

先期性研究：複雜工作的協調性探討

張淳皓*、陳志明**、何金山***、林國全****、蔡鋒樺*****

摘要

本研究欲藉由無線感測裝置分析不同跳躍任務的協調性能力差異。方法：本實驗以 12 名健康男性大專生，於小腿外側配戴自製無線加速規並給予視覺影像節拍器及聽覺節拍聲，蒐集單純跳躍與給予雙重任務（拍手+跳躍）之下肢加速度數據，以 Matlab R2008a 軟體進行資料處理。實驗結果以 SPSS 18.0 統計軟體進行獨立樣本單因子變異數分析（one-way ANOVA），並進行事後比較，比較受試者在固定節拍內做節奏性跳躍動作時其時間變化情形。結果：不同跳躍情境達顯著性的差異水準($F=3.398, p<.05$)，而在無拍手慣用腳跳躍組的組內變異最小。結論：由此可知使用慣用腳跳躍的節奏控制能力最佳，而視覺上的刺激在本研究中可能為影響跳躍節奏控制的主要因素。

關鍵字：協調能力、加速度、無線感測

*國立體育大學運動科學研究所研究生

**美和科技大學休閒運動保健系副教授

***國立體育大學運動科學研究所助理教授(通訊作者)

****國立體育大學競技與教練科學所研究生

*****美和科技大學休閒運動保健系副教授

壹、緒論

根據內政部民國 101 年底統計，國內依「身心障礙者保護法」領有身心障礙手冊者達 112 萬人，身心障礙者占總人口比率為 4.8%，續創新高，近 10 年來增加 29 萬人或增加了三成四，其中以 65 歲以上老年者增加 39.3% 最多，18-未滿 65 歲青壯年族群增加 33.9% 次多、12-未滿 18 歲青少年族群增加 30.3% 居第三。101 年身心障礙者各項補助累計總金額達 270.3 億元，較 100 年增加 16.6%，各類補助以生活補助 201.6 億元占 74.6% 最多，托育養護補助 61.3 億元占 22.7% 次之，輔助器具補助 7.3 億元占 2.7% 居第三（內政部統計處，2013）。根據上述統計可發現青少年族群具有身心障礙的比率非常高，政府除了透過社會衛生福利的幫助外，倘若能委託相關醫療單位及早介入治療、復健或訓練，能夠幫助症狀獲得改善並邁向自主生活目標，對於減緩國家財政支出也是一大福音。

Dunn (2001) 與 Hyun, Gak&Byung (2012) 指出身心障礙者於幼兒時期，因為身心功能上的缺陷，使得肢體活動的範圍受限且無法跟隨自我意志行動，導致自我活動經驗的缺乏，又因先天認知能力不足及後天身體活動範圍受限，以及受到家人於安全考量上的過度保護加上身體末梢神經發展不均衡與機能障礙，因此普遍產生動作發展遲緩及協調統整能力相較於正常發展兒童不足的現象，容易在身心障礙兒童身上觀察到肌力、肌耐力、肢體速度、爆發力和平衡控制等功能性動作發展比同儕落後，例如：表現出較弱的大肌肉類型運動能力與精細動作控制技巧。因此，及早訓練身心障礙學童的協調統整能力，不但有助於日常身體活動或休閒運動之學習，降低意外傷害的發生率，減少國家龐大的社會福利及照護支出，更能使身心障礙者終其一生有所助益，直至年老（吳湘涵、何金山、詹元碩，2010；陳亭君、潘倩玉，2010）。

在日常生活中，我們需要藉由多數肢體之間的協調能力成為一個動態系統以產生動作進而完成行為任務，並隨著行為任務的難易度不同（例如：節奏性動作），協調能力將會影響到動作的完成度。根據 Huys, Daffertshofer 與 Beek (2004) 於研究中指出探討協調與控制能力為人類動作行為的重要議題，其中兩個主要研究方向為探討協調結構的形成與控制動作形態的穩定性和動作維持度的變化，人類是透過感知系統蒐集訊息來產生目的性的動作，因此瞭解產生動作訊息來源對運動控制的議題相當重要（林如瀚，2010）。根據動態系統理論架構，若欲探討動作的變化則主張以時間刻度的角度來量測（Newell, Liu,& Gottfried, 2001），從動作學習的角度看來，時間刻度猶如一把「量尺」，可用來測量動作系統改變的情形，研究者可以利用一段固定的時間做為單位來觀察系統的變化情形（陳重佑、陳帝佑，2004；陳秀惠，2005；黃嘉君、楊梓楯，2008）。

不過隨著資訊科技以及科學檢測儀器日益發達，使得研究者能夠以更科學更客觀的方法分析身心障礙者於動作表現上的動力學及運動學數據。由於目前多數研究探討節奏性訓練之文獻以雙手及慣用手為主要探討方向（Shaffer et al., 2001；

Sabado, Jessica, & Donald, 2008)，不過上肢與下肢的動作協調性訓練應該更需要受到重視，因此，本研究欲藉由無線慣性感測裝置(相子元、石又、何金山, 2012)，擷取特殊學童在節奏感訓練中的下肢跳躍動作並加入雙重任務拍手動作於固定時間內的變化情形，以準確的裝置使用於量化運動協調能力，探討不同跳躍任務的協調性能力差異，然而身心障礙學童因其具特殊性，本研究採以健康大專男性做為先期性研究。

貳、研究方法

一、研究對象

本實驗以 12 名健康男性大專生做為受測者(平均身高為 172.56 ± 6.78 公分、體重為 70.33 ± 5.49 公斤、年齡為 22.72 ± 2.43 歲)，並六個月內無任何下肢骨骼及神經肌肉受傷者。

二、研究儀器與設備

(一) 筆記型電腦：廠牌為ASUS；型號為Eee PC 1005PE。

(二) 投影機：播放影像節拍器與節拍聲，頻率為1拍/秒；受測者需跟隨著節拍進行跳躍動作測試（跳格子遊戲），如圖1所示。

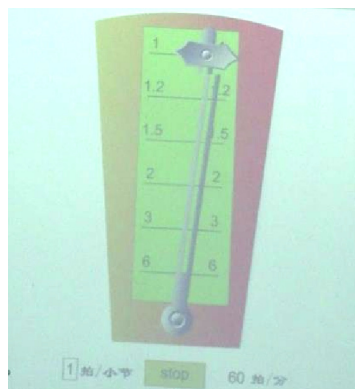


圖1 影像節拍器

三、慣性感測裝置：本實驗室自製無線加速規裝置，固定於受測者小腿外側，紀錄受測者跳躍動作之下肢加速度，進而計算出每次跳躍所花費時間，擷取頻率為 200Hz。無線加速規固定位置如圖 2。



圖2 無線加速規固定位置

四、場地設置

於實驗室中央規劃出長 4 公尺、寬 1 公尺跳格子遊戲區域，將此區域平均劃分為長 50 公分、寬 1 公尺的區塊，共為 8 塊，依序標上號碼 1-8，並於第 4 及第 6 區塊標示雙腳著地區，其餘未標示區塊皆為單腳著地區，投螢幕設置於行進方向前方。如圖 3 所示：

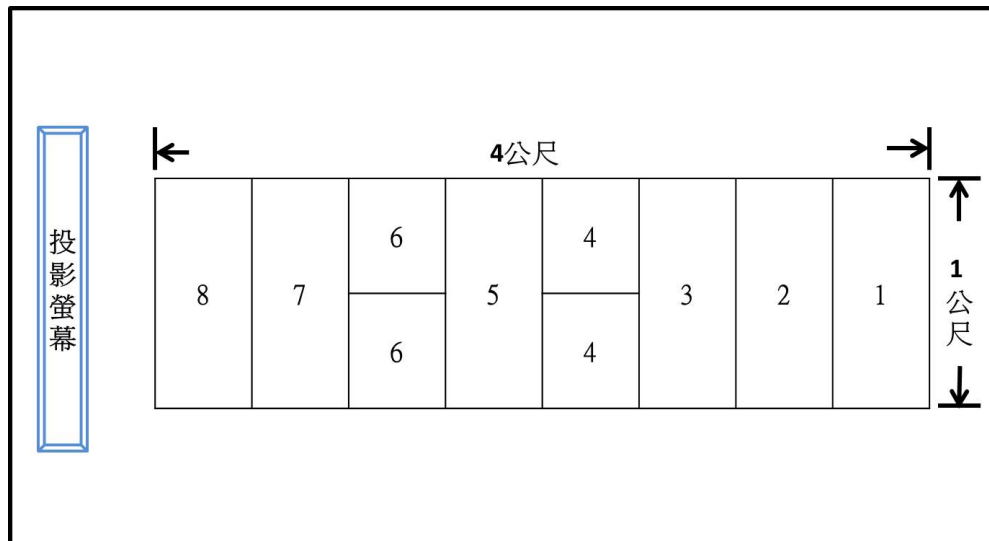


圖3 場地設置示意圖

五、實驗步驟

- (一) 實驗前請受測者填寫同意書、解釋實驗步驟、注意事項並量測基本資料。
- (二) 將感測裝置以白貼固定於單側跳躍腳之小腿外側。
- (三) 請受測者進行5分鐘著重於下肢的暖身運動。

- (四) 受測者將進行無拍手非慣用腳跳躍、無拍手慣用腳跳躍、拍手非慣用腳跳躍以及拍手慣用腳跳躍，共四種跳躍情境。
- (五) 於正式實驗時，同時給予受測者視覺訊息—節拍器、聽覺訊息—節拍器節奏聲，頻率為1拍/秒，跟隨視覺與聽覺訊息在測驗區域上做跳格子之跳躍動作，利用無線慣性感測裝置擷取每次跳躍之加速度。
- (六) 每種跳躍情境需各進行3次測驗，每次測驗之間需休息30秒。

六、施測地點

國立體育大學運動科技實驗室。

七、資料處理

本實驗利用無線慣性感測裝置擷取每次著地之加速度，經由 Matlab R2008a 運算軟體進行運算分析，藉由每兩次落地的時間差計算出每次跳躍的時間平均值與標準差。

八、統計分析

本研究以不同跳躍情境為因子，分析受測者在固定節拍內做節奏性跳躍動作時，其動態系統之變化情形，因此利用 SPSS 18.0 統計軟體進行獨立樣本單因子變異數分析(one-way ANOVA)，進一步求得變異係數(Coefficient of Variation, *CV*)並進行事後比較($p < .05$)。

參、結果與討論

本研究欲藉由無線慣性感測裝置，擷取受測者在節奏感訓練中的下肢跳躍動作並加入雙重任務拍手動作於固定節奏內的變化情形，利用加速規量測每次跳躍著地時的加速度，再經由 Matlab 擷取兩最大加速度之間的時間長度，進而計算出整體跳躍平均時間，因而得到四種跳躍情境之跳躍時間結果。由於本研究於節奏跳躍的控制上是透過同時給予受測者視覺訊息—節拍器、聽覺訊息—節拍器節奏聲，每秒進行一次的固定節奏及距離跳躍，因此在四種跳躍情境中的平均秒數為在四種跳躍情境中的平均秒數為無拍手慣用腳跳躍(965.5 毫秒)、無拍手非慣用腳跳躍(961.7 毫秒)、拍手非慣用腳跳躍(987.4 毫秒)及拍手慣用腳跳躍(987.4 毫秒)，經由單因子變異數分析後，顯示不同跳躍情境達顯著性的差異水準($F = 3.398, p < .05$)，如表 1 所示。再經由事後檢定分析各組間的差異水準，由分析結果發現無拍手非慣用腳跳躍、無拍手慣用腳跳躍、拍手非慣用腳跳躍以及拍手慣用腳跳躍皆達顯著性差異($p < .05$)。不過可發現在無拍手非慣用腳跳躍的情形下 *CV* 值為 2.93%、無拍手慣用腳跳躍時的 *CV* 值為 2.77%、拍手非慣用腳跳躍的 *CV* 值為 2.96%以及拍手慣用腳跳躍的 *CV* 值 2.87%，由此可知使用無拍手慣用腳跳躍組內的變異最小，因此推論此情境即慣用腳的節奏控制能力較佳。

表1

單因子變異數分析與變異係數資料表

	平均數	標準差	CV	F值	p值
無拍手非慣用腳跳躍	961.7	28.2	2.93%	3.398	.024
無拍手慣用腳跳躍	965.5	26.7	2.77%		
拍手非慣用腳跳躍	987.4	29.2	2.96%		
拍手慣用腳跳躍	987.4	28.3	2.87%		

* $p < .05$; 單位 : 毫秒

在動作的產生上，不同的動作指令有可能會產生相同的結果，但當所參與的肌肉越多、動作越複雜，則會對中央神經系統的負荷越大（田寶琴，1996），而導致動作的協調性或節奏性下降。而在本研究的結果中，拍手跳躍測試因為是雙重任務，考驗了受測者的協調能力，因而增加了動作的複雜性，所產生的平均時間與 CV 值皆較高，顯示出與理論相符之結果，因此未來可著重於雙重任務的協調性訓練。由於許多研究指出容易從特殊兒童觀察出注意力與動作控制能力的不足，往往表現出對抑制、速度、節律、協調等控制能力較正常發展兒童弱的情況（Shaffer et al., 2001），而本研究結果與過去許多文獻上之動作控制探討結果相當一致，未來在訓練特殊族群下肢協調能力時可依此原則採用，利用此系統觀察特殊族群在接受節奏訓練前後，其下肢在動作協調控制上的變化。

肆、結論與建議

綜合上述結果，本研究驗證可利用慣性感測裝置其具有高度準確性且輕量化的特性，在不干擾受測者動作下量測多重任務的動作時間，進而探討協調控制能力情形。在未來，我們將會增加受試樣本數與不同族群，並希望能成為簡易量化分析協調控制能力之方法。

致謝

本研究承國科會研究計畫『智慧運動健康系統之開發與應用—人體運動感測技術之開發』（NSC 102-2410-H-179-013-MY2）經費支持，俾使研究得以順利進行，謹此致謝。

參考文獻

- 內政部統計部 (2013 年, 6 月 15 日)。一〇二年第二十四週內政統計通報: 101 年身心障礙者福利統計。資料引自 <http://www.moi.gov.tw/stat/index.aspx>。
- 田寶琴 (1996)。動作控制理論及模式之基本概念。《中華物療誌》, 21(2), 131-137。
- 吳湘涵、何金山、詹元碩 (2010)。ADHD 兒童動作表現與訊息處理之探討。《台灣體育論壇》, 1, 61-68。
- 林如瀚 (2010)。人類視覺控制與運動知覺關係探討。《中華體育季刊》, 24(2), 65-73。
- 相子元、石又、何金山 (2012)。感測科技於運動健康科學之應用。《體育學報》, 45(1), 1-12。
- 陳秀惠 (2005)。量化全身性運動協調之工具-主成份分析。《體育學報》, 38(4), 39-52。
- 陳亭君、潘倩玉 (2010)。注意力缺陷過動症學童之動作發展相關能力與改善策略。《中華體育季刊》, 24(4), 93-102。
- 陳重佑、陳帝佑 (2004)。動態系統理論在動作行為學之應用。《彰化師大體育學報》, 4, 53-65。
- 黃嘉君、楊梓楣 (2008)。節奏性動作之影響因素。《中華體育季刊》, 22(3), 41-49。
- Dunn, W. (2001). The sensations of everyday life: empirical, theoretical, and pragmatic considerations. *Am J Occup Ther.*, 55(6), 608-20.
- Huys, R., Daffertshofer, A., & Beek, P. J. (2004). Multiple time scales and subsystem embedding in the learning of juggling. *Hum Mov Sci.*, 23(3-4), 315-36.
- Hyun, H. K., Gak, H. B., & Byung, K. Y. (2012). The Effects of a Sensory Integration Programme with Applied Interactive Metronome Training for Children with Developmental Disabilities: A Pilot Study. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy*, 22(1), 25-30.
- Newell, K. M., Liu, Y. T., & Mayer-Kress, G. (2001). Time scales in motor learning and development. *Psychol Rev.*, 108(1), 57-82.
- Shaffer, R. J., Jacokes, L. E., Cassily, J. F., Greenspan, S. I., Tuchman, R. F., & Stemmer, P. J. Jr. (2001). Effect of interactive metronome training on children with ADHD. *Am J Occup Ther.*, 55(2), 155-62.
- Sabado, J. J., & Fuller, D. R. (2008). A Preliminary Study of the Effects of Interactive Metronome Training on the Language Skill of an Adolescent Female With a Language Disorder. *Contemporary Issues in Communication Science & Disorders*, 35, 65-71.

Preliminary Study: Investigation of Coordination under Complicated Work

Chun-Hao Chang *, Zhi-Ming Chen **, Chin-Shan Ho ***, Guo-Chiuan Lin ****,

Feng-Hua Tsai *****

Abstract

The purpose of this study was to measure the different jumping tasks by using wireless sensor technology to investigate the motor coordination. Methods: The research was collecting the experiment data when jumping with multiple tasks via sensors with wireless transmitter device which was fitted in the lateral leg on twelve healthy male college students. The data analyzed by computer program developed on our own. Results: The different jumping situations were reached significantly in differences levels ($F= 3.398, p<.05$). In the case of using the dominant leg jump, the resulting CV value was significantly smallest among the three cases. Conclusion: Using dominant leg jump's ability to control the rhythm can get best performance in this study. And visual stimulation may be the main factors controlling the rhythm jump.

Keywords: Coordination Capacity, Acceleration, Wireless Sensor

* Graduate student, Graduate Institute of Sports Science, National Taiwan Sport University.

** Associate Professor, Department of Recreation Sports and Health Promotion, Mei-Ho University.

*** Assistant Professor, Graduate Institute of Sports Science, National Taiwan Sport University. (Corresponding authors)

**** Graduate student, Graduate Institute of Coaching Science, National Taiwan Sport University.

***** Associate Professor, Department of Recreation Sports and Health Promotion, Mei-Ho University.