

十二歲學童單手投擲型式的 關鍵因素：手掌寬度

李村棋、卓俊伶
國立臺灣師範大學

摘要

過去的研究發現單手過肩投擲動作的層次高低及穩定性明顯地受球的尺寸大小影響。本研究以動態系統為理論依據，以實際教育或比賽用球進行檢驗，目的在探討相同年齡的學童，在躲避球過肩投擲動作層次及穩定性的實驗中，如何受個體差異——手掌寬度的影響。實驗參加者是從國小六年級 375 名男學生中，篩選手掌較長者和手掌較短者各 13 名，施做躲避球用力對牆投擲測驗。實驗的自變項為學童的手掌寬度，依變項為投擲的動作層次及穩定性。經評分者分析其動作層次、弗里曼等級二因子變異數分析、及二因子混合設計變異數分析後，發現：(一)同年齡成長情況不同，對單手投擲的軀幹動作表現有顯著差異，(二)同年齡成長情況不同，對單手投擲的穩定性沒有差異。

關鍵詞：手掌寬度、投擲型式、動作發展

壹、緒論

Wickstrom (1975) 發現擲球的發展程序為：從雙手投擲到單手投擲；從低手投擲到過肩投擲再到單手過肩投擲；Burton, Greer, 和 Wiese (1992) 也提出三種投球方式：(一)從手的部份可分為單手及雙手投擲方式；(二)從手的垂直位置和肩膀的關係可分為低手及過肩投擲方式；和(三)從手的垂直位置和身體中線的關係可分為中線、胸前傳球及側傳

球。從以上的敘述可以了解到上臂投擲動作的發展順序為從雙手投擲到單手投擲，從腰部以下的低手投擲動作發展到上臂的單手過肩投擲動作。

動作技能的學習上分為兩個階段：即基本動作與動作技能熟練階段。Corbin (1976) 指出 12 歲之前是基本動作的學習階段，小學以後則是動作技能的熟練階段。12 歲之前的學習是熟練動作技能的必要基礎；成年人的動作技能主要是根據其基本動作學習的多寡，進而加以重組練習到動作技能熟練。因此，國小體育教學的主要內容應該是在教導兒童各種不同的基本動作。

動態系統理論應用在動作發展 (motor development) 方面，主要是針對 Gesell (1929) 成熟假說 (maturation hypothesis) 的反駁。成熟假說提出神經成熟是動作發展的重要因素；Thelen (1989) 認為年齡指標不應被用來決定兒童的動作發展水準；而動作表現的穩定與不穩定之間的變異 (variability) 才是動作發展中值得重視的轉移 (transition) 現象。應用動態系統的概念在解釋動作行為 (motor behavior) 由 Kugler, Kelso, 和 Turvey (1982) 首先提出，認為動作行為的動態系統概念，重點在於以多重次系統的互動影響，其中些微的改變，足以造成大程度的變化。Newell (1986) 則認為動作表現受限制 (constraints) 影響，從環境 (environment)、工作 (task) 和有機體 (organism) 等三者的限制所形成的協調與控制 (coordination and control)，可以解釋動作者動作表現與型式如何由舊有的層次轉移到另一個穩定且新的動作型式表現。

從過去有關動作發展的研究中可以發現到，國小男女學童的投擲型式受球直徑大小的影響，此類的研究最早在 1939 年由 Gutteridge 觀察兒童的投擲動作中首先提出。而最早將投擲動作用於基本動作層次分析的學者為 Wild (1938)。以動態系統理論從事上臂投擲動作分析的文獻則是首由 Burton 等人 (1992) 提出。

Burton, Greer 和 Wiese (1992) 探討球體的大小對過肩投擲動作型式的影響。實驗參加對象有 80 人，分成四組；幼稚園、二年級、四年級和成人（男女），使用六種不同尺吋的保麗龍球（直徑為 1.9, 4.1, 5.8, 7.8, 9.6 和 11.6 英吋），每人用力對牆投擲四次，經重複量數變異數統計分析後結果發現：(1) 單手過肩投擲在五個投擲因素中動作層次是穩定的；(2) 當球的直徑變大超過實驗參加對象手掌的寬度時，使用單手抓球就會變得比較困難，同時動作的層次也會由高變低。

Burton, Greer 和 Wiese-Bjornstal (1993) 探討球體大小對不同抓球和投擲型式的影響。實驗參加對象有 104 人共分成五組；幼稚園、二年級、四年級、八年級和成人（男女），使用六種不同尺吋的保麗龍球（直徑為 4.8, 10.4, 14.7, 19.8, 24.4 和 29.5 公分），每人用力對牆投擲四次，經重複量數變異數統計分析後結果發現：(1) 年齡較大實驗參加對象的比年齡較小者，當球體的直徑增加時，手的投擲動作由單手改為雙手較為顯著；(2) 在相對球的直徑 (relative ball diameters) 方面，年齡較大的實驗參加對象比年齡較小者改變較小。

Holoubek (1994) 探討不同球體重量對過肩投擲型式的影響。實驗參加對象有 56 人，共計分成四組：幼稚園、二年級、四年級和六年級（男女），使用六種不同重量的



網球（重量為 3, 6, 9, 12, 15 盎司；其中 9 盎司有兩種不同的直徑），每人用力對牆投擲四次，經卡方統計分析後發現：(1)球的重量並沒有改變投擲的型式，(2)球的直徑增加過肩投擲動作型式會改變，動作層次也由高變低，和(3)不同年齡男女投擲的型式並沒有因為使用不同重量的球和較大直徑的球而有所改變。

從以上有關不同尺寸的保麗龍球和不同重量的網球對單手過肩投擲型式的文獻可知：(1)研究的對象包括不同年齡層的男女（幼稚園、二年級、四年級、六年級、八年級和成人），使用的球則是非投擲比賽所使用的球；(2)當球體的直徑增加時，實驗參加對象的投擲動作就會由單手改變為雙手；和(3)當球的直徑增加時，實驗參加對象的投擲動作層次就會從較高的層次轉變為較低的層次。但是上述文獻中並沒有探討相同年齡但不同成長狀況的學童，對投擲動作層次及穩定性影響的問題，也從沒有以實際比賽用球來檢驗其對單手過肩投擲動作型式的影響。

因此，本研究的問題是：(一)同年齡成長狀況不同對單手投擲的動作層次表現是否有差異？(二)同年齡成長狀況不同對單手投擲動作的穩定性是否有差異？本研究的假說是：(一)不同手掌寬度對單手投擲的動作層次表現有顯著的差異；(二)不同手掌寬度對單手投擲動作的穩定性有顯著的差異。

貳、方法與步驟

一、實驗參加對象

依實驗需要篩選六年級男生 375 名中，身高較高者及身高較矮者各 20 名，實驗之前並請家長或監護人簽署參加實驗同意書，經回收同意書統計後去除不願參加的實驗對象，因此，本研究的參加對象為 26 位國小男生，所有實驗參加對象皆均是慣用右手，平均年齡為 12.0 歲（標準差 = 0.2 歲），其基本資料如表一所示。

表一：手掌長、短組實驗參加對象基本資料

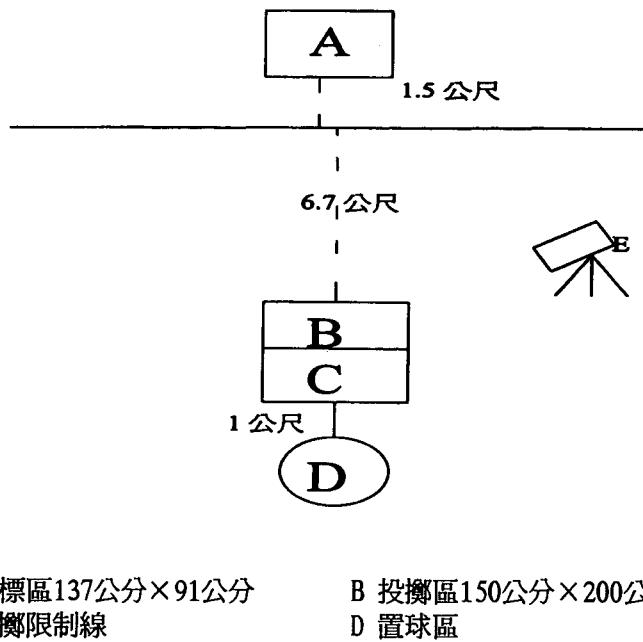
	年齡（歲）	身高（公分）	體重（公斤）	手掌寬度（公分）
手掌長組	12.0±0.2	163.80±3.16	55.85±9.25	21.12±1.12
手掌短組	11.9±0.2	139.92±2.87	32.92±2.99	17.54±0.78

二、實驗器材及場地佈置

本實驗的器材為：Sony 錄影機、皮尺、碼錶、躲避球、呼拉圈一個、握力計、身高、體重測量器、橙色目標紙（長 137 公分寬 91 公分的長方形）。



本實驗的場地佈置為：投擲距離為距目標區 6.7 公尺處，並在投擲線前後各劃一長方形（長 150 公分寬 100 公分），且在長方形後面 1 公尺處放置呼拉圈一個，圈內放置躲避球供投擲者使用。在距離投擲線 4 公尺處與投擲者成 45 度角處設置 Sony 錄影機一台以拍攝整個動作過程。場地佈置如圖一所示。



A 目標區137公分×91公分
C 投擲限制線
E Sonny V8攝影機

B 投擲區150公分×200公分
D 置球區

圖一 實驗場地佈置圖

三、測量與測驗程序

(一)依照各班身高體重測量結果，篩選符合測驗的實驗參加對象；實驗前再次測量所篩選出的實驗參加對象的身高、體重後，進行手掌寬度、手臂長度及單手抓球之測量。

(二)實驗前施測者先行向實驗參加對象說明施測的內容及程序。

(三)指導語內容

在實驗之前，實驗參加對象被告知本次實驗不會做為學期成績的依據。並且提醒實驗參加對象依下列指導語進行擲球動作。投擲實驗前指導語如下：

同學，當聽到老師喊「開始」時，請拿起地上的躲避球，轉身儘可能用最大的力量向前投擲到牆壁。

(四)實驗時每人依施測者的口令用力對牆投擲 5 次。

(五)每人於試作與試作之間休息 30 秒，以避免因疲勞的因素而影響實驗的正確性。



(六) 30秒的計算為用力性投擲球離手後開始起動碼錶計時，至時間到之後，才依實驗者的口令進行下一次的測試。

四、資料處理

(一) 初步動作觀察登錄

訓練兩位體育研究所研究生系統化觀察所拍攝的錄影帶，分析每一位實驗參加者單手過肩投擲的動作層次。單手動作層次如表二所示。

(二) 動作層次及穩定與不穩定的判斷

動作層次的判定是依照評分者對實驗參加對象五次用力對牆投擲後的錄影帶分析其動作層次，以出現最多次數者判定其層次。穩定與不穩定的判定則是根據各因素中各層次出現的多寡；出現次數多的表示這個因素的動作是屬於穩定的；若出現次數一樣，則表示這一個動作仍是處在不穩定的狀態。

(三) 信度

以兩位觀察者觀察實驗者所拍攝的錄影帶，並由實驗者向觀察者說明動作程序及動作評分的標準後，以前十位受試者 250 個動作做評分者間信度 (interrater reliability) 並評出各動作層次間的信度；評分者信度 (intearater reliability) 則於一週後進行。最後以一位評分者的結果進行統計分析。評分者信度的公式如下：

$$\text{評分者信度} = \frac{\text{觀察結果一致的次數}}{\text{觀察結果一致的次數} + \text{不一致的次數}}$$

(四) 統計分析

以無母數弗里曼等級二因子變異數分析 (Friedman two-way analysis of variance) 及二因子變異數混合設計 2 (手掌寬度) 5 (動作因素)，其中第二個因素為重複量數，進行統計分析 (林清山，1992)。

肆、結果與討論

兩位評分者間的信度在各動作層次的部份都在 .80 以上，全部的部份是在 .87；評分者信度各個動作層次都在 .83 以上，全部的部份是在 .91；可見其評分非常穩定及可信度相當高。各動作因素評分者信度如表三所示。



表二：單手肩上用力投擲的動作發展順序

因素	動作層次	描述
後擺	1	沒有後擺。
	2	經由肩膀上屈與手肘同時彎曲將球移動至頭側面。
	3	手肘伸展向上弧度的後擺動作。
	4	手肘伸展向下弧度的後擺動作。
上臂	1	上臂和身體的橫切面成一斜角。
	2	當雙肩移動到矢狀面平行，上臂和身體的橫切面成一直線（轉身時上臂與橫切面成一直線）時，上臂在身體輪廓的前方。
	3	當雙肩移動到矢狀面平行，上臂和身體的橫切面成一直線（轉身時上臂與橫切面成一直線）時，上臂與身體輪廓平行或後面。
前臂	1	前臂沒有延宕。
	2	肩膀線和矢狀面平行前，前臂的延宕達到最大的程度。
	3	在肩膀線和矢狀面平行的同時，前臂的延宕達到最大的程度。
軀幹	1	沒有轉腰動作，只有手臂動作。
	2	整個軀幹旋轉。
	3	骨盆與軀幹的旋轉，帶動上脊椎配合投球動作，產生不同程度的旋轉。
腳步	1	腳沒有移動或腳步移動沒有超過支撐腳的位置。
	2	（同側手腳）作用腳超過支撐腳的位置。
	3	（異側手腳）作用腳超過支撐腳的位置。

資料來源：Burton 等人 (1992) 修改 Robertson (1984) 單手過肩用力投擲

表三：各動作因素評分者信度表

動作因素	評分者間信度	評分者內信度
後擺	.85	.95
上臂	.90	.93
前臂	.98	.88
軀幹	.80	.83
脚步	.83	.95
全部	.87	.91

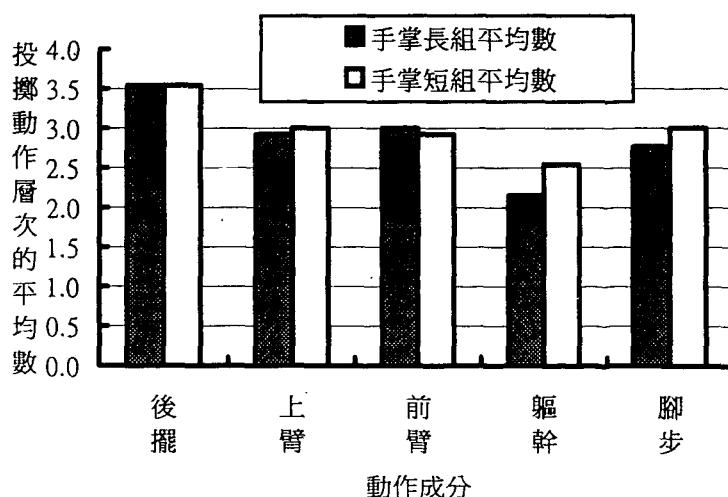


根據弗里曼等級二因子變異數分析得到 $X^2_{(4,26)} = 65.43$ ， $p < .001$ ，顯示其動作層次有所不同；進一步經混合設計進行二因子變異數分析後，發現不同的手掌長度中對動作層次並沒有統計上顯著的差異 ($F_{(1,24)} = 3.00$ ， $p > .05$)，而在動作因素方面卻有統計上顯著的不同 ($F_{(4,96)} = 40.30$ ， $p > .05$)，且在不同的手掌長度和動作因素中並沒有交互作用存在 ($F_{(4,96)} = 1.74$ ， $p > .05$)。從不同的手掌長度對動作層次有所不同的分析中加以分析得到實驗參加對象只有軀幹的動作受到手掌寬度的影響，其餘皆沒有統計上顯著不同。根據動作層次的平均數顯示手掌短組的動作因素比手掌長組的動作要好 ($M = 2.54 > 2.15$)。手掌長短組動作成分與投擲動作層次的平均數如圖二所示。

手掌寬度對軀幹動作有顯著的影響其可能的原因是：手掌短組因為身高較矮，在持球上可能使用的方式，是以雙手持球後用托球的方式將球以單手過肩投擲的方式擲出，手的投擲動作層次在後擺動作上可能沒有手掌長組的學童來得好，其手臂動作的自由度使用上可能也較差；但也因為如此可能有較佳的關節活動範圍 (range of motion) 應用在軀幹的使用上；也可能是因為手掌短組，因其身高較矮而其又使用單手過肩投擲動作擲球，所以必須以較佳的軀幹調協動作來穩定其上半身的平衡，但這必須再進一步研究才可以證實。

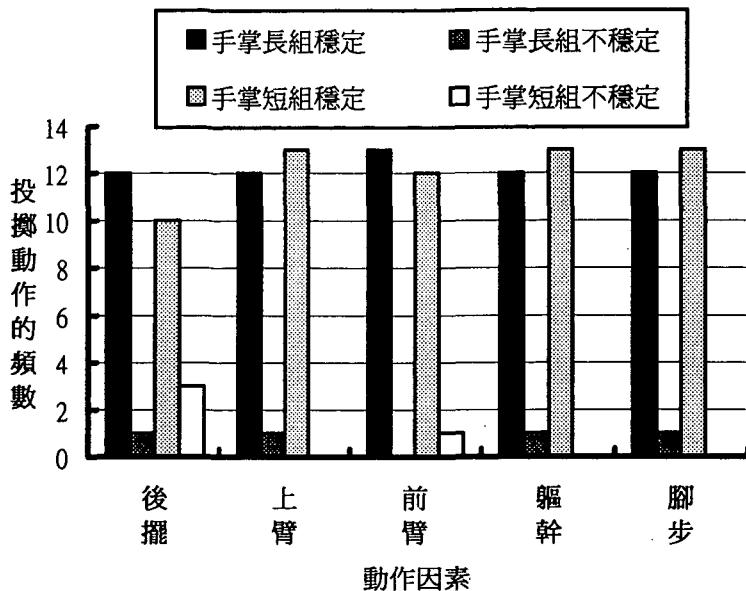
從二因子變異數分析及圖三中發現手掌長組和手掌短組他們在動作投擲的穩定程度上是沒有差別的；因為他們都使用單手過肩投擲，所以投擲動作都十分穩定。

綜合以上的分析，可以知道同年齡不同成長情況的學童，在單手過肩投擲動作層次是有所不同，但其動作的穩定性並沒有顯著的差異，主要的原因是因為他們都使用單手過肩投擲動作。但是，這只是在六年級學童驗證的結果，並不足推論其他不同成長狀況的兒童。



圖二：手掌長短組動作層次因素分析圖





圖三：手掌長短組穩定不穩定因素分析圖

伍、未來研究方向

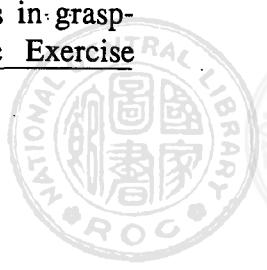
本研究主要在檢驗 Burton 等人和 Holoubek 的研究結果是否適用於實際比賽用球的動作分析和動作層次的表現，所用的分析方法是用 Burton 等人 (1992) 修改 Robertson (1984) 單手過肩用力投擲動作因素分析。Payne and Isaacs (1991) 曾提出投擲動作分析有兩種方式：(1)因素分析法 (component approach)、(2)整體分析法 (total-body approach)；因素分析法著重在動作的微妙的改變，而整體分析法則注重整體動作的協調性。本研究所使用的分析方法為因素分析法，或許未來後續研究可以考慮使用整體分析法比較兩者的結果有沒有不同的地方；整體分析法可能可以了解到手掌長組和手掌短組他們動作層次有差異的真正原因；此外，未來研究可以擴大更多的年齡層，再度檢驗其動作層次和其動作的穩定性是否會如同 Burton, Greer, & Wiese (1992)；Burton, Greer, & Wiese-Bjornstal (1993)；和 Holoubek (1994) 等人的研究發現一樣。

引用文獻

林清山 (1992)。心理與教育統計學。臺北市：東華書局。

Burton, A. W., Greer, N. L., & Wiese, D. M. (1992). Changes in overhand throwing patterns as a function of ball size. *Pediatric Exercise Science*, 4, 50-67.

Burton, A. W., Greer, N. L., & Wiese-Bjornstal, D. M. (1993). Variations in grasping and throwing patterns as a function of ball size. *Pediatric Exercise Science*, 5, 25-41.



- Clark, J. E. (1995). On becoming skillful: Patterns and constraints. Research Quarterly for Exercise and Sport, 66, 173-183.
- Corbin, C. B. (1976). Becoming physically educated in the elementary school. (2nd ed.). Philadelphia: Lea and Febiger.
- Gabbard, C. P. (1996). Lifelong motor development (2nd ed.). Dubuque, IA: Wm. C. Brown.
- Gesell, A. (1929). Maturation and infant behavior pattern. Psychological Review, 6, 307-319.
- Gutteridge, M. V. (1939). A study of motor achievement of young children. Archives of Psychology, 244, 1-178.
- Haywood, K. M. (1993). Life span motor development. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Holoubek, J. K. (1994). The effect of ball weight on the overhand throwing pattern. Unpublished master thesis, University of Minnesota.
- Kugler, P. N., Kelso, J. A. S., & Turvey, M. T. (1982). On the control and co-ordination of naturally developing system. In J. A. S. Kelso & J. E. Clark (Eds.), The development of movement control and co-ordination (pp. 5-78). New York: Wiley & Sons.
- Magill, R. A. (1988). Critical periods as optimal readiness for learning sport skills. In F. L. Smoll, R. A. Magill, & M. J. Ash (Eds.), Children in sport (3rd ed., pp. 53-65). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Newell, K. M. (1986). Constraint on the development of coordination. In M. G. Wade & H. T. A. Whiting (Eds.), Motor development in children: Aspects of coordination and control (pp. 341-360). Boston: Martinus Nijhoff.
- Payne, V. G., & Isaacs, L. D. (1991). Human motor development: A lifespan approach (2nd ed.). Mountain View, CA: Mayfield.
- Roberton, M. A. (1984). Changing motor patterns in childhood. In J. Thomas (Ed.), Motor development in childhood and adolescence (pp. 48-90). Minneapolis: Burgess.
- Stewart, M. J. & DeOreo, K. (1980). Motor skill developmental analysis: An introduction. In: C. B. Corbin. A textbook of motor development (2nd ed.) (pp. 42-43). Dubuque, IA: Wm. C. Brown.
- Thelen, E. (1989). The (Re)discovery of motor development: Learning new things from an old field. Developmental Psychology, 25, 946-949.
- Wickstrom, R. L. (1975). Development kinesiology : Maturation of basic motor pattern. In J. H. Wilmore, & J. F. Keogh. Exercise and Sport Science Reviews (vol.3) (pp. 163-192). London: Academic.
- Wickstrom, R. L. (1983). Fundamental motor patterns (3rd ed.). Philadelphia: Lea & Febiger.
- Wild, M. (1938). The behavior pattern of throwing and some observations concerning its course of development in children. Research Quarterly, 9, 20-24.

投稿日期：87年6月
审稿日期：87年6月
接受日期：87年9月

The critical factor of twelve years old children's one-hand throwing pattern: Hand width

Tsuen-Chyi Lee

Junling Jwo

National Taiwan Normal University

ABSTRACT

Previous research showed that the throwing patterns and its stability of children were affected by the ball sizes. This study investigated overhand throwing patterns using the educational and competition ball. The purpose of this study, based on the dynamical systems concept, was to examine how the overhand throwing components and patterns of children with the same age were affected by hand width. From 375 male elementary school children, 26 were screened out and served as participants. All the participants were divided into long and short hand-width groups. Participants were asked to perform over-hand throw with dodge ball, and the throwing patterns were recorded by video-taping technique. The independent variable was hand width, and the dependent variable was throwing pattern and its stability. Video tapes were analyzed for the movement patterns, and the results were analyzed using Friedman two-way ANOVA and two-ways mixed ANOVA. Two conclusion were derived: (a) in the same age group, differences in trunk actions was found in the same age group, (b) in the same age group, no difference of throwing pattern was found in the stability.

Key words: Hand width, Throwing pattern, Motor development

