

# 自動化 Y 字平衡檢測系統之同時效度與再測信度驗證

## Concurrent Validity and Test-retest Reliability of An Automated Version of The Y-balance test

沈婕<sup>1</sup>Jie Shen 陳正鑫<sup>2</sup>Zheng-Xin Chen 張曉昀<sup>1</sup>Hsiao-Yun Chang\*

<sup>1</sup>國立體育大學運動保健學系 <sup>2</sup>國立體育大學運動科學研究所

<sup>1</sup>Department of Athletic Training and Healthy, National Taiwan Sport University, Taoyuan, Taiwan

<sup>2</sup>Graduate Institute of Sports Science, National Taiwan Sport University, Taoyuan, Taiwan

\*E-mail: yun1130@ntsu.edu.tw

### 壹、中英文摘要

**研究背景與目的：**Y 字平衡檢測常用來評估運動員動態平衡能力，然而研究者需要以人工方式檢查測量值、記錄數值與評估受試者動作正確性，除了耗費人力，也可能產生測量誤差，為了解決這些問題，本研究目的是開發自動化測量 Y 字平衡檢測的方式，並驗證其同時效度與再測信度。**研究方法：**招募 20 名健康受測者(身高 170.1±10.7 公分，體重 65.6±14.13 公斤，年齡 24.3±1.94 歲)，男性 10 名、女性 10 名。使用皮尺進行 Y 字平衡檢測之人工距離測量，並與自動化 Y 字平衡檢測系統自動測距之數據進行同時效度驗證，測試後一週再進行第二次測試，用以計算自動化 Y 字平衡檢測系統之再測信度。統計使用皮爾森積差相關係數分析人工測量結果與自動化 Y 字平衡檢測自動測量結果的相關性，並以組內相關係數評估前伸、後外側、後內側方向之再測信度。**結果：**自動化 Y 字平衡檢測自動測量結果與人工皮尺距離測量結果具有高度相關( $r = .999$ ;  $p < .05$ )。自動化 Y 字平衡檢測系統之再測信度：前伸方向 (ICC = 0.824)；後內側方向 (ICC = 0.762)；後外側方向 (ICC = 0.884)，均具有良好一致性。**結論：**自製 Y 字平衡測試系統與傳統人工檢測數據具有良好的同時效度，而使用自製 Y 字平衡測試系統具有良好的再測信度，未來可使檢測過程更具便利與精準。

**關鍵詞：**Y 字平衡檢測、動態平衡、信度

### Abstract

**Background and Purpose:** The Y-balance test has been used to evaluate dynamic balance for athletes. However, the operator needs to manually check and record the measurement value, and evaluate the correctness of the subject's movement at the same time. In addition to labor, measurement errors may also occur. To address these problems, this study aimed to develop the automated version of the Y-balance test system and to examine the concurrent validity and test-retest reliability. **Methods:** This study was recruited 20 subjects, 10 males and 10 females (Height: 170.1±10.7 cm, Weight: 65.6±14.13 kg, Age: 24.3±1.94 years). A measuring tape was used to perform manual distance measurement for Y-balance test, and simultaneously verify the validity with the data from the automatic Y-balance test system for automatic distance measurement. A second trial measurement was performed one week after the first trial test to calculate the test-retest reliability for automatic Y-balance test system.

The Pearson product-moment correlation was used to analyze the correlation between the measuring tape and the automated version of the Y-balance test system. The Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was also used to evaluate test-retest reliability of the automated version of the Y-balance test system.

**Results:** the correlation of measured value between automated version of Y balance system and measuring tape was ( $r = .999$ ;  $p < .05$ ). ICC values for test-retest reliability were 0.824, 0.762, and 0.844 for the anterior, posterior medial, posterior lateral and directions the automated version of the Y-balance test system respectively. **Conclusions:** High correlation of self-made automatic Y balance system measured value with measuring tape, and the self-made automatic Y balance system also has good test-retest reliability. In the future, this automatic Y balance system can make the process more convenient and accurate.

**Keywords :** Y-balance test, Dynamic balance, Reliability

## 貳、緣由與目的

平衡能力已經被廣泛研究作為下肢損傷的預測值，也被認為是復健過程中重要的進度依據[1]。平衡(balance)是指在不同動作或姿勢下，能夠保持穩定狀態的一種能力，又可分為動態平衡(dynamic balance)與靜態平衡(static balance)[2]，其中動態平衡除了可做為運動選手之腳踝受損[3]、下肢穩定程度與核心控制能力之依據[4]，也能作為判斷一般民眾、高齡者日常生活基本動作的重要能力[5]。目前動態平衡能力的檢測的方法有許多，包含平衡木測驗(balance beam walk test)、人體步行動態平衡反應評估-蝴蝶狀重心晃動曲線(beat postural dynamic balance response test)、矇眼踏步一百測驗(stepping test)、動態單腳多重跳躍穩定測試(dynamic single leg multiple jump stabilization test)、星狀偏移平衡測驗 (star excursion balance test, SEBT)、Y字平衡測試(y balance Test, YBT)與平衡測定儀器等，其中 Y 字平衡檢測屬於功能性動作評估，臨床上常用來評估運動員動態平衡能力，然而研究者需要以人工方式檢查測量值、記錄數值與評估受試者動作正確性，除了耗費人力，也可能產生測量誤差，為了解決這些問題，本研究目的是開發自動化測 Y 字平衡檢測系統，並驗證其同時效度與再測信度。

## 參、材料與方法

### 一、受試者

本研究招募 20 名健康受測者，男性 10 名、女性 10 名，收案與排案條件敘述如下：

#### (一)收案條件：

每週有至少 2 次且時間超過 30 分鐘的運動習慣；

#### (二)排案條件：

1. 近六個月內有任何骨骼肌肉疾病，不能正常走路；
2. 近六個月內有下肢傷害；
3. 髖關節、膝關節與踝關節疼痛或不穩定；
4. 有前庭或腦部疾病；
5. 其他疾病或傷害可能影響平衡能力。

### 二、儀器與設備

(一)自製自動化 Y 字平衡檢測系統：本系統可自動測量 Y 字平衡檢測數據，機身使用 3D 印表機(Creality Co, Ltd., Shenzhen, China) 印製，列印材質為聚乳酸(Polylactic Acid, PLA)，自動化系統內包含旋轉編碼器、微控制器、及 LCD 顯示器液晶顯示器。

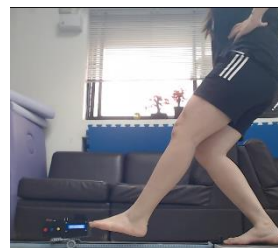
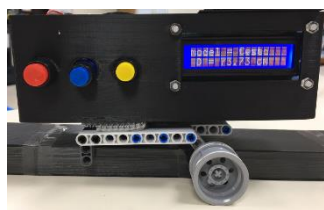


圖 1 自動化 Y 字平衡檢測系統

### 三、流程與步驟

受試者穿著運動服裝並赤腳接受測試。每位受測者將進行兩階段實驗：第一階段實驗進行自製自動化 Y 字檢測，兩階段實驗間隔 7 天，實驗步驟如下：

#### 第一階段實驗：

(一)實驗開始前，詳細說明實驗須知與流程，並且受試者填寫受試者同意書及基本資料，基本資料包括、性別、年齡、身高、體重、慣用腳、及每周運動量。

(二)測量雙腳腿長：

- 1.請受試者仰躺在治療床上，屈膝並將臀部起，使骨盆回到原始位置；

- 2.臀部放下後由操作者被動拉直受測者雙腿，使用皮尺量測；
  - 3.由髌前上棘(ASIS)量至內踝(Medial malleolus)長度[6]
- (三)自製自動化 Y 字平衡檢測動態平衡：
- 1.操作者講解自動化 Y 字平衡檢測方法並示範
  - 2.受測者進行練習：每腳每方向最少 3 次，最多 6 次的練習[6-8]



圖 2 測量雙腳腿長

### 3.正式測驗

- (1)請受測者脫鞋脫襪，以支撐腳(檢測腳)之第二腳趾頂端對齊標記，並且雙手叉腰。
- (2)移動腳抬起，使用腳尖輕推自動化 Y 字平衡檢測裝置，推至最遠處。
- (3)過程中僅以支撐腳保持身體平衡，並且腳尖或腳跟不能抬起，移動腳不可停頓於地面上。
- (4)每個方向進行 3 次的測試，確認至少進行一次成功的測試。
- (5)若上述 4.失敗，則再進行至多 3 次的測試，仍失敗則不納入實驗結果。
- (6)檢測方向之順序：前側、後內側、後外側。
- (7)支撐腳順序為：慣用腳、非慣用腳；移動腳順序：非慣用腳、慣用腳。

### 第二階段實驗：

#### (一)測量雙腳腿長

#### (二)自製自動化 Y 字平衡檢測動態平衡：

- 1.如受測者需要，則由操作者講解自動化 Y 字平衡檢測方法並示範
- 2.受測者進行練習：每腳每方向最少 3 次，最多 6 次的練習
- 3.正式測驗(與第一階段實驗相同步驟)

### 四、統計

本研究使用 SPSS 25.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA).進行統計分析， $\alpha$  值設為.05。

(一)以描述性統計呈現受試者的基本資料，包括身高、體重及年齡。

(二)以皮爾森積差相關係數(Pearson product-moment correlation) 分析每筆人工測量結果與自動化 Y 字平衡檢測自動測量結果的相關性，驗證其同時效度，效度之相關係數 (Pearson  $\gamma$ )， $\geq 0.60$  為良好，0.31-0.59 為中等， $\leq 0.30$  為差[9]。

(三)以組內相關係數(Intraclass Correlation Coefficient, ICC) 檢測自動化 Y 字平衡前伸、後外側、後內側方向之再測信度，其標準如下： $\geq 0.75$  為良好，0.4-0.74 為中等， $< 0.4$  為差；再測信度除信度係數水準外，樣本數 $\geq 15-20$  為適當[9]。

(四)本研究使用 ICC 估計測量標準誤(Standard Error of Measurement, SEM)，並以 SEM 計算最小可偵測變化值(minimal detectable change, MDC)，再以 MDC 除以測量值之平均數計算 MDC%，若 MDC% 越小，表示其隨機測量誤差相對越小。MDC% $< 30\%$ ，則表示其隨機測量誤差為可接受，計算公式如下[9]：

$$\text{SEM} = \text{標準差}(\text{SD}) \times \sqrt{1-\text{ICC}}$$

$$\text{MDC} = \sqrt{2} \times \text{SEM}$$

$$\text{MDC}\% = \text{MDC}/\text{平均數}$$

## 肆、結果

一、受試者的身高、體重及年齡，詳如表一。

表一、受測者基本數據

基本數據	所有受試者(n=20)
年齡(y)	24.3±1.94
身高(cm)	170.1±10.7
體重(kg)	65.6±14.13

二、人工測量結果與自動化 Y 字平衡檢測自動測量結果的相關性，由表二得知兩者具有高度相關。

表二、人工測量結果與自動化 Y 字平衡檢測自動測量結果的皮爾森積差相關分析結果

n	相關性(r)	p 值
720	0.999	.000

三、自動化 Y 字平衡前伸、後外側、後內側方向之再測信度，由表三可發現三方向均有良好的一致性( $\geq 0.75$ )，MDC% < 30%，表示其隨機測量誤差為可接受。

表三、自動化 Y 字平衡再測信度分析結果

檢測方向	ICC (95%ICC)	SEM	MDC%
前伸	0.824 (0.653-0.889)	0.0336	6.96%
後內側	0.762 (0.541-0.676)	0.0447	5.91%
後外側	0.844 (0.723-0.946)	0.0446	6.12%

## 伍、討論

人工測量結果與自動化 Y 字平衡檢測自動測量結果的皮爾森積差相關之分析結果中可以發現仍有微小的差異，而這樣的差異可能是因為人工方式可測量之最小單位為 1 毫米(mm)，自動化方式可測量之最小單位為 0.1 毫米。本研究與過去研究有相仿的結果：三方向均有良好的一致性，整理先前研究可以發現前伸、後外側、後內側方向之再測信度 ICC 為：0.81-0.88、0.681-0.88、0.793-0.9 [7,8]，這之中的差異過去認為是因為間隔天數，間隔越久再測信度越差，我們研究間隔天數為七天，符合過去研究結果的區間內。三方向當中後內側方向之再測信度較差，其可能是因為姿勢動作的關係使得上下肢較不容易平衡以至於受試者在測驗過程中較難保持平衡所致。

## 陸、結論與建議

我們的研究中，自製 Y 字平衡測試系統與傳統人工檢測數據具有良好的同時效度，而使用自製 Y 字平衡測試系統亦具有良好的再測信度，未來可使檢測過程更具便利性與精準度。

## 捌、參考文獻

- [1]. Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17(7), 705–729.
- [2]. Cress, M. E., Buchner, D. M., Prohaska, T., Rimmer, J., Brown, M., Macera, C., Chodzko-Zajko, W. (2005). Best practices for physical activity programs and behavior counseling in older adult populations. *Journal of Aging and Physical Activity*, 13(1), 61-74. doi:10.1123/japa.13.1.61

- [3]. Dick, R., Agel, J., & Marshall, S. W. (2007). National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System commentaries: introduction and methods. *Journal of athletic training*, 42(2), 173-182.
- [4]. Bressel, E., Yonker, J. C., Kras, J., & Heath, E. M. (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of athletic training*, 42(1), 42-46.
- [5]. Cohen, H., Blatchly, C. A., & Gombash, L. L. (1993). A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Physical therapy*, 73(6), 346–354.
- [6]. Schwiertz, G., Beurskens, R., & Muehlbauer, T. (2020). Discriminative validity of the lower and upper quarter Y balance test performance: a comparison between healthy trained and untrained youth. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 12(1), 73. <https://doi.org/10.1186/s13102-020-00220-w>
- [7]. Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American journal of sports physical therapy*, 4(2), 92–99.
- [8]. Greenberg, E. T., Barle, M., Glassmann, E., & Jung, M. K.(2019).INTERRATER AND TEST-RETEST RELIABILITY OF THE Y BALANCE TEST IN HEALTHY, EARLY ADOLESCENT FEMALE ATHLETES. *International journal of sports physical therapy*, 14(2), 204–213.
- [9]. Fleiss JJ. The Design and Analysis of Clinical Experiments. *New Jersey: John Wiley & Sons, Inc;* 1986.