

國立臺灣體育學院體育研究所  
碩士學位論文

芭蕾舞者平衡能力與時間準確能力(Timing)、空間準確能力  
(Spacing)、出力準確能力(Grading)相關之研究  
Research on the Correlation between Ballet Balance  
Ability and the Timing Spacing and Grading of the  
Movements



研究生：黃懿蒨 撰  
指導教授：陳定雄 教授  
協同教授：陳重佑 博士

中華民國九十二年六月

論文名稱：芭蕾舞者平衡能力與時間準確能力（Timing）、空間準確能力（Spacing）、出力準確能力（Grading）相關之研究

總頁數：82 頁

院校所組別：國立臺灣體育學院研究所體育組

畢業時間及提要別：九十一學年度第二學期碩士學位論文提要

研究生：黃懿蓓

指導教授：陳定雄

論文提要內容：

## 中文摘要

本研究旨在探討芭蕾舞技術與時間準確能力（Timing）、空間準確能力（Spacing）、出力準確能力（Grading）等變相上的關係。研究以國立臺灣體育學院舞蹈系 2 位芭蕾舞專長學生為實驗對象，測驗起跳翻身與剪刀腳兩組型態動作各 10 次，並於瞬間落地時做蹲式第一阿拉伯式(Arabesque)平衡控制。實驗前後分別透過 Biovision 多功能多通道訊號處理系統（包含電子關節角度計、傾斜計及 Switch 足底平衡測量計）、DASYLab6.0 版生物訊號處理系統，記錄實驗參加者完成動作的參數變化特徵。研究結果發現舞者在平衡控制能力方面，大多以細微的移動身體重心及踝、膝關節來維持動作的平衡狀態。而各關節角度變化特徵結果發現，舞者在空間準確能力（Spacing）中未出現明顯變化，但時間準確能力（Timing）顯示，騰空階段各關節伸展之最大角度時間順序愈準確者，騰空時間愈長，也愈亦達到平衡。出力準確能力（Grading）發現，舞者憑著膝關節離地後產生最大角速度與膝關節角度的調整，控制出力的感覺，且最大角速度及屈曲角度愈大者，騰空時間與平衡控制能力也較佳。此一結果說明，舞者利用下肢完成各種舞蹈動作型態頻繁，因此需要紮實的關節基本訓練，但不是訓練成為機械的操作，而是讓肢體平穩地、流暢地、配合身體內在及外在節奏、循著地板軌跡舞動，如此才能將動作技術質感發揮淋漓盡致。

**關鍵詞：**芭蕾舞、平衡能力、時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)

Huang, I-Chien. (2003). Research on the Correlation between Ballet Balance Ability and the Timing, Spacing and Grading of the Movements. Unpublished master's thesis, National Taiwan College of Physical Education, Taichung.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research was to explore the relationship between the different skills of Ballet dancing and the correct timing, spacing and grading of the movements. The research was taken from two students in the dance department of the Taiwan college of Physical Education. The experiment measured the correct timing, spacing, and grading required in order to perform balance control movements standing on a single-foot. The experimental participants had to perform two actions ten times each; one was taking off and turning the body over in midair, and the other was performing the "Scissors' Foot". Both actions were performed and landed in a balance position at the instant of touch down by using the crouching pose of the first Arabesque. The experimental data was recorded before and after each action was performed by using the system of multiple functions and passage signals of Biovision (which included e-joints goniometer, tilters, and surveying gauge of the foot-bottom balance of Switch), and the biological signal processing system of DASyLab 6.0 version. The research discovered that most dancers were maintaining their actions in balance status with just a subtle weight transfer between the body, the ankle and the knee joint. The correct bending angle of the joints and the timing of the movements resulted in longer air-time and a softer and more balance landing. In terms of accurate spacing, the test of 180 degrees of directional change proved to have been easier than the dancers' daily spin training, therefore, no significance was found. In terms of accurate grading, a positive relation was found between the speed of take off and the angle at which the joints were bent. The more speed and bent angle of the joints, the higher the movement could be performed with sufficient time for a perfect landing. The result of this study showed that dancers frequently took advantage of their lower limbs to achieve various dancing actions and forms; hence, basic training to the joints must be emphasized to smoothly coordinate the muscle with the body rhythm both inside and outside to achieve technical and artistic perfection.

**Keywords:** Ballet, Balance ability, Timing , Spacing, Grading.

## 謝 誌

當寫謝誌的時候，表示論文已告一段落，回首研究所這兩年的時光，是在歡笑、讚嘆、淚水與汗水中度過。論文的完成，首先，最應該感謝的是我的指導教授—陳定雄教授。論文寫作期間，老師常在百忙中，不厭其煩的與我討論與修訂、並給予啟發性的開導，期使論文能有明確的方向與內容，爾後得以順利完成。不僅如此，回憶八年前踏入台體的開始，承蒙老師的愛護與協助，並且時時給予鼓勵與建議，使我在求學的每一階段比別人更多了一份踏實、滿足的感覺，對於老師的教誨和一路扶持，都將銘刻在我心中，也讓我對於這多年來的學習所得更加珍惜。此外，可堪稱「協同」指導教授的重佑老師，也是我萬分感激的一位師長。論文中所有實驗過程與儀器在重佑老師從旁協助、指導與提供寶貴意見下，終能順利蒐集有效數據，增添不少論文的研究價值，這是我感到最欣慰的地方。每每看到重佑老師對於追求學術研究的無比熱忱與悔人不倦的教學態度，即讓我體會到知識的汲取絕非無來自有地，而是一種對真善美的堅持。

其次感謝本論文口試委員蔡麗華教授，能在繁忙中細心審閱論文並南下台中參加論文口試，親自提出卓見供學生參考與改進，在此鄭重感謝。也要感謝舞蹈系王玉英主任及黃建彪老師的幫忙，協助我找尋優秀的實驗對象，由於他們的激勵與支持，才使得實驗過程順利圓滿。當然還要感謝兩位受試者文文、維敏小學妹的全力配合及柏毅、逸蘋、佳穗、幸靜在操作儀器與拍照事務上的協助，真的非常感謝他們。感謝體育研究所許所長壬榮教授不斷地叮嚀與勉勵，以及導師呂欣善博士的諄諄教誨與提醒，才能讓論文的進行早日規劃，得以如期完成學業。

求學過程中最快樂的莫過於和同學們、學長姊與學弟妹的相處時光，與研討功課時那一份努力與執著，尤其是邦伶、美伶、淑真，國鑫、書銘、國城學長，因為有你們所以在研究所的日子是燦爛與充實的，也要感謝你們給予的支持與協助。

最後，我要感謝並將論文獻給我最敬愛的父母親，謝謝爸爸媽媽含辛茹苦的栽培，讓我有機會窺探知識的奧秘，也因為有你們的鼓勵與支持，給予我最大的信心與嘉許，讓我在學習上能勇敢向前邁進而無後顧之憂。另外，也要感謝姊姊與姊夫在彙整資料及文書處理上的幫忙，有了你們的陪伴，致使我在寫作期間不至孤寂獨行，在此願將這點滴的成果與你們分享。

黃懿蓓 謹誌  
中華民國九十二年六月

# 目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
謝誌	iii
目錄	iv
表目錄	vi
圖目錄	vii
<b>第壹章 緒論</b>	<b>1</b>
第一節 問題背景	1
第二節 研究動機	2
第三節 研究目的	3
第四節 研究假設	3
第五節 研究範圍與限制	4
第六節 研究的重要性	5
第七節 名詞解釋與操作性定義	5
<b>第貳章 文獻探討</b>	<b>7</b>
第一節 芭蕾舞起源與動作特徵	7
第二節 平衡能力相關文獻探討	13
第三節 時間(Time)、空間(Space)、力量(Fore)的理論背景	23
第四節 時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)相關文獻探討	32
<b>第參章 研究方法與步驟</b>	<b>38</b>
第一節 研究架構	39
第二節 研究步驟	40
第三節 實驗對象	41
第四節 實驗時間與地點	41

第五節	實驗儀器與設備	41
第六節	實驗流程與步驟	45
<b>第肆章</b>	<b>結果與討論</b>	<b>49</b>
第一節	單足立姿平衡控制	49
第二節	時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)特徵之分析	54
第三節	綜合討論	58
<b>第伍章</b>	<b>結論與建議</b>	<b>63</b>
第一節	結論	63
第二節	建議	65
<b>參考文獻</b>		<b>66</b>
	中文部分	66
	英文部分	70
	日文部分	80

## 表 目 錄

表 2-1：臨床、復健等病患平衡測量方法	20
表 4-1：第一阿拉伯式(Arabesque)平衡測試各關節角度穩定時間之平均數與標準差(起跳翻身)	50
表 4-2：第一阿拉伯式(Arabesque)平衡測試各關節角度穩定時間之平均數與標準差(剪刀腳)	50
表 4-3：時間準確能力(Timing)特徵之平均數與標準差起跳翻身	55
表 4-4：時間準確能力(Timing)特徵之平均數與標準差(剪刀腳)	56
表 4-5：膝關節角度變化之平均數與標準差	57
表 4-6：膝關節角速度變化之平均數與標準差	58

## 圖目錄

圖 2-1 :	扶把動作	10
圖 2-2 :	腿部位置	10
圖 2-3 :	手臂位置	11
圖 2-4 :	足部位置	11
圖 2-5 :	阿拉伯式立姿	12
圖 2-6 :	雕像式立姿	12
圖 2-7 :	單足內旋轉	13
圖 2-8 :	單足外旋轉	13
圖 2-9 :	八面體	27
圖 2-10 :	六面體	28
圖 2-11 :	二十面體	29
圖 2-12 :	構成二十面體得三個平面及其方向與方向號碼	29
圖 2-12-1 :	門面	29
圖 2-12-2 :	輪面	29
圖 2-12-3 :	桌面	29
圖 2-13 :	地板與空中路徑	30
圖 2-14 :	體能的構成因子	33
圖 2-15 :	技術的構成因子	34
圖 3-1 :	研究架構流程圖	39
圖 3-2 :	研究步驟流程圖	40
圖 3-3 :	實驗儀器設備	43
圖 3-4 :	資料處理系統	44
圖 3-5 :	指定動作 1 (起跳翻身)	46
圖 3-6 :	指定動作 2(剪刀腳)	46
圖 3-7 :	各關節角度計及 Switch 足底平衡測量計在實驗參加者的配置圖	48
圖 4-1 :	各關節角度及足底變異分析圖(起跳翻身)	52
圖 4-2 :	各關節角度及足底變異分析圖(剪刀腳)	53

# 第壹章 緒論

## 第一節 問題背景

「偌大的舞台是無盡的幻想空間，台上的舞者則是引領人們幻想的媒介。當芭蕾舞者像雪白的陀螺一樣旋飛於空中時，地心引力彷彿也著迷而失去力量。舞者因能隨心操控自己的肢體雀躍，觀眾的情緒高昂，隨著舞者在華麗的舞台一起迴旋滑走，時而喜悅歡暢，時而悲傷哀苦。」這就是芭蕾，專家稱之為高超藝術的芭蕾。

比起日常生活中簡單的走路或跑步所需要的身體平衡，芭蕾動作可就難上加難。芭蕾可說是舞蹈中最有組織的一種，因為它將人類的動作加以美化、整理與設計，並搭配音樂拍子，成為美妙的舞蹈姿勢。這些舞姿與步伐中，大致可分為快舞與慢舞兩部分。快舞最大的特色是跳躍與旋轉，專指男舞者或女舞者隨著快速的音樂旋律踊舞，並且表現出活潑迅速而華麗的舞蹈均屬之。慢舞則以緩慢的動作，或以單腳支立平衡身體，構成優雅曲線之舞步與舞姿且充滿了纖細的美感。

由此可知，若要使動作極盡完美，除了舞者需具備好的平衡能力外，在時間的拿捏、空間的辨認與力量的控制三大要素也缺一不可。

目前臺灣有舞蹈招生學校安排的舞蹈課程中，芭蕾舞仍是每位學生必修的課程之一，換句話說，上述的這些能力即成為每位學生必須具備的基本能力，而且更可成為學校在舞蹈選才過程中一項重要的參考指標。因此，對於在舞台上追

求顛峰表現的芭蕾舞者來說，除了平常不斷練習外，若能藉助科學儀器及設計測驗項目來發現自己平衡的能力、時間的準確(Timing)、空間的準確(Spacing)、出力的準確(Grading)能力並分析各項相關資料，才可修正錯誤動作，瞭解缺點並加以改進，達到事半功倍的訓練效果。

## 第二節 研究動機

大部分芭蕾舞者對自己動作不穩定、跌倒的原因都不甚瞭解，且舞蹈教師遇到學生發生此情形時，也只能透過簡單口述或一次又一次糾正，才能使動作趨近標準。再者，舞者經年努力不懈地勤練，縱使自己覺得已達最高純熟度，仍尚有其誤差出現，亦即每次練習或演出時皆有每次不同的表現差異。如何使舞者有其應有能力之顛峰表現，且能在每次演出中能相同的出現？乃為筆者之研究動機。

在所有運動項目都已走向健全制度化，甚至使用科學研究的時代，我們希望透過儀器及簡單的測量得知舞者平衡能力是否與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)有關，才不致使動作失去平衡跌倒或產生動作不協調，至此，也希望能成為學校舞蹈選才之有效及可信度的選才常模指標。

相信「平衡能力」、「時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)」測量與評定之指標，有助於學生自我瞭解與舞蹈教師的因材施教，除了有利於舞蹈教學外，更重要的是將芭蕾經典的舞姿表現臻於完美之平衡。

### **第三節 研究目的**

本研究目的旨在探討芭蕾舞者平衡能力與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)之間的關係，並試圖證實下列要項：

- 一、證實平衡能力與時間準確能力(Timing)之間具有顯著的相關。
- 二、證實平衡能力與空間準確能力(Spacing)之間具有顯著的相關。
- 三、證實平衡能力與出力準確能力(Grading)之間具有顯著的相關。

### **第四節 研究假設**

本研究主要探討芭蕾舞者平衡能力與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)之相關，以測量芭蕾舞者的平衡能力，並分析時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)之相關係數，故提出下列研究假設。

- 假設一：芭蕾舞者單足立姿動作技術與平衡能力相關。
- 假設二：芭蕾舞者單足立姿動作技術與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)相關。
- 假設三：力量控制與跳躍高度並無顯著相關。
- 假設四：出力時間準確與跳躍高度有顯著相關。
- 假設五：膝關節角度變化與起跳速度時間有顯著相關。

## 第五節 研究範圍與限制

### 一、研究範圍

(一) 研究對象：以臺灣體育學院體育舞蹈系三年級芭蕾舞專長女學生共 2 位為研究對象。

(二) 研究項目：

1. 舞蹈的種類繁多，本研究選定芭蕾舞進行平衡能力與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)做測量，乃基於此四項能力與芭蕾舞動作特徵接近，以便日後應用時能夠切合需要。
2. 平衡能力測量。
3. 時間準確能力(Timing)測量。
4. 空間準確能力(Spacing)測量。
5. 出力準確能力(Grading)測量。

### 二、研究限制：

(一) 有關「芭蕾舞者平衡能力與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)之相關研究」的文獻極少，造成參考資料的缺乏。

(二) 研究對象：以臺灣體育學院體育舞蹈系三年級芭蕾舞專長女學生 2 位為研究對象。

(三) 研究結果

1. 僅作單純的統計與比較，欲將研究結果推論到其他舞蹈種類或教師教學等問題應格外謹慎。
2. 沒有把握受測學生能否繼續配合追蹤式的後續研究。

### 三、其他：

本研究在實施測量時所需的時間會造成受測者一定程度的干擾。

## 第六節 研究的重要性

舞蹈動作的展現不管是靜態姿勢或動態姿勢，平衡控制及準確能力都很重要，尤其芭蕾舞的呈現，並非單指個人動作的技法與風格而已，有時也代表一群芭蕾舞者及整齣芭蕾的演出，因此全體舞者整齊及有系統地動作，便構成芭蕾舞另一特殊的藝術。我們很難想像，當天鵝公主單足旋轉時失去平衡而摔落舞台的滑稽演出吧！我們也不願小天鵝跳群舞時，忽快忽慢、方向錯亂、動作高低不一的雜亂演出吧！藉由本研究對芭蕾舞者平衡能力與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)相關之探討，除可瞭解唯有在上述這些能力都良好的狀態下才能發揮肌肉動力，使舞蹈動作流暢進行並可助舞者舞姿臻於完美，更可提供舞蹈教師平日教學的有效依據。

## 第七節 名詞解釋與操作性定義

### 一、芭蕾 ( Ballet )

芭蕾 ( Ballet ) 一字源於義大利文 ballare，意即「跳舞」，亦來自於古拉丁語 Ballo 一字，當今舞蹈界皆以法語 Ballet 為術語 ( 伍曼麗，1999 )。因其獨特傳統、技巧、不同的訓練方式與派別及其自成一格的動作而有別於其他舞蹈形式。為舞蹈、戲劇、音樂及舞台布景的綜合藝術 ( 大美百科，1990 )。

## 二、芭蕾舞者

本研究所指芭蕾舞者是以國立台灣體育學院舞蹈系芭蕾舞專長女學生為主。

## 三、平衡 ( Balance )

身體空間的知覺，是運動中維持穩定的機能。可區分為靜的或動的平衡兩種。保持直立的能力是靜的平衡；保持運動中姿勢(Form)或從不平衡中恢復到平衡的能力是動的平衡。(體育大辭典，1976)

## 四、時間準確能力(Timing)

有機體能正確掌握動作速度的快慢、動作時間的長短及敏銳感知動作之節奏性的能力。即使沒有音樂的伴奏，亦可發展自我的內在節奏，此比任何外在節奏所產生的意義更具意義。

## 五、空間準確能力(Spacing)

有機體能正確分辨空間範圍(大、中、小)、水平(高、中、低)、方向、路徑軌跡(空中、地面)及焦點等動作特質的能力。

## 六、出力(力量)準確能力(Grading)

有機體能正確掌握動作所需花費的力量，及該用哪一種力量來表達動作的能力，使有機體在運動過程中流暢，沒有多餘的動作，並且足以反應運動技術及運動效率。

## 第貳章 文獻探討

本章旨在將相關文獻與本研究做一綜合、整理與探討，並做為本研究之理論依據。本章共分為四節，依序為：第一節芭蕾舞起源與動作特徵；第二節平衡關文獻探討；第三節時間(Time)、空間(Space)、力量(Fore)的理論背景；第四節時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)相關文獻探討。

### 第一節 芭蕾舞起源與動作特徵

#### 一、芭蕾舞的起源

芭蕾舞源於文藝復興時代之宮廷與繼起之法國宮廷，當時之宮廷芭蕾舞(Ballet decour)由王宮貴族親自表演，伴有音樂、頌詩、歌唱、化妝、布景、道具等搭配之社交舞，故風格高雅、雍容，至今仍保持此特色(大英百科，1986)。芭蕾舞的表演進入民間後，此階段的芭蕾舞稱為歌劇芭蕾舞(Opera Ballet)，也由平面的表演改為立體式的表演。而後成為一種獨特性的表演藝術，進而發展成動作化芭蕾舞(Ballet daction)在芭蕾舞劇中注入許多啞劇的動作，配合著舞蹈動作來表達故事的情節(平行，1995)。1581年第一位芭蕾舞編舞家—博若耶受法國王后凱薩琳委託，為慶祝王后妹妹訂婚典禮而做《王后的戲劇芭蕾舞》，揉合音樂、舞蹈、情節、布景構成第一支有戲本的芭蕾舞。1582年凱薩琳宮廷節慶總管—波舍約將劇本印行，劇本名為『皇家喜劇芭蕾舞』，傳遍歐洲各宮廷，並影響法國宮廷芭蕾舞與英國歌劇的發展(大美百科，1990)。

芭蕾舞到了路易十四時代，便已逐漸確立了基礎。他本人也是位傑出的舞蹈家，在 1661 年創立了世界第一所芭蕾舞學校，即為今日的「巴黎芭蕾舞學校」(現代休閒育樂百科，1992)。自此，足部的五個姿勢，配合手的相關姿勢，成為芭蕾舞的表現基礎。今雖不斷增加動作語彙，受過訓練的舞蹈科學生或芭蕾舞門徒仍可辨識此五種基本姿勢。這些舞步包括阿拉伯立姿、單足轉、滑步及其他動作，均以法文編成術語，為芭蕾舞學校及各國舞團沿用至今(大美百科，1990)。

十八世紀，法國的芭蕾舞向歐洲四方擴散，到了十九世紀已經相當普遍於歐洲各城市，尤以羅馬、維也納、福羅倫絲、倫敦、哥本哈根等更為盛行。此時，浪漫芭蕾舞表現興起，又隨趾尖立法之推行，芭蕾舞女主角遂成為完美之舞台人物，當時膾炙人口之芭蕾舞劇『天鵝湖』、『睡美人』為此時期之代表。二十世紀俄國芭蕾舞團轟動全歐，其將編舞家、舞台設計者及作曲者融為一體。獨幕劇也漸次盛行，可以無情節或以現代社會為主題，與非舞曲或創新之旋律搭配(大英百科，1986)。

美國芭蕾舞興起較晚，似乎歐洲芭蕾舞有了基礎後才見展開，目前，芭蕾舞較為發達的國家為英、法、蘇俄、美等，其次為德、義、日等，各國均發展出屬於自己特有的芭蕾舞風格；總括來說，英國芭蕾舞文雅含蓄，法國芭蕾舞精緻裝飾，蘇聯芭蕾舞華而有力，美國芭蕾舞活潑明快。

## 二、芭蕾舞動作特徵

有著如此的歷史淵源，致使芭蕾舞流傳至今仍是舞台上的高尚藝術。於古典芭蕾舞中，舞者依循手臂、腳及軀體位置之特殊規則做出標準化動作，一舉手一投足，無不像宮廷中的王宮貴族們。有著高雅、雍容的高貴氣質。但要將這高超藝術發揮的淋漓盡致並非一件容易之事，每位舞者皆需經歷數種芭蕾舞基本動作之訓練與練習，才能展現足趾起舞之獨行功夫，與旋轉或跳躍時之身體平衡及線條完美。因此，為了讓讀者對這些動作能更進一步的認識，茲將分述如下：

- (一) 扶把動作(如圖 2-1)：這是古典芭蕾舞的基礎，舞者將一手或雙手握住圓形木條，依循芭蕾舞五種基本腳步位置變化所做的一些練習，不管是平常練習或演出前做扶把動作有助於腿部至臀部正確地向外側扭轉，並使肌肉與關節具彈性。扶把只是幫助舞者保持身體平衡，所以不可將手緊握扶把，正確姿勢應將手掌輕放扶把上，掌心向下，手自然併攏。從扶把練習中，可確實了解肌肉活動的原理，進而控制身體平衡，且經過扶把練習後，才可嘗試各種不同的組合動作。



圖 2-1 扶把動作

資料來源：バレエのレッスン，1995

(二) 腿部位置：腿部動作有五個基本位置(如圖 2-2)，這是芭蕾舞步的基礎，每一位置由兩腿自股溝向外分開扭轉，足尖向外側，兩足平行或乘一直線，全身重量平均分配於平貼地面隻雙腳上。芭蕾舞所有腿部動作，都以這五個位置為起點或結束，因此熟練後，將亦達到芭蕾舞高度技巧的要求。



附圖 2-2 腿部位置

資料來源：現代休閒育樂百科，1992

(三) 手臂位置：手臂位置依循五種基本腳步做變化(如圖 2-3)，每一手臂皆成圓弧形狀，芭蕾舞所有手臂動作

都以這五種基本手勢為起點或結束。



圖 2-3 手臂位置：第一、二、三、四、五位置  
(由左至右)

資料來源：バレエのレツスン，1995

(四) 足部位置(如圖 2-4): 分為平踩、微躡、半躡、全躡、趾立等五個動作位置。

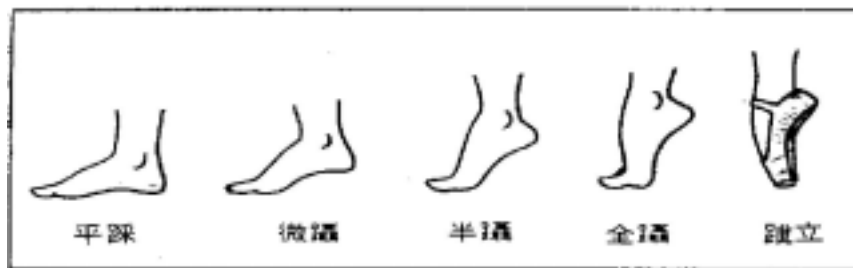


圖 2-4 足部位置

資料來源：現代休閒育樂百科，1992

(五) 身體姿勢：古典芭蕾舞除了五種基本腳步位置外，另有兩種主要身體姿勢—阿拉伯式立姿(如圖 2-5)與雕像式立姿(如圖 2-6)。阿拉伯式翔姿為舞者一隻腳站立，另一隻腳向後伸直；可隨手臂位置、身體角度及抬腿高度而變化多端，舞者重量可由腳掌、拇趾或趾

尖支撐，而支撐之腿可伸直亦可屈曲，為最幽雅之芭蕾舞位置之一。雕像式立姿與阿拉伯式立姿相似，僅抬腿膝蓋可屈曲；抬腿之腿與身體成 90 度，膝部可屈曲或幾近直身，支撐腳亦可直可曲。



圖 2-5 阿拉伯式立姿

圖 2-6 雕像式立姿

資料來源：大英百科全書，1986

(六) 身體方向：舞姿的完美還必須透過舞者以各種正確的身體方向來呈現，因此舞者的空間感非常重要。芭蕾舞將身體的方向分為：前交叉式、後交叉式、正前式、正後式、側身式、前後展式、前後敞式等種類。

(七) 舞步種類：舞步種類繁多，大致可分為：滑步（滑走的舞步）、擲步（擲碰的舞步）、轉步（軸轉的舞步）、跳者為一轉步轉步的種類很多，舉凡以一腳為軸，在半踮立(Demi Pointe)或足尖立起(Pointe)做一完整的旋轉，都屬於這種舞步。旋轉的次數並不一定，有半轉、兩轉或三轉...不等。旋轉的姿勢很多，旋轉的方

向也因內轉和外轉而別(如圖 2-7 & 2-8)。原術語「外轉」稱為 En Dehor;「內轉」為 En Dedan。前者為「向外」的意思;後者為「向內」的意思。每個旋轉前都需藉助預備動作,而預備動作的種類則依軸轉方式不同而異,舉凡費力的軸轉,需要更大的預備動作(林怡利,1996)。



圖 2-7 單足內轉

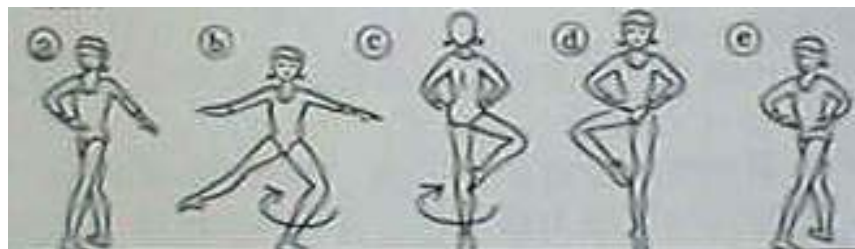


圖 2-8 單足外轉

資料來源：網路資料，2001

## 第二節 平衡能力相關文獻探討

### 一、人體平衡能力的定義

任何一個人要為平衡下定義,恐怕不是一件簡單的事,因為它並非有形、有色、看得見的東西,而只是科學上一個抽象觀念。但若真要為平衡下一定義,一般指的是動物在重力的影響下,身體重心必須位於低面積的垂直上,使身體能

夠維持穩定而不會跌倒的能力。體育大辭典認為平衡是指身體空間的知覺，是運動中維持穩定的機能。可分為靜的或動的平衡兩種。保持直立的能力是靜態的平衡；保持運動中姿勢或從不平衡中恢復到平衡的能力是動態的平衡。平衡可界定為：保持穩定的能力（Jensen & Hirst, 1980:159）。不僅是舞蹈、籃球、體操等複雜劇烈的運動，需要此一高度的平衡能力，連日常生活單純的走路或跑步，都少不了此一能力的配合。徐錦興（1991）則定義平衡為：個體無論在動態或靜態的動作中保持一定姿勢的能力，如站在固定的平衡板或搖晃的平衡板。楊基榮（1971）則認為不管是靜的平衡或是動的平衡，兩者之間並沒有明顯的區別，只是靜的平衡運動量不大，且身體平衡調節作用小，例如單足立、行走等其移動的範圍小。動的平衡動作較大，需要更多的調節作用來維持身體平衡，如從某一位置跳到另一位置時，移動範圍大且需要較大的努力維持身體安定。張至滿（1986）則指平衡為維持身體姿勢的能力，有靜態平衡（static balance）和動態平衡（dynamic balance）之分，前者指的是站在某一點上維持全身平衡的能力，後者指從某一位置移動至另一位置時維持身體平衡的能力。彭英毅（1989）則認為靜態平衡是經由反射作用，調整身體（尤其是頭部）對重力的方向定位，動態平衡是指身體各部位對突發動作所做的反應以便維持身體的平衡。許樹淵（1976）則認為平衡可分為穩定平衡、不穩定平衡與隨遇平衡。

根據以上文獻，筆者將舞蹈平衡定義為：一個舞者若能在某一部位的支持下保持不動，且沒有落下，那個狀態就是達到平衡了。

## 二、平衡的生物學基礎

### (一) 心理因素對動作平衡控制的影響：

在大型的國際舞蹈比賽中或劇院舞台上的正式演出，常發現舞者因心理緊張，加之演出環境的影響，心理負擔很大，導致反射性協調機能失調，而造成平衡動作失敗。比較常見的例子是舞者在平日芭蕾舞課訓練中，能夠輕鬆完成單足旋轉兩圈的平衡動作，到了大型比賽或正式演出中，卻因心理因素沒有協調好或因場地適應不良，造成動作失敗、搖晃不定的情形發生，因此，為能提高舞者平衡能力之穩定性，平日對舞者加強意志品質及心理訓練就變得格外重要。

### (二) 感覺器官對動作平衡的控制：

人體的平衡姿勢必須藉助人體感覺器官來進行。首先要考慮是運動感覺(Kinesthetic sense)，這是頭和四肢對於軀幹的位置及移動而產生的感覺，綜合肌肉、肌腱、關節和皮膚上的受納器，它除了專司報告身體的位移與移動外，尚報告重量負荷的感覺（邱靖華，1995）。第二要考慮的感覺器官是平衡感覺(equilibratory sense)專司身體在空間的定位能力。平衡覺有兩個感覺器官：一是前庭（vestibular），一是半規管（semicircular canal）。前庭中的橢圓囊和球囊有膜性壁懸吊於前庭中。橢圓囊中有一很小的構造-聽斑（macula）它主要由毛細胞和含有細小耳石（聽石，otoliths）的膠質膜（gelatinous membrane）所組成。當頭位置改變時，便使膠質膜壓力產生變化，以致引起耳石移動並牽動毛細胞，照會刺激前庭神經的接受器，使纖維細胞將衝動傳導到大腦，產生頭部位置的感覺，同時也有重力改變得感覺。此外，聽斑亦會引起直立反射（righting reflexes）亦即身體

與四肢正常移動時，肌肉會出現將它復原的反應。此種為靜態平衡或靜覺的機轉。半規管則是由三個互相垂直的內耳構造組成，裡面充滿淋巴液，當頭部轉動時，淋巴液會流動引起毛狀細胞移動，刺激第八腦神經分支，再將訊息傳達平衡覺中樞（王順正，1992）。總之，人體從前庭與半規管的反應來掌控人體位置、旋轉、傾斜及重力加速的平衡控制訊息，與運動感覺相互配合，重新分配肢體在空間的位置以維持平衡穩定。此外，視覺亦與人體動作平衡有關。由（Lee & Aronson，1974）的實驗指出，透過眼睛觀察周遭環境空間及物體的形狀、大小、位置、顏色等，可以對環境狀態產生認知和反應的機制。如當我們睜眼走路時，人體可以維持得很平衡穩定，但若閉眼時，很快就會出現身體躊躇不前及搖晃的現象，這就證明視覺具有平衡動作的作用。

綜合來說，當人體受到外界不平衡干擾時，首先由本體感覺接受器測得瞬間身體各部位的位置及身體與地面的相對關係，同時內耳前庭系統可以得知頸部的位置、動向及加速，視覺系統則感受身體與外在環境互動的訊息。這三種感測而得的訊號經由中樞神經系統控制肌腱伸張而產生動力，調整骨骼與軀體以回復平衡（方鴻明，1991）。

### （三）肌肉與關節對動作平衡的穩定作用

人體各肢體部位能否在空間中平滑流暢的運動，肌肉扮演了重要的角色。肌肉以兩種方式來維持人體動作平衡：一是維持靜態的動作平衡，這種維持動作平衡的肌力，一般稱為靜止張力或等長收縮。也就是說，靜止張力是用來抵抗動力、外在接觸力及肌肉產生阻力時，肌肉本身只存在收縮張力，而實際長度並沒有改變，此時，身體各部為肢體及關

節並沒有移動或轉動。另一種方式則是維持動態動作的平衡。人體經由主作用肌、頤頤肌、共力肌的協調控制，才能使肢體的運動軌跡平滑順暢。此外，尚需要固定肌來穩定肢體運動，它主要用於維持關節的穩定，給予主作用肌有效的收縮，使關節不偏離原來的位置。如肩胛肌、肩膀肌可固定和支撐鎖骨和肩關節，讓手臂提重物時，能保持肩關節的穩定平（邱靖華，1995）。

林怡利(1996)提到，人體平衡離不開肌肉收縮作用，必須消耗一定生理機能。長時間的平衡，能量消耗增多，肌肉出現疲勞會使人體控制平衡能力降底。

#### （四）維持舞蹈動作平衡的物理條件

##### （1）芭蕾舞者的靜態力學平衡：

平衡的力學條件是一當物體保持平衡時，作用在物體上的一切

外力相互平衡，也就是物體所受的合力為零。對舞者而言，在平衡的動作中，若只有地板支持，而沒有舞伴或把杆接觸的話，想要達到平衡狀態只有一個方法，就是使重心落在通過與地板接觸的支撐點之垂直線上。換句話說，舞者在靜止的平衡狀態中，身上將不會有其他水平力作用於地板上，因此垂直向下的重力與地板對腳的向上作用力在同一垂直線上，剛好平衡抵銷，如果身體重心從通過支撐點的垂直線上移開，將造成力偶而產生角加速度，使舞者搖晃不穩定(林怡利 1996)。

此外，在某些靜力性的姿勢中，維持平衡的不僅僅是重力和反作用力，而是由重力矩與肌肉及韌帶的拉力矩共同維持，如芭蕾舞動作中的阿拉伯式(Arabesque)立姿之平衡

勢(林怡利 1996)。

(2) 芭蕾舞者的動態力學平衡：

從力學的觀點，要維持一物體的平衡與穩定，端視力量與力矩的作用方式。如果力量的作用線穿透物體的重心點，此力量只會造成物體的直線運動。若是此力量偏離物體重心，則會使物體產生旋轉運動，此種偏離重心的力量，稱之為偏心力(邱靜華，1995)。

力矩亦稱為轉矩(力對點之矩)。表示力對物體作用時，產生轉動效果的物理量物體受力繞某點或定軸轉動時，力的轉動效果除了取決於力的大小和方向，還取決於所繞定點或定軸到力的作用線的距離。只有與軸既不平行也不相交的力，才能使物體轉動。人體的轉動，一種是人體局部肢體在肌肉力的作用下，牽引骨骼繞關節軸的轉動；一種是人體整體的轉動。轉動體在不受外力矩作用時，具有保持其轉軸方向不變的這一特性，稱為轉動體的定向作用。轉動體的定向作用在運動中經常見到，如自行車在騎行中比停止不動平衡這是因為自行車輪子轉動後，能使它的旋轉軸與地面保持平衡，這時要使自行車停下來，必須改變軸心的水平方向，反而要用力，這就是轉動的定向作用結果(林怡利 1996)。若將此原理應用在芭蕾舞者單軸旋轉動作上，為了使動作平穩進行，避免產生搖晃的情形，要減少力旋轉軸的作用。換言之，舞者必須提起腳跟，減少足與地板的接觸面積，從而減小摩擦力，其道理也就是為了減少力對旋轉軸的作用。

### 三、平衡的測量方法

評估人體平衡能力，大致可分為靜態與動態兩種測量方法。靜態平衡測量大多以單足站立測驗（開眼、閉眼）為主，測驗時受試者單足站立，另一腳曲起，以時間（秒）的長短來評估受試者的平衡能力。或是以捕捉足底面壓力中心(center of foot pressure COP)的變動，而產生不斷晃動之身體重心動搖(body sway)距離與範圍，作為評估依據之研究更是不勝枚舉(福田，1957；Sahlstrand,1978；Soames,1982；Jeone,1991；蘇右任，1995)。反觀，在動態平衡方面，由文獻調查可知，福田（1957）的踏步檢查(pointing test)及遮眼垂直寫字檢查(vertical writing test)等，都是迷路患者失去視覺傳導時，檢測其平衡能力優劣的一種方法。近年來，由於科技的發達，研究設備不斷的提昇與改進，多數研究報告指出，人體動態站立平衡能力之評估與訓練才是真正測量病患平衡障礙及誘發協調能力之有效方法。(Nashner，1979；Andres，1980；Chandler，1990)。因此，目前臨床醫學、復健科等對病患平衡能力之測量，都以動態站姿平衡方式，並透過視、聽覺回饋儀訓練，來改善與增進患者平衡能力(Dewit,1972；Taguchi,1979)。除此，靜態站姿時，則是利用腳底壓力版(force plate)左右搖晃，或上下擺動，作為站立平衡干擾源，來評估其平衡能力，也頗受青睞。(福田，1957；李明義，民86；黃漢年，2001)。

有關臨床、復健等病患之平衡測量方法研究頗多，茲將部分相關文獻整理如表 2-1：

表 2-1 臨床、復健等病患平衡測量方法之研究

作者	年代	篇名及測量方法
Odenrick 等人	1987	<p><b>A method for measurment of postural control in upright stance</b></p> <p>利用測力板系統與動力學模式分析重心投影在水平面上與腳壓中心(COP)在水平面上的位置變化，其結果說明利用測力版測量腳壓中心的二度變化情形，優於測量重心所獲得的平衡意義。</p>
胡名霞 林慧芬	1994	<p><b>成年人站立平衡之研究 - 感覺統合與年齡效應之分析。</b></p> <p>使用單腳站立測驗及一套感覺互動與站立平衡臨床測試法(CTSIB)來評估大台北地區國人之站立穩定度，以瞭解感覺互動、年齡與平衡之關係。</p>
林慧芬 胡名霞	1995	<p><b>成年人站立平衡之研究 - 動態平衡測驗之年齡效應。</b></p> <p>利用測力板系統評估大台北地區不同年齡層之健康成年人的動態平衡表現，並比較年齡對動態平衡能力的影響。</p>
曾惠文 趙文元	1996	<p><b>使用固定測力板以評估姿態控制之價值。</b></p> <p>以測力板儀器測試身體重心移動情形，研究結果指出，以 AMTI 測力板(10Hz)測量方式分別以單角及雙腳站立動作，測試靜態平衡姿勢，評估重心移動軌跡值，發現其信度</p>

		很高，並認為 60 秒比 30 秒更為適合臨床使用。
張梅蘭 等人	1998	老人跌倒者與非跌倒者平衡能裡之定量估。 利用 Chattecx Balance System 定量評估老年跌倒者與非跌倒者站立時之平衡。
莊麗玲 等人	1998	<b>站立穩定限度之年齡效應</b> 使用平衡表現偵測器 ( Balance Performance Monitor ) 研究老年、青年及兒童三組不同年齡層在前、後、左、右四個方向之站立穩定限度。

然而，平衡能力不應只應用於臨床病患的評估，亦也有多位學者利用平衡能力的測試來提昇運動選手的成績表現。王振烽（1989）以測力板分析射箭時的身體重心，並以身體重心在水平面上的改變情形來分辨射箭選手與的平衡與穩定能力，其結果顯示身體重心在放箭瞬間之偏移量極小，不是影響射箭成績之重要因素，反而是手臂持弓時箭身對水平面的夾角標準差，與成績表現有較高的關係（王順正，1992）。曾震仁（1996）以測力板配合架在弓上的雷射光筆，製作一套簡便的測試穩定度方法，來探討選手在引弓瞄準時的穩定度，及重心變化情形與射箭成績之相關（蔡正中，2001）。石慶賀（1991）利用肌電圖來分析射箭技術與穩定性的關連，結果顯示以 EMG 方法來觀察射箭選手，在射箭過程中的肌肉協調和技術特性幫助教練和選手做較客觀及正確的分

析。此外，黃漢年(2001)使用自行研發「黃氏不穩定平台」，利用不穩定平衡刺激，作為探討各運動項目選手動態站立平衡能力的依據。范姜逸敏(2001)曾對靜態平衡能力的四種測量方法做效度之比較分析，以測力板測驗為效標，比較其與閉眼單足站立測驗、長式棒上單足站立、交叉式棒上單足站立與墊腳間單足站立之相關情形。結果說明，這五種靜態平衡測驗中有很大的差異性存在，但閉眼單足站立測驗與雙足站立測驗結果的相關最高，所以認為閉眼單足站立測驗為最方便與適切之靜態平衡能力評估工具(蔡正中，2001)。

至於與舞蹈平衡能力測量有關的則是，吳坤霖等人(1993)利用 Chattecx Balance System 為測量工具，探討舞者與一般女性站立平衡能力之比較，測量十秒鐘時間內平衡得平均中心(mean center of balance)之分散係數。

平衡受到重心的位置、重心的高度、基底面大小、重量大小與迴旋(許樹淵，1976)等因素的影響。研究結果指出不同的運動項目需要不同的平衡能力，且不同的平衡測驗之間的指數相關不高(張至滿，1986)，因此，從事平衡測驗時必須與受試者的運動項目與平衡的測驗項目相互連結，才能方便日後應用或訓練時切合需要，不至於測到無關的平衡能力。

#### **四、平衡的重要性**

一般人在日常生活中經常需要維持身體的平衡，例如：在搖晃的公車或捷運電車中維持站立平衡；警察在執行酒醉駕車臨檢時，除了酒精濃度測試外，也會以平衡能力作為判斷駕駛人是否酒醉駕車；容易跌到的老年人或患有視覺障

礙、腦血管疾病的患者，更需要透過平衡控制訓練，以培養自理的生活能力及重建病患運動控制的能力（王順正，1992）。而對於在舞台上追求完美演出的舞者來說平衡能力更是相當重要的身體能力之一。吳坤霖等人（1993）透過八項實驗比較十二位舞蹈系女舞者與十位一般女性站立平衡能力。實驗結果發現，舞者開眼支撐腳，平衡板不動的項目，有較好的站立平衡能力且優於一般女性。可見舞者每天四至六小時的術科訓練，重覆練習，對站立平衡能力有正向的影響，最後並建議加強平衡訓練，可以改善平衡能力。綜合上述說明我們得知，唯有在平衡狀態下才能有效發揮肌肉動力，使動作流暢進行而不致於跌倒受傷，由此可見平衡的重要性。

### **第三節 時間(Time)、空間(Space)、力量(Fore)的理論背景**

#### **一、時間(Time)、空間(Space)、力量(Fore)一詞之緣起**

舞蹈的定義隨著時代的演變亦有所改變。最早是韋氏字典中定義為：「一種敏捷愉悅的表演行動或社交活動」。其後諾瑞(Noverre)認為：「舞蹈是由步伐結合而成，並且具有時間性」；1957年，魯道夫拉邦(Rudolf Laban)做了新的詮釋：「無論在教育或娛樂方面，舞蹈和動作是分不開的，舞蹈的經驗建立在宇宙基本的動作形式上。(Dance and movement are inseparable in education and also in recreation, we build up advance experience on universal basic forms movement.....)」換言之，任何人需先進行動作的探索，才能將動作以不同的方式表達出來，不同的表達方

式即呈現不同的舞蹈。但無論變化多複雜，均存在著一定的元素即時間(Time)、空間(Space)、力量(Force)、流動及關係。這五大元素是拉邦在他創始的動作分析及舞譜中首先提及的，拉邦認為：動作與舞蹈之間的相似點在於二者基本技巧相同，如走、跑、跳、躍等，相異處則在動作的質地、感覺、組合及節奏，因此舞蹈包含想像力和組織力的運用，並以動作或身體語言來表達，而每一動作都有它的特質，而這些特質即離不開基本元素，這些時間(Time)、空間(Space)、力量(Force)、流動及關係，就是我們將要探索的元素。陶馥蘭（1994）也提到，舞蹈是人類肢體在時間(Time)、空間(Space)、力量(Fore)三次元座標上的移動。如果說音樂是時間的藝術、繪畫是空間的藝術，那麼舞蹈則是同時包含了這兩個範疇，因為肢體既具有時間(Time)，又佔有空間(Space)，同時展現力量(Fore)。舞蹈所締造的美感，便是力量(Fore)的美感經驗，它不僅訴諸視覺，同時刺激神經肌肉的動力感官，觀賞者有時會恨不得與之共舞的衝動，便是動力感官的刺激。

## 二、時間(Time)、空間(Space)、力量(Fore)的構成要素

### (一) 時間(Time) 的構成要素

時間是我們隨時隨地都在經歷的一個要素，不管是以手錶、鐘或鈴來計算，時間都是持續不斷的進行。有的人喜歡輕鬆自在、從容不迫的過生活，有的人則喜歡快節奏、刺激的生活，所以，對生活步調急緩的喜好，因人而異。舞蹈就像這世界的其他活動一樣，也包含著時間因素，從動作開始到結束，每個動作的快與慢，加速或減速，或是停止，都

是時間元素的主要構成，以下將逐一探討（Boorman,1971；李宗芹，1991）：

### （1）速度（Speed）

速度是時間元素中的重要構成，速度的快與慢，決定了動作能量使用的多寡及動作的感覺。無論是慢動作或是快動作，是增快或是減緩，速度上可以有極大範圍的變化。

### （2）時間長短—持續性（sustain）和突然（sudden）

速度與時間的長短是相互關連的，快的動作時間較短，慢動作則時間較長，一個動作會因為所使用的時間長短不同，呈現出相異的動作質地（質地是一種感覺，就像不同的布料有其不同質感），而給人的感受也不同。較長時間的動作，有一種連續綿延不斷的感覺，如同打太極拳的動作；較短時間的動作則有一種突然或緊急的感覺，如同手不小心碰到電線觸電時，那種緊急、快速把手收回來的反應。透過不斷的練習，對時間掌握將更敏銳，即使沒有音樂的伴奏，也能正確掌握動作時間的長短，而創作出有時間性的動作。

### （3）節奏（rhythm）

舞動時，因為速度的變化和時間長短使用的不同，自然而然地產生了節奏。速度、時間長短和節奏，此三者之間關係密切，互相影響，有了節奏感，可使動作更加鮮活。人們經常以音樂來伴奏，因為音樂和舞蹈一樣，必須佔有一段時間。音樂的節奏可以告訴我們動作的正確長度，要有幾拍來做，半拍、6拍或10拍等。倘若是一群人在一起跳舞時，音樂可以使每個人的步調一致。但是所有時間元素的練習與探索，最重要的是細心體驗動作的時間、速度，並敏銳感知動作本身所具有的節奏性。對時間元素能掌握清楚並敏銳覺

察的人，即使沒有音樂伴奏，亦可以創造出一段有節奏性的動作，一個人發展自我的內在節奏，將比任何因外在刺激而產生的節奏更具意義。

## （二）空間(Space)的構成要素

在舞蹈動作中，空間是具有彈性的，除了具體舞台、房間等硬體設施外，身體也可塑造空間，不同的身體動作所佔有的空間區域，給予觀眾的印象亦不一樣。以下將空間要素分述如下：

### （1）方向、定位、水平(Direction、Orientation and Level)

拉邦參照人體的解剖學與繪畫的透視法來訂定動作的方向、定位與水平，他將人體安置於不同的立體空間中即八面體、六面體與二十面體，藉此訂定不同調性的動作方向、定位與水平。（參考 V Maletic1987 年之著作 p.61-62 之附圖）

#### a、八面體(The Orientation)

八面體是由八個平面所構成的一個立體，他由前(Forward)、後(Backward)、高(High)、底(Low)、右(Right)與左(Left)等六個方向的連接線所構成的（如圖 2-9）。芭蕾舞者大多以此種概念來分辨動作與身體的關係，。當舞者的面向改變時，這個立體的空間也根據他轉向的角度作相同的軸轉，這類動作的特性常可在芭蕾舞中發現，也就是說芭蕾舞者的軀幹常保持垂直與方正的狀態，同時腳步的移動常較身軀的動作多且複雜。

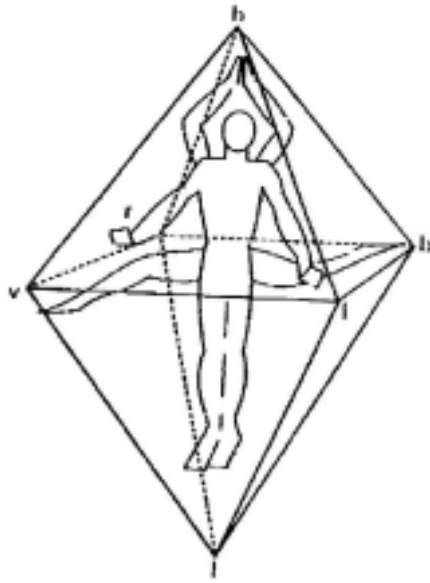


圖 2-9 八面體

資料來源：江映碧，1997

#### b、六面體(The Cube)

六面體是以六個平面所構成的立方體，呈現方向包括高右前(High-Right-Forward)、低右前(Low-Right-Forward)、高左前(High-Left-Forward)、低左前(Low-Left-Forward)、高右後(High-Right-Backward)、低右後(Low-Left-Backward)、高左後(High-Left-Backward)、低左(Low-Left-Backward)等八個斜角所構成。(如圖 2-10)。此外，芭蕾舞專家也將此方塊(The Cube)表示舞蹈教室空間或是舞台的空間，使舞者可以清楚分辨身體與腳步的方向，同時對於演出的空間有確定的方向感(V Maletic 1987)。

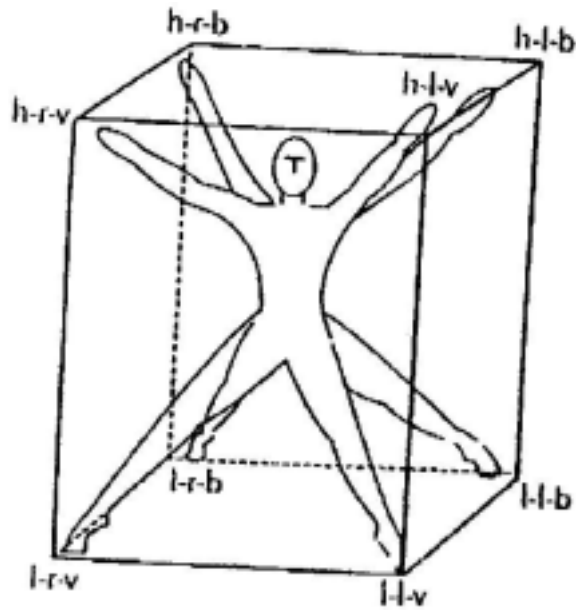


圖 2-10 六面體

資料來源：江映碧，1997

c、二十面體(Icosahedron)

二十面體是由三個平面的十二的方向之對角線索構成(如圖 2-11)，此三個平面即是門面(Door Plan\Sagittal Plan)(如圖 2-12-1)、輪面(While Plan\Vertical Plan)(如圖 2-12-2)與桌面(TablePlan\Horizontal Plan)(如圖 2-12-3)，每一個平面都代表三度空間中低個層面。(參考 V Maletic1987 之著作 p,62-1 之附圖)

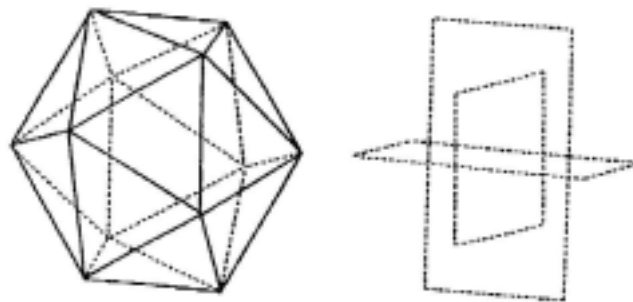
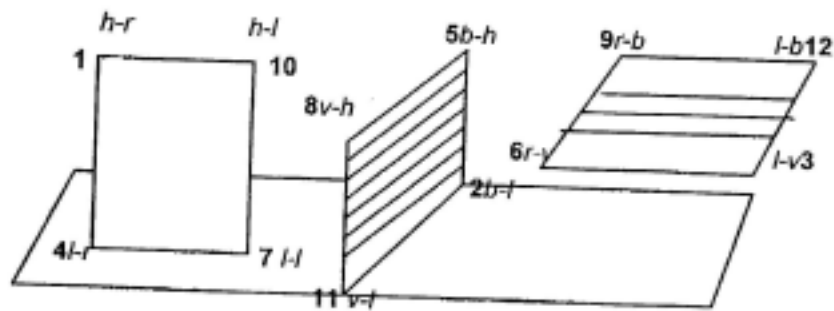


圖 2-11 二十面體



門面

輪面

桌面

圖 2-12-1

圖 2-12-2

圖 2-12-3

圖 2-12 構成二十面體的三個平面及其方向與方向號

資料來源：江映碧，1997

## (2) 空間的和諧 (Space Harmony)

拉邦 (1996) 提到空間的和諧 (Space Harmony) 一詞，並對其做一定論，他說：「人體動作的和諧關係，與音樂中的調性類似，不同的音樂結構產生不同的調性系統，例如大調、小調協合音與不協合音；古典芭蕾發展情況亦如此。」

拉邦所謂「空間的和諧」即是以人體動作的協調性與平衡做出發點，進而發展至舞者本身動作方向與相對性，使舞者與舞者間動作姿勢得對稱與不對稱；甚至用對為法來處理

舞者與舞者間動作空間得關係 (V Maletic1987)。

(3) 地板與空中途徑 (floor & air pattern)

任何動作在空間中都留下了行進的軌跡，可能是直線的、彎曲的、曲折的、圓的（如圖 2-13），或許更複雜，這種移動的路徑就叫做地板途徑。它不僅在地上留下軌跡，有時雙腳不動，但手及身體的舞動亦在空間留下了行進的軌跡，此時稱為空中途徑。每一種不同舞蹈，皆有不同之途徑，都在空間中留下移動的軌跡，了解途徑的進行可幫助學習者了解動作的走向，充分的應用地板途徑，可以領略空間的變化是多麼的豐富 (李宗芹，1991)。


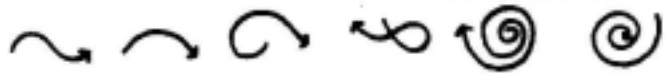

直線型	
曲線型	
鋸齒形	

圖 2-13 地板與空中路徑

資料來源：李宗芹，1991

(三) 力量 (Fore) 的構成要素

當我們觀賞一齣舞蹈看得枯燥乏味、興緻索然時，大多是因舞蹈中缺乏變化所致，而不同力量的注入，可以使得動作有其變化性與特殊的質地，這種質地可以是輕或重、強或弱、圓滑或尖銳、緊張或放鬆。力量就和時間、空間一樣

時時刻刻與我們共存，即使躺著不動全身放鬆，呼吸也需要少許的力量來保持橫膈膜的上下振動。以下將力量要素分述如下(李宗芹，1991)：

(1)緊張與放鬆(Tense and Relax)

力量的使用和身體肌肉的緊張或鬆弛，有明顯的關係，輕鬆、快樂時，肌肉是放鬆的，生氣、緊張時，肌肉是緊繃的。因此，力量的變化可以反應和表達情感。

(2)各部位的輕重力量(Strong-Light)

讓自己投入在力量活動的探索中，感受自己身體力量可以大到多強、多有力，小到多輕、多弱，了解這些力量變化後，才能使自己使用適當的力量作動作。

(3)動力(Dynamic)

力量的呈現因時間的長短有變化，力量語詞間結合便稱動力。動力的形太有兩種：1.瞬間的(instantaneous)—動作時間較快速，以衝擊、熱竊的態度開始即完成。2.漸進的(gradual)—動作時間較慢，是動作產生一種拖延的質地。

每個人因為性格及身體技巧的不同，使得彼此之間的力量有很大的差異。對某人來說他所發揮的最強的力量，對另一人來說卻可能是輕微的。個人經由不斷的練習與體會自己力量的變化，可以敏感且純熟地運用力量，且讓人產生動機去投入，如此一來才能賦予舞蹈更豐富的生命。

## 第四節 時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading) 相關文獻探討

### 一、準確能力的重要性

大多數人皆認為「舞蹈」是以身體為工具，藉著肢體與軀幹準確配合時間、空間、力量的變化，將所表達的意念與情感傳給觀眾的一種藝術。而舞者的肌肉是表現動作的主要部分，肌肉堅強有力或各關節角度之柔軟，以及維持各種舞姿及技巧的穩定性，體能素質的好壞，即成為舞蹈藝術中極為重要的環節。

體能是由肌力、速度、耐力等三種基本要素所構成，其三度空間的結構，經常可作為各項運動體能訓練之依據（如圖 2-14）。而舞者的肌力訓練包括全身的骨骼肌，其中最重要的是骨盆、軀幹及下肢肌肉。如果舞者擁有完整的體力，再加上掌握適當的技術時機，就可說是一個完美的演出(Priscilla M. Clakson & Margaret Skrinar, 1998)。

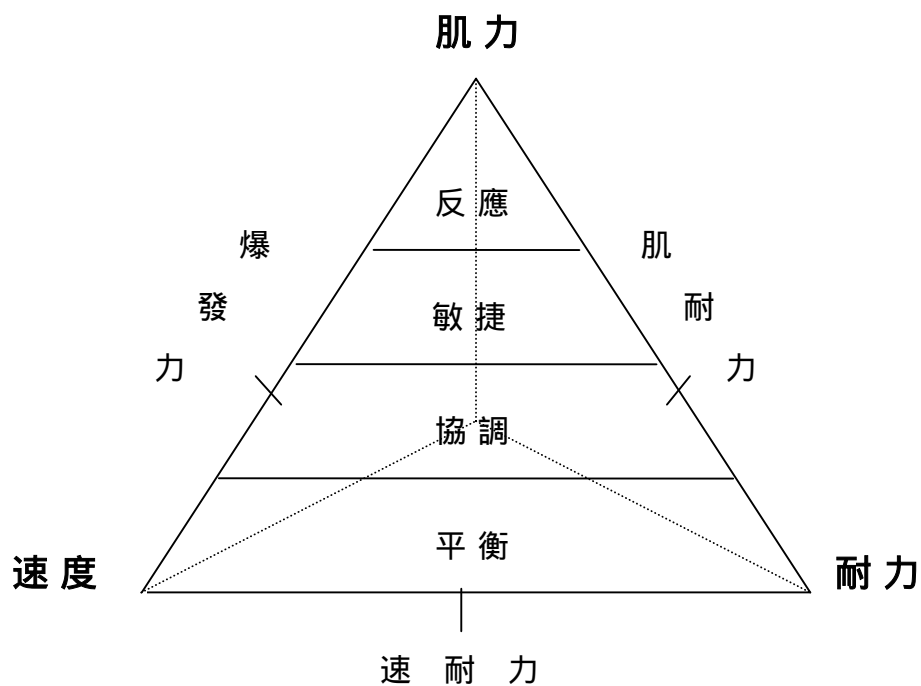


圖 2-14 體能的構成因子

資料來源：本文整理

具備基本體能之後，必須將舞蹈帶入更高之技術層面，而技術構成之三項因子分別為：準確能力、速度及耐力，三者呈一正金字塔型（如圖 2-15）。準確能力位於頂點上方，可見於它的重要性。而技術的最佳表現就是將有機體的各種能力，包括反應、敏捷、協調、平衡等相互發揮作用，才能提高有機體的機能與健康水準。

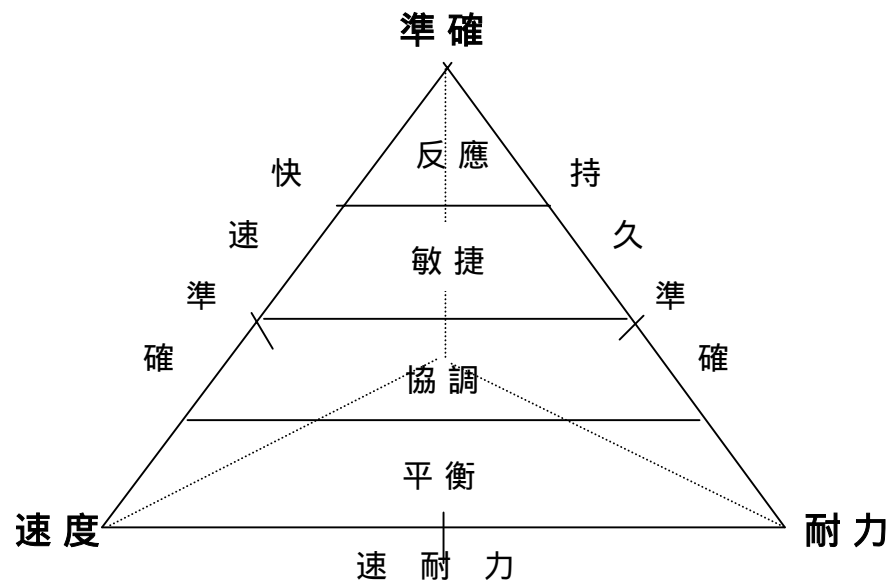


圖 2-15 技術的構成因子

資料來源：本文整理

M. Kovich 在「運動與藝術之形式」一文中揭示，「運動藝術係由運動技術美所呈現出來」(The Art which is to be formed in sport is expressed through "skill in movement expressed beauty")。D. A. White 指出「運動中最高偉大之瞬間係呈現於技術或技巧最為卓越之際」(Germinally dependent on the skill or technical excellence of the performer)。

J. Kupfer 亦在其「運動之目的與美」中述及：「運動過程之流暢與否足以反應其運動技術與運動效率」(The smoothness and flow of a sport performers movement reflect economy and efficiency of effort, the skill of the performance)。D. Best 則強調，演出的目的與完整，必須

以最經濟、最有效的方法去完成特定目的之完種動作才是符合美感需求之運動。易言之，優美的運動本身必須協調、省力、流暢，且無多餘的動作。A.V. Hill 說道：「技術即為肌肉、神經之合作，以最少的消費，獲得最大的效果」。

根據以上的文獻，筆者發現專家學者所謂之運動表現之美，並非機械之美，而是強調動作的經濟與否與以較少的努力即能獲致同等的效果。因此，為了使自我的表現能流暢、省力、輕巧安定、無抵抗感，顯然的，運動技術的提昇，尤其是準確能力的訓練則勢在必行。

## 二、運動感覺(Kinesthesia)的重要性

運動感覺包含：時間感、空間感、出力感、距離感、方向感、速度感等...。「運動感覺」一詞最早在十九世紀末期由 Bastion 首先使用。Howard 與 Termhleton 認為運動感覺即基於視覺、聽覺、語言之外的情報而獲知身體位置動的一種感覺。J. Dickinson 則認為去除皮膚的感覺之後的感覺即為運動感覺。E.A. Fleishman 與 S. Rick 則指出，此種感覺在訓練初期並未扮演重要角色，但在後期則擔任分重要的任務。J.A. Adams 亦在「實驗心理學雜誌」(Journal of Applied Physiology)中提出類似的報告。

宮下充正(1978)在其「運動與技術」一書中認為，力量感覺、速度感覺、四肢與軀幹的位置，四肢或軀幹位置的變化等...對於運動具有分常顯著的重要性。M.B. Jones 的研究報告卻揭示，兩試跳間的相關隨著試跳次數的增加其相關越高，這說明運動感覺，尤其是出力感覺隨著試跳次數增加，其誤差越小。

關節角度變化與肌肉收縮之控制與運動技術優劣有關，是運動感覺能力的另一發現。是故，J.E. Rose 與 V.B. Mountcastle 的研究報告強調：「關節為運動感覺之源」。J.B. Basmajian 主張：「技術即為肌肉收縮之控制」。

綜合上述文獻我們得知，關節角度變化與肌肉收縮之控制是運動感覺能力的主要關鍵，受試者透過此原理再加上多次的練習，便能有效及準確控制自我身體機能，而不會出現過猶不及的情形。

### **三、時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)相關研究**

豬飼道夫（1974）強調：「Skill=Timing+Spacing+Grading」。這與拉邦所創時間(Time)、空間(Spac)、力量(Fore)三要素相近，只不過豬飼道夫更強調準確的重要性。而目前舞蹈界在時間準確能力(Timing)及空間準確能力(Spacing)方面的文獻極少，舞蹈訓練課程中，老師通常都是以拉邦舞蹈元素為基礎，間接訓練學生的時間準確能力(Timing)和空間準確能力(Spacing)。例如：利用碼錶計時，讓舞者自我估量 10 秒鐘內舞動，時間到即停止，來訓練舞者對時間準確的敏感度；或是讓學生在空間刻度版上作空間準確訓練。因此筆者期盼能透過此篇研究，發現更為有效的訓練方法，以印證豬飼的觀點。

而在出力準確能力(Grading)方面，筆者認為以下幾篇文獻可供日後研究之參考。大築等人（1978）以最大跳躍距離或最大跳躍高度 20%、40%、60%、80%、100%，作為垂直跳出力感覺之探討，結果發現等級越小越有跳躍過渡之傾

向。金原勇等人（1964）亦相繼從事跳躍方面的研究，並且發現手臂擺動與下蹲角度對於垂直跳有顯著相關。涉川（1966）亦使用金源勇等人所設計之跳躍力量測定器，進行垂直跳之力學分析，也發現下蹲角度跳躍高度具有顯著的相關。

小林（1961）的報告發現跳躍高度之準確與否，並非依賴力量的控制，許多研究指出時間（即出力狀況大於體重蹬地時間）與跳躍距離具有很高之相關。這意味著我們可以使用時間控制來獲得期望中的跳躍距離，但人類並無直接控制時間的感覺器官，故時間控制大都依賴間接的感覺情報。視覺則是間接感覺情報系統之一，因為它能將運動時預期中的距離以回饋 (feedback) 的方式送至中樞神經，然後由中樞神經決定動作的大小，成為有力的線索。但研究結果也顯示，雖然閉眼時準確性較差，但仍有某種程度的出力準確性存在。因此，筆者深信除了視覺之外，仍有其他感覺情報系統存在。

沈輝雄（1980）提出膝關節角度與跳躍距離相關之探討，研究發現，兩者有非常顯著之相關，並得到以下結論：膝關節彎曲越大，關節角度變化越大時，蹬地時間越長；反之，彎曲越小，蹬地時間亦越短。換言之，以主觀意識控制膝關節角度之變化，即可控制時間，進而控制跳躍距離，這與小林研究報告中提及的膝關節角度之變化和起跳速度有顯著的正相關不謀而合。

## 第參章 研究方法與步驟

本章旨在說明研究過程中所採用的研究方法與步驟。研究以測量的方式，進行芭蕾舞者平衡能力與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)相關之研究。同時，將結果加以分析解釋。全章共分為六節，依序為第一節研究架構；第二節研究流程；第三節實驗對象；第四節實驗時間與地點；第五節實驗儀器；第六節實驗流程與步驟；第七節資料處理與分析，茲分述如下：

## 第一節 研究架構

本研究之研究架構如下圖所示：

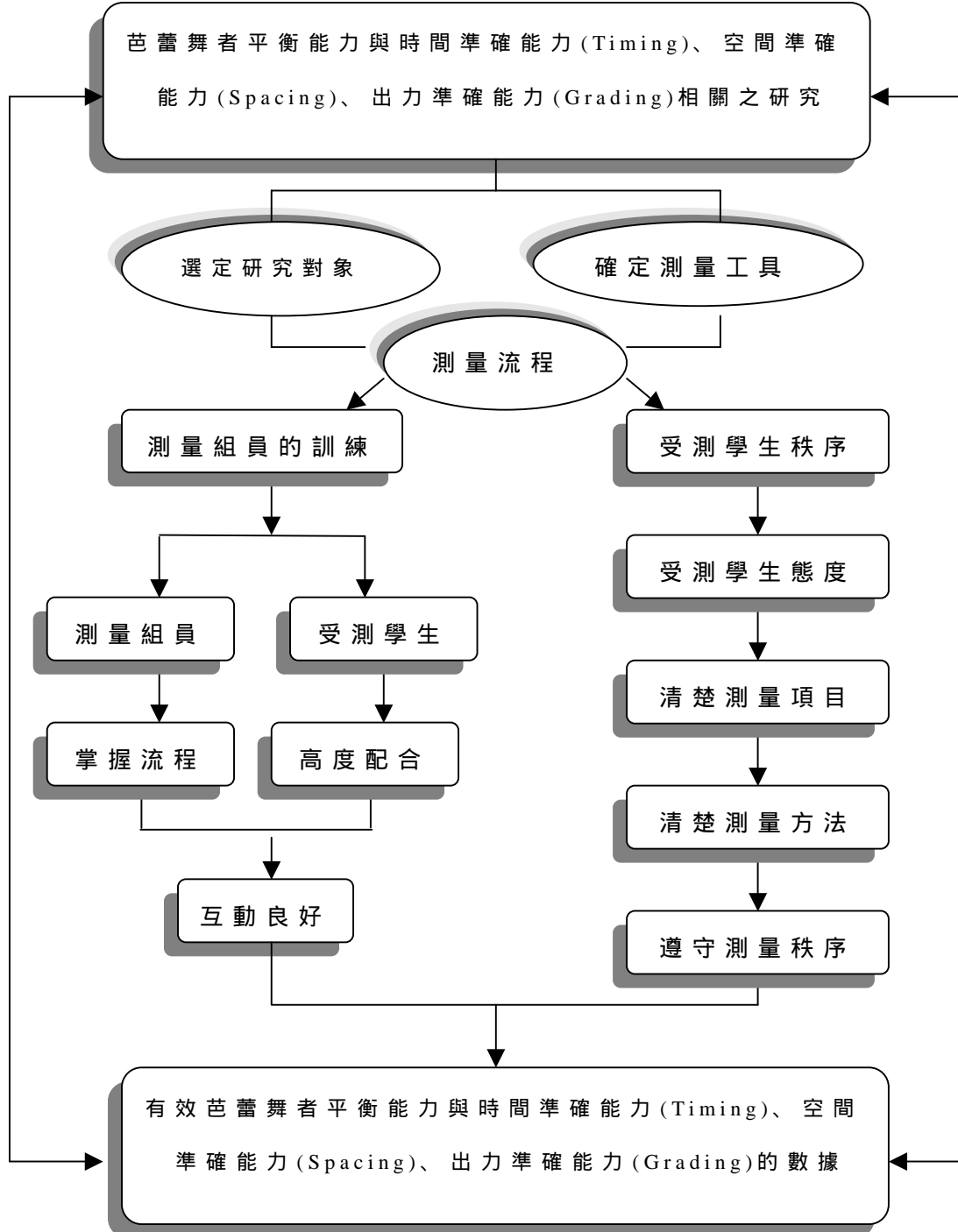


圖 3-1 研究架構流程圖

## 第二節 研究步驟

本研究之研究步驟如下圖所示：

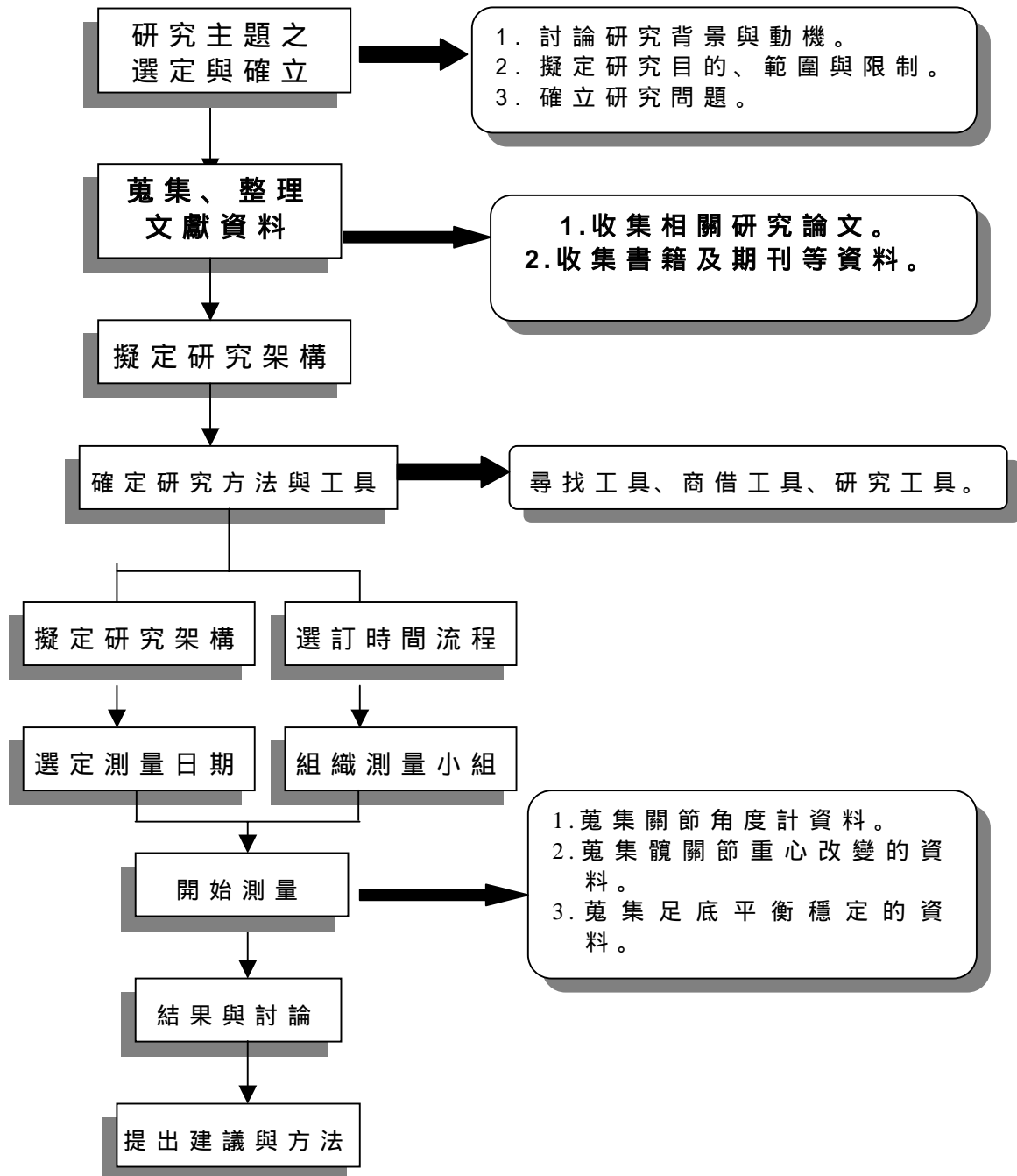


圖 3-2 研究步驟流程圖

### **第三節 實驗對象**

本研究以 2 位國立台灣體育學院舞蹈系三年級芭蕾舞專長女性學生為研究對象，所有受試者在受試前三個月內無視覺、前庭損傷、踝扭傷、膝受傷等影響平衡之受傷史，且無暈眩、癲癇、小腦病變等疾病。

### **第四節 實驗時間與地點**

- 一、實驗前研究時間：中華民國 92 年 3 月 25 日 3 月 31 日。
- 二、正式實驗時間：中華民國 92 年 4 月 15 日。
- 三、實驗地點：本研究實驗地點佈置於國立臺灣體育學院生物力學實驗室。依據實驗需求，實驗地點將盡可能控制成不受外界干擾的實驗環境。

### **第五節 實驗儀器與設備**

本研究所需要的實驗儀器與設備，包含測量部分及資料處理部分：

- 一、測量部分
  - (一) 關節角度計 2 個，見圖 3-3 (a)。
  - (二) 膝關節角度計 1 個，見圖 3-3 (b)
  - (三) 踝關節角度計 1 個，見圖 3-3 (c)
  - (四) Switch 足底平衡測量計 1 個，見圖 3-3 (d)
  - (五) DASyLab6.0 版生物訊號處理系統，見圖 3-4 (a)：  
包含 PIII600 筆記型電腦一部，見圖 3-4 (b)；連線

盒一只，見圖 3-4 ( c )； A / D 訊號擷取卡一只，見圖 3-4 ( d )。

二、資料處理部分：

- ( 一 ) DASYS Lab 6.0 版生物電訊擷取系統。
- ( 二 ) Microsoft Excel 2000 版資料分析系統。
- ( 三 ) SPSS for Windows 10.0 版統計分析軟體。

(a)



(b)



(c)



(d)



圖 3-3：實驗儀器設備。註：

(a) 髁關節角度計；(b) 膝關節角度計；

(c) 踝關節角度計；(d) 足底平衡測量計。

(a)



(b)



(c)



(d)



圖 3-4：資料處理系統。註：

(a) DASYLab 6.0 版生物電訊擷取系統；(b) PIII600 筆記型電腦；(c) 連線盒一只；(d) A / D 訊號擷取卡

## 第六節 實驗流程與步驟

本研究實施平衡能力、時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)實驗之時間進度表均事先與實驗對象進行協調並取得同意後，再制訂時間、地點並按時進行測量。

一、實驗前向受測者說明測量方法及注意事項。

二、實驗地點於國立臺灣體育學院生物力學實驗室  
(分站進行)。

(一) 分成三站：(測量地點)

第一站：測量及登錄受測者基本資料。第二站：未輪到之受測者在此站等候以避免影響測量進行。第三站：平衡能力與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)測量。

(二) 測量小組：

- 1.每站 2-3 位測量人員，並設組長一人。
- 2.測量小組均受過測量方法訓練之人員組成
- 3.本研究均以同一測量小組人員進行測量。

三、研究測量步驟流程如下；

- 1.篩選本校舞蹈係三年級芭蕾舞專長 2 位學生，其身高、體重常模平均值上下一個標準差範圍，及無視覺、前庭損傷、踝扭傷、膝受傷者為測量對象。
- 2.實驗開始前先集合實驗參加者說明實驗流程及注意事項，並取得每一位受測者之實驗同意書。
- 3.實驗前再將整個正式實驗流程加以確定。
- 4.實驗參加者進行熱身活動，並聽取平衡能力與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確

能力 (Grading)測量的指定動作。指定動作分為兩類型：第一類型稱為起跳翻身 (如圖 3-5); 第二類型稱為剪刀腳 (如圖 3-6), 兩種類型落地後都必須做 1 Arabesque 平衡動作, 由實驗者計算時間 5 秒後結束動作。第一次試跳後間格 10 至 30 秒進行第二次試跳, 以此類推至第一類型動作結束後, 給予 3 分鐘休息時間再試跳第二類型動作。



圖 3-5 指定動作 1：起跳翻身



圖 3-6 指定動作 2：剪刀腳

5. 測量小組將各關節角度計、Switch 足底平衡測量計, 分別裝置實驗參加者各指定部位 (如圖 3-7), 並指導實驗參加者在規定測量區域內進行試跳, 直至確定實驗參加者身上的儀器已牢固。

6. 檢查無誤後，讓實驗參加者休息 2 分鐘後，正式開始進行平衡能力、平衡能力與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)、出力準確能力(Grading)實驗。
7. 實驗參加者完成實驗後到休息區休息。



圖 3-7 各關節角度計及 Switch 足底平衡測量計在實驗參加者的配置圖

## 第肆章 結果與討論

本章主要在探討芭蕾舞者在兩種不同的芭蕾舞舞蹈動作中，進行測試平衡控制與時間準確能力（Timing）、空間準確能力（Spacing）、出力準確能力（Grading）等變相上的關係，蒐集有效相關數據資料，經處理並加以分析後，結果分為三部分闡述：第一節單足立姿平衡控制；第二節時間準確能力（Timing）、空間準確能力（Spacing）、出力準確能力（Grading）特徵之分析；第三節綜合討論。

### 第一節 單足立姿平衡控制

本研究以第一阿拉伯式立姿(Arabesque)進行平衡控制能力測驗，其方法與原理藉由 Switch 足底平衡測量計及各單軸關節角度計，量測單足立姿各關節變化情形，所獲得資料經 DASYS Lab 6.0 版生物訊號處理系統分析後，獲得：足底平衡穩定訊號、左踝關節屈曲及穩定時間、左膝關節屈曲及穩定時間、左、右腕關節屈曲及穩定時間等各項平衡參數。

研究中要求實驗參加者做兩種不同型態的芭蕾舞舞蹈動作（起跳翻身、剪刀腳），結束時的第一阿拉伯式立姿(Arabesque)進行平衡控制測試，各項量測結果的平均值與標準差資料如表 4-1、4-2。各關節及足底訊號穩定分佈情形如圖 4-1、4-2。

表 4-1: 第一阿拉伯式立姿(Arabesque)平衡測試各關節角穩定時間之平均數與標準差 (起跳翻身)

	實驗參加者一		實驗參加者二	
	平均數	標準差	平均數	標準差
線 d 左踝平衡穩定時間	1.19(sec)	0.22	1.20(sec)	0.03
線 d 左膝平衡穩定時間	1.06	0.12	1.07	0.04
線 d 左臑平衡穩定時間	0.89	0.23	0.86	0.01
線 d 右臑平衡穩定時間	0.69	0.08	0.66	0.08

表 4-2: 第一阿拉伯式立姿(Arabesque)平衡測試各關節角度穩定時間之平均數與標準差 (剪刀腳)

	實驗參加者一		實驗參加者二	
	平均數	標準差	平均數	標準差
線 e 左踝平衡穩定時間	0.85(sec)	0.17	1.06(sec)	0.03
線 e 左膝平衡穩定時間	0.87	0.18	1.01	0.01
線 e 左臑平衡穩定時間	0.77	0.14	0.95	0.13
線 e 右臑平衡穩定時間	0.67	0.09	0.85	0.10

由上表參數中發現，在兩中不同動作中瞬間落地，各關節角度以右腕關節角度穩定時間最快，這與右腳舉起轉身不能落下，屈曲角度小舞者即能在短時間內維持關節穩定有關。左腕關節角度穩定時間也比踝、膝關節快，根據平衡控制策略而言(Shumway-Cook、Horak、Yardley & Bronstein, 1996)，當人體面動較大干擾或較小的站立支撐面時，主要透過腕關節策略來維持平衡；而面對較小的干擾或是較大的站立支撐面時，則主要透過踝關節策略作為平衡控制。本研究中，落地時平衡動作由腳掌接觸地面，因此減少使用腕關節活動作為平衡控制方式，相對的能在短時間內達到腕關節穩定。左膝、左踝關節在此階段很難說是完全平衡而不搖動的，雖然舞者整體看似乎穩，但從分析圖中仍可見抖動情形，表示舞者在足尖的平衡中以「不安定」(wavering)的動作來移動踝、膝關節，儘可能使身體重心很接近「平衡點」，使偏離垂直線的加速度變小，舞者就愈接近完美的平衡，由平衡中落下的時間就愈慢。

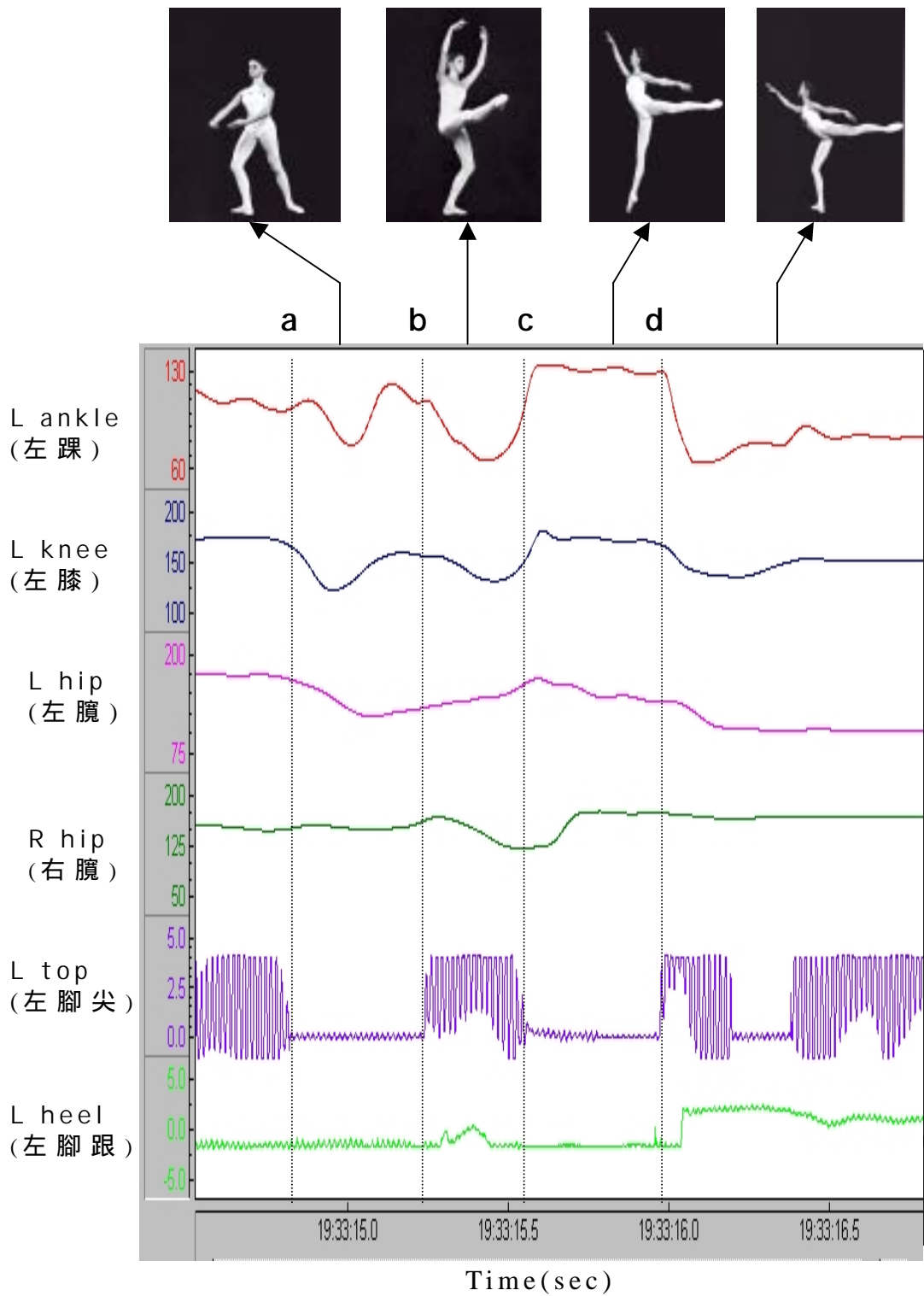


圖 4-1 各關節角度及足底變異分析圖(起跳翻身)

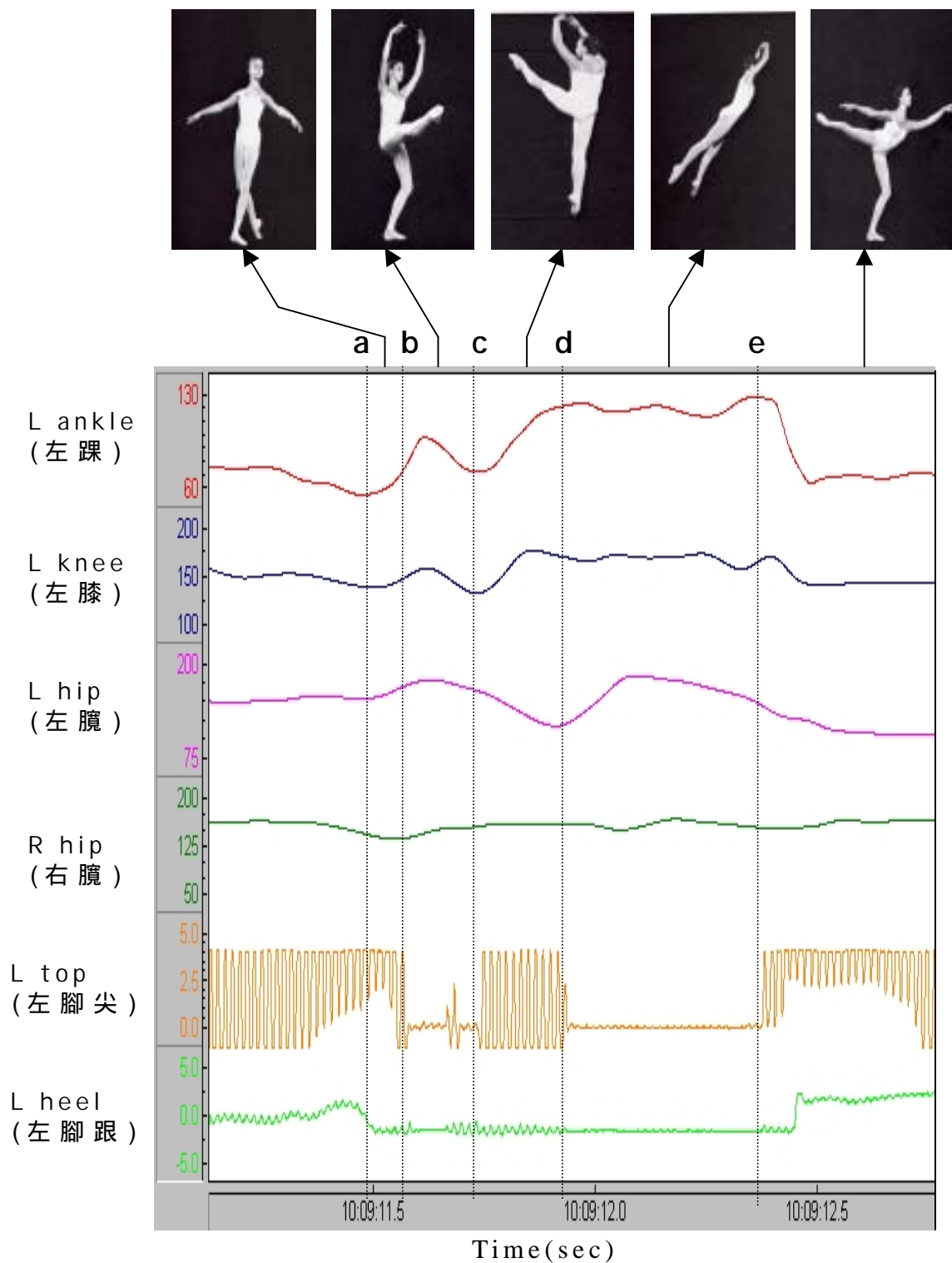


圖 4-2 各關節角度及足底變異分析圖(剪刀腳)

## 第二節 時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Grading)、出力準確能力(Spacing)特徵之分析

為了進一步探討舞者平衡能力是否與時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Spacing)及出力準確能力(Grading)相關，因此，在整套平衡動作中也進行時間準確能力(Timing)、空間準確能力(Grading)、出力準確能力(Spacing)之測試。測試動作與單足立姿平衡控制相同，其測試結果分述如下：

### 一、時間準確能力(Timing)特徵

在第一組動作型態中，時間準確能力(Timing)特徵上發現(如表 4-3)，線 c-d 騰空時間各關節角度隨著身體躍起及舞者踮直腿部的關係，在時間先後，均出現關節角度伸展至最大的情形，尤其以髖關節角度伸展時間最快，其理由可能是舞者運用髖關節的帶動而後帶動踝、膝關節達到身體轉換方向的目的。相反的，若舞者在髖關節使用的時間準確(Timing)錯誤，則騰空時間相對減短。

表 4-3： 時間準確能力(Timing)特徵之平均數與標準差  
(起腳翻身)

	實驗參加者一		實驗參加者二	
	平均數	標準差	平均數	標準差
線 c-d 左踝伸展最大角度時間	0.07(sec)	0.02	0.10(sec)	0.10
線 c-d 左膝伸展最大角度時間	0.08	0.01	0.06	0.01
線 c-d 左腕伸展最大角度時間	0.06	0.01	0.03	0.02
線 c-d 右腕伸展最大角度時間	0.23	0.02	0.28	0.03
線 c-d 騰空時間	0.41	0.02	0.33	0.02

而第二組動作型態中(如表 4-4), 線 d-e 騰空時間, 左踝、膝關節產生屈曲的是因為舞者必須於空中完成交換腳動作, 因此難免造成關節角度屈曲情形, 只是兩位實驗參加者屈曲時間不太一致, 落地前屈曲可能是因為隨著腳即將落下使踝、膝關節因而受影響, 起跳時即屈曲則是舞者本身因控制不良所造成, 如此也較容易破壞動作品質。至於左、右腕關節伸展最大角度時間, 則是促使兩腳騰空時交換的關鍵, 透過左腕關節在躍起時即翻轉而後換右腕關節翻轉完成交換動作, 若時間拿捏不準確, 則腕關節不易發揮動力帶動身體躍起的高度。

表 4-4：時間準確能力 (Timing) 特徵之平均數與標準差  
(剪刀腳)

	實驗參加者一		實驗參加者二	
	平均數	標準差	平均數	標準差
線 d-e 左踝騰空屈曲時間	0.29(sec)	0.01	0.22(sec)	0.07
線 d-e 左膝騰空屈曲時間	0.34	0.03	0.06	0.01
線 d-e 左腕伸展最大角度時間	0.15	0.08	0.27	0.01
線 d-e 右腕伸展最大角度時間	0.22	0.02	0.26	0.01
線 d-e 騰空時間	0.45	0.05	0.32	0.01

## 二、空間準確能力 (Spacing) 特徵

身體可以幫助人們傳達思想及訊息，經由軀幹與四肢在空間的移動，可透過這些動作直接向其他人表達你心中的感覺。事實上，跳舞除了可以抒發情感、享受樂趣以外，還可以在大自然的空間中發揮自己的構思，體驗大自然的神秘與奧妙。一位好的舞者除了應有完整的體能體力外，對於空間的知覺位置也應有非常高的敏感度，這關係到生理上的本體受容器與神經肌肉協調能力(黃心怡，1998)。本研究中實驗參加者必須在騰空階段做 180 度空間變化，兩組動作中做比較發現，並無顯著差異，因此在實驗設計方面有必要增加測驗項目的困難度，以進一步探討空間準確能力 (Spacing) 對芭蕾舞平衡能力表現的相關影響。

### 三、出力準確能力(Grading)特徵

本研究出力準確能力(Grading)以第一型態動作(起跳翻身)為主，因第二型態動作(剪刀腳)的垂直跳躍腳只裝置髁關節角度計，無法測得出力準確能力(Grading)資料。

實驗者根據過去研究報告發現，從事膝關節角度與跳躍距離相關的探討，結果兩者具有非常顯著的相關，因此得知膝關節角度為非常重要的控制線索。此觀念於此研究中也得到證明，從 4-5 表參數中發現，膝關節角度變化愈大的人(如實驗參加者一)，蹬地騰空時間越長；反之，角度變化愈小(如實驗參加者二)，蹬地騰空時間亦愈短。

表 4-5：膝關節角度變化之平均數與標準差(起跳翻身)

	實驗參加者一		實驗參加者二	
	平均數	標準差	平均數	標準差
線 b-c 左膝屈曲角度	28.57(度)	2.17	24.01(度)	2.34
線 b-c 左膝伸展角度	16.68	4.90	21.58	1.77
線 c-d 左膝伸展角度	32.90	2.86	15.71	15.71
線 c-d 騰空時間	0.42(sec)	0.02	0.34(sec)	0.02

除此之外，實驗者再從膝關節角速度變異情形分析後結果顯示，2 位實驗參加者皆於瞬間離地後數秒產生膝關節最大角速度(如表 4-6)。兩者相比發現，實驗參加者二在出力

時間上雖然比實驗參加者一快；但在出力速度上卻比實驗參加者一慢。由此得知，兩者選擇增加角速度時間接近，但角速度愈快者，愈能增加各關節角度伸展與軀體騰空時間。

表 4-6：膝關節角速度變化之平均數與標準差（起跳翻身）

	實驗參加者一		實驗參加者二	
	平均數	標準差	平均數	標準差
線 c-d 膝關節最大角速度 (deg/s)	624.67	59.63	381.94	54.74
線 c-d 膝關節最大角速度 變化時間	0.04(sec)	0.01	0.02(sec)	0.01
線 c-d 騰空時間	0.42(sec)	0.02	0.34(sec)	0.02

### 第三節 綜合討論

#### 一、平衡控制策略對舞者單足立姿表現的影響

根據 Kenneth Laws (1984) 研究結果顯示，一位舞者要在一小塊地方平衡並呈現一個舞姿的話（這一小塊區域在舞者的腳尖下方，不到一平方英吋），紮實的技術是必要的。例如由跑步或追步的水平面動作進入一平衡姿勢，那麼重心會依慣性滑行到支持點正上方的位置上停止。若重心在此區域之中，且使腳與地板間的垂直力的中心在重心之下，便可以巧妙地操縱你的腳了。當一個人以單腳掌著地而平衡時，

可以感覺到腳在支持的區域上移動，像是在做小小的修正，以便維持支持點的中心恒在重心之下。事實上，借由力中心的轉移，可以達成重心位置的小改變。但是，用腳尖這樣小的面積與地板接觸，其力中心的轉移是很困難的，唯一的方法是移動腳踝，使之水平方向移動，使重心區域到達新的平衡所在。

本研究以蹲姿阿拉伯式立姿(Arabesque)為測量動作，從各關節角度分析圖看來，事實上，每一位實驗參加者根本很少能做到真正的平衡狀態，每一次試跳舞者大多以支撐腳關節的扭動來恢復平衡，但是只有使用這些控制策略有效嗎？研究中又發現，實際上舞者並非單靠支撐腳恢復平衡，舞者之所以能重新平衡，是作用於地板的水平力使重心位置移動完成的，也就是說身體的移動加大支撐腳作用於地板的水平力，並且是恢復平衡（或破壞）平衡的最大因素。因此在實驗過程中，當實驗參加者從空中瞬間落地時，上身若突然向右傾斜，支撐腳會產生一個向右的力量作用於地板，因此地板將產生一個向左的力，此力即改變成為使重心向左的力，如此又能恢復平衡了。

當然，舞者做這些移動的動作必須非常細微才能避免破壞靜止平衡的錯覺，並避免有害的身體急動。為使舞者能以細微的動作來做修正，身體必須敏銳地感受到脫離平衡的微小差別，僵直的上身對細小位置改變感覺較為遲鈍且修正技巧變得困難，但是若支撐腿、腰及下半身不夠僵直的話，亦會使這些細微的平衡技巧無法達到效果。因此，部份保持

平衡的技巧，包括保持下半身強勁筆直但上半身放鬆，且對脫離平衡保持敏感，並沒有失去動作的品質。這種技術不止是在審美觀點上做到「正確」而已，從平衡的物理立場看來另具有意義。

## 二、時間準確能力 (Timing)、空間準確能力 (Spacing)、出力準確能力 (Grading) 對舞者動作表現的影響

本研究設計直接在受試者左踝關節、左膝關節及左、右腕關節處裝置關節角度計，在腳尖、腳跟部分裝置感應計，主要目的在了解芭蕾舞者平衡能力控制與時間準確能力 (Timing)、空間準確能力 (Spacing)、出力準確能力 (Grading) 等變相上的關係。在時間準確 (Timing) 研究發現，每位實驗參加者在騰空階段，各關節皆出現伸展之最大角度情形，但形成時間卻不相同，實驗參加者一在兩種動作型態中，關節伸展依序為腕關節 膝關節 踝關節，導致騰空時間較久，實驗參加者二運用關節角度順序較不固定，因此不但減少騰空時間，也會影響動作的美觀。

在空間準確能力 (Spacing) 研究方面發現，當實驗參加者做騰空 180 度方向變化時，每一次試跳中並無顯著的差異，研究者認為實驗設計的方向變化過於簡單，再加上舞者能透過視覺系統辨識方向位置，因此無法測出實驗參加者空間改變的準確能力；事實上，舞者於平常芭蕾舞課程中一個簡單的基本動作，就有許多空間及地板軌跡的練習。所以，未來後續研究考慮增加空間變化難度，或甚至要求舞者閉眼測試空間動作，如此一來，是否對空間訓練更有幫助，亟待

後續研究的進一步證實。

出力準確能力(Grading)研究發現，膝關節角度與跳躍距離相關甚高，也就是說，如果我們以主觀意識來控制膝關節的變化，即可控制蹬地時間，進而能控制跳躍距離。這與小林的研究報告（1961）發現力量與最初的速度成負相關，但與膝關節角度彎屈後蹬地時間與跳躍距離有很高之相關雷同。此外，我們也發現，實驗參加者形成的出力準確能力(Grading)能透過過去的經驗和不斷練習中慢慢掌握出力狀況的正確性。也就是說，實驗參加者會將出力的等級設定為自身的主觀強度，當跳躍高度需達哪一等級時，實驗參加者即能藉由主觀強度判斷出力強度感覺，使之達到實際跳躍距離。

其實談起舞蹈中的出力感覺不是這些科學證明就已足夠的，其實它還包括許多無形的涵意。譬如說：很多舞者使出力量的源頭，常僅出自於四肢與驅幹的接點處，雖有極佳的柔軟度，動作姿勢、力量感覺都做到了，但看到的只是在操作那僵硬的四肢，身體缺少力量的流動性和整體感，尤其當動作速度加快時，更是費盡全力，“用力地”揮動著肢體，以便趕上拍子，而無法呈現輕鬆、自然、流暢的動作質感，讓人覺得：“他好賣力，好辛苦地忙著舞動他的身體！”。

因此，目前許多派別的舞蹈動作訓練中，幾乎皆一致肯定力量的出發應源自腹部和身體的中心軸，四肢應是順著由內發出的力量自由擺動再加以控制，因而在基本訓練時，常可以聽到教師對中心軸的一再要求，力量正確運用的叮嚀，

如此不僅可以正確地掌握身體線條，並能夠輕鬆流暢地發出力量來引導身體舞動起來（劉美珠，1993）。

## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

本研究顯示，在單足站立平衡測試結果中，從事兩種不同動作型態的舞者，平衡控制特徵之共同點都是於瞬間落地時，身體先採取調整動作，將重心移動到通過支撐點的垂直線上，而後再依據支撐腳著地面積大小，細微移動踝、膝關節達到平衡。不過，在做這些移動動作時必須非常細微，放鬆上半身但下身筆直用力，使修正動作保持足夠的流暢性，才能避免破壞平衡進而增進動作品質。

在時間、空間、出力準確能力測試結果特徵中，雖然空間準確能力(Spacing)未發現有顯著之相關性，但時間準確能力(Timing)顯示，舞者在騰空階段皆產生各關節最大角度伸展時間，且空中翻轉時由臀大肌夾緊帶動髖關節翻轉使身體方向變換，因此髖關節伸展時間最快，爾後再踮直其他關節增加身體躍起高度。此現象在實驗參加者一可清楚發現。但是，實驗參加者二的關節變化順序卻不太一致，導致身體不協調，不但減少身體向上騰躍的時間，渡落地時也因搖晃幅度過大較難達到平衡狀態。

出力準確能力(Grading)發現，舞者憑著膝關節離地後產生最大角速度與膝關節角度的調整，控制出力的感覺，亦因此而控制跳躍的距離。且最大角速度及屈曲角度愈大者，騰空時間與平衡控制能力較佳。不過跳躍動作只是舞蹈動作中的一小部分，並不代表每一動作都需藉助這樣的力量，而且

舞者更不是用蠻力跳舞，而是要學會用身體中心的力量來帶動四肢與軀幹靈活的舞動，甚至巧妙地運用力的強弱、大小，來表達情感及內心世界的體現，這就是舞蹈藝術令人動容及引人入勝之處。

綜合以上陳述，並由實驗結果顯示，研究者認為舞蹈活動會大量使用身體跳躍、旋轉、平衡、控制等種種身體運行，因此身體中心運用與加強下肢訓練是有必要的。此外在訓練過程中，還需加強舞者適當利用身體各部位的肌肉活動能量，且在特定的時間、空間內，完成一連串動作的相互配合與協調，進而增添舞蹈技術光彩，將此人體運動藝術帶入更高境界。

研究者於本實驗結果中也體悟到，所謂更高、更快、更遠是奧林匹克崇高理想，但這些理想與舞蹈的正確、精準、完美似乎不太一樣。運動追求地是絕對論，注重科學的數據來提昇運動技術水準；但舞蹈追求地卻是相對論，因為舞蹈扣人心弦的藝術是無形地，不是數據所能完全證明的。因此，如何注入科學實驗生命，使科學數據跳脫平凡，是今後舞蹈教師與體育教師共同努力研究的方向。

## **第二節 建議**

從本研究結果分析討論之後，有以下幾點建議供未來相關研究參考：

- 一、本研究發現舞者使用關節活動及身體重心移動維持平衡狀態次數非常頻繁，因此舞者應該加強各關節角度及身體中心點的訓練，如此不但可預防舞蹈傷害，更不會因為身體過份的急動破壞了舞蹈動作的美感。

二、本研究時間準確能力 ( Timing )、空間準確能力 ( Spacing ) 出力準確能力 ( Grading ) 相關變相之實驗設計，惟由於實驗儀器與以往研究不同，且舞蹈動作的表現並不是只是肢體機械的操作，不能完全用數字可衡量，也不是可以用量化的科學分析一次解釋清楚的，故以上種種因素可能影響本篇研究結果。未來可以進行相似的實驗設計，但不只是面的探討而已，還需要加入點的深入研究，並增加樣本數或設計更具體的舞蹈動作型態，以更進一步驗證本研究結果。

## 參考文獻

### 中文部分

中華書局編譯(1986)。 **大英百科全書中文版**。臺灣中華書局股份有限公司。480-482。

王順正(1992)。人體平衡能力的測量。 **中華體育**，6(2)，83-91。

平行(1995)。 **舞蹈欣賞**。台北市。三民書局。

光復書局編譯(1990)。 **大美百科全書**。光復書局企業股份有限公司，65-67。

伍曼麗(1999)。 **舞蹈欣賞**。台北市。五南圖書出版。

江勁政、相子元(2000)。大專柔道選手與一般生平衡能力之比較。 **大專體育**，47，39-44。

江映碧(1997)。拉邦動作分析之研究。 **華岡藝術學報**，4，116-149。

江勁政(2001)。大專射箭選手與一般生平衡能力之定量評估。 **國立體育學院論叢**，12(1)，285-298。

沈輝雄(1980)。高度遠度出力感覺及效果重現制衡能力相關之研究。 **臺灣省立體專學報**，69，50-66。

吳坤霖、周清隆、徐弘正、徐道昌(1993)。舞者與一般女性

- 站立平衡能力比較。 *中華復健醫學會雜誌* , 21 , 53-57。
- 李宗芹 ( 1991 )。 *創造性舞蹈* , 台北 : 遠流出版社。
- 李哲洋 ( 譯 )( 1994 )。 邦正美 ( 著 )( 1949 )。 *教育舞蹈原論*。  
台北 : 大陸書店。
- 邱靜華 ( 1995 )。 人體運動之平衡與穩定。 *中華體育* , 9 ( 1 ) ,  
27-34。
- 卓俊辰 ( 1989 )。 科學之事與舞蹈技巧指導和演出訓練的結  
合。 *中華體育* , 5 ( 2 ) , 33-37。
- 范姜逸敏 ( 2001 )。 平衡能力的測量與訓練方法初探。 *中華體  
育* , 15 ( 2 ) , 65-71。
- 卓俊辰 ( 1989 )。 科學之事與舞蹈技巧指導和演出訓練的結  
合。 *中華體育* , 7 ( 4 ) , 33-37。
- 邱志賢主編 ( 1991 )。 *現代休閒育樂百科*。 華一書局有限公  
司 , 92-98。
- 林慧芬、胡名霞 ( 1995 )。 成年人站立平衡之研究 - 動態平衡  
測驗之年齡效應。 *中華民國物理治療學會* , 20 ( 1 ) ,  
81-91。
- 施淑慧 ( 1983 )。 *舞蹈原理*。 台北市 : 香草山出版有限公司 ,  
11-15。
- 胡名霞、林慧芬 ( 1994 )。 成年人站立平衡之研究 - 感覺整合

- 與年齡效應之分析。 *中華民國物理治療學* , 19(1) , 66-67。
- 胡名霞 ( 2001 )。 *動作控制與動作學習*。台北市：全民圖書有限公司 , 69-80
- 徐錦興 ( 1991 )。 *不同指導者參與運動遊戲課程對幼兒體能發展的影響* , 國立臺灣師範大學體育研究所碩士論文。
- 莊麗玲、胡名霞、黃藹雯、陳治中、林祁岷、簡登偉 ( 1998 )。 站立穩定限度之年齡效應。 *中華民國物理治療雜誌* , 23 ( 2 ) , 73-81。
- 郭志輝 ( 1999 )。 *舞蹈應用生理解剖學*。台北市：五南圖書出版有顯公司 , 289-389。
- 教育部體育大辭典編訂委員會 ( 1986 )。 *體育大辭典* , 臺灣商務印書館 , 176。
- 許樹淵 ( 1976 )。 *人體運動力學* , 台北市：協進圖書有限公司 , 449-457。
- 許世昌 ( 1992 )。 *最新實用解剖生理學*。台北市：永大書局。
- 陶復蘭 ( 1994 )。 *陶復蘭話語*。台北市：萬象圖書有限公司 , 14-17。
- 傅麗蘭 ( 1998 )。 平衡運動訓練前後老年人之平衡表現及步寬的改變。 *中華民國物理治療學會雜誌* , 23(2) , 26-33。

- 張至滿 ( 1986 )。 **體育測量與評價**，水牛出版社，112-114。
- 張中煖 ( 1996 )，創造性舞蹈教學與拉邦動作分析要素之運用。 **台灣省學校體育雙月刊**，34，45-51。
- 彭英毅主編 ( 1986 )。 **解剖生理學**，南山堂出版社，880-890。
- 彭鈺人 ( 1996 )。 **體育測驗與測量**，師大書苑發行，219-236。
- 曾惠文、趙文元 ( 1995 )。常用前庭功能之比較。 **中華民國耳鼻喉科醫學會雜誌**，30 ( 4 )，320-324。
- 曾惠文、趙文元 ( 1996 )。使用固定測力板以評估姿態控制之價值。 **中華民國耳鼻喉科醫學會雜誌**，31 ( 2 )，303-308。
- 黃漢年、陳全壽 ( 1999 )。不穩定平衡維持時間之研究。 **中華民國大專院校八十八年度體育學術研討會專**，303-308。
- 黃漢年、陳全壽 ( 2001 )。不同運動項目對女子下肢動態平衡能力差異之研究。 **2001年國際運動教練科學會研討會專刊**，63-84。
- 黃心怡 ( 1998 )。 **舞蹈(DANCE)**。國立體育學院教練研究所技術報告書，93-112。
- 楊基榮 ( 1971 )。 **體育測量與統計**。正中書局，284-287。
- 蔡麗華 (1984)。 **舞蹈創作之研究**。台北：健行文化出版公司。
- 劉美珠 ( 1993 )。舞者動作質感訓練—太極拳。 **中華體育**，7 ( 4 )，66-71。

劉碧華譯 ( 1987 )。平衡在舞蹈上的應用。 *中華體育* , ( 5 ) ,  
34-37。

盧玉珍 ( 1998 )。拉邦動作分析概要。 *1998 國際舞蹈理論巧  
研習* , 50-57。

## 英文部分

Andres, R. O., & Anderson, D. J.(1980). Designing a better postural measurement system. *American Journal of Otolaryngology*, *1*(3). 197-206.

Adshead, Janet. (1981). The study of dance. London: Dance Books. Adperson, A. K., & Mortize, U. (1996). Does calf-muscle fatigue affect standing balance Scandinavian *Journal of Medicine Science in Sports*, *6*(4), 211-215.

Amett, M. G, DeLuccia, D, & Gilmartin, K. (2000). Male and Female difference and the specificity of fatigue on skill acquisition and transfer performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*,*71*(2), 201-205.

Basmajian, J. V. (1967). *Muscles Alive*. Baltimore.Milliams and Wilkins, 38.

Bernstein, N. A. (1967). *The Coordination and Regulation of Movements*. Oxford University.

Best, D. (1975).The Aesthetic in Sport.\_*The journal of the*

*Philosophy of Sport.*

Boorman, J. (1969). *Creative dance in the first three grades.*

Canada: Academic Press Canada.

Beradi, -G (1995). Proprioceptive training following acute achilles injury in dance. *The international journal of dance science medicine and education*, 3(3), 200-213.

Chandler, J. M., Duncan, P. W., & Studenski, S. A. (1990). Balance performance on the postural stress test: Comparison of young adults, healthy elderly, and fallers. *Physical Therapy*, 70, 410-415.

Charles B. Fowler (1977). Dance As Education .*Araminta Little.*

Dennis, J. (1978). *Encores for dance*. Fallon Editor. Aahper Publiccation.

Dickinson, J. (1974). *Proprioceptor control of human movement*. London: Lepus Books.

- Fleishman, E. A. and Dick, S. (1963). Role of kinesthetic and spatial visual abilities in perceptual-motor learning. *Journal of experimental psychology* 66.p.6-11.
- Hawkins, A. (1988). *Creating through dance*. NJ: Princeton Book Company.
- Hutchinson, Ann. (1977). *Lab notation*. London: Dance Books LTD.
- Jensen, C. R. & Hirst, C. C (1980.). *Measurement in physical education and athletics*. Y.:Macmillan,
- Joan E. Benson et al (1988). *Science of Dance Training*. Nutrition Considerations For Ballet Dancers.
- Jeong,B.Y.(1991).Respiration effect on standing balance. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72(9), 642-645.
- J. Berardi, Gigi. (1991).FINDING BALANCE : fitness and training for a lifetime in dance. *A Dance Horizons Book*

*Princeton Book Company, Publishers.*

Kinpara, E. I., Miura, M. et al. (1964). *A sort of contraction of muscles and technique of physical education.*

Proceeding of I.C. S.S.

Kovic, M. (1971). *Education and Recreation.* Sport as an Art Form Journal of Health Physical.

Kupher, J. (1975). Purpose and Beauty in Sport. *Journal of the Philosophy of Sport.*

Koegler, H. (1977). *Dictionary of Ballet.* NY: Oxford University Press.

Kraus, R. & Chapman, S. (1981). *History of the dance in art and education.* NJ: Prentice-Hall.

Kamenski, R & Fu. F. H (1994). Dance and the arts. Sport injures: mechanisms, prevention and treatment *Williams & Wilkins*, 291-305.

Lee, D.N. & Aronson, E. (1974). Visual proprioceptive control of standing in human infant. *Perception & Psychophysics* 15(3), 529-532.

Mary, T. (1980). *The first step in teaching creative dance*. Palo alto, Calif., Mayfield Publishing Co.

Maletic, V.(1987). *Body-space-Expression*. Berlin: Mouton de Gruyter.58-59.

參考 Maletic, V. (1987). *Body-space-Expression*. 第 61-62 頁之附圖.

參考 Maletic, V. (1987). *Body-space-Expression*. 第 62 頁之附圖.

Maletic, V. (1987). *Body-space-Expression*. Berlin: Mouton de Gruyter.64.

Milan, -K. R (1994). Injry in ballet : A review of relevant topics for the physical therapist. *The journal of*

*orthopedic & sports physical therapy*, 19(2), 121-129.

Nashner, L. M. Woollacott, M., & Tuma, G. (1979).

Organization of rapid responses to postural and locomotor-like perturbation of standing man. *Brain Research*, 36, 463-476.

Odenrick, P., Tropp, H., & Ortengren, R. (1987). A method for measurement of postural control in upright stance. *Biomechanics*, 10-A, 437-443.

Perrin, p. p., Gauchard, G. C., Perrdt, C., & Jeandel, C. (1999). Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *British Journal of Sports Medicine*, 33(2), 121-126.

Preston-Dunlop, V. (1984). *Point of departure (The dancer's space)*. London: V Preston-Dunlop.

Partricia Sohl & Ann Bowling (1990). Injuries to Dancer. *Sports Medicine*, 9(5), 317-332.

Rogers, F. (Ed.). (1980). *Dance : A basic education technique*

NY: Dance Horizons.

Rose, J.E. and Mountcastle, V.R. *Touch and Kinesthesia*. in J.

field . Hand-book of physiologic: Necropsy biology. Vol.

1., Washington D.C: American

Rudolf Laban, (1995) 摘自 Valerie Preston-Dunlop 所編輯,

*Dance Words*, 書中有關 1939 年拉邦對 “ Space

Harmony.” 一詞之解釋 (Harwood Academic Publishers,

Australia, Singapore, U.S.A...) 311.

Russell, J.(1965).*Creative dance in the primary school*.

Macdonald & Evans Ltd.

Russell, J. (1975). *Creative movement and dance for children*.

Boston: Plays.

Robert Cohan (1986). DANCE WORKSHOP: A guide to the

Fundamentals of Movement. *London Contemporary*

*Dance School.*

Sammarco, -G. -J & Miller, -E. -H (1982).Forefoot conditions  
in dancer .Part I. *Foot & ankle* , 3(2), 85-92 .

Shreeves, R. (1980). *Movement and education dance for  
children*. Boston: Plays Inc.

Soames,R.W.,Atha,J.(1982).The spectral characteristics of  
postural sway behavior.*Eur.J.Appl.Physiol*, 49, 169-177

Shumway-cook, A., Horak, F. B., Yardley, L., & Bronstein, A.  
M.(1996).Rehabilitation of balance disorder in the patie-  
nt with vesicular pathology. In. A. M. Bronstein, T.  
Brandt, & M. H. Woollacott(Eds.), *Clinical disorder of  
balance,posture and gait* New Your: Oxford University.  
221-235.

Vincent, L. M. (1988). THE DANCER'S BOOK OF HEALTH. A  
*Dance Horizons Book Princeton Book Company,  
Publishers*

Winsiow,-J & Yoder,-E (1995). Patella femoral pain in female

ballet dancers : correlation with tibial band tightness and tibial external rotation .*The journal of orthopedic & sports physical therapy* , 22(1), 18-21 .

White, D.A (1975). Great moments in Sport. *Journal of the Philosophy of Sport*.

Woollacott, M. H., Debu, B., & Shumway-Cook, A. (1987). Children's development of posture and balance control: Changes in motor coordination and sensory integration. In D. Gould & M. R. Weiss(Eds.), *Advances in pediatric sport sciences*. Champaign, IL: Human Kinetics.221-233.

Woollacott, M. H., Shumway-Cook, A., & Williams, H. G. (1989). The development of posture and balance control in children. In M. Woollacott & A. Shumway-Cook (Eds.), *Development of posture and gait across the life span*.Columbia, SC: University of

South Carolina.77-96.

Woollacott, M. H., & Sveistrup, H. (1992). Changes in the sequencing and timing of muscle response coordination associated with developmental transition in balance abilities. *Human Movement Science, 11* (1/2), 23-36.

江映碧 . (1991).*An examination of the possible contribution of chorological studies to the education of dancers in vocational dance conservatories.*(The thesis for the dissertation of M.A in dance studies, laban center for movement and dance, London).

## 日文部分

- 小林一敏(1961)。力學的にみた瞬發力，體育の科學，11：604-607。
- 土屋和夫(1972)。真島英信、猪飼道夫編。追跡動作の分析。生體の運動機構とその制御。杏林書院：303-325。
- 今原勇、三浦望慶(1964~1965)。跳躍力基礎的技術研究(1)，8 東京教育大學體育學部研究報 2，21-31。
- 矢部京之助(1974)。習熟過程の生理的要素因—猪飼理論を中心にして，體育の科學，24，432。
- 金原勇、三浦望慶ほか(1964~1965)。跳躍力を大きくする基礎的技術の研究(その1)。東京教育大學體育學部スポーツ研究所報 2。21-31。
- 高木公三郎，熊本水賴，伊藤一生，塚原政義(1971)。垂直跳の筋電圖學的解析，體育學研究，16，145~150。
- 涉川侃二ほか(1965)。垂直跳の力學。東京教育大學スポーツ研究所報，3，52-58。
- 涉川侃二ほか(1966)。身體脚部の力學的性質について，東京教育大學スポーツ研究所報，4，51-58。
- 宮下充正(1978)。スポーツとスキル 大修館，81，116-118。
- 森下はるみ、山本高司(1973)。舞踊における回轉動作の研究，體育の科學，23，246-253。
- 福田精(1957)。運動と平衡の反射生理。東京：醫學書院。

福田精 ( 1974 )。訓練 平衡生理。 *神経研究の進歩* , 18 , 4 ,  
639-348。 歩,  
テツサ・ポーモン (1995)。堀 敬枝 譯。 *バレエのレッスン*。  
東京：音楽之友社。