市場上已有三星 Galaxy Gear、高通 Toq、以及靠群眾募資起家的 Pebble、並開始出現相關 App 服務，並鎖定管理個人身體適能、健康紀錄的 App，看起來最能與貼身的穿戴裝置結合。

一般的電子計步器僅限於步數的計算以及推導的預估能量消耗，無法有效辨識出活動強度（Trost, Wong, Pfeiffer, & Zheng, 2012）；而研究室等級的身體活動量計，多由計算時間內身體活動產生的加速度積分數據（counts），來判定除了步數之外的活動強度程度，然而，其單只造價從萬元到數萬元不等，因此，無法有效推廣至學校或是大量樣本之採集，有鑑於此，新北市國教健體輔導團預計結合台灣師範大學研發設計之隨時記錄日常生活運動強度之量測器（Kang, Choi, Lee, & Tack, 2012），致力推展全市運動 3Q「零時體育」計畫，希望讓孩童

可以直接認知玩樂同時也正是身體活動的發生。此具有判定活動強度之身體活動量計，藉由計算使用者步伐衝擊地面產生的加速度數值，定義出使用者目前活動屬於一般步行、輕微慢跑或是高速衝刺等不同活動強度之區別。除此之外，並以活動有趣手錶式介面，讓小朋友隨時能夠自主地觀察到每天的任何時段身體活動強度、卡路里消耗、步數計算等等，藉由傳輸、分享以及競賽等的方式，計畫在網路雲端與全台各地的學生進行互動，更可以配合生動的台灣地圖互動介面軟體，寓教於樂，不僅讓孩童養成了運動習慣以及觀察紀錄的專注力，對父母來說更獲得了指標性的生活型態資訊，對政府教育以及健康單位來說，更是獲得了孩童健康生活習性的基礎分布資料用以佐證行政規劃的落實，可說是一舉三得且持續長遠的健康計畫。

獨立架構資訊處理平台，在孩童上傳運動資訊的同時，亦可即時更新日常生活型態的常模數據，且藉由帳號權限等的設計，讓學校單位得以獲得該校學童的體適能分析情況，而縣市政府也可以電子取代人工的方式，隨時獲得該區域學齡兒童的體育適應能力數據，用以規劃、安排與檢核各計畫實施的成果。除此之外，若更進一步能長期追蹤學齡孩童學業成績表現，並且以統計分析的方式找出學童身體活動量與學業成績之相關性，如此一來，以穿戴科技的輔助，促成運動改善大腦的實施方針，不僅開啟體育運動數位學習與評量另一扇窗，也可能成為未來體適能教育的全新領域以及方向。

四、計畫目標

學習過程中的增強與立即、多元的回饋將促發腦內多巴胺、血清素與正腎上腺素的分泌，可以鞏固學習的聯結。亦即身體活動量錶運用於教學中，教師可以積極的回應學生的需求與問題，在正向的學習氣氛中，透過師生間、同儕間與自我的回饋方式，協助學生澄清概念。分子生物學家麥迪納博士在《大腦當家》一書中大腦守則一即說明運動增強腦力，運動刺激大腦一個最重要的生長因素大腦神經生長因子（Brain Derived Neurotrophic Factor, BDNF），它幫助大腦中某些神經元的生長，這種蛋白質使已經存在的細胞保持年輕和健康，使他們更願意和別的神經元相連接，對BDNF最敏感的細胞是海馬迴的細胞，運動會增加海馬迴細胞內BDNF的濃度。而運動可以改善大腦的證據，已在科學研究中，以認知、心理等面向獲得證實（張育愷、林珈余，2010），然而，實際運用在教育層面上，綜觀教育界可以告訴孩童，究竟要多少時間或是強度的運動才能達到這樣效果的數據和器材卻仍是寥寥可數（古博文、陳俐蓉，2013）。因此，為了有效將「理論」轉譯成為「價值」，本計畫主要在於研究兒童體適能的現況，尤重於日常生活型態部分的紀錄與分析，從海量身體活動數據採集到使用者能力分析，一併建立起運動與體能、智能發展的相關性常模，除了可以有效建議孩童體能進步的標準外，再藉此研究結果設計體適能相關教案與推廣活動，以達到「有效運動、改善大腦與體適能」的貢獻，更能同步促進國家孩童的大腦發展水平，

茲將目標條列如下：

（一）常模建立與環境因子分析

基礎研究的設計，在於探索各微小環節的相關與差異，本研究雖以養成學齡孩童運動習慣為出發，但更希望藉由基礎的研究，建立台灣地區使用之學齡孩童身體活動量常模，此常模以記錄生活型態，例如上下學時間的身體活動情形、體育課的身體活動情形，甚至是課中或是課間休息的身體活動情形等等，運用此常模便可以延伸了解年齡差異、城鄉差距、性別差異等細項，找尋環境因子對於孩童身體活動量上造成的影響，如此，用以提供教育單位或是健康單位更準確的政策執行參考依據，除此之外，也進一步建立身體活動量與環境因子、身體活動量與學習效率之關係。透過本研究提案，也將可建立與釐清以下項目：

1. 建立台灣地區各學齡孩童之生活型態式身體活動量常模：經由本研究使用身體活動量計之紀錄，將可了解孩童於課堂、課間時間甚至是體育課時間之身體活動情形，根據此海量數據分析，便可以獲得更勝以往「柔軟度」、「心肺能力」等專項式型態的體適能常模，而得到「生活型態式」的體適能常模。
2. 釐清城鄉環境差異是否促成身體活動量的不同？差異程度有多少？造成差異的時間點與情形各是如何？此項目的釐清，乃是有鑑於已有研究（張樹立，2004）顯示新北市城鄉國小學童身體活動量與健康體適能之差異及其相關性，其結果顯示鄉村男女學童的身體活動量和健康體適能均高於城市男女學童。筆者相信，更多類似的結果或許也在各縣市發生，因此，如何有效地解釋造

成差異的關鍵轉折，勢必要從差異的時間點及程度進行第一步客觀的了解，方能抽絲剝繭的推敲出其中原因。

3. 釐清升學壓力與身體活動量之間的關連性？影響程度有多少？造成差異的時間點與情形各是如何？
4. 性別在身體活動量上的差異是否有所不同？造成差異的可能關鍵是什麼？造成差異的時間點與情形各是如何？
5. 年齡在身體活動量上的改變是否有可循的趨勢？
6. 不同身體質量指數（BMI）族群的身體活動量差異？是否可指出關鍵的身體活動量警示指標？

（二）常模建立與環境因子分析

1. 體育課程活動究竟需要多少的活動量才算足夠？本提案預計提供目前常見之孩童伸展操、跳繩、籃球以及其他項目運動之活動參考值，藉以讓授課老師或是學校單位了解其課程內容，並分析後依需求調整課程之安排。
2. 本提案所使用之資訊處理平台具有分析「每一分鐘」活動情形之能力，藉此科技發展，將可以分析孩童的上課期間、下課期間、放學期間甚至是回家後的身體活動情形，在了解容易發生活動量不足的時間點或是年齡後，便可以提供學校與教育單位課程安排以及回饋策略的布置。

五、具體作法

筆者以運動感測器結合雲端數位學習與評量教學策略，實際運用於任教學校健體領域教學及高關懷學生的補救教學，選擇以取得容易，時間、空間彈性大，變化多的「跳繩」為教學的主軸，設計

發想與跳躍相關學習課程，其架構如圖 1 所示。藉由手錶式或腰掛式運動感測器，讓小朋友隨時能夠自主地觀察到每一次下課時間、每一堂體育課程、甚至是每天的任何時段身體活動強度，並且透由傳輸、分享以及競賽等方式，在網路雲端與其他學生進行互動，更可以配合生動的台灣地圖互動介面軟體，寓教於樂。

課程實施第一節課以新北市國教健體輔導團自編運動改造大腦簡報及影片，結合「幸福聯絡簿」探討運動與大腦的節目，引發學生內在深層體認並啟發學生尋求自我的聰明力，輔以「運動感測器」所量測之資料，可以立即的換算成步數顯示於台灣地圖上，學童可以獲得多元且立即的回饋，包含教師、家長及同儕鼓勵。

基於新鮮的刺激是抓住學童注意力最好的工具，教學團隊在第二至四節課分別以水管軟管、彈性繩索、跳繩等多元的教學媒材，結合課程學習單，設計發想跳躍的遊戲與教學策略，提供學生

反覆練習的機會。並於每節課結束前 5 分鐘，以今日所學、所見的動作，分組創意編排二個八拍舞蹈，成果影片隨後上傳至 youtube 及學校網站 (<http://youtu.be/8McVhUY86Nc>)。第五節課則分組呈現舞蹈演出，強調人際互動與團隊合作的重要性，提高學生解決問題的能力，培養創新精神，增強自信，形成樂觀開朗的生活態度。

課程實施後，藉由雲端數位學習與評量，提昇了孩子運動的意願，配合「零時體育」課程實施，教學現場教師發現孩子不僅在學習的專注力及記憶力都有顯著的進步，學習情緒和意願也都提昇了，而弱勢孩子經過一連串的數位學習，不僅臉上多了更多笑容，學習意願明顯提昇，也對自己更有了自信心（圖 2）。團隊教師相信藉由雲端數位學習與評量，大大提高了孩子學習興趣，更讓孩童保持持續性運動習慣和熱情。

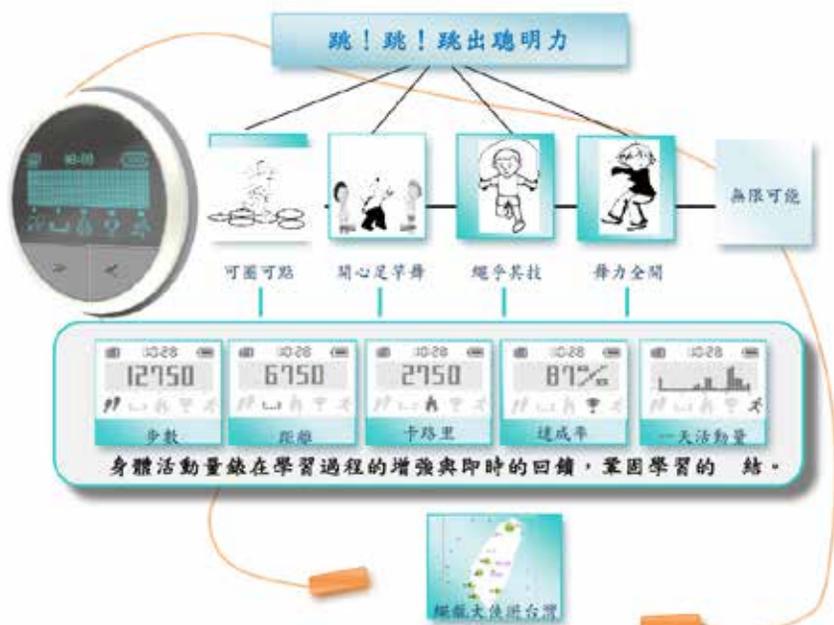


圖 1 身體活動量錶與健體領域教學架構圖



圖 2 聰明學習靠運動

六、未來展望

（一）自我量化與體適能穿戴科技宣導 本階段目的在於宣導自我量化以

體適能穿戴科技的功用與使用方式，讓孩童、家長、師長、教育端了解唯有讓孩童自我認知並養成運動習慣，才得以使體適能情形提升；除此之外，本階段也同時進行身體活動量計的原理與應用進行科普推廣，讓台灣科技應用的冰冷感覺，普及到隨處可見的生活互動。

1. 器材使用與教育訓練：聚集學校老師以及相關施測人士，提供器材硬體之使用、配戴以及保養教學，並輔導如何將資料上傳平台、基本資訊設定與編輯以及個人表現評估與分析等功能（依權限不同，僅學校單位可閱讀該校內學童之比較與報表，僅政府單位可閱讀區域性學校比較與報表）。
2. 實施與輔導：定時前往實施學校進行問題處理與實施現況了解，改良系統與硬體之設定。

（二）指標性實施學校遴選與認養

所謂指標性學校，乃指其學校所在位置（靠山、靠海、都市、鄉村等）與學校風氣（升學、運動、飲食等）特殊之單位，由於該因子具有影響孩童身體活動量可能性，因此期望將優先進行該校之實施，而本階段研究結果，將用以建立全域不同區域類似學校之比較依據。

（三）常模更新

根據本提案所使用之獨立資訊處理平台，不同年齡層、不同性別、不同BMI甚至不同區域的學童身體活動量常

模，可以學童上傳資訊後的短時間內進行常模更新，提供表現落點、建議數值等參考數值。

（四）各層級報表檢視

鑒於各學校及政府單位可能有其活動上安排的需求，例如學校舉辦之運動會、政府提倡之快活計畫等，本提案也可針對不同時間點的孩童身體活動量進行分析，提供各單位活動的實際狀況與影響程度報表，以利下一學期、年度的活動調整與安排。

綜合以上所知，運動本身除了對身體機能及動作發展產生許多正面效果之外，運動與學習有很大的關聯性。運動會調節多巴胺、血清素、正腎上腺素的產生（運動改造大腦一書，2011）。其中多巴胺讓孩子有好情緒，血清素和記憶與情緒有關，正腎上腺素和注意力有直接的相關。運動可以讓學習效果變好，同時也提升孩子的自信心；身體不但變得更健康，抵抗力也變強了。因此，筆者提倡利用「運動感測器」結合雲端數位學習與評量，玩出運動的樂趣，讓全家培養一起運動的好習慣，例如：跑步、游泳、打球等活動，或是帶孩子至戶外活動、公園玩耍。在日常生活中多走路、多爬樓梯，能動就多動，既可以體驗到運動的好處，也可以促進親子之間的感情，讓「運動感測器」穿戴科技成為大家的健康守護神的神奇法寶。

參考文獻

- 王駿濠、張哲千、梁衍明、邱文聲、洪蘭、曾志朗、阮啟弘（2012）。運動對孩童認知功能及學業表現的影響。《教育科學研究期刊》，57(2)，65-94：文獻回顧與展望。
- 古博文、陳俐蓉（2013）。客觀測量身體活動量：當前議題與未來方向。《身體活動與運動科學學刊》，2（1）。
- 張育愷、林珈余（2010）。身體活動對孩童認知表現的影響。《中華體育季刊》，24（2），83-92。
- 張樹立（2004）。台北縣城鄉國小學童身體活動量與健康體適能之比較研究。未出版碩士論文，國立臺北師範學院，臺北市。
- 彭臺臨（2007）。臺灣地區國民運動行為與其政策意涵之研究。行政院體育委員會。崑山科技大學。九十五學年度學生體適能檢測報告。
- Andersen, L. B., Harro, M., Sardinha, L. B., : Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet* 2006;368:299-304.
- Casey, B. J., Tottenham, N., Liston, C., & Durston, S. (2005). Imaging the developing: What have we learned about cognitive development? *Trends in Cognitive Science*, 9(3), 104-110.
- Chaddock, L., Hillman, C. H., Buck, S. M., & Cohen, N. J. (2011). Aerobic fitness and executive control of relational memory in preadolescent children. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 43(2), 344-349.
- Donnelly, J. E., & Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Preventive Medicine*, 52(1), S36-S42.
- Kang, D. W., Choi, J. S., Lee, J. W., & Tack, G. R. (2012). Prediction of energy consumption according to physical activity Intensity in daily life using accelerometer. *International Journal of Precision Engineering Manufacturing*, 13(4), 617-621.
- Trost, S. G., Wong, W. K., Pfeiffer, K. A., & Zheng, Y. (2012). Artificial neural networks to predict activity type and energy expenditure in youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(9), 1801-1809.
- Wang, Q. J., Suominen, H., Nicholson, P. H. F. (2005). Influence of physical activity and maturation status on bone mass and geometry in early pubertal girls. *Scand Journal Medicine Science Sports*, 15, 100-6.
- Welk, G. J., Schaben, J. A., & Morrow Jr., J.R. (2004). Reliability of accelerometry-based activity monitor: A generalizability study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 1637-1645.
- Westerterp, K. R. (1999). Physical activity assessment with accelerometers. *International Journal of Obesity*. 23(3), S45-49.

