

## ✓ 從動作發展的觀點來看兒童的平衡能力

蔡佳良 / 國立體育學院

吳昇光 / 中國醫藥學院

### 壹、前言

平衡(balance)是生態系統中，知覺和動作彼此交互作用最完美的表現。不論在坐、站或執行想要表現的各種動作，我們都必須根據外在環境所給予的特定的知覺訊息和身體想要表達的動作，不斷地改變我們的動作反應型態。在不同的動作和環境下，我們無時無刻都必須具備優異的平衡能力，例如：爬梯子修理天花板的電燈、在一片漆黑伸手不見五指的環境中行走…等；我們也必須利用身體的不同部位來維持平衡，例如：倒立時利用雙手、地上翻滾時利用身體、跑步時利用雙腳…等。所以，廣義的平衡動作，並不是僅利用我們的雙腳在平坦的地面上所表現出來的動作。

在動作發展(motor development)的過程中，兒童必須先發展出成熟的身體姿勢穩定度(postural stability)，才能逐漸熟練各種不同的移位(locomotor)和操控(manipulation)技巧(Haywood & Getchell, 2001)。而根據動作控制的系統理論，兒童的平衡能力是由一些不同的神經和肌肉骨骼等次要系統(subsystem)聯合作用所表現出的功能(Woolacott & Burtner, 1996)。這些神經次要系統包括：感覺系統、動作系統和一些較高的整合功能(higher integrative function)系統；而屬於肌肉骨骼的次要系統則包括：肌

力、關節活動度(range of motion of joint)和骨骼的聯合作用(Shumway-Cook & Wollacott, 1995)。在兒童的動作發展過程中，如何能有效地維持身體姿勢穩定度(stability)是兒童往後在學習動作中最重要的因素，因為大部分的動作基礎皆須有良好的穩定度(Gallahue & Ozmun, 2002)，例如：騎腳踏車、溜直排輪、閃躲、單腳站立、走平衡木或獨木橋、前滾翻、後滾翻、倒立、軸狀動作(axial movement)…等。因此，平衡能力在兒童動作發展上佔有舉足輕重的份量。

### 貳、平衡的定義及動作發展過程

"平衡"這個名詞，有時也被稱做"穩定度"(stability)，一般被定義為「在身體對抗重力的情況下，維持身體姿勢均衡(equilibrium)的狀態」(Burton, & Davis, 1992)，它幾乎是每個動作不可缺少的部分，經常又被稱做"姿勢控制"(postural control)，意指「在重力作用下，使身體重心維持或回到支撐底面的均衡能力」(Horak, 1987)。一個人的平衡能力受到某些因素的影響，例如：腳掌的寬度和長度、身體的高度、肌力的大小…等等。基於這些因素，孩童在成長的過程中，平衡能力也不無時無刻在改變。

一般來講，平衡能力的發展取決於粗動

作的發展以及感覺系統的發展，與平衡能力相關的感覺系統則包括：本體感覺系統、前庭覺系統和視覺系統(Bleck, 1994)。本體感覺系統不斷地提供我們四肢和身體如何協調地定位(position)；前庭覺系統則提供我們頭部的位置和動作的資訊；視覺系統則告知我們身體如何在特定的環境中定位。這三種感覺系統互相協調執行平衡動作，缺少任何一種系統，對兒童往後的平衡動作發展，將產生發展遲緩的現象。從Holderbam等(1979)的研究便發現聽障兒童的平衡能力比一般孩童差，因此他們認為聽障兒童可能在發展早期，因為前庭覺系統結構的損害，造成內耳迷路形態學上的改變，才使平衡動作發展遠遜於一般孩童。而視覺系統對平衡所產生的影響，可從最簡單的閉眼站立和睜眼站立的研究看出，當眼睛閉起時，重心移動面積明顯大於眼睛睜開時(Clark & Watkins, 1984)；從Rose等(2002)的研究也發現閉眼單腳站立的重心位移面積遠大於睜眼單腳站立的面積。以上的研究皆可讓我們了解視覺和前庭覺在平衡動作所佔的角色。

當胎兒在母親的子宮中，便知道藉由頭部和臀部的軸狀轉動或雙腳的交互踢動來維持姿勢的均衡，根據研究發現，母親懷孕的前六個月，胎兒便以每小時20次的頻率在不斷的改變姿勢(Wollacott, Shumway-Cook, & Williams, 1989)。在3歲前，兒童主要是倚賴視覺來維持平衡(Jouen, 1990)，我們可從Pope(1984)、Bertenthal等(1997)和Wollacott等(1987)利用"移動室(moving room)"和"可動式平台(moveable platform)"的研究發現，當孩童

在視覺和運動覺(前庭覺和本體感覺)有抵觸時，肌肉的反應是以視覺作為主要的判斷依據；4-6歲時，兒童便開始整合其他外來環境所獲得的知覺訊息和視覺來達成姿勢控制(Milner & Goodale, 1995)，這時候的孩童能倚賴較多的運動覺來維持平衡，所以視覺在平衡動作中所佔的角色便不再是那麼的過分強調；因此，這時期的孩童所表現出的平衡動作便有點類似成年人的動作(Schmuckler, 1997)。到了7-10歲，雖然上半身仍在持續的發育中，但是，由於腿部的肌肉量已足夠達成類似成年人維持平衡的反應和型態，所以，這個時期的孩童在平衡姿勢反應上，和成人已無太大的差別(Payne & Isaacs, 2002)。

因此，Assaiante和Amblard(1995)對人一生中的平衡動作發展，共歸納出四個階段：第一個階段是從出生到站立，這個時期的肌肉控制依循著"頭到尾(cephalocaudal)"的方向；第二個階段是從站立姿勢到6歲，這個時期必須著重在下肢和上肢的協調性；第三個時期是7歲到青春期，這個階段的平衡控制則強調頭部控制的精熟度；第四個階段則是青春期末至成人，也是平衡動作發展的最後一個階段，這個時期則強調在頸部動作的自由度之精確控制力。所以，孩童時期平衡動作的發展，主要是學習在做動作中，如何能有效的控制四肢和頭部的協調性。

### 參、平衡的分類和相關研究

平衡一般分為「靜態平衡」(static balance)和「動態平衡」(dynamic balance)。靜態平衡是指身

體在靜止的狀態下，維持身體想要的姿勢或位置的能力，例如：站立；而動態平衡則是身體處於正在移動或活動的狀態下，維持身體想要的姿勢或位置的能力，例如：跑步。日常生活中，單腳站立是用來衡量靜態平衡能力，而走平衡木則是用來測量動態平衡能力的最簡易方法。一般來講，影響平衡能力的因素除了除了上述的三個感覺系統外，尚需考量到站立面、重力、重心、如何控制身體關節的自由度、如何精確地控制頭部在空間的位置以保持頭和軀幹的平衡…等(Haywood & Getchell, 2001)。

另外，我們可從一些實證的研究來探討這些可能影響兒童平衡發展的因素。從 Wolff (1998)利用 107 位 5-18 歲的受試者，以大約 2 歲為標準來分組，從所做的平衡研究發現，兒童至青少年階段的平衡能力是逐漸改善的，而且睜眼站立比閉眼站立表現優異，在這個實驗中，最值得注意的是 7-8 歲組兒童在力板上不論是睜眼或閉眼時，身體每秒搖動的面積比 5-6 歲組大大地減少 29% 和 42%，這個結果和其他相鄰兩組之間的比較(從年少至年長睜眼時身體搖動面積約少 8% 而閉眼約少 7%)，發現 7 歲是兒童改變平衡能力的關鍵期，這個結果和 Figura 等(1991)及 Riach 和 Hayes(1987)的發現相似，從他們的研究也發現兒童在 6-8 歲是平衡能力進步最顯著的時期。這些研究讓我們對兒童平衡能力的動作發展有一個重大的啟示：是否控制身體平衡能力的感覺系統或小腦機能，在兒童的這個時期是發育最明顯的，如果是的話，那麼在這段時期給予最大的刺激或訓練，應該對往後的

平衡能力也能獲得顯著的成效才是。

但是，從 Clark 和 Watkins(1984)利用 6-9 歲的孩童做睜眼單腳站立和閉眼單腳站立的靜態平衡研究卻發現，9 歲孩童的平衡能力表現並未比 6 歲或 7 歲的孩童優異，而且左腳的平衡能力和右腳的平衡能力並無顯著的差異，研究者則認為 6-9 歲孩童的身體結構和身材比例並無多大的差異性，因此腿部的肌力和身高並無法顯著地影響平衡能力的表現。相同地，當受試者站立在會搖動的支持面時，也有不同的結果發現，從 Bachman(1961)利用 6-26 歲的受試者站立在支撐面搖動的力板上卻發現，成年人的平衡能力比小孩差，研究者因此猜測身高是造成身體容易失去平衡的一項重要因素。或許在支撐面搖動的情形下，身高越高，越容易使身體的重心落於支撐面之外，這也說明當我們在運動中做準備動作時，為何總是需要低重心來獲得較好的穩定度。

另外，兒童在動態平衡時，所採用的步態是否有所不同呢？從 DeOreo(1975)讓 3-5 歲的孩童走平衡木來測量動態平衡能力的研究發現，越小的孩童走平衡木的姿勢大都採用滑併步(shuffle-step)，也就是一直保持相同的腳在前方，而隨著年紀的增長，較大的孩童則能雙腳交替前後走；而且超過 25% 的 3 歲孩童不能在平衡木上走完全程。從這個實驗來看，我們可了解早期孩童在動態平衡的步態。Gallahue 和 Ozmun(2002)也說明了兒童在平衡木上走動分為三個階段：第一階段是兒童走平衡木時需有人在旁攙扶，走步採用跨併步(通常是慣用腳保持在前方)，眼睛一直盯著腳，身體很僵硬

且無任何輔助平衡的動作；第二階段的兒童仍採用跨併步，眼睛注視平衡木，能在平衡木上往前走、往後走、橫著走且有一些維持平衡的輔助動作，但是很容易失去平衡，而且只能在5公分的平衡木上完成動作，無法走在2.5公分的平衡木；第三階段是最成熟的階段，這個時期的兒童已能走在2.5公分的平衡木，腳步也能左右腳交替前後走，眼睛注視在平衡木上方，雖然有時也會失去平衡，但是能巧妙地利用雙手來輔助平衡，在平衡木也能輕鬆且有自信地往前、往後或側著走。利用這些判斷標準，可以很簡單地了解兒童是否在適當的年齡擁有成熟的動態平衡能力。

## 肆、省思和結語

從吳昇光和蔡輔仁(民91)針對我國1,188位學童所做的發展協調障礙(developmental coordination disorder)學童體適能及動作能力的研究發現，我國學童在7-8歲組動作發展協調障礙發生率約佔3.5%，和一般歐美國家並無多大的差異，但是在9-10歲組的學童，發生發展協調障礙的比率卻高達20.6%，遠高於歐美國家發展協調障礙學童所佔的比例(約5-10%)。而且，從其研究內容發現，我國9歲和10歲學童在靜態平衡(單平衡板平衡)及動態平衡(單腳跳格子)兩個項目的表現確實比美國同年齡層的學童表現差。從"兒童動作發展"的角度來看，平衡力應該會隨著年齡的增加而改善(Wolff et al., 1998; Pay & Isaacs, 2002)，雖然我國兒童在7-8歲組的動作協調能力和歐美各國的兒童不相上下，但是，在9-10歲組的發生率

卻遠超過歐美各國的3-4倍，這種結果令人不免懷疑我國9-10歲的兒童雖然在生理特質上並無所謂的"醫學病徵"，但從"動作發展"的角度來評估的話，卻發現我國兒童的動作協調能力遠遠落後於歐美各國，造成他們在做平衡能力測試時，動作控制的能力和技巧因此遠不及國外相同年齡層的學童。從7-8歲和9-10歲這兩個年齡層的受試者來看，身體結構上並無多大的差異，也就是說四肢和軀幹的比例差別不大，但我國學童卻在這兩個年齡層有如此大的差異性，如果依Wollacott等(1987)所認為：隨著年齡的增長，兒童越能倚賴不同的知覺系統來控制平衡，那麼我國學童在視覺正常的情況下，是否運動覺的良性刺激不足，才造成他們在發展上有如此大的落差，這是值得省思的一個問題？如果把以上的結果解釋為歐美各國和我們東方人的文化上有所差異，因此用他們的常模和我國學童做比較有所不妥時，我們卻又可發現一份針對香港和美國4-6歲兒童用相同的測驗工具所做的研究發現，香港兒童不論在動態平衡或靜態平衡皆比美國小孩表現還好(Chow & Henserdon, 2001)，研究者同時也發現該測試工具的某些項目對中國人雖有些修改的必要，但從整體來看，此測試工具用來測量東方人也得到相當的信度和效度。所以，根據O'Hare和Khalid(2002)的最新研究發現，發展協調障礙的兒童在小腦的功能上有某些程度的失能(dysfunction)，造成這些兒童在閱讀、寫字動作和平衡能力的發展遲緩。從這些結果告訴我們是否應正視我國兒童日常活動量的不足，造成對身體某些器官(如小腦)的良性刺激缺乏，

進而使得我國學童在動作發展上有著嚴重問題。

當太空人處於無重力的太空中數日之後，回到地球表面的剛開始會有失去姿勢控制的情況，但是在地球重力持續影響下，這種情況卻會慢慢改善的例子來看，平衡感是有適應性的(adaptability)，因此，神經生理學家便認為：控制平衡機轉的中樞神經系統是有可塑性的(Shepherd, 1983)。另外，從參加奧林匹克的溜冰選手、體操選手和芭蕾舞用腳尖熟練做出一些高難度的平衡動作來看，平衡能力似乎是可訓練的。日常生活中，兒童的活動量相當大，當他們在運動時表現優異，在群體中越能受到同儕的重視，越能引發兒童參與活動的動機，而平衡能力卻攸關運動表現，例如：前滾翻、後滾翻、側翻、打躲避球時的閃躲動作...等，這些動作皆須良好的平衡能力。如果我國孩童在正值動作發展的尖峰時段，能多多參與戶外活動，相信對其平衡能力的動作發展一定有相當的助益。當然，對平衡能力表現較差的孩童，如果我們在學校體育或是日常生活中能設計一些改善平衡的活動，讓孩童多多練習，對孩童也一定會有幫助的。

## 參考文獻

- 吳昇光、蔡輔仁(民91)：我國發展協調障礙學童之體適能及動作能力研究。教育部委託研究計畫。
- Bachman, J. C. (1961). Motor learning and performance as related to age and sex in two measures of balance coordination. *Research Quarterly*, 32, 123-137.
- Bertenthal, B. I., Rose, J. L., & Bai, D. L. (1997). Perception-action coupling in the development of visual control of postural. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 1631-1643.
- Bleck, E. E. (1994). The sense of balance. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 36, 377-378.
- Burton, A. W. & Davis, W. E. (1992). Assessing balance in adapted physical education: Fundamental concepts and applications. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 9, 14-46.
- Chow, S. M. K. & Henderson, S. E. (2001). The movement assessment battery for children: A comparison of 4-year-old to 6-year-old children from Hong Kong and the United States. *American Journal of Occupational Therapy*, 55, 55-61.
- Clark, J. E. & Watkins, D. L. (1984). Static balance in young children. *Child Development*, 55, 854-857.
- DeOreo, K. O. (1975). Dynamic balance in preschool children: Process and product. In D. Landers (Eds.), *Psychology of sport and motor behavior II*. Proceedings of NASPSPA, Pennsylvania State University, State College.
- Gallahue, D. L. & Ozmun, J. C. (2002). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults(5th ed.)*. USA: McGraw-Hill.
- Haywood, K. M. & Getchell, N. (2001). *Life span motor development (3rd ed.)* USA: Human Kinetics.

- Holderaum, F. M., Ritz, S., Hassanein, K. M., et al. (1979). A study of otoneurologic and balance tests with deaf children. American Annals of the Deaf, 124, 753-759.
- Horak, F. B. (1987). Clinical measures of postural control in adults. Physical Therapy, 67, 1881-1885.
- Jouen, F. (1990). Early visual-vestibular interactions and postural development. In H. Bloch & B. I. Bertenthal (Eds.), Sensory-motor organization and development in infancy and early childhood (pp. 199-215). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Milner, A. D. & Goodale, M. A. (1995). The visual brain in action. New York: Oxford University Press.
- O'Hare, A. & Khalid, S. (2002). The association of abnormal cerebellar function in children with developmental coordination disorder and reading difficulties. Dyslexia, 8, 234-248.
- Payne, V. G. & Isaacs, L. D. (2002). Human motor development: A lifespan approach(5th ed.). 74-76. USA: Mc-Graw Hill.
- Pope, M. J. (1984). Visual proprioception in infant postural development. Unpublished doctoral dissertation, University of Southampton, Highfield, United Kingdom.
- Rose, J., Wolff, D. R., Jones, V. K., Bloch, D. A., Oehlert, J. W., & Gamble, J. G. (2002). Postural balance in children cerebral palsy. Developmental Medicine and Child Neurology, 44, 58-63.
- Schmuckler, M. A. (1997). Children's postural sway in response to low- and high- frequency visual information for oscillation. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 23, 528-545.
- Shepherd, G. M. (1983). Neurology. New York and Oxford: Oxford University Press.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. (2001). Motor control: Theory and practical applications. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Woollacott, M. H., Shumway-Cook, A., & Williams, H. (1989). The development of posture and balance control in children. In M. H. Woollacott and A. Shumway-Cook (Eds.), Development of posture and gait across the lifespan. Columbia: University of South Carolina Press.
- Woollacott, M. H. & Burtner, P. (1996). Neural and musculoskeletal contributions to the development of stance balance control in typical children and in children with cerebral palsy. Acta Paediatrica Suppl., 416, 58-62.
- Woollacott, M., Debu, B., & Mowatt, M. (1987). Neuromuscular control of posture in the infant and child. Journal of Motor Behavior, 19, 167-186.
- Wolff, D. R., Rose, J., Jones, V. K., Bloch, D. A., Oehlert, J. W. & Gamble, J. G. (1998). Postural balance measurements for normal children and adolescents. Journal of Orthopaedic Research, 16, 271-271.