

私立東海大學工業設計研究所

碩士論文

足部後伸拉筋運動對高齡者生理與心理之影響

The psychological and physiological influences of the elderly

which caused by the tendon-motions



研究生：彭威翔

指導教授：郭炳宏

中華民國九十三年七月

# 目 錄

中文摘要	-----	
英文摘要	-----	
致謝	-----	
第一章 緒論	-----	1
1.1 研究背景	-----	1
1.2 研究動機	-----	3
1.3 研究目的	-----	5
1.4 研究流程與步驟	-----	7
第二章 高齡者足部生理特徵與心理反應	-----	9
2.1 足部構造與功能	-----	9
2.2 骨骼與關節的退化	-----	13
2.2.1 肌肉與肌力	-----	13
2.2.2 步態與老化	-----	13
2.2.3 動作退化	-----	14
2.2.4 高齡者在生活構面普遍的問題	-----	15
2.3 高齡者之心理特徵	-----	16
2.4 抗老化	-----	17
第三章 高齡者與休閒	-----	21
3.1 老化的定義	-----	22
3.2 高齡者的問題	-----	24
3.3 休閒活動的演進與涵義	-----	25
3.4 休閒活動與生活健康	-----	30

3.5 適合高齡者的休閒運動	-----32
3.6 伸展運動	-----39
3.7 柔軟度	-----40
3.8 超越年齡的設計	-----41
3.9 本章小結	-----42
<b>第四章 實驗內容</b>	-----45
4.1 實驗目的	-----45
4.2 實驗規劃	-----45
4.3 實驗變項	-----49
4.4 實驗方法	-----50
4.4.1 肌電儀量測	-----50
4.4.2 腦波儀量測	-----52
4.4.3 感覺測度調查	-----54
4.5 實驗儀器與設備	-----56
4.6 實驗流程	-----61
4.7 實驗步驟	-----62
4.8 實驗分析項目	-----67
<b>第五章 實驗數據與問卷調查之分析</b>	-----68
5.1 受試者基本資料	-----68
5.2 角度變化之實驗數據整理與分析	-----68
5.2.1 肌肉協調性之分析	-----69
5.2.2 肌力值之分析	-----74
5.2.3 腦波變化之分析	-----79
5.2.4 性別、職業、身高、體重、運動頻率對角度變化之實驗數據	

的影響	-----82
5.3 時間變化之實驗數據整理與分析	-----85
5.3.1 肌肉協調性之分析	-----85
5.3.2 肌力值之分析	-----91
5.3.3 腦波變化之分析	-----97
5.3.4 性別、職業、身高、體重、運動頻率對時間變化之實驗數據 的影響	----- 100
5.4 感覺測度調查之整理與分析	-----103
5.4.1 角度變化之舒適感覺知性整理與分析	----- 105
5.4.2 時間變化之舒適感覺知性整理與分析	----- 107
5.5 本章小節	-----109
第六章 結論與建議	-----111
6.1 研究結果	-----111
6.2 研究檢討與後續研究	-----113
6.3 設計、學術意義與建議	-----114
參考文獻	-----117
圖目錄	-----121
表目錄	-----124
附件一 EMG 與 EEG 原始實驗數據	-----127
附件二 EMG 與 EEG 統計實驗數據	-----137
附件三 問卷	-----148
附件四 受測者基本資料	-----157
簡歷	----- 159

## 摘 要

高齡者因生理機能退化，往往造成心理上的意識老化；而心理上的老化，使高齡者更加不喜歡活動，導致身體機能運作停滯。如此生理與心理老化的惡性循環下，便加速老化的現象。故不得不使我們對於高齡老化的問題多加以注意及重視，關懷與協助。

本研究首先以文獻資料探討生理與心理的退化，影響高齡者在日常生活活動時的獨立自主性、行事的效率以及行為活動中的安全性，提出足部後伸拉筋健康器材，能夠達到減緩生理機能退化，也能降低心理意識老化；並以實驗方法與問卷調查了解後伸拉筋運動在生理方面能提昇肌肉的協調性與肌力值，在心理方面能達到放鬆、集中的狀態，以及舒適的感覺知性；最後做為健康器材與相關產品的開發與設計之參考。

事實上設計本身就是一種提供協助的方式，利用貼心的設計與想法讓高齡者減少對他人的依賴，並增加其自主性。這也將是從設計關懷角度所希望達成的目標。

**關鍵字：**高齡者、後伸拉筋、健康器材

## **Abstract**

The physical degeneration causes mental ageing of the elderly, and the mental ageing influences the physical function as well, so does a vicious circle to speed up the ageing phenomenon. for this reason we have to put more efforts on this issue.

First, this research by the literature discussion the physiology and the psychological degeneration, affects the elders in the daily life independency, in the conduct efficiency as well as the behavior activity security, after, proposed the tendon-motions healthy equipment can achieve slows down the physiological function to degenerate, also can reduce the psychological consciousness aging. Second, by experiment methods and survey to understand the tendon-motions improvement of coordination and strength of muscles in the physical way, at the same time could relax and concentrate in the mental way and perceive of comfortable. Finally, to be the reference for development and design of gymnastic facility and related products.

In fact, design itself is already the way to provide help, with thoughtful design and idea to reduce dependency of the elderly, and improve their self appointment. It's also a goal which starts from considering design waiting to be reached.

Keyword : elder、 tendon-motions、 fitness equipment

## 致 謝

本篇論文得以完成，首先要感謝指導教授 郭炳宏老師的諄諄教誨、細心教導。對於整個學習與研究的過程中不斷的給予啟發，在論文寫作期間不厭其煩的悉心指導使得本研究得以完成與順利發表。

感謝口試委員 謝志成老師、李傳房老師於百忙之中細心地審查論文，並提供許多寶貴的意見。同時感謝學長智銘、學姊宜玲、同學佳卿於實驗與問卷的幫忙，使得本研究得以順利完成。並同時感謝學長孟淙、宗文、智銘、兆陽，同學文孝、奉霖、惠溢，學弟凱程、正仁、宏偉、珍瑋、耿暉、寬憲、佳安等，與我一起打球之同伴。在研究所的兩年期間，承蒙系上諸位老師與同學在學業上與生活上的照顧與幫助，讓我學習到許多待人處事的態度與方法，在此表達心中的感謝。

此外，感謝雙親二十幾年來的辛勞，無怨無悔的付出，提供我成長求學的一切所需，並於精神上給我鼓勵和關懷，使我能專心於論文的寫作。家人親友的關心與支持，是我在研究過程中最重要的精神支柱。

最後，僅以此成果與所有關心我、支持我的人分享，並將此論文獻給我最親愛的家人。

彭威翔 謹誌  
2004 年夏

## 第一章、緒論

### 1.1 研究背景

隨著近年來生活品質提升與醫療技術的進步，據調查人類平均壽命已開創了史前的高新，而且有明顯向上提升的趨勢，尤以先進國家極為正視「高齡化社會」的問題，且投入相當的財力、物力，俾使在制度配合下能激發產業的投入，給高齡族群更廣泛的生活空間。

聯合國世界衛生組織將65歲以上人口佔其總人口比率在7%以上的國家，定義為「高齡化社會」，而目前世界先進國家多半已超越此一水準【1】（圖1-1）。工業革命前，歷史上人類的歲數達到65歲以上的人口，從未超過總人口數的2%或3%。今日，在已開發國家中，高齡人口比率已達14%。然而許多開發中國家的老化現象，甚至比典型的已開發國家要更為快速。生育率與死亡率的下降促使台灣人口急速老化，以已開發國家的法國為例，其高齡人口比率以一個世紀的時間才從7%增加至14%，但是台灣卻可能只花25年就趕上這樣的差距【2】。根據行政院主計處的統計資料顯示，隨著教育水準的提高與國人傳統觀念之改變，臺灣地區人口生育率逐漸下降，加上衛生醫療的進步與平均壽命之延長等因素，已在民國八十二年九月正式邁入高齡化社會【3】，而目前的高齡人口占總人口比率的9.2%，行政院經建會更預估未來在民國九十一年至一百一十年左右，預期老年人口占總人口比率將升高為15.9%，到民國一百二十年後更可能升高為22.6%【4】（圖1-2）。

從某一角度而言，高齡化社會代表現代化與較高的生活水準，但高齡化社會問題也對個人、家庭乃至於整個社會都造成很大的衝擊。從消極面而言，可能造成政府龐大的醫療負擔，形成國家財政資源分配不足的問題；從積極面來看，若能有效推展高齡者教育，開展老人的生涯潛能，非但能使老人自我管理且獨立自主，更能借重老人生活智慧與工作經驗，引導社會發展，傳承文化智慧【5】。因此，面對人口高齡化的趨勢，實有必要對老人的經濟、教育、家庭、休閒、娛樂、安養、心理及社會適應等問題做更深入的瞭解，一方面可導正社會大眾對老人所持的負面刻板印象，另一方面可提供老人做為自我瞭解的參考，充份發揮個人潛能及社會價值，不只是活的久，更要活的好。

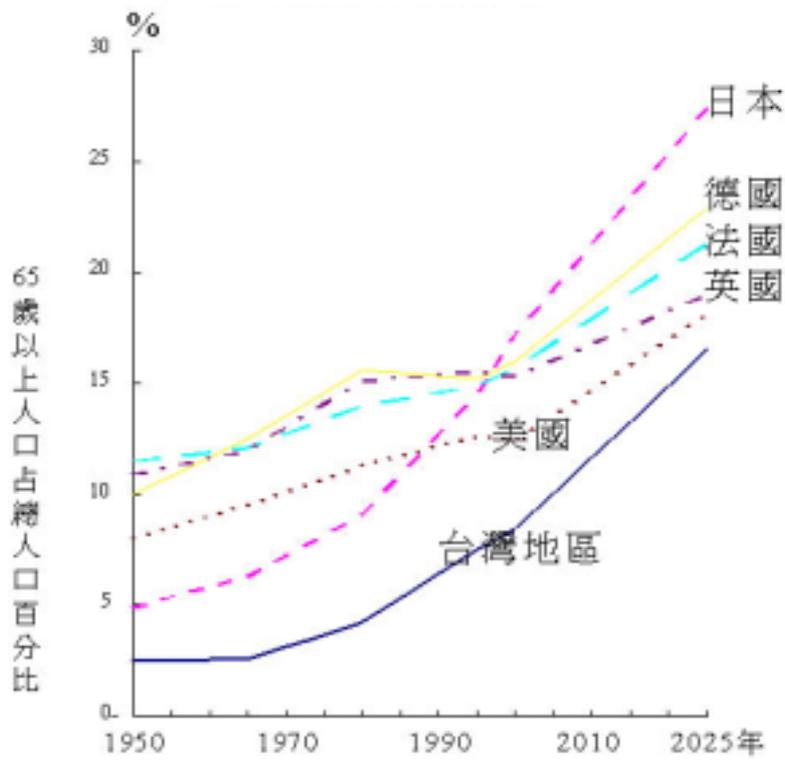


圖 1-1 未來國際人口高齡化趨勢之比較圖

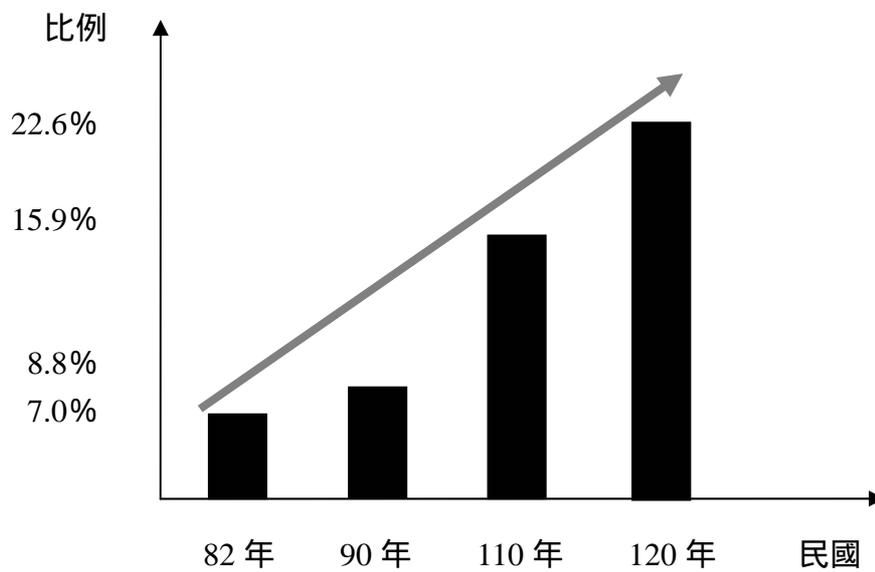


圖 1-2 預估台灣未來老年人口佔總人口之比例

目前人口呈現高齡化結構的國家如歐洲國家、美國、和日本，這些國家對於社會呈現高齡化的因應措施，是透過有組織、有計劃之社會福利制度的服務體系來執行，保障高齡人口的生活環境，台灣目前對於高齡者問題已逐漸重視，許多醫療機構與政府組織著手於這方面的研究，希望將這些力量結合，給予高齡者一個適度的生活環境。

隨著老化來臨，筋骨肌肉與神經系統的機能組織會因筋纖維變細，減低發揮外部保護骨頭之功能，易形成老人骨折。此外，因鈣質流失，骨頭的化學組織發生變化，經不起衝擊的意外，也不容易復原受到的傷害，再加上關節部分的關節包、韌帶、皮下組織等失去彈性，使得活動伸屈困難，故影響腳力、背力、握力、腕力等退化，以及負責下令運動功能之神經和專司調節的知覺神經機能逐漸衰退，影響高齡者移動或施力動作易發生困難及障礙【6】。

高齡者在生活構面都離不開足部的運用，而足部生理機能狀況的良好與否，將會影響高齡者從事這些活動的方便性與效率。如何藉由後伸拉筋運動來減緩高齡者生理與心理的退化速度，是目前急需解決的問題。

## 1.2 研究動機

日益複雜的高齡化現象，不論從醫學或福利等觀點思考，確實是許多先進國家必須正視的問題。生化、醫學、科技的進展，延長了人類平均壽命，亦改革人類傳統之生活結構；然而隨著年齡增長，人的許多行為能力卻已無法完成自發性行為，逐漸產生和社會正常運作軌道脫序之現象。故回歸本質來談，高齡化實應屬於身心障礙之範疇；高齡化現象並非只是社會發展趨勢，其蘊含著眾多相關於高齡長者生、心理層面之問題困擾和障礙(圖 1-3)。

事實上由醫學報告顯示，有關人體生理的各項機能是在 20 歲左右達到最顛峰狀態，之後就隨著年齡增長而逐漸緩緩的減退；從四十歲開始，各種類型之慢性病症已逐漸的累積產生。細部分析來看，包含：老花眼、白內障、老年黃斑性病變等視覺障礙，聽覺聽力障礙，骨質疏鬆、行為動作遲緩等身體運動器官障礙，身體臟器機能問題引發之糖尿病、腦中風、高血壓、心臟疾病，甚至是老年痴呆、失智等頭腦精神層面問題誕生。

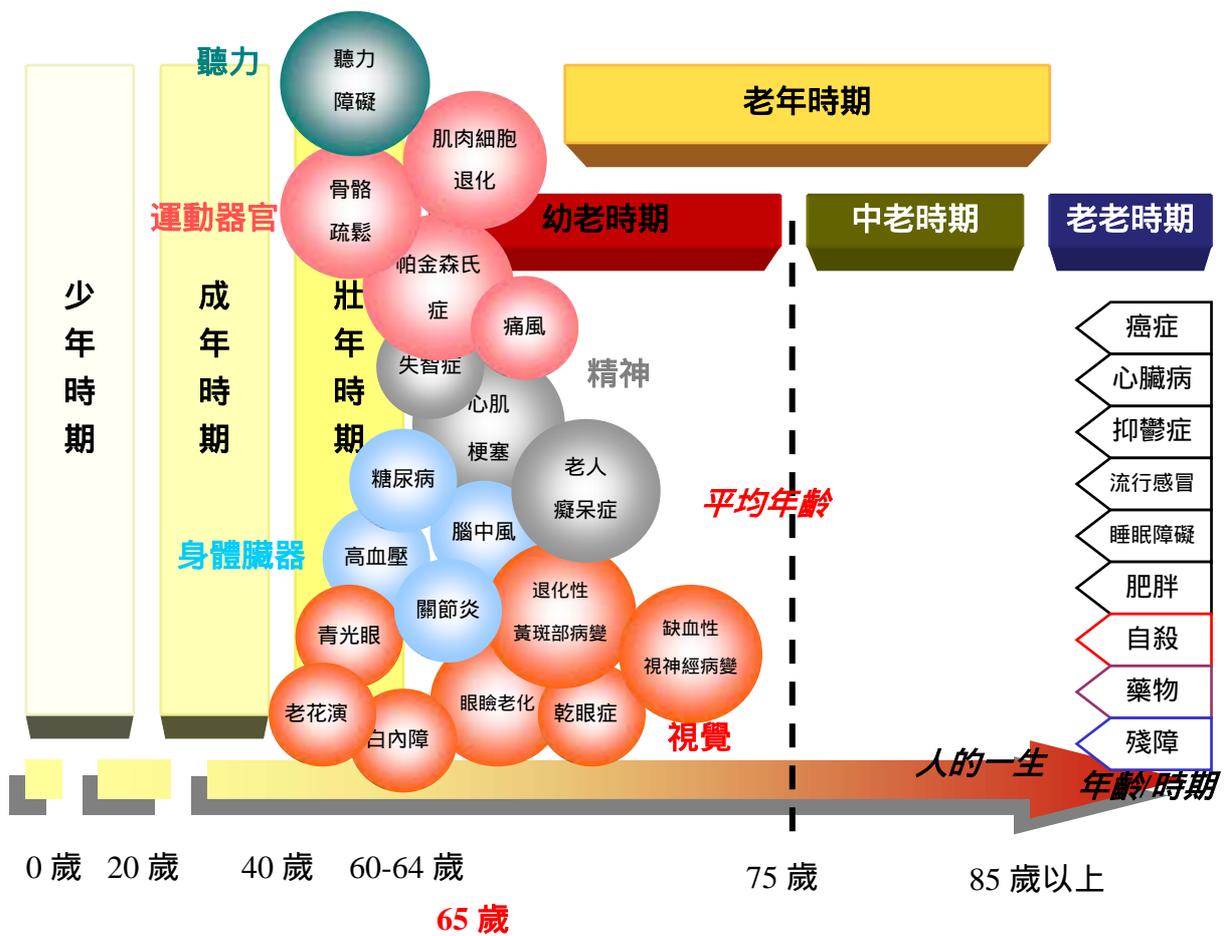


圖 1-3 老化造成的慢性病症影響關係圖【6】

此外，大到心臟疾病、癌症，小到流行性感冒、肥胖、睡眠障礙，亦包含現代人疾病之抑鬱症、藥物濫用等，均會嚴重造成老人生命健康安全與生活模式狀況之影響。依年齡層區分再與 Weigerber (1991) 劃分之生命 4 個階段比較【7】，更明白發現高齡族群是屬生理機能快速退化的時期(圖 1-4)。故不得不使我們對於高齡老化的問題多加以注意及重視，關懷與協助。

我們可以發現，老年人由於身心方面功能退化，在日常生活中有著就食、生活起居、居家環境行動、教育等問題，這些都是他們不可避免的困擾與障礙。而足部機能的良好與否，將會影響高齡者在日常生活活動時的獨立自主性、行事的效率以及行為活動中的安全性。

以目前老年人而言，由於長時間處於現代文明生活型態、身體器官機能逐漸老化與缺少運動的情況之下，促使生理的問題逐漸嚴重。簡單的舉例說明：老年人肩膀僵硬、

脖子酸痛，甚至會有四肢酸麻等...退化現象；嚴重的有頭痛、肩頸痛、背痛、關節炎、風濕症、動脈硬化、周邊神經疾病等等慢性疾病的延伸。這些種種問題存在於高齡者身體機能老化的情況下，又缺少適當適度的運動與刺激，造成先由骨骼與肌肉系統產生變化，如：骨質流失、脊柱萎縮、關節彎曲與韌帶硬化、肌肉萎縮等。

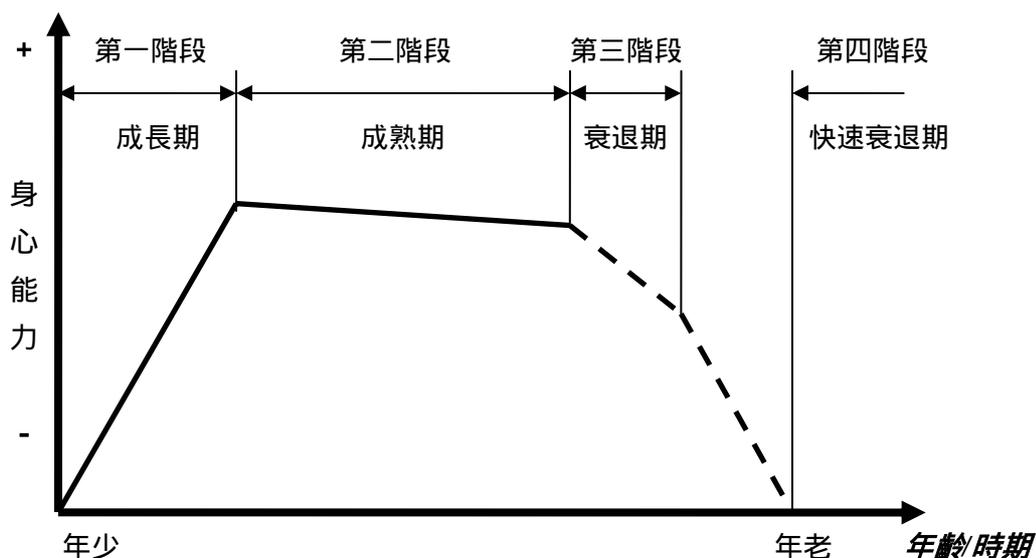


圖 1-4 年齡與能力消長之關係

但是可以發現，部分老年人開始藉由運動暖身的拉筋活動，來幫助自己達到和緩性全身運動，以延緩生理機能退化的時間，而且實具顯著效果。同此概念，我們希望透過高齡化問題的探討，配合設計開發的方式，將對於老年人機能退化、慢性病理與醫療保健等相關目標，研究出因應之道。

### 1.3 研究目的

不可否認的「高齡化」現象，已經是所有開發國家面臨到的重大問題。站在工業設計的角度來看，如何讓高齡者在生命益壽的同時，亦能在社會中得以藉由輔助器具的協助，而達到就業、就學、就養、就醫的照顧，讓高齡者生命活的有意義、有尊嚴。實際上這也是一個設計工作者所必須擔負的職責與義務（圖 1-5）。

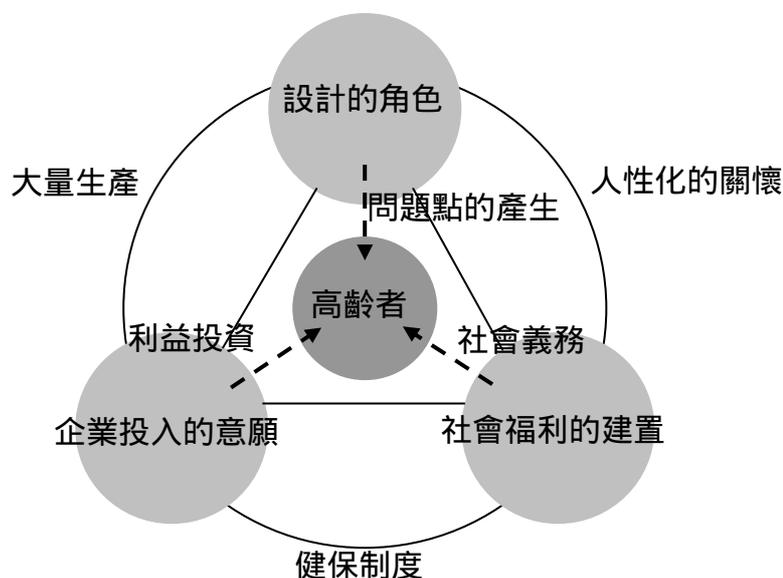


圖 1-5 設計開發高齡者用品的目的意義

人因為隨著年齡的增長，在生理層面隨之產生負面影響；身體的機能也隨之退化、老化，相對的罹患慢性疾病的機會也逐漸增加。一般所謂高齡化之問題若以傳統的觀點而言，則偏屬於智能退化、視力與聽力、身體機能老化、肢體退化、多重障礙…等病症與不同老化的程度和狀況。對於運動量逐漸減少、身體各種機能減退、心肺功能不佳或者肌肉、筋骨、關節已有嚴重退化、病變之現象等，以及不適合作劇烈運動的老年人，較為溫和且實具功效之傳統式拉筋運動，的確是簡易可行的運動方法。本研究試圖經由實驗規劃所歸結之實驗數據，做為產品開發之要件。

本研究是以工業設計的角度，透過設計、人因工程、人體測量、實驗方法與感覺測度調查，將軟性足部後伸拉筋與運動刺激的功能作適性之整合，藉此成果來探討延遲人體機能退化，以及對於老年人養生保健和治療復健的效果。事實上設計本身就是一種提供協助的方式，利用貼心的設計與想法讓高齡者減少對他人的依賴，並增加其自主性。

於此本研究目標在於高齡者使用之後伸拉筋設計，從高齡者生活保健的角度著眼，整合高齡者相關問題及適度需求反應，並藉由設計技術的導入，提供高齡者適度活動與延遲身體機能退化的能力，並期達成有助於老人生活保健的價值與設計關懷的意義。

因此，本研究的目的將是以下數點：

- (1) 探討老年人在使用實驗模型做後伸拉筋運動的前後，對肌肉活動與腦波活動的實質效果，與感覺知性的差異。
- (2) 探討老年人在使用實驗模型做後伸拉筋運動時，因實驗模型的仰角不同，對刺激肌肉活動、腦波活動與感覺知性的差異。
- (3) 探討老年人在使用實驗模型做後伸拉筋運動時，因使用時間的不同，對刺激肌肉活動、腦波活動與感覺知性的差異。
- (4) 透過本研究之實驗結果與數據、實際狀況與差異，做為健康器材與相關產品的開發與設計之參考。

#### 1.4 研究流程與步驟

本研究將透過實驗的方式，將後伸拉筋與運動刺激的功能做適性的整合，在高齡化社會來臨的時代，透過產品開發與整合的方式，提供高齡者適度活動與延遲身體機能退化的能力，使高齡者的產品由醫療輔具提升至預防保健。

綜上所述，本研究針對高齡者後伸拉筋的研究上分成以下三階段逐步實行：

階段一：研究背景、動機與文獻探討分析。

本階段主要透過文獻的整理分析與探討，提出足部後伸拉筋健康器材，除了能夠達到減緩生理機能退化之外，也能降低心理意識老化，為適合高齡者養身保健的產品。

階段二：實驗規劃

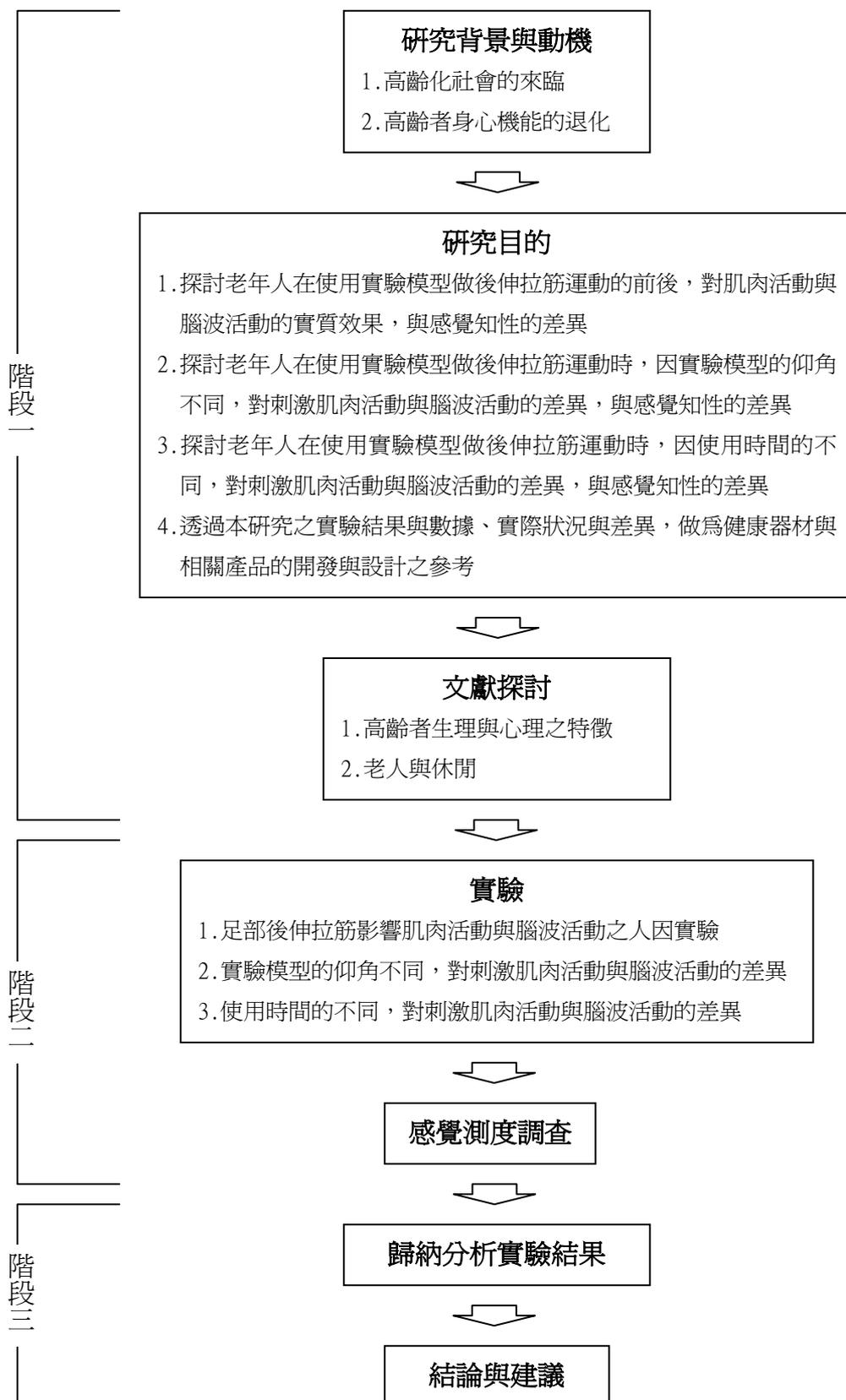
本階段旨在探討足部拉伸的刺激，對於生理反應的實驗與心理反應的感覺知性。

本實驗採用肌電圖儀與腦電圖儀，分別測量受測者在使用足部後伸拉筋健康器材之前與之後的肌電圖訊號與腦電圖訊號，了解受測者在使用前後的肌肉活動與腦波活動，及其影響的層面與生理反應的效果；並透過感覺測度調查，了解受測者心理反應的感覺知性。

階段三：分析與探究

透過本研究之實驗結果與數據、實際狀況與差異以及感覺測度調查，做為健康器材與相關產品的開發與設計之參考。

綜合整理上述各階段研究方法與步驟，本研究之流程如下：



## 第二章、高齡者足部生理特徵與心理反應

隨著老化來臨，筋骨肌肉與神經系統的機能組織會因筋纖維變細，減低發揮外部保護骨頭之功能，易形成老人骨折。此外，因鈣質流失，骨頭的化學組織發生變化，經不起衝擊的意外，也不容易復原受到的傷害，再加上關節部分的關節包、韌帶、皮下組織等失去彈性，使得活動伸屈困難，故影響腳力、背力、握力、腕力等退化，以及負責下令運動功能之神經和專司調節的知覺神經機能逐漸衰退，影響高齡者移動或施力動作易發生困難及障礙（表2-1）【6】。

表 2-1 慢性病症與筋骨肌肉之影響

慢性病症	因由
關節炎	<ul style="list-style-type: none"><li>• 俗稱的「退化性關節炎」。</li><li>• 一般發病約界於 35-50 歲之間，由於軟骨長年承受巨幅壓力的關係。</li><li>• 60 歲幾乎屬於發病的高峰期，女性所佔的比例是男性的 2.5 倍。並易引發風濕症。</li></ul>
骨骼疏鬆	<ul style="list-style-type: none"><li>• 人到35歲左右開始，骨質吸收開始比造出來的快，即形成骨質疏鬆。</li><li>• 50歲時有20%女性與5%男性已可見骨質疏鬆症，70歲時女性達到30%，男性升到20%。</li></ul>

### 2.1 足部構造與功能

#### I. 足部的生理構造【8】

1. 足骨：（圖2-1）由26塊骨骼所組成，再加上兩塊種子骨共為28塊；經由這些骨骼使我們的腳能靈活的彎曲與轉動。足部構造可分為跗骨、蹠骨與趾骨等三個主要部份：

(1) 跗骨：是由下列七塊骨頭所構成：

腳跟骨（踵骨）：位於距骨下方，表面粗糙。是足部最重要且最大的骨頭，同時它也是支撐腳骨架的重要部位，行走時為跟骨最先與地面接觸，承受地面之反作用力。

距骨：位於腳跟後上部，並包含脛骨與腓骨所構成之踝關節內。

骰骨：位於跟骨前與第3楔骨相鄰。

舟狀骨：位於距骨之前方內側。

楔形骨：位於舟狀骨外側依次排為一排。

- (2) 蹠骨：位於跗骨前方的小型長管骨狀，包括5根中足骨；另2塊為位於第一蹠骨下方的種子骨，其任務是讓足部能輕鬆的活動。
- (3) 趾骨：由14塊小型長骨構成，其作用是保持身體的平衡。

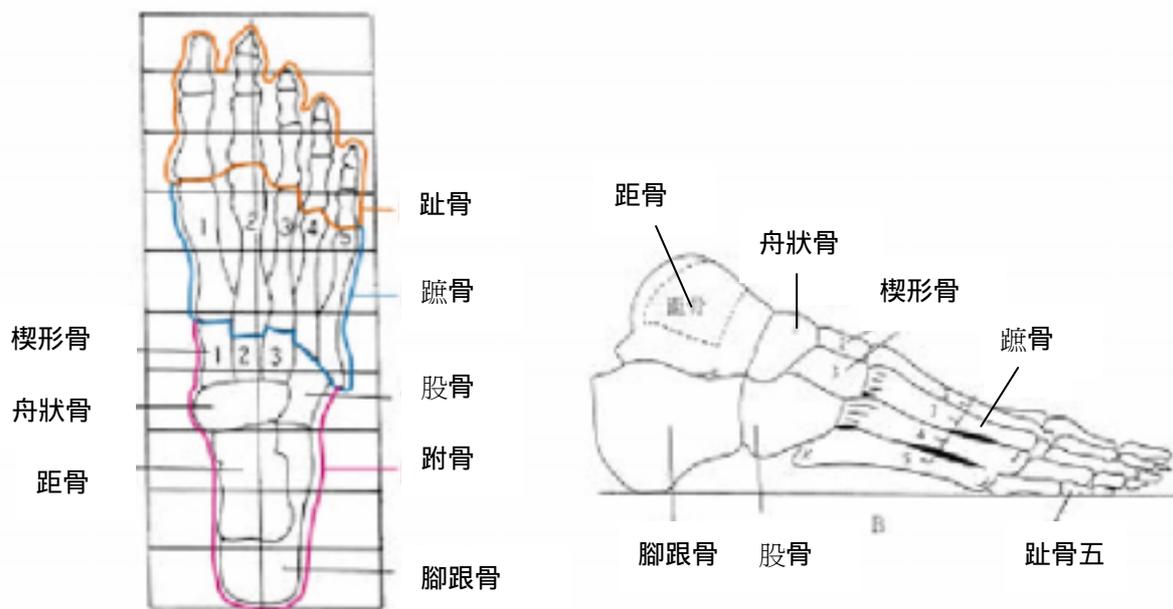


圖 2-1 足部骨骼構造

2. 關節：骨骼是由許多分離的骨骼所組成，它們之間以富有彈性的關節相連接。關節是指兩塊骨之間、骨與軟骨或牙齒與骨相接觸的地方。足骨之間的連接就是靠關節，但關節連接足骨的密合程度依部分而不同，較須移動的骨頭，關節的密合度較疏鬆，反之，較不移動的骨頭，關節的密合度必較為緊密。另外，除了連接足骨的功能外，在關節的表面都有關節潤滑液及平滑的軟骨層，潤滑液及軟骨層可防止動作時足骨與足骨間不當的過度磨擦。

3. 韌帶：人的足部大約有一百條以上的韌帶，將所有腳骨緊密結合成一個牢固的骨架，甚密度是全身最高的，這是因為腳部的延伸和扭轉作用十分激烈。韌帶是由強硬的纖維組成像堅韌的帶子一般，其主要的功用是將所有的關節完整的結合在一起，遇到延伸狀況時可以協助腳作適當的反應及執行功能，另外，因為韌帶的作用，使我們的足部形成一弧形的構造而非平面的結構，也就造成了所謂的縱弓與橫弓（圖2-2、2-3、2-4）。弧形結構不管是在支撐重量或保持平衡甚至避震方面皆比平面構造有更佳的效果。如果韌帶鬆軟無力，對腳部而言是很危險的。

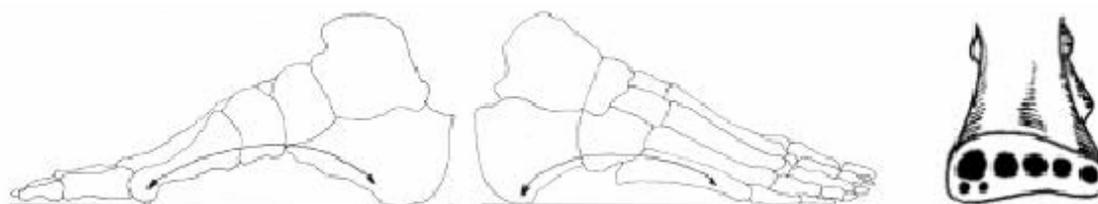


圖2-2 內縱弓

圖2-3 外縱弓

圖2-4 橫弓

4. 肌肉：肌肉是一種具有彈性的纖維束，整隻腳有十九束肌肉，但每束肌肉基本上都不相同，並且各具有不同的功能，靠著這些不同功能肌肉的拉伸及協調，腳才能進行各種不同的運動。

5. 血管與神經：血液經由無數的血管流通至足部，並且帶來足部所需的養分和營造物質。讓血液暢行無阻到達腳趾尖，才能保持足部與身體的健康。

6. 皮膚與汗腺：皮膚是足部最外圍的保護層，足部上側皮膚較嫩且多毛孔，因此足部汗腺的散發，將會影響保持腳部的健康與衛生。

## II. 足部的功能

我們的腳具有三項主要功能即：負載人體（站立功能）、行走時避免身體震盪（運動功能）、保持平衡（平衡功能）【8】。

腳爲了提高站立的穩定性和固定平衡位置，將身體的重量分散到跟骨、大拇趾球、小趾球三個主要著力點，腳骨間的靈活性和三個著力點的彈性，並配合著肌肉、韌帶和

脂肪層，使腳具有彈性能防止震盪，使我們在凹凸不平的地面上行走時得以平衡協調，並避免對身體內部器官造成傷害。

### Ⅲ. 足部保健

足是距離心臟最遠的部位，如果人體供血發生故障，它極易成爲首要受害者。人到老年，動脈會出現硬化，足的供血易發生障礙，神經營養不良，末梢神經發生炎症，使感覺減退，對外界刺激不敏感，易造成損傷。老年人若想保持靈便的步伐，請做好足部的保健【9】：

#### 1. 鞋襪適宜

不穿過緊過小的鞋襪，以免足部血液迴圈受影響。襪宜全棉質材，鞋內宜加棉布鞋墊以吸汗並加強足部與鞋之間的“粘合”力度。鞋底不要光滑，鞋襪宜鬆軟。

#### 2. 保持清潔

足每日活動、出汗，又與地面有較近的接觸，因此每天晚上應用溫水泡洗足 1 次，並最好每天換洗襪子 1 次，以保持清潔。但清洗時應防止燙傷，尤其糖尿病病人，由於神經病變，對溫熱感覺差，水太熱，可造成燙傷、感染等嚴重後果。

#### 3. 足部按摩

泡足的同時不妨進行足部按摩。方法是從足趾尖開始向上按摩，以發熱爲度。其餘空閒時也可進行。對於高齡老年人及行走困難者，足部按摩的幫助尤爲重大。

#### 4. 堅持活動

老年人坐下來看電視或報紙的同時，可踩足部滾動器前後滑動。足部滾動器一般可在商場的保健專櫃買到，也可最簡單地將一支圓棍踩在腳底前後滾動，這種活動最適用於行動困難的老年人。對於一般健康老年人，平時還可多進行散步、原地跑步、慢跑、爬樓梯、上山等活動。活動時應注意安全。

#### 5. 做好保暖

天冷時，要注意加強足部的保暖防凍。平時注意不要將足浸泡在涼水中，即使夏天下雨時，外出也應穿上雨鞋。

## 2.2 骨骼與關節的退化

骨骼會隨著年齡增長而老化，因鈣質快速的流失，而造成骨骼的空洞現象、重量減輕、和質地變薄，因此更為脆化。這時可能出現的病變包括：跌倒容易骨折、脊椎容易側彎、形成骨刺等，並造成疼痛。一般來說，老年骨質疏鬆症常發生於七十歲或以上的老人，這時期主要是緻密骨和海棉骨的流失，容易造成骨折；骨折的發生率女性比男性高二倍【10】。

### I. 肌肉與肌力

人體的肌肉與肌力約20歲左右會達到高峰，之後機能會慢慢減緩，隨著肌肉纖維的減少，使肌肉出現了收縮的現象，並改變了肌肉的組織，脂肪量的提高會使肌肉的力道、彈性、色調、和運動時的速度逐漸消退【11】。一般來說，下肢長期處於抗重的情況下，因此有關下肢的肌力退化比上肢的肌力較為快速。

### II. 步態與老化

1980東京都老人生活實態的調查資料(表2-2)【12】顯示，針對在日常生活中的聽力、視力、會話能力、步行能力、飲食能力、排泄、洗澡、穿衣等8項老化，可以看出「步行能力」退化之程度最為顯著，而表2-2以身心機能狀況為100%的情況下所產生的比例數據，由表格中，可以看出75歲以後生活能力退化特別快速。

表2-2 各年齡層身心機能變化狀況

單位：%

	聽力	視力	會話	步行	飲食	排泄	洗澡	穿衣
65-69歲	96.7	95.8	98.7	94.7	99.4	99.4	98.9	98.7
70-74歲	93.7	92.0	97.3	90.0	99.2	99.2	98.4	98.1
75-79歲	87.0	87.1	87.1	82.8	97.9	98.0	96.4	95.6
80歲以上	69.1	76.9	76.9	61.5	93.2	90.8	86.9	86.4

步行為人類最普遍的移動方式，根據學者提出，有53%的絆倒是因為自行跌倒【13】。另外，亦有學者也提出，跌倒是75歲以上高齡者主要的致死原因【14】。

Leiper & Craik (1991)【15】對81名受測者(aged 64-94.5 years)作5種不同步調速率實驗中指出年齡對步行速度有30-45%的影響。Woo(1995)【16】對1815名超過70歲的老年人所做的研究，亦發現步行速率會因年齡增長而有每年0.1~0.7%的衰退。

### III. 動作退化

綜合文獻，可歸納出高齡者有關運動機能退化對現實生活之影響，如表2-3所示：

表2-3 高齡者運動機能退化對現實生活之影響

運動	老化現象	現實生活影響
骨骼與關節	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 鈣質流失，骨骼脆化，脊椎容易側彎</li> <li>• 關節因長期活動，造成關節炎</li> <li>• 身材變成矮小</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 跌倒容易骨折，並且不容易復原，並造成駝背現象</li> <li>• 關節活動不靈活，並且關節造成疼痛，使得動作更加困難，如上下樓梯等</li> <li>• 無法拿取高的物品</li> </ul>
肌肉與肌力	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 力量的減退</li> <li>• 肌肉失去彈性，力道減低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無法提取重物</li> <li>• 動作速度會變慢</li> </ul>
步態	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 下肢退化快速，包括力量、運動角度變小</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 速度變慢、步伐變小、步伐長度變短和跨步頻率變高</li> </ul>
動作	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 動作變緩慢，不靈活</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無法從事較靈巧或細微的作，例如：旋轉開關、電器開關、穿針引線等</li> </ul>

#### IV. 高齡者在生活構面普遍的問題

表 2-4 高齡者在食、衣、住、行、育、樂方面普遍的問題【17】

屬性	原因	問題點
食	骨骼退化	• 彎腰動作困難，造成高齡者拿取東西的不便。
	力量減退	• 外出買食物，無法將食物輕易提回家。
衣	骨骼退化	• 彎腰、蹲下動作困難，以致穿鞋、襪不方便。
	骨質流失	• 身體延展性較低，曬衣服需要長竹竿協助。
住	膝關節退化	• 因膝關節退化，造成高齡者爬樓梯產生疼痛的現象，必須攙扶扶手慢慢往上。 • 膝蓋無法承受跪拜的姿勢。
	力量減退	• 蹲或坐太久，必須攙扶扶手才能順利站起來
行	膝關節退化	長時間行走產生疼痛的現象。 站的時間不能太長，膝關節容易疼痛。 大眾運輸的台階太高，不容易上下車。
	身體搖晃	身體不夠穩定，容易搖晃，搭乘大眾運輸必須攙扶扶手，以防跌倒。
育樂	膝關節退化	不能從事劇烈的運動，因此通常以散步為主，時間也不能過長。
	力量減退	出外郊遊、踏青，容易覺得疲勞。

高齡者在食、衣、住、行、育、樂各方面，都離不開足部的運用，而足部生理機能狀況的良好與否，將會影響高齡者從事這些活動的方便性與效率（圖 2-5）。

加上高齡者足部機能的退化，往往造成「走不動」的情形發生，在生理上會造成身體機能不斷喪失；在心理上會感到缺乏生活樂趣與意義。因此，如何讓高齡者「走得動」是目前急需解決的問題，也是本研究之重點。

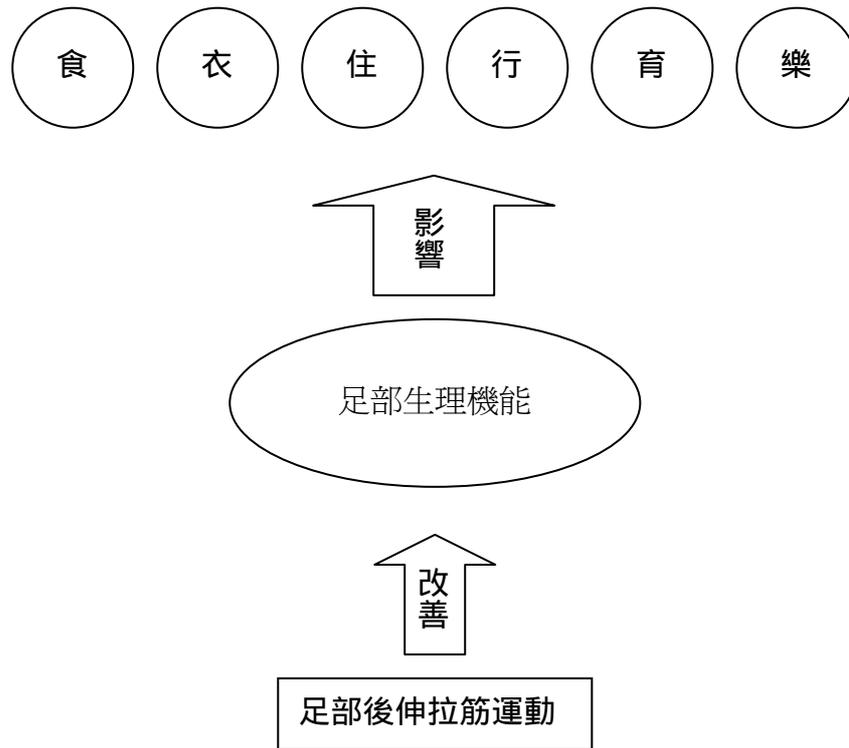


圖 2-5 足部後伸拉筋運動與生活構面的關係

### 2.3 高齡者之心理特徵

由於年紀增長，經驗的累積，加上身心功能的改變，到了高齡時在心理上會有一些特徵出現，這些心理上的特性會轉而影響其行為表現【18】：

(1) 自尊心強、自信心低：

每個人都有其自尊心，而自尊心的強弱往往會與年齡有關。蓋由於年齡的增長，經驗的增加，必有所成就，因而往往顯現較強的自尊。但由於身心功能的衰退，導致其對自己的信心越來越不足，怯於冒險，遇事退縮。由於年紀大的人自尊心較高，凡是能夠做的事，不要一味代勞，雖為好意，然卻影響其自尊，使其失去對生活的控制感與能力感。

(2) 維持自主與獨立的需求：

老年人由於生理系統的改變，會帶來一些動作緩慢、反應遲鈍、功能衰退、疾

病產生等的問題，使其行動不便，生活需依賴他人協助，進而失去對生活的控制感與獨立感。這兩種感覺，是賴以生存、生活下去的重要力量。一但對生活失去控制感與獨立感後，常會使老年人有消極悲觀的情緒出現，欠缺活下去的意志。

(3) 友誼的需求：

年紀大的人，或由於配偶不在，子女不在身邊，或彼此不易溝通，或因兄弟姊妹的凋零分散，往往使其欠缺分享內心深處想法的對象。因此，他們對友誼的需求相當強烈，特別是同年齡、同背景的老朋友。由於年齡相仿，背景相同，兩人最易溝通，最能相互了解。

(4) 心理情緒易影響生理健康：

身心兩方面原就會相互影響。心理、情緒不佳會造成生理功能的失調；反之，生理系統失調也必造成心理或情緒的沮喪。但年紀大的人，尤其易因心理或情緒的困擾而影響身體的健康，進而造成疾病的產生。

(5) 反應時間的增長與動作的緩慢：

年紀越大，由於感覺器官及中樞神經系統的退化，加上肌肉、骨骼、關節、心肺等功能的減退，使得年紀大的人反應較慢，動作較遲緩。這種反應與動作的緩慢，使得老年人易生意外，活動空間縮小，逐漸失去與外界互動的橋樑，嚴重時會影響日常生活自理的能力。面對老年人的這種反應與動作的緩慢，宜鼓勵多運動或多作練習以改善之。

## 2.4 抗老化

自古以來，長生不老一直是人類夢寐以求的，各種藥物與療法只要打著有抗老化的效用，不管有多貴、多不合理都有人會去嘗試，但是真的有效嗎？抗老化可能發生嗎？以目前的醫學研究認為，抗老化是有可能的，但是只能做到延緩與預防老化，而非阻止老化發生，畢竟老化仍是生物體不變的機制運轉，如果將抗老化看成是永不變老、不死的方法，那是不可能的。

根據老年期的生理特點，應進行能提高心肺功能、促進體內新陳代謝的運動，從而

減緩衰老，延年益壽。

許多從事老年人研究的學者，經過對長壽者的調查研究，得出一個結論。人的心理活動是可以影響衰老速度的，即思想開朗、精神愉快、樂觀豁達是長壽不可缺少的重要條件。世界衛生組織曾召集過科學家討論如何長壽，其中重要的條件就是「快樂」【19】。

此外，謝瀛華醫師在台北市某社區六十五歲以上老人日常生活依賴程度之研究中指出，高齡者自身之生理健康狀況為影響其心理要因之一【20】。也就是說，高齡者因生理機能退化，往往造成心理上的意識老化；而心理上的老化，使高齡者更加不喜歡活動，導致身體機能運作停滯。如此生理與心理老化的惡性循環下，便加速老化的現象。故不得不使我們對於高齡老化的問題多加以注意及重視，關懷與協助。

而運動則是抗老的最佳利器。其原因如下【21、22】：

- (1) 美國癌症協會的調查證實，運動可以減低各種重大疾病的死亡率，還可以增加心臟與脈搏的跳動次數，改善心血管健康、維持膽固醇的平衡，促進血液循環、增加末梢細胞對氧的攝取量，也能預防心臟疾病與動脈硬化。
- (2) 運動可以刺激許多荷爾蒙的分泌，並且促進骨質的增長。大多數的人對於骨質疏鬆症的預防只著重在鈣質的攝取上，而忽略運動其實是非常重要的。曾經有學者以老鼠做實驗，讓老鼠懸空吊起不讓牠運動，雖然同時補充足夠的鈣質，結果老鼠依然出現骨質疏鬆症的症狀。因此經常運動，可以增加肌肉的強度與張力，防止肌肉萎縮，預防骨骼疏鬆，使動作靈活反應快。
- (3) 運動可以讓身體透過排汗，將許多毒素排出體外，例如透過排汗所排出的尿酸就遠高於尿液所排出的。在國外甚至有許多戒毒機構透過遠紅外線三溫暖等方式促進排汗，將體內累積的毒品排出。
- (4) 運動能夠消耗熱能，保持理想體重，減輕負擔，能幫助抗老化。
- (5) 運動還能夠幫助紓解情緒的壓力、轉移注意力、放鬆心情，特別是透過肌肉的活動與伸展可以帶來放鬆的感覺，減低因壓力所帶來的免疫系統的負擔。同時增加腎上腺荷爾蒙的分泌，提高免疫系統的機能。

根據 Ruuskanen 與 Ruoppila 的研究【23】，規律運動可助老人保持並提升身體功能、健康與心理幸福感。並指出，體力活動不只可減輕焦慮及壓力，更可提高成就感與效能感，對慢性病老人行動能力的提升，更是顯著。此外亦發現，在閒暇時間參與運動

較多者，患糖尿病的比例較低，且隨著運動所消耗能量的增加，患糖尿病的機率亦相對的降低。

Berger (1988) 研究身體活動對老人生活品質的影響，研究發現運動可以提升老人的生活品質，運動具有的心智健康理念對於老人的人格、生活滿意、幸福感、自我效能、自我觀念、個人形象及生活品質皆有正面的助益，而且運動有助於減少壓力、肌肉緊張、自陳焦慮及沮喪。

因此經常運動的人，看起來都是神采奕奕、容光煥發，因為生理狀況佳，連帶心情也愉快，因此運動可說是百病的良醫（表 2-5）。從生理學的角度來說，衰老是由新陳代謝遲緩所引起的，由於新陳代謝速率降低，器官功能明顯退化，於是老化便出現，因此若能有適度運動，例如散步、慢跑、打球、登山等，其實是可以增進心臟與肺臟的功能，防止關節僵硬、使骨骼健壯、增進肌肉力量及協調等等。由此看來，運動的確有抗老的功能。

表 2-5 經常運動的人與不運動的人的比較

經常運動的人	項目	不運動的人
正常	體重	可能過重
較低	血壓	較高
較慢	脈搏	較快
較好	體力	較差
較大	肺活量	較小
不易疲勞	疲勞	容易疲勞
較慢	衰老	較快

運動和健康之間的關係很簡單，體能充沛能減少死亡的風險，沒有什麼是比這一點更重要。整天只會窩在沙發上看電視的人，現在也和抽煙的人被歸在同一類，都是拿自己的生命做賭注。體能運動對身體健康的益處，會持續到老年。有一項研究發現【24】，經常做運動的人，死亡率比習慣久坐不動的人少了 20%。

另一項重要發現是，運動的好處甚至能抵消其他危險因子的影響，如抽煙、高血壓。體能充沛的人，就算有抽煙或高血壓，死亡率還是比不抽煙、血壓正常，但成天看電視的人低。因此，充沛的體能已經成為老人追求健康的不二法門。無論其他因素如何，想

要老當益壯，多活動身體絕對是關鍵。

美國一位八十一歲的老太太韋瑪，她患了高血壓、心臟病和關節退化等症，連走路都覺得困難，後來聽了醫師的處方，開始實施運動計劃。結果，在八十五歲時，她竟參加老年奧運會，並一舉奪得半英里和一英里兩面賽跑金牌。

老人參與休閒運動的目的是爲了增強體質，增進身心健康，預防疾病，充實生活，延年益壽，而非提高自己從事某項運動的競技能力和水平。現代人的健康觀，是重視壽命的質量與生活的品味，對於休閒運動的選擇與運動的目的，更爲重視。而藉著休閒運動的參與實施，提高身體的活動量，將可以降低疾病的發生，提高各器官的機能，並能獲得生理、心理和精神上對自我的肯定，是無庸置疑的。

### 第三章、高齡者與休閒

我國已經邁入高齡人口社會，六十五歲以上人口已經突破兩百萬人，對於這個快速增加的高齡族群，我們的確應該由各個角度予以更多的關注。老人年金等社會福利議題早已在國內廣泛受到重視，然而從科技的角度思考，如何應用各種科技輔助，使得生理機能漸趨衰退的老人，仍然能夠健康、舒適、安全有尊嚴地享受更高品質的生活，也是非常值得研究的方向。

十多年來的社會文化變遷，經濟生活的滿足，除了價值觀的改變，人類更進一步要求精神生活的充實，強調休閒的內容，再加上週休二日的實施，國人有更多工作以外的時間可以自由分配。休閒生活在科技文明的今天，扮演著從新安排人類生活的角色，其功能對社會及個人影響甚鉅。目前各先進國家常以休閒活動情形作為國民生活品質的指標，因此休閒活動成爲一個重要的課題。

研究指出對於高齡者休閒活動的特殊需要提出要高齡者繼續使用身體的肌肉和關節，以免喪失肌力和柔軟度、從事身體活動時需要安全感、需要與各方面的人士維繫接觸、需要維持相互聯繫獲得友誼、需要有機會學習新的技術和發展新的興趣、需要保持個人應有的自尊、及需要自己感覺有利用的價值等七點方向【25】。

老人自工作崗位退休下來，自由可運用時間明顯的增加，妥善安排自由時間，選擇對個人具有身體、社會和情緒有積極效果的休閒活動，不但可以避免擁有悠閒且漫長的日子而感到空虛寂寞，更可減輕家人照顧的負擔及預防老人問題的產生。而且老人參與休閒活動可以減少疾病的發生、精神有所寄託、減少憂鬱促使精神愉快。

目前市面上眾多的休閒、運動器材甚至生活輔具等相關休閒產品設施，大都是針對一般民眾之需求所作的設計考量，因此一般休閒產品的功能或操作介面，常常無法讓高齡者方便地使用而造成困擾，對於受限於體能狀態卻擁有較多空閒時間的高齡者而言，因而被迫放棄了許多年輕時可從事的休閒活動，使得多數高齡者只能從事部份消遣性的靜態休閒活動。然而年輕人適用的產品，高齡者未必能適用，但是只要是高齡者適用的產品，年輕人一定也能適用【26、27】。

日本通產省工業技術院生命工學工業技術研究所主任研究官菊池季比古先生指出，有關高齡者的設計剛開始所思考的範圍較小，可稱為健康與福祉產品，之後擴大到一般人也可以使用的產品，即所謂「全適性產品」【28】。福祉產品之使用對於高齡者而

言具備使工作更有效率、促進生活獨立改善生活品質、保持能力不退化與增加活動的安全性等功能【25】。而目前國內相關學者的研究探討大部份集中在高齡者之生活輔具之研究，對於休閒甚至高齡者之休閒相關探討卻為人所忽略。

老人休閒活動基於對老化現象的知識，從事技術和科技的研究開發，希望能為老人提供較佳的生活與工作環境。

1997年九月，國際老人福祉科技學會在歐洲成立，其宗旨也是在「設計科技與環境，使得老人能夠健康、舒適、安全地獨立生活及參與社交活動」。

因此，老人休閒產品的設計開發，可以歸納為三個方向：

#### (1) 享受生活

老人退休之後，固然有部份比例時間需要醫療照護，不過最大的需求還是在如何能舒適、愉快地享受生活。現今大部分科技性休閒產品都是針對青少年，反而忽略了「有錢有閒」的高齡族群，運用科技思考並設計適合生理機能日漸退化的老人所使用的休閒與運動的科技產品。

#### (2) 健康與獨立

對於獨居或不希望麻煩子女照護的老人，如何提升老人獨立生活能力與品質，讓老人在有尊嚴、獨立地生活之外，能兼顧自我的健康照護並提供嚴密的健康監控或服務，不至因沒有照護者在身邊而發生意外。

#### (3) 社會參與

除了健康惡化之外，老人最重要的風險，應該就是孤立、被排除的心理感受。許多老人仍希望能夠充份參與社會，甚至重返社會主流與職場。如何透過科技，輔助老人的工作能力並與社會產生互動等都是值得研究的方向。

### 3.1 老化的定義

我們研究老人問題，首先需界定何謂「老」？怎樣才算是「老人」？可是老人的定義並無明確的說法。年代老化：是指一個人從出生以後所累積的歲數；生物老化：是指人體

結構和生理上的長期衰老；心理老化：是指個人行為上的老化現象；社會老化：是指個人因年齡老化而導致在社會角色方面的改變；功能老化：則是指年齡增長所導致工作能力效率的減低【29】。往往因其觀點不同，而有不同的定義。

台灣目前則是依照年齡方面（即年代老化），定義 65 歲以上的人稱之為老人。然而依照國內勞動基準法第六章第五十三條規定，勞工工作 15 年以上，年滿 55 歲者或工作 25 年以上者，得自請退休（圖 3-1）。若以內政部統計處所統計之民國八十七年臺閩地區人口平均壽命為 75 歲（兩性平均壽命）【5】估算，從職場上退休後尚有長達二十年的人生歲月，除部份高齡者再度就業、協助家庭事務或從事義工等活動外，一般而言多數高齡者擁有大量的空閒時間可供利用。

由於時代的變遷、社會結構與就業型態的改變，一旦高齡者無法妥善安排自己退休後的生活而使身體機能加速退化的同時，看護與照料的責任隨即落在子女的身上，往往使得子女在工作、家庭與父母照料之間難以面面俱到，進而影響家庭的生活壓力。國內 65 歲以上的高齡人口中約有 15% 的高齡者具有身心障礙或患有慢性疾病，需要他人在生活上協助照料，且在無法自行料理生活的高齡者中，90% 依舊居住在一般住宅由子女負責照料，僅有 10% 居住在療養機構【30】。因此，高齡者若是越能保持獨立自主的生活功能、其子女與社會的負擔越輕，而本身也越能享受長壽所帶來的樂趣。故如何協助其面對退休後的空閒時間，應為探討高齡問題的重要議題。

故本研究的族群為 55 歲以上之中高齡者。

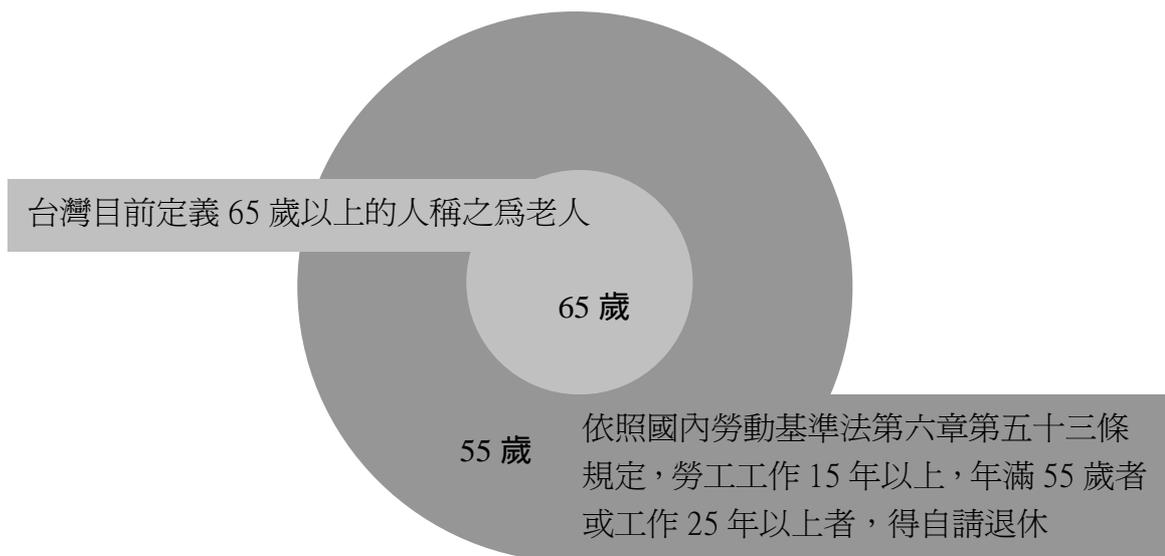


圖 3-1 本研究定義受測族群為 55 歲之原因

## 3.2 高齡者的問題

英國諾廷頓大學的韋克斯教授曾經指出，老人問題的主要因素是老人本身在下列幾個方面發生了劇大的變化所造成：

- (1) 經濟來源與所得方面的變化。
- (2) 社會角色與人際關係方面的變化。
- (3) 心理與精神狀態方面的變化。
- (4) 身體健康方面的變化。

這些變化，通常都會使老人產生極大的困擾，而難以調適。台灣大學朱岑樓教授也曾歸納老人問題為六種【31】：

### (1) 健康問題：

健康是人類生存的最大資本。人一進入老年期，生理上就有顯著的變化，皮膚呈現皺紋、壽斑，髮鬚斑白，身行痠瘦，骨骼硬化易折，步履緩慢，行動困難；視力、聽力、味覺、嗅覺等感官器能，均逐漸退化；抵抗力減弱，容易產生疾病。

### (2) 心理問題：

老人精神上的困擾，更甚於身體上的困擾，原因不僅自存於老人自身主觀的因素，也有外界客觀的衝突。

### (3) 經濟問題：

退休以後的老人所得往往隨著年齡的增加而減少。其勞動力的逐漸降低和所得的逐漸減少，使得老人的經濟資源愈來愈匱乏。

### (4) 就業問題：

老人年歲愈高，愈難找到工作。而有些老人是被迫放棄工作，而不是自願退休。

### (5) 社會適應問題：

老人的疾病，並不純是生理上的，還有社會因素的病，亦即社會的流動和衝

擊所加諸老人的刺激和遭遇，形成困境。

#### (6) 休閒問題：

休閒活動的缺乏也是老人所遭遇的嚴重問題之一。根據調查顯示，約有三分之一以上的退休人員認為生活太空閒，太單調，太無聊。大部分的人所賴以打發時光的，不過是看電視、看書保雜誌、做家事、聽收音機或到戶外散步、和家人朋友聊天，這些活動缺乏建設性的成就感，心理容易產生寂寞而恐慌。

美國勞工領袖貝瑟曾再描述老人的心情時，沉痛的說：「工作嫌老，死又太早」。老人因為有太多的空閒、太少的活動，至始時時有寂寞、空虛，不知如何打發時間的問題產生。老人角色發展的第一個階段，是老人剛從規律固定的工作上退休下來，於是有充裕的時間，安排他的日常生活。所以有了休閒活動，日子才能過的充實，不再寂寞空虛，而難以度日。

「活那麼長幹嘛？」年輕人可能衝口而出這句不動聽的風涼話。然而仔細想想，這句話也不是完全沒有道理的。曾經在一篇文章看到這麼一句話，把這個疑問詮釋的非常平和而貼切：

「Now we have added so many years to a life, how can we add more life to those years?」

「現在我們將生命增長了這麼多年，如何增加更多的生活在這些時間上？」

除了醫療、安養、或老人年金，以平均壽命而言，從職場上退休後尚有長達二十年的人生歲月，這一段生命需要的是有尊嚴，而且愉快的活著。然而一般的工作環境、休閒設施大部分都不符合老人的需求，造成老人使用上的不安全與不舒適，甚至隱藏致命的危機。

本研究將從高齡者的休閒問題為切入點，藉由休閒的樂趣提昇老年人的身心健康，進而解決高齡者的健康問題與心理問題。

### 3.3 休閒活動的演進與涵義

根據行政院體委會在民 88 年的第一次全國體育會議參考資料，認為休閒運動的發

展如表 3-1【32】：

表 3-1 休閒運動的發展

年代	休 閒 發 展
埃及時代	已有假日及公共的節慶環繞在他們的生活中，兒童有玩具、下棋等遊戲。合唱、樂器表演、戲劇、鬥牛、及體操類的表演，漸漸風行，貴族享有非常多的自由時間，治療性的休閒活動可上溯至此時期。
希臘時期	運動是每個個體的休閒表現和表演形式，他們不僅將遊戲融於生活，且認真教導遊戲善用閒暇，斯巴達有固定的軍事演習，他們喜愛運動和音樂以增強戰場上的作戰準備。雅典則強調自由時間的教育活動，重視運動、戲劇、合唱、表演、辯論，這個時期是藝術和運動的盛期。
羅馬時期	繼承古希臘力行閒暇活動之後，卻過著觀賞性的閒暇生活，並大興土木（公園、劇院、運動場、大澡堂… …），因而奠定運動和劇場的喜好。總之，希臘人的休閒生活著重教育、文化與身體力行，而羅馬人則著重觀賞與衛生。
中世紀時期	歐洲社會階級制，在不同的領地之間有很多爭鬥性的運動，每個貴族雇用騎士、武士，發展出劍術、競賽等好戰的騎士精神，但也將運動的需求推至最高。
工業革命時期	由於時間及收入之增加，促進了休閒與工作的分道揚鑠，形成了一群新的休閒消費群。
近代	1970年世界休閒娛樂協會（World Leisure and Recreation Association）通過一份「休閒憲章」，告之世界各國有關休閒的真正涵意與服務規劃，帶領人們邁向健康快樂的生活境界。

而臺灣社會的休閒觀呢（表3-2）？

表3-2 臺灣社會的休閒觀

年代	休 閒 發 展
四十年代	不花錢的休閒，休閒摻在生活和工作中，如下棋、乘涼、喝茶。
五十年代	拼命賺錢不休閒，甚至休閒時間還作副業貼補家用。
六十年代	休閒是生活的調劑，收入增加，休閒意識抬頭，咖啡廳、電影、舞廳、野外旅遊、橋牌、搖滾樂等竄出。
七十年代	休閒是一種權利，人事行政局的彈性放假要求、解除舞禁、延長夜間休閒時間等休閒意識越演越烈。
八十年代	休閒是一種流行，各種健身、SPA、休閒中心的發展，提倡全家休閒活動，不懂休閒，不配稱為現代人。

反觀現在，週休二日的實施，國人有更多工作以外的時間可以自由分配。休閒生活在科技文明的今天，扮演著從新安排人類生活的角色，其功能對社會及個人影響甚鉅。目前各先進國家常以休閒活動情形作為國民生活品質的指標，因此休閒活動成爲一個重要的課題。

「休閒」是工商社會緊張步調中，忙碌生活、心靈焦慮的另一種生活方式或調劑，而非膚淺的娛樂。它是一種透過身心鬆弛，獲得「用志不分，乃凝於神」的境界，藉以重新出發，做些創造性的活動，如此，生命才能夠深刻、充實。

「休閒」一詞其英文“leisure”主要來自拉丁文中的“licere”，其意義爲「從工作處獲得自由」【33、34】，亦即從日常例行性事務中暫時脫離，使身體與精神兩方面有完全的休息、恢復和重整。其涵義則包含以下幾點：

(1) 從時間觀點說明休閒：

許多人以「時間」爲休閒的參考架構，且認爲休閒爲生存和生活以外的自由時間。但是，休閒爲自己可以運用、裁量及選擇的時間，因此時間內並無工作或其他社會任務。

(2) 從活動觀點說明休閒：

以「活動」觀點解釋休閒的學者，皆認爲休閒爲自由時間內，個人可以隨心所欲的參與本身職業以外的任何活動。

(3) 從心理觀點說明休閒：

以「心理」觀點解釋休閒的學者，皆認爲休閒爲一自由舒暢的心境，一種全然忘我的投入，甚而超越真實生活的心智狀態。

而休閒活動係指在自由休閒時間內，自由選擇參與的體能性運動或休閒娛樂性運動，不僅滿足心理的愉快、喜樂，同時亦顧及生理上的健康，其所追求的乃是身心均衡發展的適能狀態。

因此「休閒活動」具體的說，具備五個特質【35】：

(1) 具有玩樂的性質：

此種活動能使人樂在其中，甚而樂此不疲，深覺好玩。

(2) 在心情上感覺自由自在的性質：

即從事此種活動，心理感覺了無牽掛，不因玩樂而有犯罪感或觸犯刑章。

(3) 具有自動自願的性質：

參加活動的人可以根據自己的興趣，自由選擇活動種類，不受外力之強制，使不情願的成分降至最低。

(4) 具有非經濟性的性質：

凡是為了謀生，有經濟收益目的之活動，是「工作」而非休閒性質。

(5) 具有建設性的性質：

休閒活動並非單純的指「消磨時間」而言，它還具有促進身心發展的作用。

Iso- Ahola指出：老人在處於角色轉換期之危機階段中，休閒的功能更顯重要，他認為參與休閒活動的人們具有以下的功用【36】：

- (1) 經由遊戲與休閒的參與可獲得社會化經驗，有益於進入真實社會情境。
- (2) 藉由休閒所增進的技巧有助於個人的表現。
- (3) 可以協助發展及維持人際行為與社會互動技巧。
- (4) 娛樂與放鬆。
- (5) 參與有益的社會休閒活動可以增進人格的成長。
- (6) 避免怠惰及反社會行為。

高迪理認為休閒活動對老人具有以下幾種功能【36】：

- (1) 在心情上能夠免除無所事事的焦慮，並藉此放鬆安定自己的心境。
- (2) 在單調的生活上能夠增添些變化，消磨空閒的時間，或擁有服務他人的機會。
- (3) 在心智發展上能夠獲得喜樂，補充過去想學習但未能學習的滿足感、求知慾。
- (4) 能夠擁有發揮創造力、實質性自我表達、展現天份的機會。
- (4) 可以獲得感官上的愉悅，包括生理、心理和精神上對自我的肯定。

(5) 保持活力，有機會與他人接觸來往，享有合群而不孤獨的感受。

陳文喜【36】認為只要老人能從事規律的休閒活動，對自我的肯定和情緒的舒解有積極的幫助，且能增強體能，減緩衰退的速率，預防慢性疾病的發生，有增進老人的生活品質，減少醫療支出等效益。

而社會工作者認為休閒活動具有社會工作的三大功能【37】：

(1) 在預防方面：

藉休閒活動可使壽命延長、身心愉快使生活快樂更有意義。

(2) 在發展方面：

藉由休閒活動，老年人可以自己尋找過去因職業關係無法做到自己能力所及且樂意之休閒活動，以充實晚年生活。

(3) 在治療方面：

藉由休閒活動，老年人可以得到精神支援，透過與朋友之互動，發現生命之樂趣與意義，進而適應社會。

可見休閒活動對老年人福利中重要的一環。

因此休閒運動對老人具有以下四點意義【38】：

(1) 利用休閒運動的參與，可填滿老人多餘的時間，滿足老人對老化事實調適的需要，達成功能性的平衡。

(2) 藉由休閒運動的參與，可提供老人學習新技能與自我表達的機會，以體驗自我價值。

(3) 老人藉由休閒運動的參與而得到社會支持，從而提高其自尊及獨立感。

(4) 老人參與休閒運動可使老人再社會化形成人力資源以服務社會。

因此，休閒運動在生理層面上能提高基本生存及適應的能力；在藝術層面上能將生活藝術化，讓生活得到調劑；在心理層面上，能舒發情緒、培養正向積極的人生觀；在社會關係上能滿足人類社交群居的需求，這也是本研究對休閒運動的定義。

綜上所述，「休閒」是指，個體在工作辛勞之後，在身體與精神兩方面都獲得充分的休息與鬆弛，亦即從日常例行性事務中暫時脫離，使身體與精神兩者有完全的休養、恢復和重整。

「休閒活動」則是指在休閒時間裡，個體從事自由積極並且有益生理、心理以及社會健康的活動，並且在活動過程中，個體能獲得滿足、愉快以及自我充實感的休閒狀態。

而「休閒運動」旨在讓一般人無論是否受過體育訓練，都能愉快的從事他所感興趣的運動，藉著這些運動，他們獲得了身心的暢快與滿足。休閒運動著重健康、快樂。是指人們在閒暇時間裡，積極自主的、輕鬆愉快的、毫無心理負擔的進行的一些娛樂性健身體育活動。它是一種生活、一種文化、一種教育，它的最終目的是全體人類的和諧發展【39】。

因此，在了解休閒活動的真正涵義後，才能更進一步了解休閒活動對於個人的影響。

### 3.4 休閒活動與生活健康

一九六四年聯合國世界衛生組織（The World Health Organization ,簡稱 W.H.O）憲章：健康不僅指沒有疾病或不正常的現象，進而指每個人在生理、心理、社會上都能保持健全完美的狀態。

發展一個有建設性且均衡的生活過程中，休閒活動佔有重要的地位，因為從休閒活動中，人人都能夠透過享樂性和創造性的過程，來滿足一種表達自己和鬆弛自己的即刻性和直接性的需求，而且任何一種自由積極性並且深具內在自我選擇的休閒活動，都是有助於個人身體的舒暢、情緒的穩定、精神的修養，以及自我充實與成長。

而休閒活動與良好健康之間存在重要的聯結，根據調查發現【25】，休閒活動對增進健康有 20%-30%的效益，因而可減少醫療支出。

參與休閒活動將會引發個人的良好情緒，而此情緒也將給個人的心理及健康帶來良好的影響，提供個人對抗或紓解壓力，以降低壓力對人體健康的損害，且具有基本的社會價值，發展友誼、聯繫情感及社會認同，並在參與活動過程中增進群體及合作觀念，獲得友誼及讚賞，而個人更可藉此經驗以面對更嚴厲的挑戰。對於較孤立或孤單的人而

言，休閒活動亦可幫助他們克服這些衝擊，並感覺較多的社會支持。

因此「休閒活動」具備了以下五種功能【32、41】：

(1) 對個人方面的功能：

能使身心均衡發展，增加生活情趣。透過適度的休閒活動，可達活絡筋骨、促進血液循環、發達肌肉，增進生理的健康；休閒活動也助於個人建立統整性的人格，激發心智成長，消除鬱悶、浮躁等不良情緒，增進心智的發展、鬆弛身心。

(2) 對家庭方面的功能：

能增進親子關係，灌輸做人處世的道理。一個家庭擁有豪華的房屋、昂貴的轎車、高級的家具，卻不一定擁有溫馨的家。要使一家人和樂融融、甜蜜幸福，休閒活動是幫助家庭和樂的因素之一。

(3) 對社會方面的功能：

促進人際關係的協調，提昇工作效率。人必須依附社會生存，然個人的行為也直接影響社會的種種發展，休閒活動亦然。透過休閒活動，可使人培養互助精神，改善人際關係。

(4) 對經濟方面的功能：

增加稅收及就業機會，提高生產力，有助於經濟成長。休閒活動含有休養、消遣娛樂、振奮精神的功效；以及更新體力或再創造等意義。其目的是使從事休閒活動者，能獲取休息和放鬆；在工作辛勞之後，從事休閒活動，則可以恢復體力與精神，實現自我表達與自我能力，疏通在工作或任務中受壓抑的情緒，並產生新的工作意願與生活情趣，以及增強自我充實感和再創造的能力。

(5) 對醫療方面的功能：

能預防老年身體機能退化性疾病，減少醫療保健的支出。休閒活動應用於疾病的預防或治療，最常採用的有音樂療法、遊戲療法和舞蹈療法。音樂可以消除緊張、穩定情緒；遊戲可以發洩被壓抑的情緒；舞蹈可以鼓勵感覺的表現，幫助大肌肉活動的協調。而運動治療法對於因運動不足而產生的病症，如糖尿病、高血壓等，藉適宜的體育性休閒活動可促進健康的恢復。

相較於其他國家對高齡問題的重視程度，近年來台灣地區雖有不少高齡者福利推動機構，但研究指出，國內高齡者福利政策的考量大都注重在醫療需求及經濟需求，對於休閒方面卻較少為人所重視【40】。內政部委託中央大學統計研究所進行之「臺閩地區老人狀況調查」報告中指出，老人對自我健康狀況的評估，以好與非常好者最多占 41%，其次為普通者占 37%，再次為不好與非常不好者占 22%，而有 52% 的老人覺得十分需要休閒活動相關的福利措施【41】。在高齡者的各項需求中，休閒活動對於高齡者十分重要，高齡者一旦從事規律的休閒活動，非但能夠提高自我的肯定和情緒的紓解並可增強體能、減緩身體機能衰退的速率、增進生活品質減少醫療支出【42】；國外相關研究亦建議高齡者可藉由休閒活動的參與來協助適應及維持生活滿意，且參與休閒活動頻率越高的老人，其生活滿意度越高【43、44】。高齡者參與休閒活動的好處，包括提升腦功能的整合、降低喪失記憶的可能性、減低疾病發生導致行動不變與能夠改善神經傳導等【45】。

老人由於年齡的增長，運動量的減少，而使得身體能力減退（體脂肪的增加、肌肉減衰、精力減退），再加上社會的壓力（有老大不中用、自尊心低、不安抑鬱等心情），而形成免疫力的減退（心臟病、高血壓、各種身體病痛）。如此惡性循環，如果能有適時適當的運動，將有提高健康素質，延緩老化的功效。

「今日的老人就是早日的青壯，而今日的青壯，也就是來日的老人」【46】，今日我們敬老尊賢，幫助老年人積極參與完善的休閒生活，也等於為自己將來老年時鋪路，由此可見休閒活動對解決與增進老年人福利功能的重要性。

休閒活動對老人而言是百利而無一害，而唯一的問題是老人所從事的休閒活動大多是以靜態的為主，而人的各項生理機能就如同機器一般，久不使用一定會生鏽故障，這對生理機能快速衰退的老人來說，是非常不健康的。

因此設計一些休閒產品，不但適合老人的體力，也讓老人的身體動起來，降低生理機能衰退的速度，是目前有待解決的問題。

### 3.5 適合高齡者的休閒運動

老人肌肉缺乏彈性，骨頭較脆弱，不適宜做太激烈或強度過高的運動。選擇合適的

休閒運動，除了視個人情況而定外，休閒運動是否有便利性？如運動的時間、場地、交通等便利性的考量；休閒運動是否安全？由於老人身心較脆弱，需要一個安全的環境；休閒運動是否提供社交接觸？讓老人多點機會與聯繫，以增添生活情趣，改善生活方式，這些都是老人選擇休閒運動必須考量的。

老人運動的原則主要以強化肌力、增加柔軟度、促進協調平衡、改善姿勢與步態為目標。

根據資料顯示，適合老年人的運動有下列三種，分別是：步行、慢跑與游泳【47】。

## I. 步行

步行是一項很好的耐力性運動，不分男女，不分體能狀況都適合。有人會說步行的運動效果並不很好，其實步行是人體有氧耐力訓練中最佳的五種運動之一（這五種運動包括慢跑、游泳、自行車、有氧舞蹈和步行）。只是步行時心跳數的提昇比其他的運動來得慢些，所以要達到預期的效果，得多花點時間。其實這也不像一般想像的差那麼多，快速步行一公里所消耗的能量與跑一公里所消耗的能量差不了多少，而奧運會項目中的競走每公里所消耗的能量要比跑一公里多，所以一位好的競走選手的有氧能量，並不低於馬拉松或長程自由車的選手們。

步行還有些優點，除了要一雙好的鞋子外，並不需要什麼特殊的技巧、器材或場地。步行也是低衝擊性的運動，不易導致嚴重的傷害。步行也是初學者、老年人、受傷和疾病後復健等人最好的運動。因為大部分步行者都是為了樂趣而來，所以中途退出或停止步行的人數也是各項運動中最少的。步行運動使用的主要肌肉群是臀部和下肢，而次要的是上肢、胸部和肩部。

長期走路，使心臟的收縮力增強，可以攝取較多的氧氣【48】。運動鍛鍊後的心臟叫做「運動心臟」，這種心臟大且性能好。這是心臟的肌肉發達，收縮力強所致。

走路可改善肺的機能。在走路時呼吸亢進，故肌肉發達，而得以輕鬆呼吸。這是肺活量增加，容易攝取氧氣所致。

走路也可強化冠狀動脈。冠狀動脈是負責把含氧氣或營養素的血液輸入心肌的血管。走路以後改善血液循環，結果，冠狀動脈擴大、發達。因此，冠狀動脈不易硬化。

此外，對於其他內臟，例如胃、腸也產生好的效果。因為，走路以後血管擴大，血液的流動順利，廢物不易積存於血管，得以防止血管老化。而血管老化的防止，正是保持健康的重要條件。

腳的肌肉佔全身的肌肉一半以上。而腳的肌肉之機能相當於促進血液的循環。與一般的想法不同，心臟並不能把血液送入微血管，或反過來從微血管抽回血液。這部位的血液，是靠所謂毛細管現象的力量而流動。尤其當血液流往心臟時，腳因距離心臟最遠且承受重力致使條件不佳。同時，靜脈中的血液是在血管內緩緩地移動，不像動脈中的血液以一定的節奏被推送著。如果在運動後活動肌肉而壓迫靜脈，則被壓迫位置的血液開始移動。在靜脈內有瓣膜而使血液不會往末梢逆流，結果靜脈內的血液流向心臟。因此腳的肌肉的機能能幫助心臟機能，腳扮演了次於心臟的「第二幫浦」的角色。這就是說「腳為第二個心臟」的理由【48】。

此外，有實驗證明，走路可以提高腦力，維持頭腦清醒與處理資訊的機能【48】。首先，實驗分辨信號忽亮忽滅的能力與走路、跑步的關係，觀察在變更信號的速度後每秒鐘可以辨別幾次？此時走路、跑步的速度分別設定為每分鐘 50 公尺、100 公尺、150 公尺。結果，在分速 150 公尺時分辨得最清楚，在分速 50 公尺時最不容易分辨。這表示，相當於起跑時的速度有助於造成頭腦清醒的狀態。

其次，實驗分辨紅、藍、黃三色燈的能力與走路、跑步的關係，觀察當其中決定的顏色出現時能以多少速度反應？結果，在分速 150 公尺時的反應最好，在分速 50 公尺時反應最差。這表示，相當於起跑時的速度有助於提高處理資訊的能力。

走路可以避免患老人性痴呆症。所謂老人癡呆症，是隨著腦細胞的老化引起的。這是年紀大之後對腦的氧氣供給量減少，腦細胞不斷退化後出現的一個現象。但是，如果對腦有效供給氧氣，就可以防止或延遲腦細胞退化。走路可以提高攝取氧氣的能力，有助於把氧氣送到頭部。

走路可以預防老人癡呆症且對其治療有效的另一個理由，與肌肉有關。肌肉由隨意肌及緊張肌組成。隨意肌是依大腦的指令做有意的動作之隨意運動所使用的肌肉。隨意肌具有快速收縮的能力，但無法持久。緊張肌則為保持姿勢的肌肉。緊張肌的收縮力不強，但有不疲勞可以持久的能力【49】。

尤其，緊張肌與腦細胞的防止有密切關係。緊張肌集中於脊椎或下半身，故若藉走路有意識的活動腰下部的肌肉，就有助於刺激腦細胞【48】。況且走路是可以持久的運

動，故刺激腦細胞的時間也較長，而有助於防止腦細胞退化。

走路也可降低憂鬱症發生的機會。一般來說，憂鬱症的發生是因為交感神經與副交感神經失去平衡所導致，而腳底與維持交感神經與副交感神經的平衡有關，且腳底有許多中醫所說的「穴道」，走路刺激腳底的穴道，就可以恢復交感神經與副交感神經的平衡。

總而言之，步行時，肌肉有結率的收縮、舒張，對大腦是個良性刺激，能改善大腦對血液循環的調節，提高心臟功能、降低血壓、消耗一部份過多的能量等。步行不僅可預防高血壓、冠心病，尚能有效地治療這些病。另外，步行對減肥也有幫助。因此，步行是心血管疾病體育療法的首選項目。

## II. 慢跑

跑步是最普遍，最方便，也是最有效的有氧運動之一，因為跑步時用得最多的是身體上最大的肌肉群一下肢。跑步，心跳昇得最快，也可在較短的時間內得到最好的有氧運動效果，有不少人以跑步和其他運動交互應用，如慢跑以外也做重量訓練，以增進上半身的肌力；或以跑步來當季節外的體能維持運動；如自由車，登山和滑雪等選手等都以跑步來作為季節外下肢的運動，並同時維持心肺功能。

在一九五〇年前後，美國伊利諾州的弗雷特卡修博士提出跑步可以治心臟病，這與我們所既有的知識不同。他在實驗中發現，心臟與其他筋肉一樣，如能在醫師的指導下進行不激烈的運動，則心臟可以適應此類運動。當心臟能適應運動時，則心臟即可從事健康的幫浦工作，如果心臟因此而強健，則就不易在染患心臟病【50】。

跑步也可降低憂鬱症、失眠症發生的機會。

跑步可刺激內分泌系統，從而直接影響腦部的新陳代謝。由緩慢的長距離跑步，所刺激的酵素作用乃是人體內活動的一種自然的作用，不會有任何副作用，當然也不會對人體有害。

日本東京教育大學名譽教授杉靖三郎說：「為了防止老化，確保健康，唯一的辦法就是跑，不斷的跑。」所謂成人病，主要是動脈硬化、高血壓、糖尿病。這些病症對體內的新陳代謝機能都有很大的影響，治療這些病症最好的方法就是跑步。

慢跑是一項耐力運動，可增強心肺與關節肌肉的功能，特別是能使衰弱的心臟得到鍛鍊。根據測定【51】，持續跑步可使心臟輸送血液的能力增加四倍，每次呼吸，肺的通氣量增加十倍以上。經常跑步的人，心臟與肺的容量與舒張力會逐漸增大。

跑步尚給神經帶來極微小的電流衝擊，其作用猶如聽一首振奮精神的樂曲，可暫時清除指揮邏輯思維的大腦皮層的影響。同時，跑步能促進人體釋放腦化學物質，稱為「內啡肽」，可提高身體對疼痛的耐受性，使人感到渾身舒服，消除疲勞，讓人精神飽滿。跑步也是一項全身運動，可用增強整體方法來促進局部器官病變的改善與痊癒【50】。

經常跑步，能有效的利用人體脂肪組織中的儲脂與血液中的脂酸，作為主要能源，因而能減少體內的脂肪儲量，降低血液脂酸含量，使體重減輕，防治肥胖。跑步是一項需氧運動，適當跑步可促進冠狀動脈測枝循環的形成，改善冠狀動脈供血、供氧情況，減低血脂肪濃度，有利於冠心病的防治。在跑步時，肌肉運動可使大腦的中樞神經活動趨於正常，恢復對血管舒縮的調節功能。另外，跑步時肌肉收縮產生一種化學物質，能促使血管放鬆而有降低血壓作用。在跑步時，來自肌肉關節神經感受器的衝動，有助於調整大腦中樞神經系統的功能活動，使人感到精神愉快、精神振奮，有治療神經衰弱的功能。

根據運動醫學家的研究顯示【51】，一般沒有經過運動訓練的心臟，其冠狀動脈的內徑較小，分枝也較少，容易發生栓塞；反之，經常鍛鍊的心臟情形恰好相反，不但冠狀動脈內徑大，而且分枝也較多，發生栓塞的機會要少的多。

### III. 游泳

游泳是全身性的好運動，而且適合不同的年齡層和不同的體能狀況。幾乎全身的每塊肌肉都會在游泳時用上，不但能強化心肺功能，且能訓練軀幹和四肢的肌肉。因為游泳時胸部肌肉受到壓迫，反而可以鍛鍊呼吸的肌肉，使心肺功能更強盛【51】。不需講求速度，只要慢慢游，視個人所能負荷的速度進行即可。

水的阻力能幫助你強化肌肉和培養穩定性與平衡感。同時，水的浮力可免除身體關節負荷體重的壓力，而且游泳的運動強度可以很容易的做大幅度的增減。所以游泳是剛開始運動者，骨骼關節有毛病者，疾病和傷害復健者與中老年人最佳的運動。游泳可以用來減輕體重，強度夠的游泳每分鐘約可用掉二十大卡的能量。

#### IV. 小結

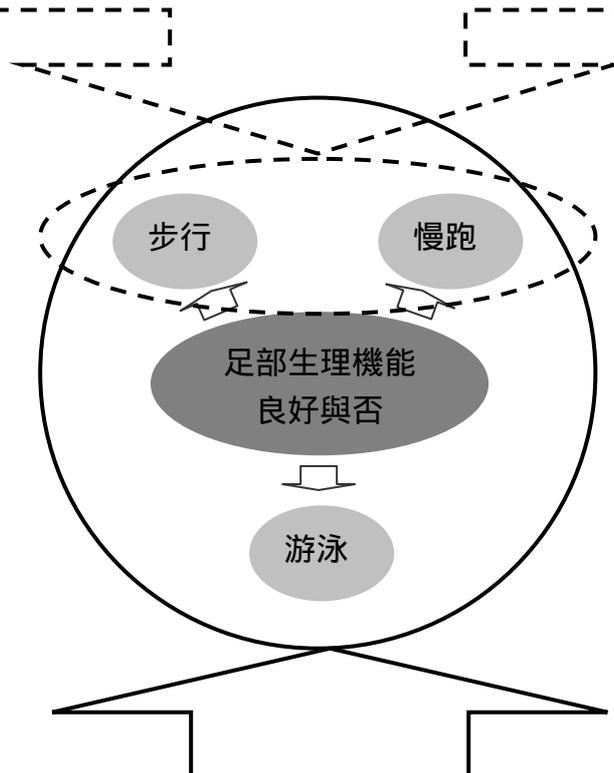
這三項都具有相當好的運動效果，而且效果都是全身性的，可以強化心肌，訓練強度增加的話，甚至可以增加心臟容積，增加心臟輸血功能。

這些運動可以促進全身血液循環，改善身體各部器官的氧氣供給。所以可以預防血管栓塞，可以鍛鍊血管組織。同時，對於神經系統也有良好的鎮定影響，改善體內物質代謝與荷爾蒙功能等。對生物學也有相當大的價值，提高身體作業能力，達到最高健康與快適人生，預防諸多老人症狀。對老人而言，是最適合的運動項目（圖 3-2）。

腳是由骨骼、肌肉、肌腱、血管、神經等組織構成的運動器官。腳不僅支撐全身的重量，而且具有行走、跳躍等功能。因此，腳部血液迴圈的好壞與全身血液迴圈密切相關。經常活動足部，有助於腳部以至全身的血液迴圈和新陳代謝，促進植物神經和內分泌的調節功能，提高大腦思維的靈敏度和記憶力以及機體對外界變化的適應能力。根據資料顯示，小腿後筋的鬆緊度會影響走路時腳板適應地面變化的能力。

除此之外，足部生理機能狀況的良好與否，將會影響運動的效率。如踝關節柔軟性差，人在運動時極易跌倒，走路也極易疲勞。因此，經常活動踝關節，可以增加韌帶的力量，而且能提高踝關節的柔韌性。

- 1.腳為第二個心臟，因為腳的肌肉的機能能幫助心臟機能，扮演了次於心臟的「第二幫浦」的角色
- 2.維持頭腦清醒與處理資訊的機能
- 3.對腦有效供給氧氣，防止或延遲腦細胞退化
- 4.降低憂鬱症發生的機會
- 5.有助於調整大腦中樞神經系統的功能活動，使大腦的中樞神經活動趨於正常



- 1.全身性運動
- 2.心臟的肌肉發達，改善冠狀動脈供血、供氧情況，使動脈不易硬化，防止血管老化，減低血脂肪濃度
- 3.改善肺的機能，使呼吸更順暢
- 4.促進全身血液循環，改善身體各部器官的氧氣供給

圖 3-2 步行、慢跑、游泳對生理機能之功效

### 3.6 伸展運動

運動雖然有許多好處，但是有一點是必須注意的，那就是「運動傷害」。運動傷害的產生，往往都是運動前的熱身不夠，也就是熱身運動、伸展運動或拉筋運動不足而導致。

在運動之前，身體的肌肉是處於緊繃收縮、柔軟性不足的狀態，以這種狀況去做運動是很危險的。因此在一九六〇年，美國創立了所謂的伸展運動，其目的就是要鬆弛緊繃收縮的肌肉，並提高肌肉的柔軟性，以利於運動效率與運動安全。

伸展運動可分為動性伸展與靜性伸展【53】。動性伸展可能因快速彈動的關係，而造成拉傷及肌肉反射性的收縮，而阻礙伸展；因此，柔軟度的保持或改善，一般人最適合採用的應是靜性伸展，尤其是高齡者。靜性伸展的特色即是關節擴展至一角度後，即維持靜止狀態一段時間。

伸展運動的功能有八種【54】：

- (1) 緩和緊張的肌肉，使肌肉放鬆、舒適。
- (2) 擴大關節的可動範圍，增加身體柔軟性。
- (3) 可預防肌肉傷害。
- (4) 促進血液循環。
- (5) 提高協調性，有助於運動技術之進步。
- (6) 以伸展運動作準備運動。
- (7) 當伸展身體各部位時，必將意識集中到該部位上，因此可以感受到該部位狀態，由此可以瞭解自己的整個身體情況，而提高身體的感覺。
- (8) 可以緩和和精神壓力，使身心舒暢。

伸展運動不僅給予運動選手許多貢獻，並且在休閒、健身、復健方面也被學者證實它的效果【55】。對老年人來說，運動之前的暖身運動是絕對有必要的。因為藉著這些簡單運動，可以刺激血液循環、升高體溫產生熱能，增強冠狀動脈循環，增強運動效率，讓老年人在運動時，不會肌肉緊張和腿部抽筋，如此，才可避免運動時產生對心臟血液供應不足現象。

在現代社會生活中，充滿著壓力，久而久之，引起生理的變化，如肩痛、腰痛、脈搏增加、血壓增高、肌肉緊張、胃腸障害等，在心理方面也會呈現不安、易怒、情緒不穩等現象。經常做伸展運動，可以經由各種肌腱的拉伸，使得肌肉因收縮與伸展而受刺激，促使血液循環順暢，精力充沛，心曠神怡，以及經由肌腱伸展，從生理上的舒解而達到心理上的休養；因此有不少人的慢性病痛竟由此而減輕。

以目前生活型態而言，許多人長時間坐著或處在彎曲的姿勢，而坐式的生活方式將加速老化的過程，因為長期不從事身體活動會影響身體的柔軟度、肌力、耐力、肌肉神經協調作用、心臟與呼吸功能，伸直方向的伸展可拉到平時處於縮短狀態下的組織。兩手兩腳用力伸直除了拉筋外，是有可能牽引到附在筋旁的血管，促進血管的活動。保持規律運動，對身體各種功能確有極佳好處，對不適合作劇烈運動的心肺功能不佳患者，或者關節已有退化現象的中老年人，伸展運動的確是簡易可行的運動方法。不過，如果能逐漸增加轉身側彎方向的用力放鬆拉筋法，將可讓全身更多的肌肉群參與運動。

### 3.7 柔軟度

一般來說，柔軟性指的就是關節的可動範圍；柔軟度是指使四肢和軀幹充分伸展而無疼痛感的一種能力【56】。柔軟度好的人，其肢體的活動範圍較大，肌肉不易拉傷，關節也不易扭傷；若柔軟度不好，容易造成姿勢不良的問題，如下背痛、肩頸疼痛等。

柔軟度不但對某些運動技巧的執行相當重要，而且根據物理醫學及復健方面實施顯示，它對一個人的健康和體能也是相當重要，如柔軟性運動可以當作處方來解除經痛、一般的神經肌肉緊張和下背疼痛，對運動員而言，如果能維持令人滿意的柔軟度，對某種肌肉傷害的預防亦不無助益。此外，柔軟度可作為人體老化程度的一種指標，柔軟度愈好，代表身體狀況愈好。反之，柔軟度愈差，代表身體狀況愈差。

在身體結構上，限制柔軟度的因素有骨骼、肌肉、韌帶、肌腱和其他結締組織及皮膚【57】。其中骨骼的限制在於關節，如肘、膝之絞鏈關節，所有關節中關節囊和其他的肌肉是影響柔軟度的主要阻力，而剩下阻力則與肌腱和軟部組織有關。雖然柔軟度有這些阻力的限制，但是，柔軟度卻是可以藉運動來加以提高。根據運動科學理論，欲增加柔軟度有效運動的特色，便是給予關節附近有關的肌群伸展的刺激【52】。

### 3.8 超越年齡的設計

人從出生以後便開始漸漸成長，經由教育和訓練，各方面的能力也隨著增加，到了成人時，各方面的能力達到高峰，然後便會慢慢失去一些能力，到了中年以後，能力的喪失更快。當人逐漸年老時，身體的許多功能，包括神經系統都會減退。

如同身心障礙者，高齡者亦排斥被貼上特定的標籤，因此在產品的設計，應摒除對特定族群而設計。然而一般年輕人適用之產品，並非全然適用於高齡者，就市場利益而言，應發展為適用更多使用者的產品，才能擁有較廣泛的消費市場。

所以我們在設計產品時，應考慮到各年齡層使用者的需求，以克服因年齡的不同所造成的差異。通用設計便是一種超越年齡和肢體障礙的設計理念，以一種設計來滿足不同人或不同時空的需求。而傳統的產品設計則是以身體健全的年輕人為其預想的使用族群。由於高齡者的人口比例越來越多，能考量高齡者需求的產品，較能符合多數人的使用，因此年輕人適用的產品，老年人未必能適用，但是，只要是老年人適用的產品，年輕人一定也能適用【26】。這種「超越年齡設計」的產品除了較合乎經濟效益之外，在市場上的競爭力也較大。

Weigerb (1991) 將生命的過程分為 4 個階段：1. 成長期，2. 成熟平穩期，3. 功能衰弱期，4. 功能快速衰退期 (圖 1-4)。當人們到了第 3 階段時，便漸漸的依賴環境和產品的輔助，來克服功能上的衰退，例如助行器和增加握持力的用具等。這些輔助性的產品使得老年人在這個階段仍能保持獨立性，並能從事日常生活中的一般活動。到了第 4 階段(D 點之後)，身心上的重要功能開始快速地衰退，包括維持生活獨立性的能力。Pirkil (1994) 將這個 D 點定義為關鍵的轉戾點，而 D 點的開始年齡是因個人的能力衰退程度也會不同。

超越年齡的設計相當重視人類生命過程中的表現和適應能力的變化，同時考量青少年期，成人期和老年期時的需求，以增進人類更大的福祉。因此設計出來的產品能適合更多數人的使用，並能擴大老年人和一般能力較差者的獨立性範圍，並延後 D 點的到來，使得一個人的獨立期延伸，甚至延長其壽命【8】(圖 3-3)。

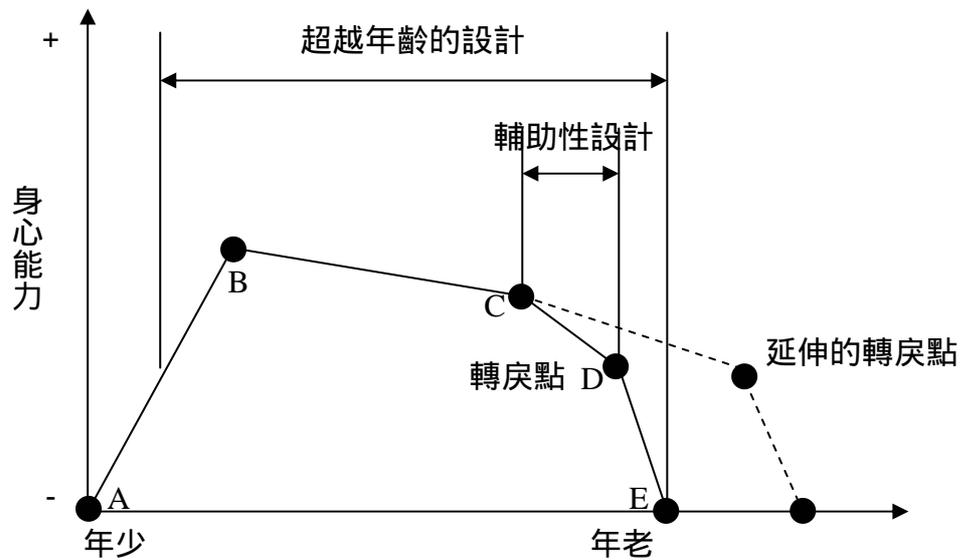


圖 3-4 超越年齡和能力的消長關係圖

而足部後身拉筋健康器材就是爲此而設計的。當然不限於老年人才可以使用，年輕人當然也可使用。

### 3.9 本章小結

目前國內針對高齡問題大都注重在醫療需求與福利政策，對於休閒方面卻較少爲人所重視，更何況是有關高齡者的休閒產品。有關這方面的問題幾乎都是醫療、社會、教育相關的學者專家在從事研究，鮮少從工業設計的角度切入，去探討這方面的問題，導致適合高齡者的休閒產品少之又少。再加上「商業」主義掛帥，高齡者相對於青少年是屬於少數族群，在「利益」考量下往往犧牲高齡者族群。因此，在加入 Universal Design 與超越年齡設計的觀念之後，除了考量高齡者需求的產品，也能符合多數人的使用，因爲年輕人適用的產品，老年人未必能適用，但是，只要是老年人適用的產品，年輕人一定也能適用。這種 Universal Design 與超越年齡設計的產品除了適合多數人使用與合乎經濟效益之外，在市場上的競爭力也較大。

因此本研究之後伸拉筋運動，主要針對高齡使用者，透過足部後腳根的拉筋運動，幫助體內細胞的活化，達到運動神經的作用，使高齡者在動作上更靈敏、思緒更清楚，

結合健身與醫療的概念，並考量大多數老年族群因「身體老化」的心理因素，而排斥運動的現象，達到從生理及心理防止老化的效果。

在現階段的研究當中，並無針對後伸拉筋提出相關的研究成果。本研究依據生心理與行為的模式中、初步觀察中發現，後伸拉筋確實在生心理產生舒緩與活化的行為反應，並因運動角度與時間的不同，影響老年人之足部舒緩對於生理與心理之效益。

經由文獻的整理、分析、歸納，定位出本研究之內容在了解高齡者生、心理之相互影響（圖 3-4）。因此本研究即透過實驗設計與感覺測度調查，來證明後伸拉筋對高齡者生理機能與心理感覺知性的影響。

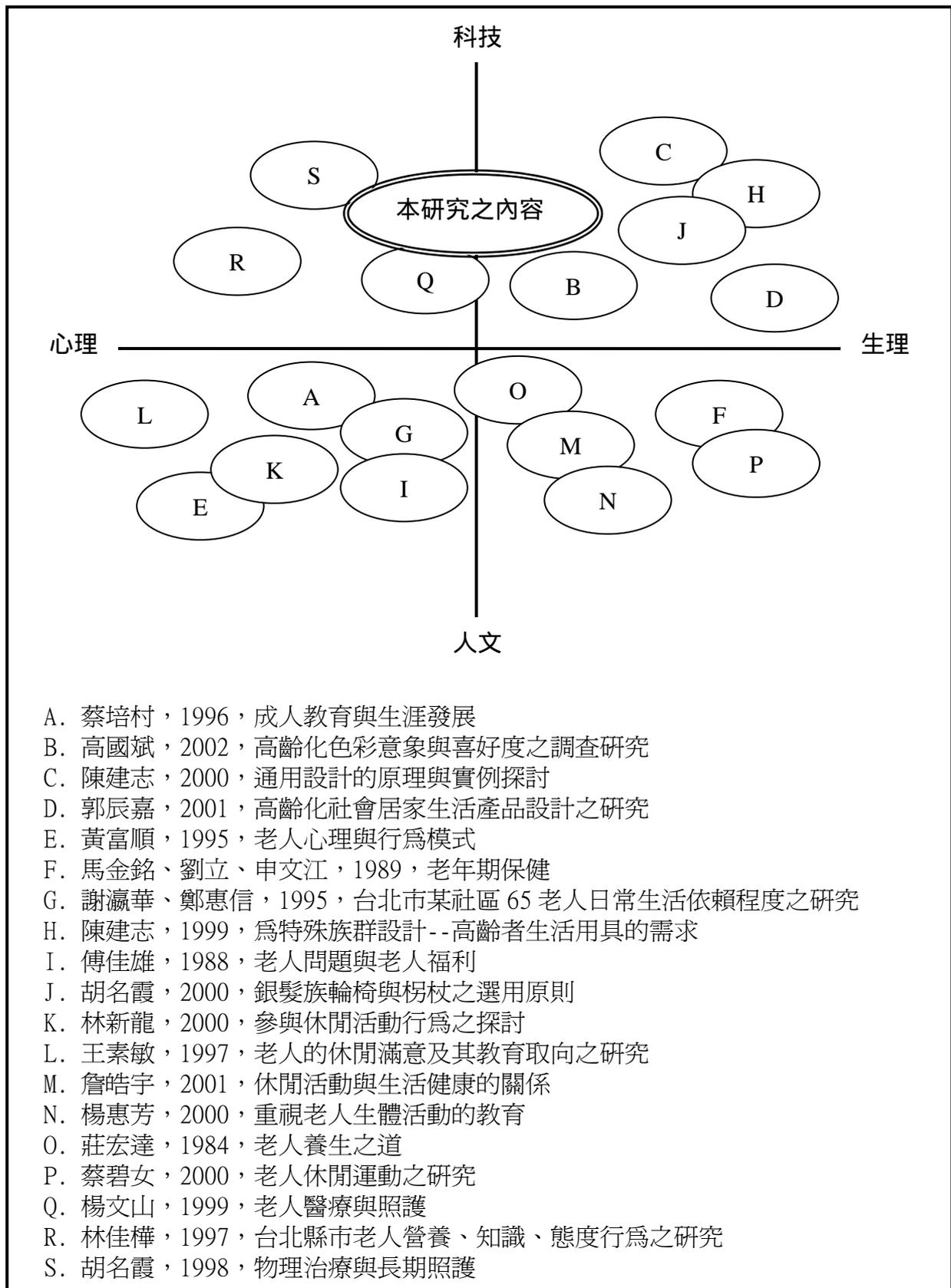


圖 3-4 國內現有相關高齡化研究領域分析比較與本研究定位

## 第四章、實驗內容

本實驗目標在於高齡者使用之後伸拉筋設計，從高齡者生活保健的角度著眼，整合高齡者相關問題及適度需求反應，並藉由設計技術的導入，提供高齡者適度活動與延遲身體機能退化的能力，並期達成有助於老人生活保健的價值與設計關懷的意義。

經由文獻探討之整理與歸納後，提出一適宜的實驗流程，有效的操控自變數（角度、時間的變化）、依變數（EMG值與EEG值）、控制變數（實驗環境）各項變數之間的相對應關係，排除其他外界的影響因素（對實驗流程的了解與使用上的習慣性），以求得實驗最佳結果。

### 4.1 實驗目的

本實驗之後伸拉筋運動，主要針對高齡使用者，透過足部後腳根的上下拉筋運動，幫助體內細胞的活化，達到運動神經的作用，使高齡者在動作上更靈敏、思緒更清楚，結合健身與醫療的概念，並考量大多數老年族群因「身體老化」的心理因素，而排斥運動的現象，達到從生理及心理防止老化的效果。故實驗目的的主要如下三點：

- （1）探討老年人在使用實驗模型做後伸拉筋運動的前後，對肌肉活動與腦波活動的實質效果，與感覺知性的差異。
- （2）探討老年人在使用實驗模型做後伸拉筋運動時，因實驗模型的仰角不同，對刺激肌肉活動、腦波活動與感覺知性的差異。
- （3）探討老年人在使用實驗模型做後伸拉筋運動時，因使用時間的不同，對刺激肌肉活動、腦波活動與感覺知性的差異。

### 4.2 實驗規劃

本實驗之受試者為55歲以上之中老年人，在參考相關之人因實驗與整個實驗時間的考量之後，取20名做為本實驗之受測者。研究者在實驗之前確認受試者的身體狀況，所

有受試者過去均沒有導致肢體功能異常之病史。

本實驗主要在了解後伸拉筋分別在角度與時間變化的差異上，探討生、心理的影響。因此，實測上分為受測角度與時間兩組變項作為實驗的主軸。

### 1.角度的界定：

角度的界定主要是依據康福仁所做實驗中，成年人腳踝屈曲的平均角度為 20 度，經本實驗依據 10 名受測者（表 4-1）所測之最大平均仰角為 26 度。因此，本實驗定義角度的定量差為 2 度，亦即 22、24、26 三種不同的傾斜仰角，並依此三個角度變項作為實驗之依據。

表4-1 前測之實驗數據

	脛骨前肌（小腿前）				腓腸肌（小腿後）				股直肌（大腿前）				股二頭肌（大腿後）			
	基準值	22度	24度	26度	基準值	22度	24度	26度	基準值	22度	24度	26度	基準值	22度	24度	26度
受測者 1	0.13	0.16	0.15	0.11	0.16	0.27	0.25	0.14	0.11	0.16	0.15	0.10	0.08	0.11	0.11	0.07
受測者 2	0.10	0.12	0.11	0.07	0.13	0.17	0.16	0.10	0.12	0.17	0.13	0.11	0.11	0.16	0.15	0.09
受測者 3	0.16	0.28	0.25	0.13	0.16	0.24	0.21	0.13	0.10	0.14	0.12	0.09	0.17	0.23	0.19	0.15
受測者 4	0.08	0.10	0.10	0.07	0.10	0.13	0.13	0.08	0.10	0.13	0.13	0.10	0.14	0.22	0.21	0.12
受測者 5	0.11	0.14	0.12	0.10	0.14	0.21	0.18	0.13	0.08	0.20	0.16	0.06	0.12	0.15	0.14	0.09
受測者 6	0.04	0.05	0.05	0.04	0.06	0.11	0.11	0.05	0.04	0.05	0.05	0.03	0.08	0.10	0.09	0.07
受測者 7	0.07	0.10	0.09	0.05	0.10	0.15	0.10	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.10	0.12	0.11	0.08
受測者 8	0.08	0.16	0.14	0.07	0.10	0.12	0.11	0.08	0.15	0.20	0.19	0.13	0.17	0.20	0.19	0.14
受測者 9	0.06	0.07	0.07	0.05	0.09	0.10	0.10	0.06	0.06	0.12	0.08	0.06	0.11	0.15	0.13	0.10
受測者 10	0.06	0.10	0.09	0.04	0.09	0.11	0.11	0.08	0.06	0.07	0.07	0.04	0.12	0.13	0.12	0.11

### 2.時間的界定：

本實驗使用之時間採用 30、40、50、60、70 秒五種不同的使用時間，來探討不同時間對受試者會產生何種不同的影響。

時間因素的實驗，將依照角度因素之實驗結果，進行單一角度的時間變數之實驗。若實驗結果為傾斜仰角 22 度時，對受測者的肌肉活動與腦波活動最有功效，則進行傾斜仰角 22 度的時間變數之實驗。因為在前測實驗發現，角度因素的影響大於

時間因素的影響，且角度太大易造成生理與心理上的負擔。

各組實驗，將進行足部肌肉之量測與腦波之測量

### 1. 足部肌肉之量測

根據Elble等人(1994)【58】與Mann等人(1979)【59】的研究發現，在跨步動作過程中，腓腸肌在跨步腳開始離地前會先停止原來之張力型收縮，同時脛骨前肌開始收縮；當跨步腳之脛骨前肌收縮逐漸變小後，跨步腳的腓腸肌隨後收縮。此時，站立腳的脛骨前肌、股直肌收縮；同時，跨步腳之脛骨前肌亦收縮，準備做出跨步動作。當跨步腳完全離地至再著地前，站立腳之股直肌持續收縮，站立腳的腓腸肌亦收縮；跨步腳的腓腸肌則在著地前開始收縮為著地做準備。之後進入跨步腳著地後至跨步腳完全著地期間，站立腳之脛骨前肌與股直肌持續做向心收縮，跨步腳的腓腸肌做離心收縮，以完成著地動作。

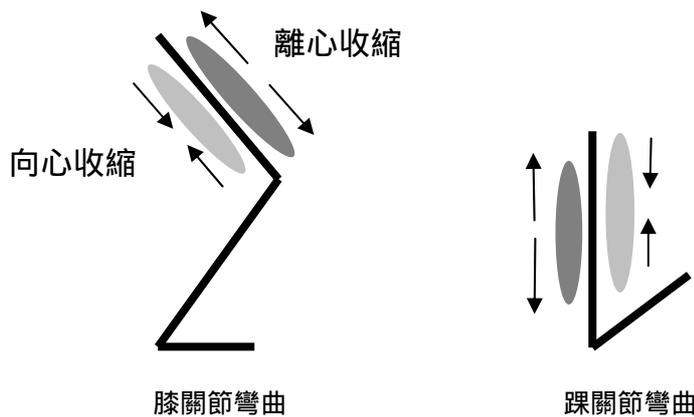


圖 4-1 膝關節、踝關節彎曲時大腿與小腿肌肉向心與離心之收縮圖例

本實驗所欲量測的肌肉群為腓腸肌、脛骨前肌、股直肌、股二頭肌(圖 4-2、圖 4-3)。這些肌肉為下肢主要作用肌群且皆為淺層肌肉，適合表面電極的肌電訊號收集，將肌電儀之電極片直接黏貼於受試者的淺層肌群上，即可偵測到肌肉活動電位的變化，並以此肌電訊號了解肌肉活動的程度。其中腓腸肌主要作用為踝關節處蹠曲足部，是走路、跑、跳不可或缺的肌肉；脛骨前肌主要作用為在踝關節處屈曲足部；股直肌主要作用為在膝關節處伸展小腿；股二頭肌主要作用在膝關節處屈曲小腿【60】。

透過肌電波的變化來觀察受測者皮膚下方的肌肉活動電位，進而得知中高齡者在作

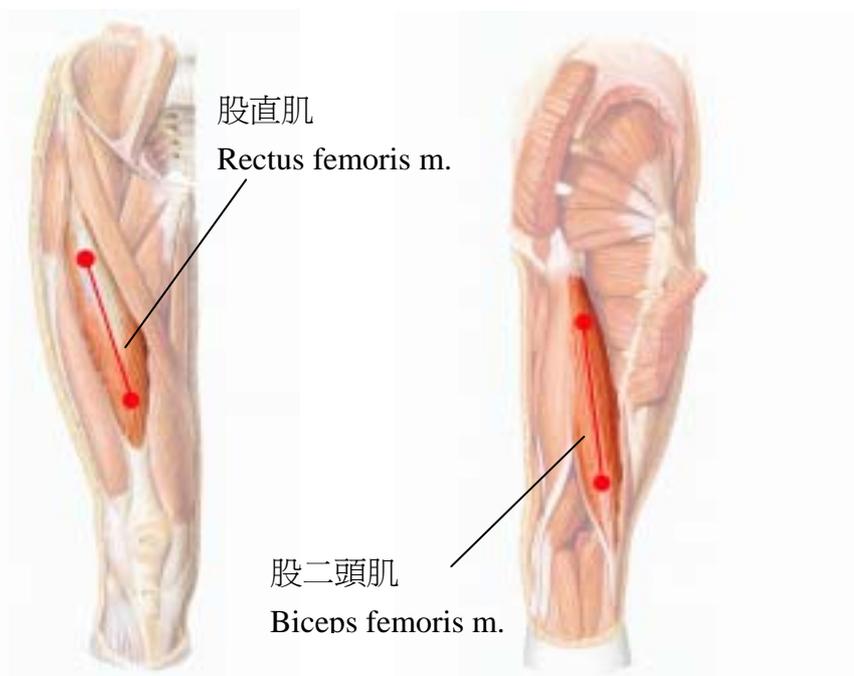
完後伸拉筋運動後的肌肉活動情形。



足部後視圖

足部前視圖

圖4-2 腓腸肌、脛骨前肌表面電極片黏貼位置圖



足部前視圖

足部後視圖

圖4-3 股直肌、股二頭肌表面電極片黏貼位置圖

## 2. 腦波之測量

一般來說，所謂的「 $\alpha$ 」波，是一種慢波，有別於快速的 $\beta$ 波。目前在世界各地的大醫院精神科中，都有運用激發 $\alpha$ 波的機器，治療精神疾病，譬如焦慮、緊張、不安等。所以， $\alpha$ 波的確與心靈的舒緩有關聯。

一般人的前額腦波屬於 $\beta$ 波，一種快波。如果經過放鬆與專注的訓練，將可轉變為較慢的 $\alpha$ 波。

人在一般情況下會出現 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\theta$ 三種波，若 $\theta$ 波出現的頻率較高，則表示這個人處於昏昏欲睡；若 $\beta$ 波出現的頻率較高，則表示這個人處於興奮、緊張；若 $\alpha$ 波出現的頻率較高，則表示這個人處於放鬆、集中。

本研究探討實行後伸拉筋運動前後之腦波活動的變化，是否由使用前頻率較高的 $\beta$ 波，變成使用後頻率較高的 $\alpha$ 波，達到放鬆、集中的狀態。

## 4.3 實驗變項

本實驗將從角度與時間這二個變項，來探討肌肉活動與腦波活動的差異。

(1) 自變項：角度與時間因素所引起的改變或是效果

**角度的界定：**22、24、26度三種不同的傾斜仰角。

**時間的界定：**30、40、50、60、70秒五種不同的使用時間。

(2) 依變項：自變項的變化所導致的變化的事項

依角度與時間的變化，使用模型做後伸拉筋運動後的腳部腓腸肌、脛骨前肌、股直肌、股二頭肌之 EMG 值與腦波之 EEG 值。

(3) 控制變項：控制自變項以外的其他有關影響因素（實驗設備、實驗模型、實驗環境、實驗流程），以便讓其他的相關因素能夠大致相同

所有受試者均於相同實驗場地進行各項實驗，且同樣使用相同的實驗模型、步行同樣的距離五公尺，來量取肌電訊號。肌電訊號量取完後，量取三分鐘的腦波訊號。

肌電訊號量取方面，本研究採用運動後，量取步行時的肌電訊號。受限於實驗儀器，所能量取的最大距離為六公尺，而依據資料【61】顯示，步行五公尺與步行十公尺所量取的肌電訊號是沒有差異的，故本實驗採用步行五公尺（實驗設備僅量測至五公尺）所量取的肌電訊號。

腦波訊號量取方面，本研究在步行完之後，進行一、三、五分鐘之腦波訊號量取，發現一分鐘之時間太短，所量取之數據不易分析，而五分鐘之時間過長，易使受測者感到疲倦，影響實驗數據，故選擇三分鐘為腦波訊號之測量時間（圖 4-4）。

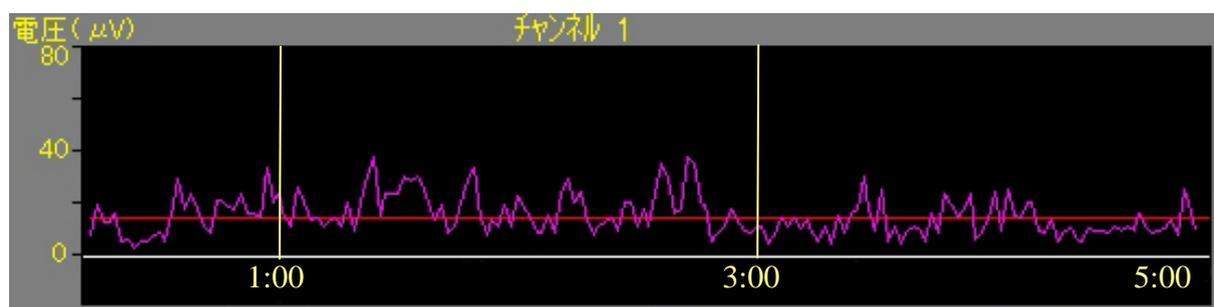


圖4-4 前測之腦波圖

再者，為了減少使用上習慣性問題，在進行量測之前，要求受試者先對實驗模型進行練習與了解，以去除實驗中不必要的影響，使實驗結果更具客觀性。

## 4.4 實驗方法

### 4.4.1 肌電儀量測

本實驗採用肌電儀量測受測者在使用實驗模型，實行後伸拉筋運動前後之足部肌肉活動的變化。肌電圖儀（EMG）就是將電極裝置於肌肉表面皮膚或肌肉內部，測量肌肉在活動時微弱的電流變化，並藉增幅器加以放大紀錄。從這種肌電波的變化可以得到以下資訊：

- (1) 衡量特定肌束的活動水準
- (2) 預測或識別肌肉的疲勞。

肌電圖所表現的變化，是一種經由運動神經纖維傳達至肌肉的神經衝動。一般而言，肌電圖的肌動波愈大，參與活動的運動單位就愈多，運動單位興奮的程度也愈高，故通常利用肌電圖可以推測局部肌肉活動的程度。

紀錄肌電圖的電極有兩種型式，一種是「針狀電極」（圖4-5），它是利用探針插入皮膚下的肌肉組織中，用以探測該肌肉甚或運動單位活動時的電極變化，通常用在醫學診斷和治療方面。針狀電極除了插刺會帶來疼痛外，由於消毒及專業處理能力之因素，也許會帶來意外感染，因此，在人因工程的研究上宜盡量避免。另一種稱為「表面電極」（圖4-6），這種電極板是用一種鍍上氯化銀的銀板，覆在皮膚的表面，並在銀板與皮膚表面之間塗上一種糊狀物（俗稱導電膏），測量皮膚下方肌肉的活動電位。用此方法所測得的肌電圖，實際上是許多運動單位的活動電位總合【62】。

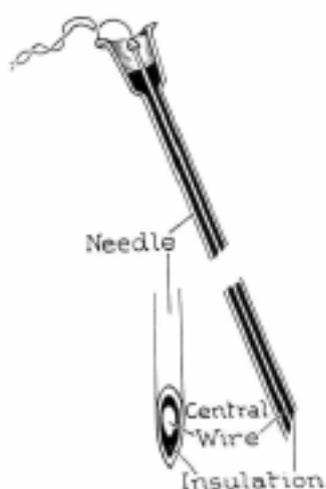


圖4-5 針電極



圖4-6 表面電極

本實驗採用「表面電極」，因為所欲量測的肌肉群腓腸肌、脛骨前肌、股直肌、股二頭肌皆為淺層肌肉，適合表面電極的肌電訊號收集，將肌電儀之電極片直接黏貼於受試者的淺層肌群上，即可偵測到肌肉活動電位的變化。

透過肌電波的變化來觀察受測者皮膚下方的肌肉活動電位，進而得知中高齡者在作完後伸拉筋運動後的肌肉活動情形。以 V 為單位，了解實驗前後肌肉之協調性，所謂肌肉協調性是指肌肉適宜而合理的用力；積分值則以  $mV^2$  為單位（積分方程式如下），

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} b^n \cos(a^n x), a \text{ 奇數}, 0 < b < 1, ab > 1 + \frac{3}{2}$$

以計算實驗前後之肌力值，所謂肌力值是指肌肉或肌群一次能發揮的最大力量，作為評量肌肉協調性與肌力值的好壞，藉以了解高齡者足部機能的活動能力。

本實驗之貼片係由鍍上氯化銀的表面電極片直接貼附於皮膚表面，藉以測量皮膚下方的肌肉活動電位的變化，所收集到的訊號即是所謂的肌電訊號，並以此肌電訊號了解肌肉活動的程度，由放大器直接連至電腦紀錄。另外，電極片貼附時須順著肌肉群的走向貼附，在欲量測的肌肉位置貼上成對的電極片。貼上表面電極片之前先以專用乳膏擦拭欲黏貼的肌肉位置，用來除去肌肉表面的雜污，提高量測時肌電訊號的準確性。又根據研究【63】顯示，將受試者慣用腳與非慣用腳所得之實驗數據分開處理，結果發現兩腳之肌肉活動型態並無明顯差異。因此本研究選擇受試者的右腳，將電極片黏貼於受試者右腳之上述肌群，以收集受試者在步行時上述肌群之肌電反應。

#### 4.4.2 腦波儀量測

醫學上已經證實，腦部的各種活動，包括思想、情緒、慾望等，都是電流與化學反應呈現出來的，透過腦波儀可測量出波形圖。根據研究所得，重要的腦部區域是前額，也就是大家的「額頭」部分，腦部之額葉區佔腦皮質面積41%，即在額頭部分，負責有關管制骨骼肌運動、人格、智慧、情緒表現、專注力、理性與創意【64】（圖4-7）。

當人類的腦子在思考某些事物、接受外部傳來的情報、刺激等情形時，所收集到由腦細胞所發出的微弱電波訊號即稱為腦波。依據頻率的不同，腦波大致分為下列四個頻段（表4-2）【65】：

Alpha (  $\alpha$  )：頻率為8-12Hz，一般正常人在處於安靜、身體放鬆、大腦休息的狀態下會出現這樣的週期波，是「意識與潛意識層面」之間的橋樑。

Beta (  $\beta$  )：頻率為12Hz以上，但一般很少高於50Hz。清醒及警覺時尤其明顯，也是邏輯思考、計算、推理時需要的波，屬於「意識層面」的波。

Theta (  $\theta$  )：頻率介於4-8Hz，在深睡作夢、深度冥想時特別明顯，屬於「潛意識層面」的波，許多的腦疾病患者，可以找到  $\theta$  波。

Delta ( $\delta$ )：頻率低於4Hz的腦波頻段，在一歲大嬰兒睡眠時，以及有嚴重器官性疾病的患者身上尤其明顯，屬於「無意識層面」的波。

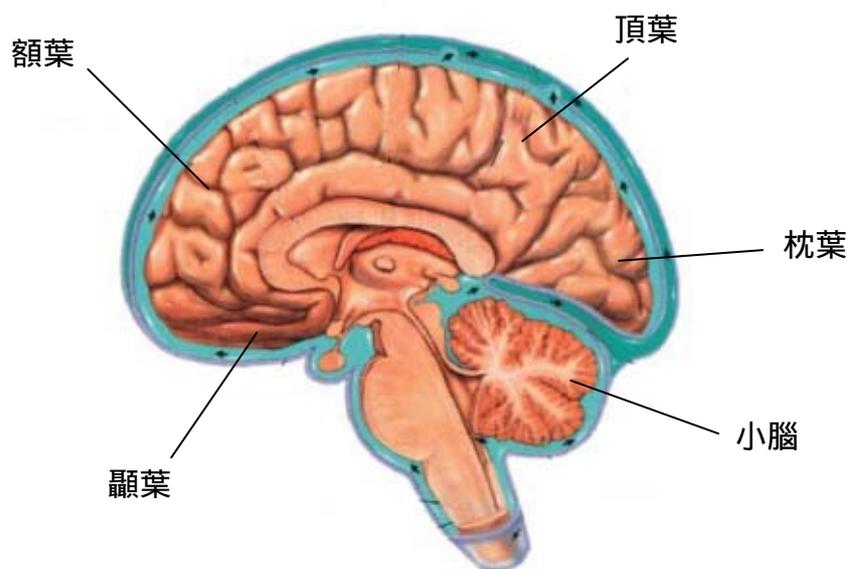


圖4-7 腦組織構造圖

表4-2 腦波的四個頻段、狀態、意識

Hz	0-4	4-8	8-12	12以上
腦波類別	$\delta$ 波	$\theta$ 波	$\alpha$ 波	$\beta$ 波
狀態	睡眠	昏昏欲睡	放鬆、集中	興奮、緊張
意識	無意識	潛意識	意識與潛意識	意識

本實驗採用腦波儀量測受測者在使用實驗模型，實行後伸拉筋運動前後之腦波活動的變化。本實驗所使用之腦波圖儀（EEG）是一具輕巧可攜帶式的腦波解析器。藉由感應器所測得的電極可以讀取到微弱的腦波訊號，再經由腦波解析裝置進行增幅處理，將資料轉換成棒狀或波狀的圖表，顯示在電腦的螢幕上。依照實驗目的，本研究所使用之腦波儀量測腦部組織的額葉區，藉以了解實行後伸拉筋運動前後之腦波活動的變化，是否由使用前頻率較高的 $\beta$ 波，變成使用後頻率較高的 $\alpha$ 波，達到放鬆、集中的狀態。

同樣的，將腦波儀之頭帶感應器戴在受試者的額頭上（圖4-8），即可偵測到腦波活

動電位的變化，以了解腦波活動的情況與程度，做為足部伸屈程度在腦部的情況。



圖4-8 腦波儀之頭帶感應器配戴位置

#### 4.4.3 感覺測度調查

受測者在使用實驗模型進行後伸拉筋運動時，因角度因素與時間因素之影響，對受測者舒適的感覺知性之心理反應會有所不同。故將受測者之感覺知性之程度予以量化，並採用Likert式量表，統計分析受測者舒適的感覺知性之差異。問卷將分成三個部分：

第一部份：受測者之基本資料

- (1) 性別：區別男性和女性之受測者，並探討性別對實驗結果與感覺知性的差異。
- (2) 身高、體重：身高、體重是否影響實驗結果。
- (3) 職業：職業對實驗結果與感覺知性的差異
- (4) 運動頻率：運動頻率是否影響實驗結果。

第二部分：後伸拉筋運動器材之使用情形

- (1) 使用環境：了解受測者若有這項產品，會在何種環境下使用，做為設計時之參考。
- (2) 使用時機：了解受測者若有這項產品，會在何種時機下使用，做為設計時之參考。

### 第三部份：感覺知性的差異

這部分的問卷設計將針對角度、時間、動態、靜態等因素之實驗步驟，進行腳步肌肉方面與腦部方面對舒適的感覺知性之差異。

一般來說，形容詞較能表達出人類的感受。因此，選擇出符合本實驗的語彙形容詞，本研究主要是探討舒適的感覺知性，在其測試量尺上，宜包含描述舒適的語詞以及舒適予人的詞彙，如此研究出的成果才有其效果與意義。

研究統整與分析現有調查之相關文獻，運用**文獻探討之研究方式進行**，歸納相關語彙形容詞，思考、簡化定義出具代表性、客觀性之語彙形容詞八個（表4-3）。

表4-3 研究使用調查之舒適的感覺知性形容詞

舒適的感覺知性形容詞8個	
在足部肌肉方面	舒暢的、放鬆的、柔軟的、靈活的
在腦部方面	精神集中的、清醒的、情緒穩定的、無壓力的

請受測者就問卷中的十六個大題，分別以自己的觀點，勾選本身對舒適之感覺知性的認知狀況。

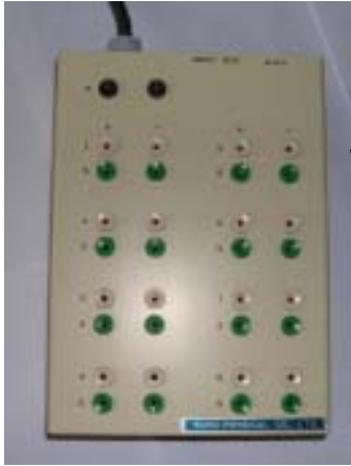
此問卷採用Likert五點尺度量表計分法，以正向項目分為五個計分層次「沒有感覺」=1分，「有一點感覺」=2分，「較有感覺」=3分，「非常有感覺」=4分，「感覺強烈」=5分，將部份的分數相加，分數愈高，表示對舒適感覺知性的滿意度愈高。

## 4.5 實驗儀器與設備

### I . 肌電儀 (EMG)

本研究之肌電儀設備如圖4-9：

1. PCI1800A/D 類比-數位訊號轉換器
2. JB-620J 八頻道的訊號接收器 (input box)
3. MEG-6108M八頻道增幅器控制台
4. 八個AB-610J高感度增幅器
5. 電極片八組 (電阻 $20\Omega$ )
6. 導電膏、清潔膏一條
7. 分析軟體以及週邊電腦設備一組



JB-620J 八頻道的  
訊號接收器 (input box)



八個 AB-610J 高感度增幅器  
MEG-6108M 八頻道增幅器控制台



PCI1800A/D 類比-數位訊號轉換器

圖4-9 肌電儀設備

## II. 腦波儀 (EEG)

本研究之腦波儀設備如圖4-10：

1. 腦波解析裝置
2. 感應器 (頭帶)
3. 分析軟體以及週邊電腦設備一組



感應器 (頭帶)



腦波解析裝置



圖4-10 腦波儀設備

### III. 實驗模型

目前市面上雖然有類似之產品，但是皆不足以做為本實驗之實驗模型，因此製作一模型符合本實驗之要求，本研究之實驗模型如下：

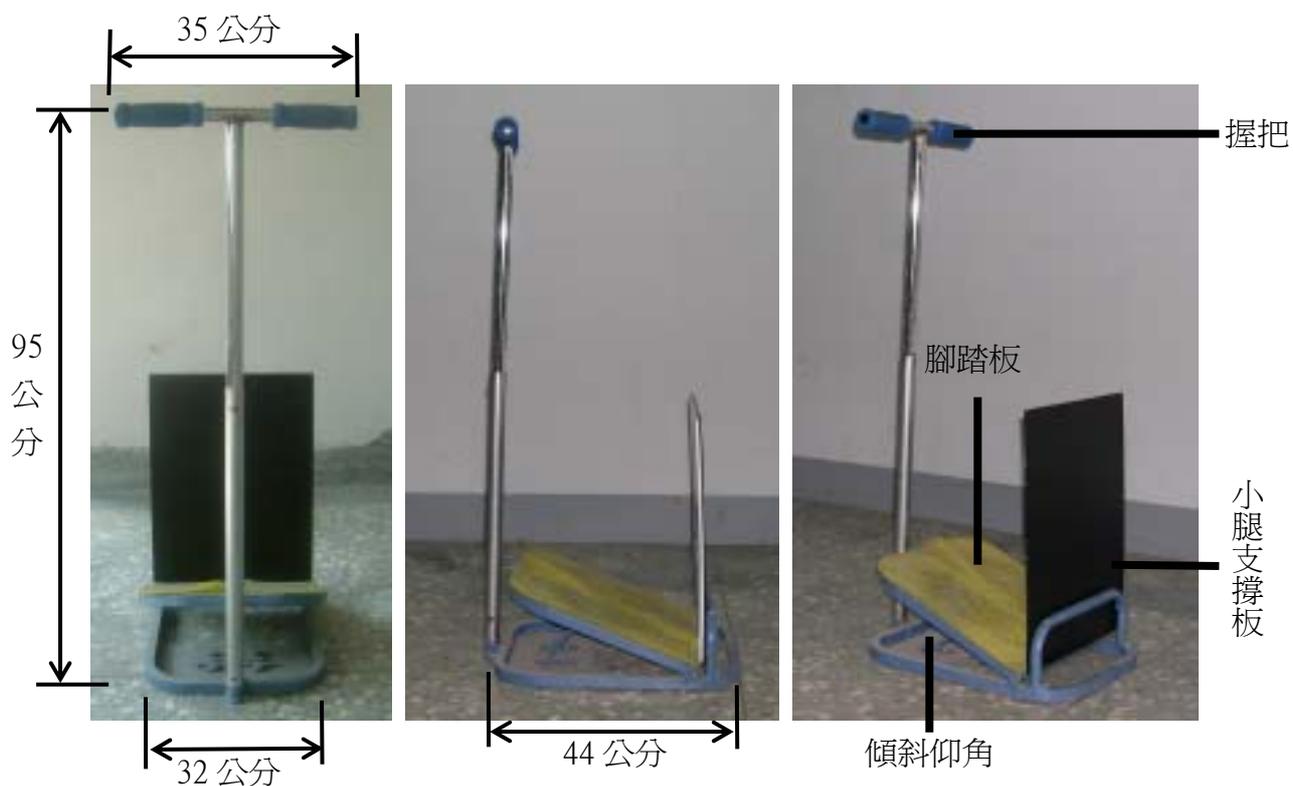
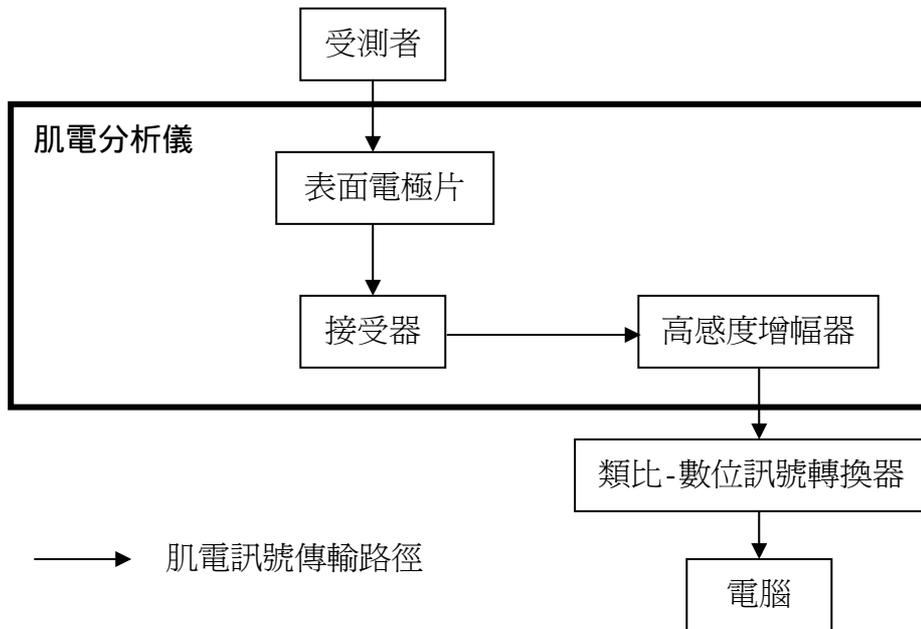


圖4-11 實驗模型

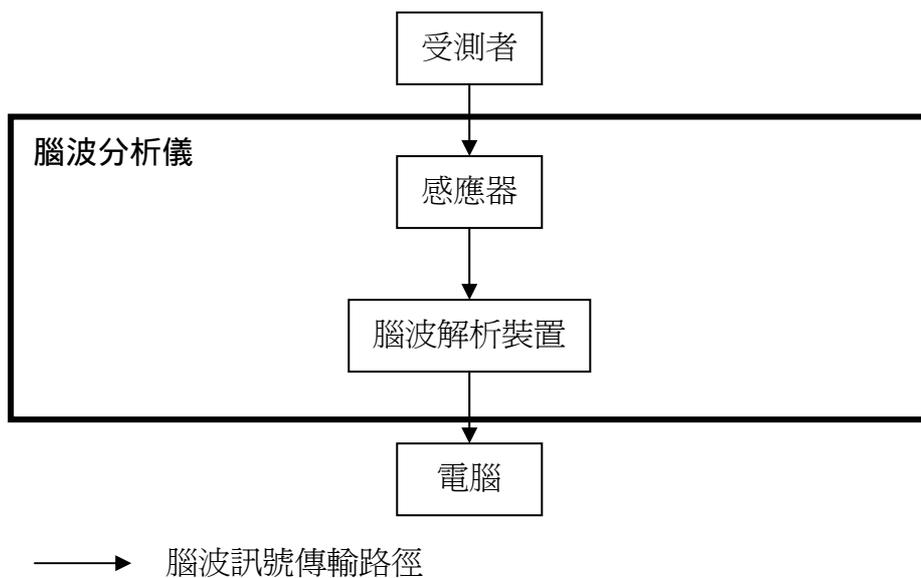
1. 握把：使受測者在進行實驗時，能有支撐的地方，增加其安全性。
2. 腳踏板：受測者站立之位置（32x35公分）。
3. 傾斜仰角：腳踏板與地面所形成之夾角。藉由不同的傾斜仰角，來探討不同角度對受試者會產生何種不同的影響。
4. 小腿支撐板：使受測者之腳踝屈曲角度，在實驗過程保持一致性。

#### IV. 量測流程圖

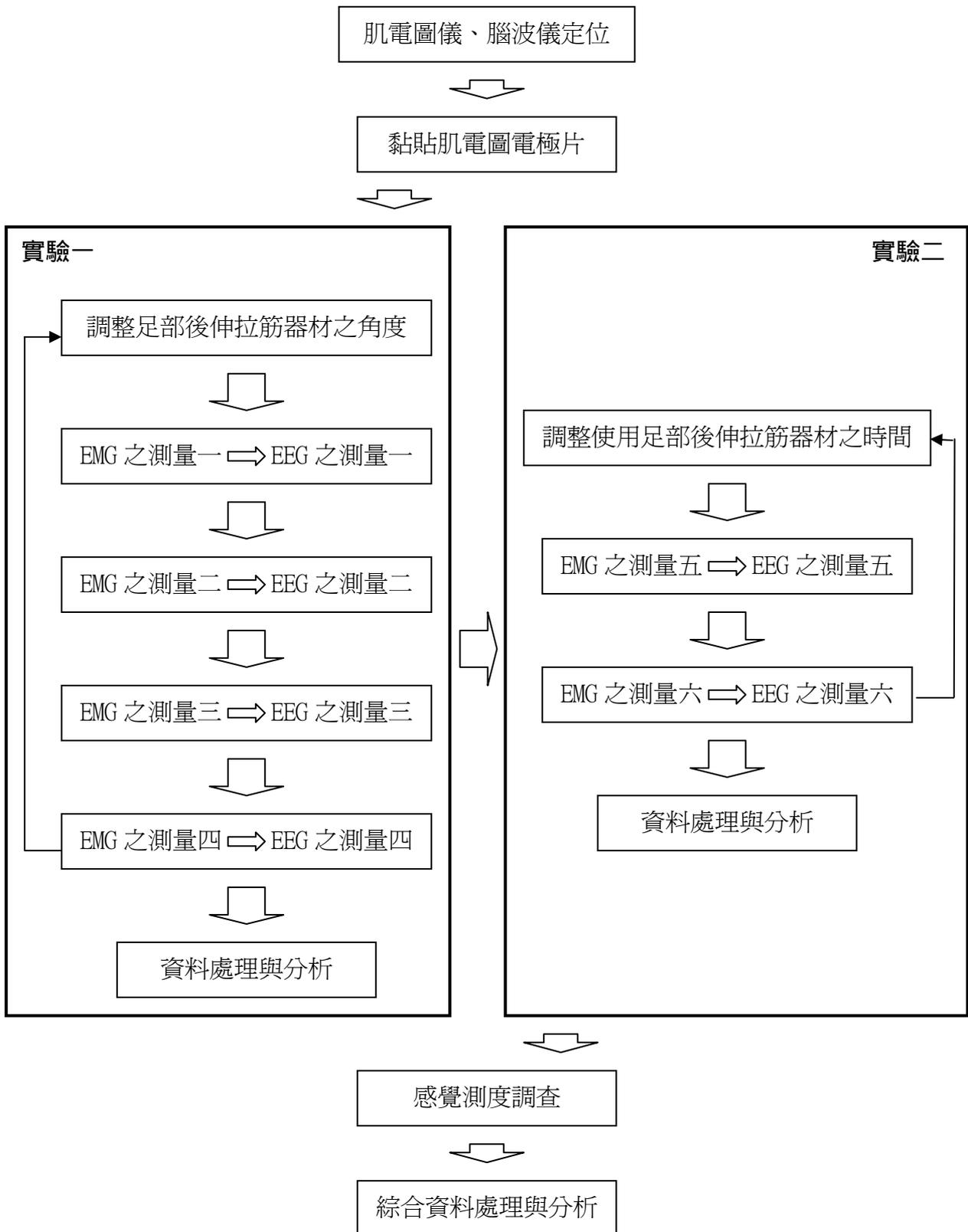
肌電儀實驗的儀器配置如下圖所示：



腦波儀實驗的儀器配置如下圖所示：



#### 4.6 實驗流程



#### 4.7 實驗步驟

- (1) 實驗流程介紹與建立受測者基本資料。
- (2) 檢查腦波圖儀是否定位。
- (3) 檢查肌電圖儀是否定位，並調整肌電圖儀之高感度增幅器的 Hi-cut( 1KHz ) Lo-cut ( 5Hz ) Sensitivity ( 1mV/V )。



圖4-12 高感度增幅器

- (4) 足部肌肉量測位置：

除去體表的毛髮，再以清潔膏清潔該區域，黏貼好後並用貼布固定之，以增加導電效果。體表肌電圖電極片黏貼於受試者的腓腸肌、脛骨前肌、股直肌、股二頭肌之肌腹（圖 4-13）。



圖 4-13 電極片黏貼位置圖

- (5) 調整足部後伸拉筋器材之角度為 22、24、26 度。

(6) EMG、EEG 之測量一（基準值之測量）

受測者步行五公尺，收集其體表之肌電圖訊號（圖 4-14）。步行完之後，將腦波感應器帶在受測者的頭上，測量三分鐘之腦波圖訊號。



圖 4-14 受測者步行示意圖

測量主要是了解受測者尚未做後伸拉筋運動時的肌電訊號（EMG）與腦波訊號（EEG），做為 EMG 之測量二、三、四的基準值與 EEG 之測量二、三、四的基準值，以比較測量二、三、四在不同運動狀態之後伸拉筋運動，對提昇肌肉協調性、肌力值與  $\alpha$  波之差異。

(7) EMG、EEG 之測量二（未使用實驗模型做後伸拉筋運動之測量）

受測者自行做後伸拉筋之運動 20 次（圖 4-15），再步行五公尺，收集其體表之肌電圖訊號。步行完之後，將腦波感應器帶在受測者的頭上，測量三分鐘之腦波圖訊號。



圖 4-15 受測者自行做後伸拉筋運動示意圖

依據資料【47、66】顯示，踝關節運動一次的運動量為 20 次最佳，故本實驗採用運動 20 次所量取的肌電訊號。

本測量主要是了解受測者未使用實驗模型做後伸拉筋運動時的肌電訊號與腦

波訊號，和 EMG 之測量三、四與 EEG 之測量三、四做比較。

(8) EMG、EEG 之測量三（使用模型之動態後伸拉筋運動之測量）

受測者站在實驗器材上做後伸拉筋之運動 20 次（圖 4-16），再步行五公尺，收集其體表之肌電圖訊號。步行完之後，將腦波感應器帶在受測者的頭上，測量三分鐘之腦波圖訊號。



圖 4-16 受測者站在實驗器材上做後伸拉筋運動示意圖

本測量主要是了解受測者在動態的情況下，使用實驗模型做後伸拉筋運動時的肌電訊號與腦波訊號，和 EMG 之測量二、四與 EEG 之測量二、四做比較。

(9) EMG、EEG 之測量四（使用模型之靜態後伸拉筋運動之測量）

受測者站在實驗器材上，靜止持續 60 秒（圖 4-17），再步行五公尺，收集其體表之肌電圖訊號。步行完之後，將腦波感應器帶在受測者的頭上，測量三分鐘之腦波圖訊號。



圖 4-17 受測者站在實驗器材上靜止持續 60 秒示意圖

依據測量二與測量三，受測者在做後伸拉筋運動 20 次所花費的平均時間為 60 秒，故本實驗採用運動 60 秒所量取的肌電訊號。

本測量主要是了解受測者在靜態的情況下，使用實驗模型做後伸拉筋運動時的肌電訊號與腦波訊號，和 EMG 之測量二、三與 EEG 之測量二、三做比較。

(10) 重複 (5) ~ (9) 之步驟，測量在另外二個角度時，做後伸拉筋運動時的肌電訊號與腦波訊號。

(11) 角度因素實驗結果之資料處理與分析

本實驗採用 t 檢定分別對於腓腸肌、脛骨前肌、股直肌、股二頭肌在不同角度時，EMG 與 EEG 之測量二與一、三與一、四與一之差異是否達顯著水準 ( $P < 0.01$ ；以統計的觀點來看，一般採用 0.05，而本研究採用 0.01，以更嚴格的態度檢定實驗數據)。即，對提昇肌肉協調性、肌力值與  $\alpha$  波是否有功效。

因為樣本數為 20，屬於小樣本，故採用 t 檢定 (樣本數小於 30) 來作為本實驗之統計分析。統計分析出 t 值後，將其轉換成 p 值，以利檢定是否達顯著水準。

(12) 根據角度變化因素所得之實驗結果，再進行時間變化因素之實驗。

(13) 調整使用足部後伸拉筋器材之時間為 n=30、40、50、60、70 秒。

(14) EMG、EEG 之測量五 (使用模型之動態後伸拉筋運動之測量)

受測者站在實驗器材上做後伸拉筋之運動 n 秒 (圖 4-16)，再步行五公尺，收集其體表之肌電圖訊號。步行完之後，將腦波感應器帶在受測者的頭上，測量三分鐘之腦波圖訊號。

本測量主要是了解受測者在動態的情況與不同的使用時間之下，使用實驗模型做後伸拉筋運動時的肌電訊號與腦波訊號，和其他不同的使用時間所測得的實驗數據做比較。

(15) EMG、EEG 之測量六 (使用模型之靜態後伸拉筋運動之測量)

受測者站在實驗器材上，靜止持續 n 秒 (圖 4-17)，再步行五公尺，收集其體表之肌電圖訊號。步行完之後，將腦波感應器帶在受測者的頭上，測量三分鐘之腦波圖訊號。

本測量主要是了解受測者在靜態的情況與不同的使用時間之下，使用實驗模

型做後伸拉筋運動時的肌電訊號與腦波訊號，和其他不同的使用時間所測得的實驗數據做比較。

(16) 重複 (13) ~ (15) 之步驟，測量在另外四個使用時間時，做後伸拉筋運動時的肌電訊號與腦波訊號。

(17) 時間因素實驗結果之資料處理與分析 (與步驟 11 採用同樣之統計方法)

(18) 感覺測度調查

透過問卷調查，了解受測者在角度因素與時間因素下，使用實驗模型做後伸拉筋運動之感覺知性的心理反應。

本問卷之統計分析採用單因子變異數分析，了解受測者心理感覺知性的差異。統計數值的顯著水準以 $p < 0.01$ 。

(19) 綜合 (11)、(17)、(18) 之資料處理與分析，整合受測者生 (實驗) 心 (問卷) 理之反應，得到一最終的研究結果。

## 4.8 實驗分析項目

以敘述性統計（平均數及標準差）分析所有受試者之基本資料。

以相依樣本t檢定來考驗腓腸肌、脛骨前肌、股直肌、股二頭肌之EMG值與腦波之EEG值的生理差異情形。所謂相依樣本是指，只有一組受測者，採重複量數設計方式，讓同一組受測者重複接受不同的實驗處理，然後讓同一組受測者接受實驗處理之前後測，因為是同一組受測者，在不同處理的反應中會有某種程度的關聯，此種樣本設計，稱為相依樣本。

單因子變異數分析中，將關係性強之因子抽出，相互之間進行比較分析，探討因素間之影響顯著性程度關係，了解受測者心理感覺知性的差異。所謂單因子變異數分析是要判定某一個應變數是否和另一個含有n種處理自變數相關。

本研究資料藉由 Excel、SPSS 統計軟體進行統計分析，所有統計數值的顯著水準均以 $p < 0.01$ 。

## 第五章、實驗數據與問卷調查之分析

本研究目的主要在探討高齡者在做後伸拉筋運動時，在不同的角度與使用時間下之肌電活動與腦波活動的狀態，用以了解在何種角度與使用時間下，對提昇受測者肌肉協調性與肌力值以及腦波之 $\alpha$ 波是最有功效的；並配合感覺測度調查，了解受測者對舒適的心理感覺知性差異。因此，本研究主要分成：

- (1) 後伸拉筋運動因受測角度變化在肌肉效能與腦部狀態之異性分析。
- (2) 後伸拉筋運動因使用時間變化在肌肉效能與腦部狀態之異性分析。
- (3) 後伸拉筋運動因感覺測度調查在舒適的心理感覺知性之異性分析。

### 5.1 受試者基本資料

本實驗之受試者為55歲以上之中老年人，其中男性12名，女性8名，計20名。實驗開始前讓受測者熟悉實驗的環境與程序，進行實際的實驗測試（年齡、身高、體重等）（表5-1）。

表5-1 受試者基本資料

	總人數（20位）		男（12位）		女（8位）	
	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差
年齡	60.55	5.65	62.25	5.79	58.00	4.33
身高	162.75	6.69	167.25	4.51	156.00	2.34
體重	63.70	9.90	69.42	7.58	55.13	6.03

### 5.2 角度變化之實驗數據整理與分析

根據王北宏的研究【67】，肌電訊號的原始數值是評估肌肉協調性的最佳指標；而積分後的肌電訊號則是評估肌肉力量的最佳肌電訊號指標。因為將處理過之肌電訊號積

分後，所得到的積分值最接近肌力做功的值，因此最常被拿來討論肌力的使用情況。因此本實驗採用肌電圖的原始數值來評估肌肉協調性的指標；採用積分肌電圖來作為肌力討論的指標。

本研究採用相依樣本之 t 檢定的統計方法，進行各參數的差異檢定，若顯著性  $p < 0.01$  表示達顯著水準。以下就是各個肌肉與  $\alpha$  波做 t 檢定分析的結果：

### 5.2.1 肌肉協調性之分析

本研究定顯著差異水準為 0.01（以統計的觀點來看，一般採用 0.05，而本研究採用 0.01，以更嚴格的態度檢定實驗數據）；

\*表差異值為負，對提昇肌肉協調性的功效為負，即在此狀態的後伸拉筋運動會對肌肉造成運動傷害或易造成肌肉疲勞。

- A. 為測量二與測量一，即未使用模型之後伸拉筋運動與基準值肌肉協調性之差異；
- B. 為測量三與測量一，即使用模型之動態後伸拉筋運動與基準值肌肉協調性之差異；
- C. 為測量四與測量一，即使用模型之靜態後伸拉筋運動與基準值肌肉協調性之差異。

(1) 脛骨前肌：主要作用為在踝關節處屈曲足部

表 5-2 不同角度對脛骨前肌之協調性的影響

	22 度		24 度		26 度	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
A	3.6136	0.0018	3.6136	0.0018	3.6136	0.0018
B	4.5418	0.00022	3.9728	0.0008	*	*
C	4.4992	0.00025	4.1821	0.0005	*	*

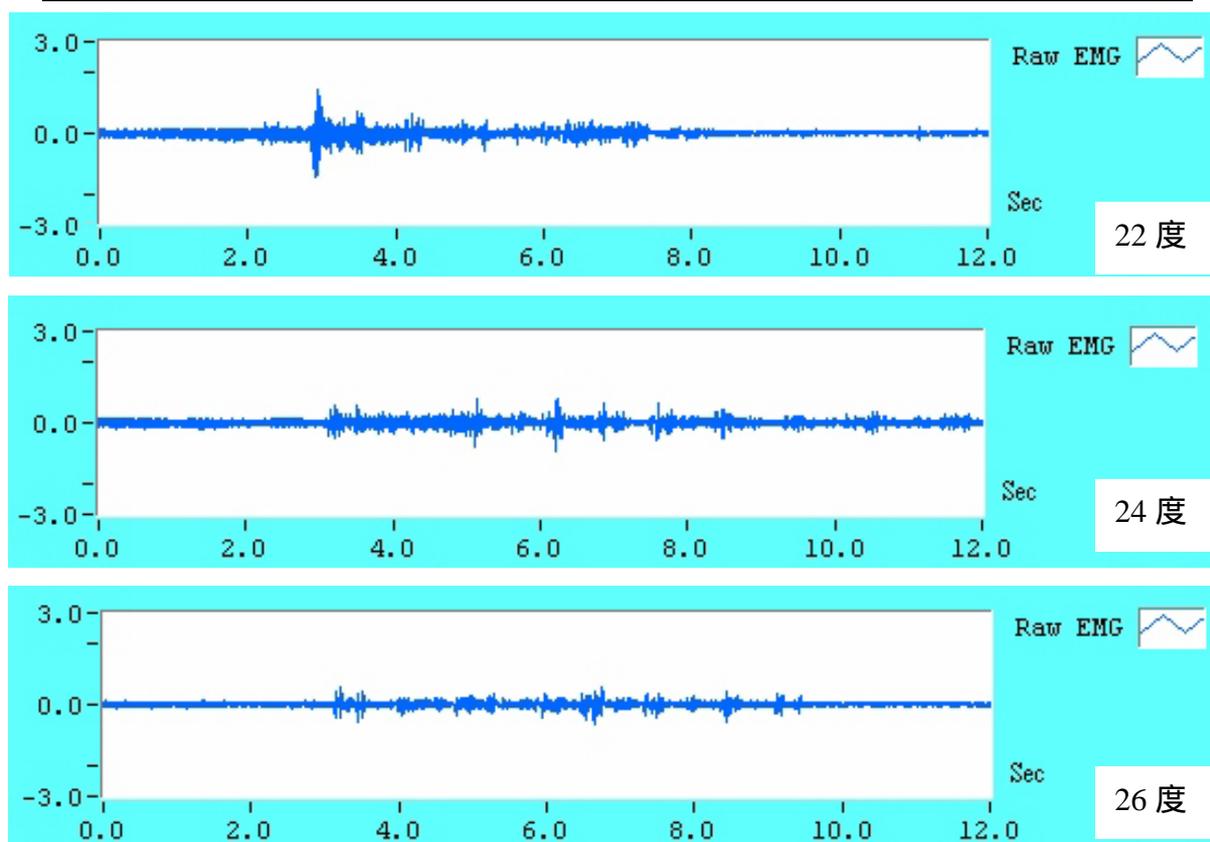


圖 5-1 脛骨前肌於 22、24、26 三種角度肌肉協調性的肌電訊號

由表 5-2 之資料分析可以了解，實驗模型角度為 22 與 24 度時，做後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌的協調性是有功效的，而實驗模型角度為 26 度時，做後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌的協調性來說不但沒有功效反而是負擔；由圖 5-1 可以了解，肌電訊號在 22 度時振幅較大，表示脛骨前肌在 22 度時提昇其肌肉協調性較佳。

另一方面，當受測者做測量三（動態）之後伸拉筋運動，比做測量四（靜態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌的協調性更有功效。

(2) 腓腸肌：主要作用為踝關節處蹠曲足部

表 5-3 不同角度對腓腸肌之協調性的影響

	22 度		24 度		26 度	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
A	5.4015	0.00003	5.4015	0.00003	5.4015	0.00003
B	5.1110	0.00006	4.4990	0.00025	*	*
C	5.3133	0.00004	4.9203	0.000094	*	*

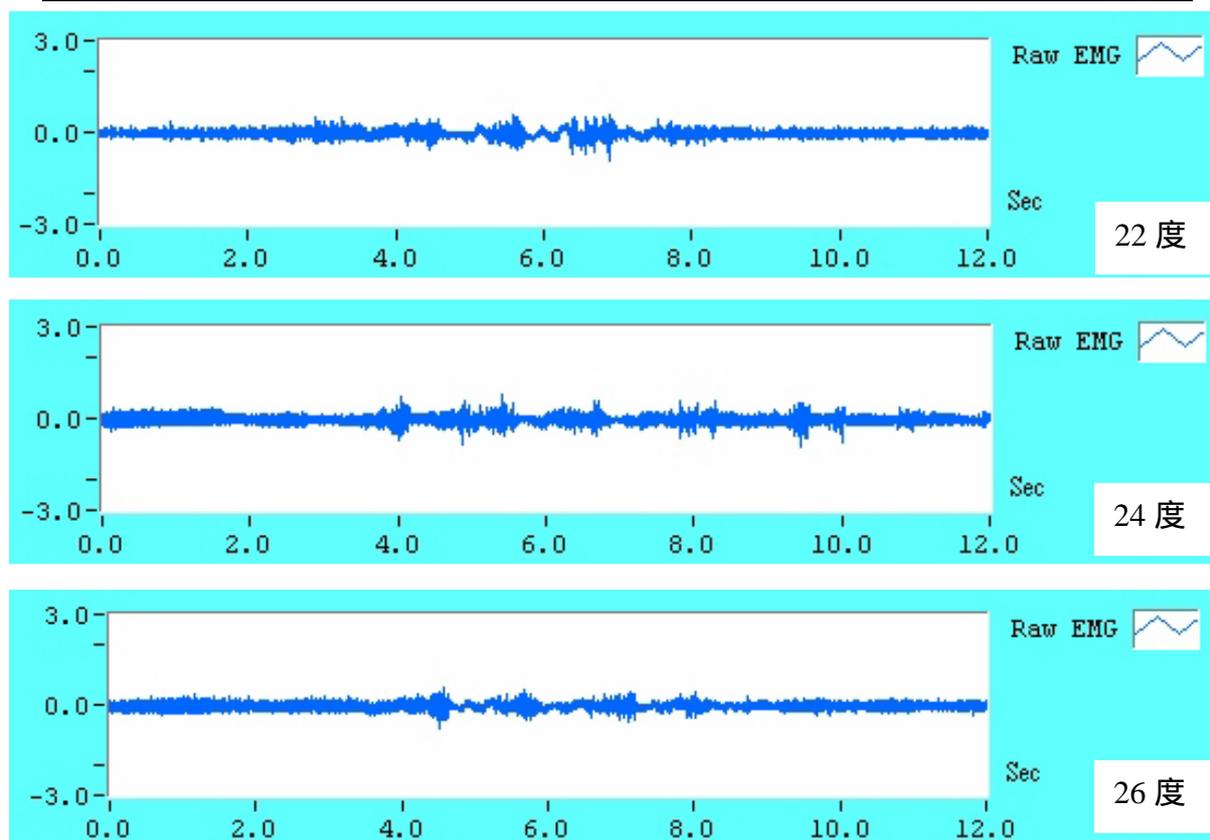


圖 5-2 腓腸肌於 22、24、26 三種角度肌肉協調性的肌電訊號

由表 5-3 之資料分析可以了解，實驗模型角度為 22 與 24 度時，做後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌的協調性是有功效的，而實驗模型角度為 26 度時，做後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌的協調性來說不但沒有功效反而是負擔；由圖 5-2 可以了解，肌電訊號在 22 度時振幅較大，表示腓腸肌在 22 度時提昇其肌肉協調性較佳。

另一方面，當受測者做測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，比做測量三（動態）、測量四（靜態）之後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌的協調性更有功效。

(3) 股直肌：主要作用為在膝關節處伸展小腿

表 5-4 不同角度對股直肌之協調性的影響

	22 度		24 度		26 度	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
A	5.0210	0.00007	5.0210	0.00007	5.0210	0.00007
B	6.8756	0.000001	5.8716	0.000012	*	*
C	7.8235	0.0000005	6.0764	0.000008	*	*

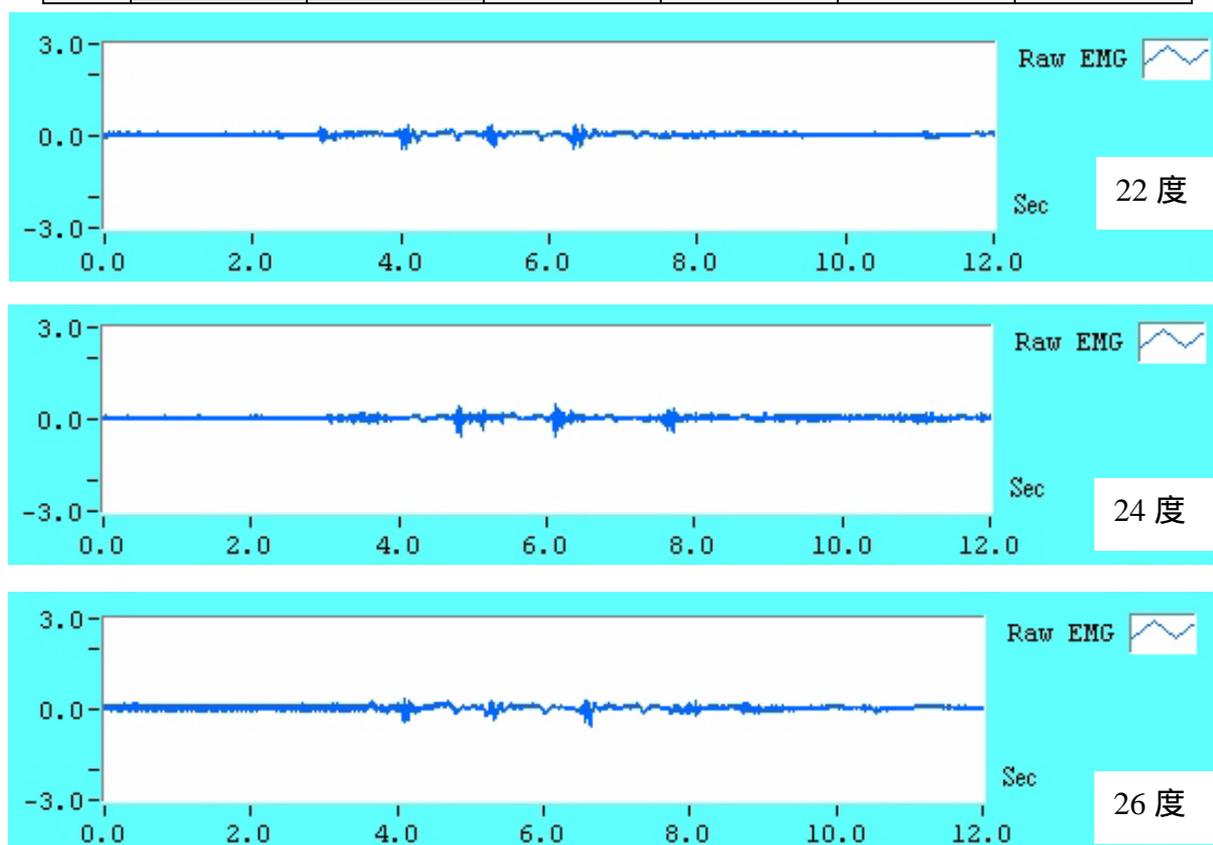


圖 5-3 股直肌於 22、24、26 三種角度肌肉協調性的肌電訊號

由表 5-4 之資料分析可以了解，實驗模型角度為 22 與 24 度時，做後伸拉筋運動，對提昇股直肌的協調性是有功效的，而實驗模型角度為 26 度時，做後伸拉筋運動，對提昇股直肌的協調性來說不但沒有功效反而是負擔；由圖 5-3 可以了解，肌電訊號在 22 度時振幅較大，表示股直肌在 22 度時提昇其肌肉協調性較佳。

另一方面，當受測者做測量四（靜態）之後伸拉筋運動，比做測量二（未使用實驗模型）、測量三（動態）之後伸拉筋運動，對提昇股直肌的協調性更有功效。

(4) 股二頭肌：主要作用在膝關節處屈曲小腿

表 5-5 不同角度對股二頭肌之協調性的影響

	22 度		24 度		26 度	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
A	4.3378	0.00036	4.3378	0.00036	4.3378	0.00036
B	4.9733	0.00008	4.5636	0.00021	*	*
C	5.6690	0.000018	4.8123	0.00012	*	*

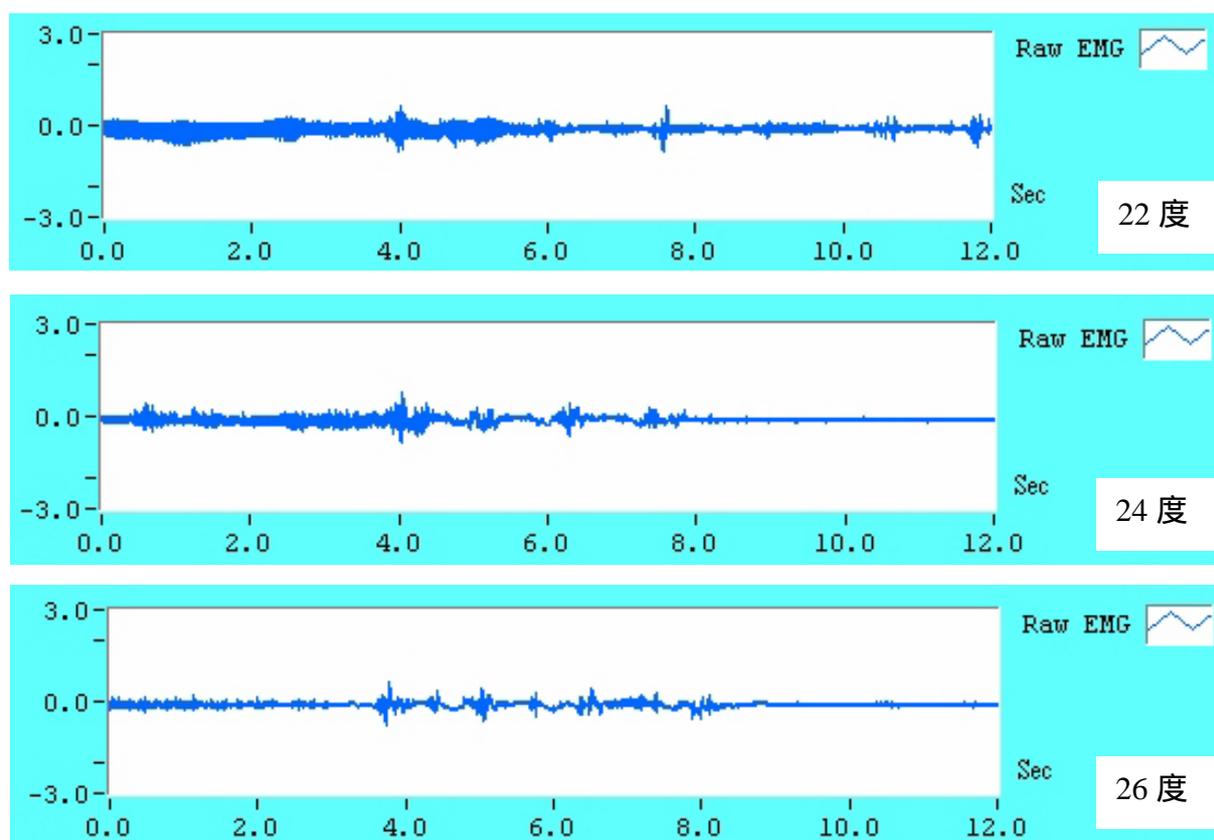


圖 5-4 股二頭肌於 22、24、26 三種角度肌肉協調性的肌電訊號

由表 5-5 之資料分析可以了解，實驗模型角度為 22 與 24 度時，做後伸拉筋運動，對提昇股二頭肌的協調性是有功效的，而實驗模型角度為 26 度時，做後伸拉筋運動，對提昇股二頭肌的協調性來說不但沒有功效反而是負擔；由圖 5-4 可以了解，肌電訊號在 22 度時振幅較大，表示股二頭肌在 22 度時提昇其肌肉協調性較佳。

另一方面，當受測者做測量四（靜態）之後伸拉筋運動，比做測量二（未使用實驗模型）、測量三（動態）之後伸拉筋運動，對提昇股二頭肌的協調性更有功效。

由表 5-2、5-3、5-4、5-5 與圖 5-1、5-2、5-3、5-4 之資料分析可以了解，實驗模型角度為 22 與 24 度時，做後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌的協調性是有功效的，其中又以 22 度時最為顯著（表 5-6）；而實驗模型角度為 26 度時，做後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌的協調性來說不但沒有功效反而是負擔。

表 5-6 不同角度對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之協調性的比較

脛骨前肌	腓腸肌	股直肌	股二頭肌
22 > 24 > 26	22 > 24 > 26	22 > 24 > 26	22 > 24 > 26

另一方面，當受測者做測量三（動態）之後伸拉筋運動，比做測量四（靜態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌的協調性更有功效；當受測者做測量二之後伸拉筋運動，比做測量三、測量四之後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌的協調性更有功效；當受測者做測量四之後伸拉筋運動，比做測量三、測量二之後伸拉筋運動，對提昇股直肌、股二頭肌的協調性更有功效（表 5-7）。

表 5-7 動態與靜態的後伸拉筋運動  
對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之協調性的比較

脛骨前肌	腓腸肌	股直肌	股二頭肌
B > C > A	A > C > B	C > B > A	C > B > A

### 5.2.2 肌力值之分析

顯著差異水準為 0.01；

\*表差異值為負，對提昇肌肉協調性的功效為負，即在此狀態的後伸拉筋運動會對肌肉造成運動傷害或易造成肌肉疲勞。

- A. 為測量二與測量一，即未使用模型之後伸拉筋運動與基準值肌力值之差異；
- B. 為測量三與測量一，即使用模型之動態後伸拉筋運動與基準值肌力值之差異；
- C. 為測量四與測量一，即使用模型之靜態後伸拉筋運動與基準值肌力值之差異。

(1) 脛骨前肌：主要作用為在踝關節處屈曲足部

表 5-8 不同角度對脛骨前肌之肌力值的影響

	22 度		24 度		26 度	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
A	5.5189	0.000025	5.5189	0.000025	5.5189	0.000025
B	8.1948	0.0000004	6.6533	0.000002	*	*
C	5.5420	0.000024	6.3642	0.0000045	*	*

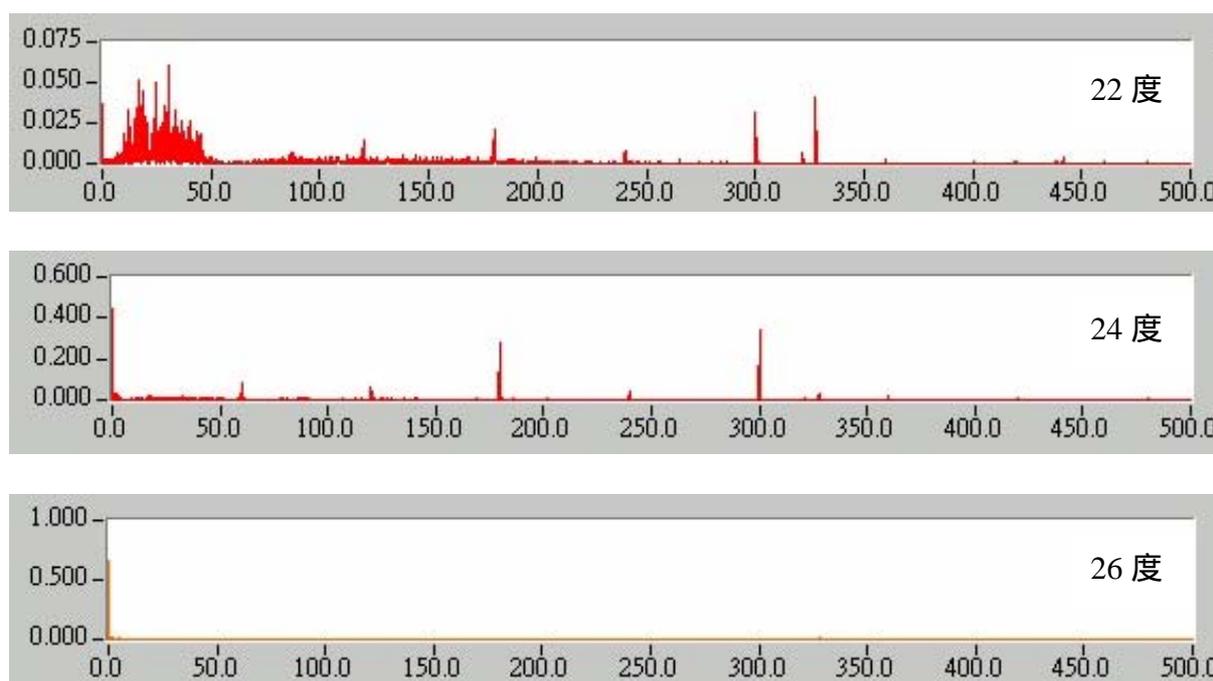


圖 5-5 脛骨前肌於 22、24、26 三種角度肌力值的肌電訊號

由表 5-8 之統計分析資料可以了解，實驗模型角度為 22 與 24 度時，做後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌的肌力值是有功效的，而實驗模型角度為 26 度時，做後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌的肌力值來說不但沒有功效反而是負擔；由圖 5-5 可以了解，肌電訊號在 22 度時積分值較大，表示脛骨前肌在 22 度時提昇其肌力值較佳。

另一方面，當受測者做測量三（動態）之後伸拉筋運動，比做測量四（靜態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌的肌力值更有功效。

(2) 腓腸肌：主要作用為踝關節處蹠曲足部

表 5-9 不同角度對腓腸肌之肌力值的影響

	22 度		24 度		26 度	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
A	5.0815	0.000066	5.0815	0.000066	5.0815	0.000066
B	5.7012	0.000016	5.4300	0.00003	*	*
C	6.2213	0.000057	5.4823	0.000027	*	*

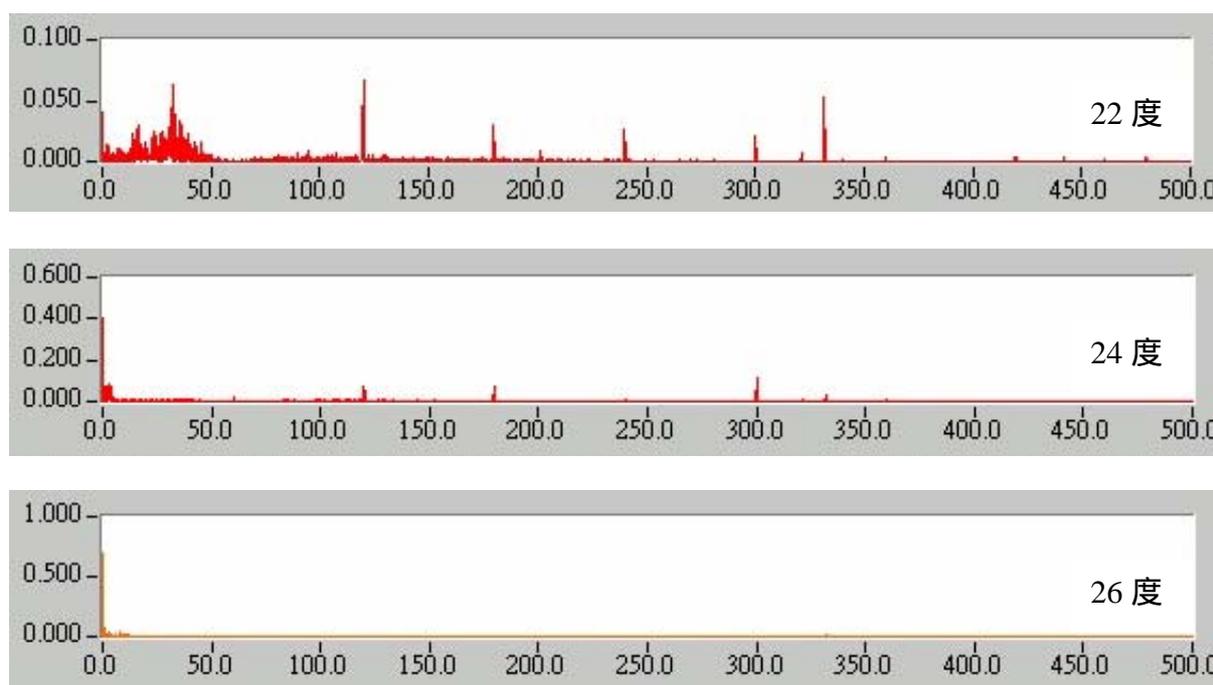


圖 5-6 腓腸肌於 22、24、26 三種角度肌力值的肌電訊號

由表 5-9 之統計分析資料可以了解，實驗模型角度為 22 與 24 度時，做後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌的肌力值是有功效的，而實驗模型角度為 26 度時，做後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌的肌力值來說不但沒有功效反而是負擔；由圖 5-6 可以了解，肌電訊號在 22 度時積分值較大，表示腓腸肌在 22 度時提昇其肌力值較佳。

另一方面，當受測者做測量四（靜態）之後伸拉筋運動，比做測量二（未使用實驗模型）、測量三（動態）之後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌的肌力值更有功效。

(3) 股直肌：主要作用為在膝關節處伸展小腿

表 5-10 不同角度對股直肌之肌力值的影響

	22 度		24 度		26 度	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
A	4.2693	0.00042	4.2693	0.00042	4.2693	0.00042
B	6.6934	0.000002	6.1461	0.0000068	*	*
C	9.3215	0.0000004	8.3206	0.0000004	*	*

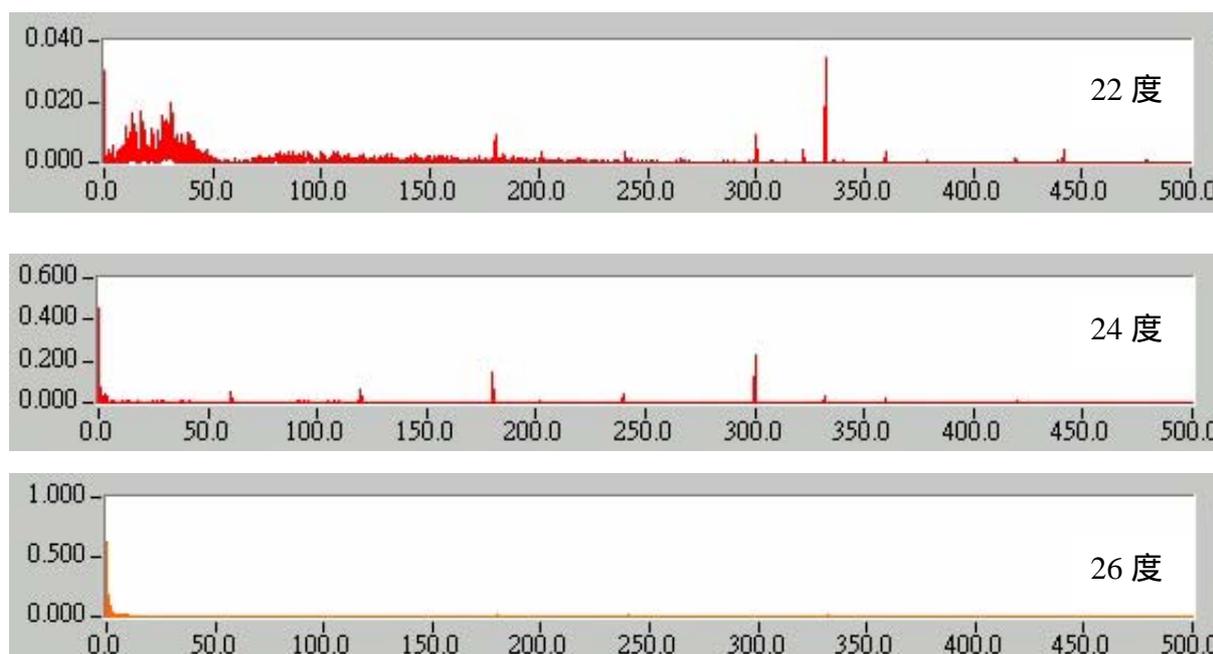


圖 5-7 股直肌於 22、24、26 三種角度肌力值的肌電訊號

由表 5-10 之統計分析資料可以了解，實驗模型角度為 22 與 24 度時，做後伸拉筋運動，對提昇股直肌的肌力值是有功效的，而實驗模型角度為 26 度時，做後伸拉筋運動，對提昇股直肌的肌力值來說不但沒有功效反而是負擔；由圖 5-7 可以了解，肌電訊號在 22 度時積分值較大，表示股直肌在 22 度時提昇其肌力值較佳。

另一方面，當受測者做測量四（靜態）之後伸拉筋運動，比做測量二（未使用實驗模型）、測量三（動態）之後伸拉筋運動，對提昇股直肌的肌力值更有功效。

(4) 股二頭肌：主要作用在膝關節處屈曲小腿

表 5-11 不同角度對股二頭肌之肌力值的影響

	22 度		24 度		26 度	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
A	3.9570	0.00084	3.9570	0.00084	3.9570	0.00084
B	5.7704	0.000015	5.3705	0.000035	*	*
C	5.4584	0.000029	4.7881	0.00013	*	*

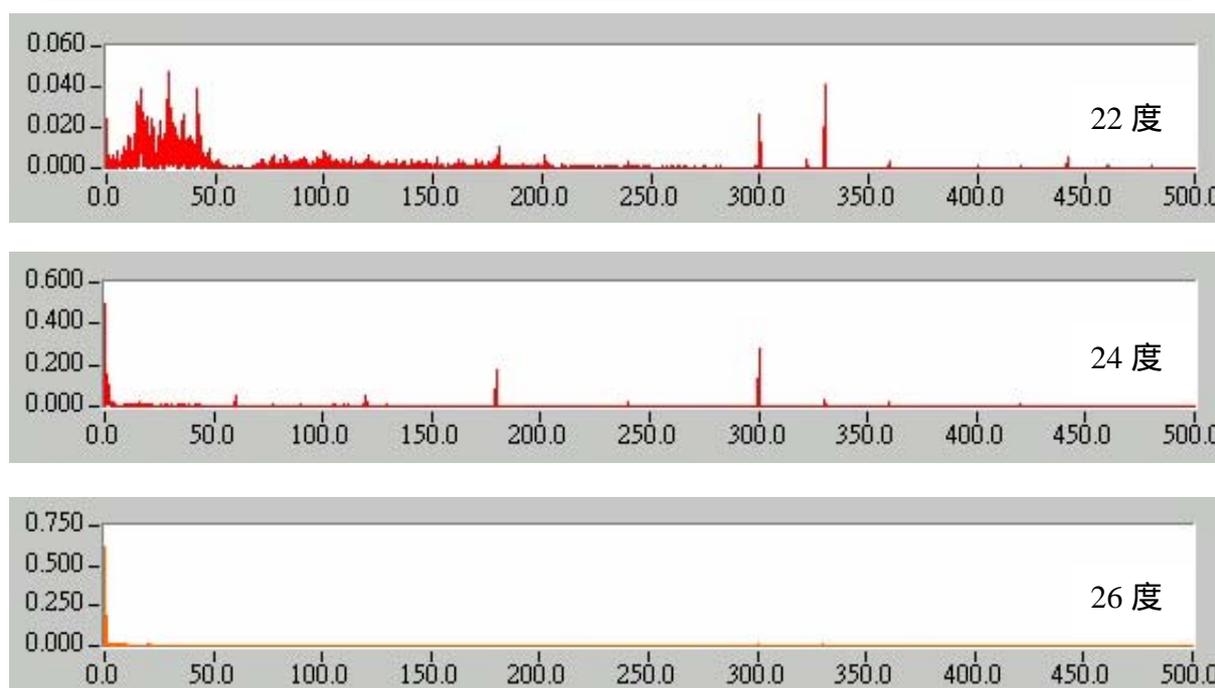


圖 5-8 股二頭肌於 22、24、26 三種角度肌力值的肌電訊號

由表 5-11 之統計分析資料可以了解，實驗模型角度為 22 與 24 度時，做後伸拉筋運動，對提昇股二頭肌的肌力值是有功效的，而實驗模型角度為 26 度時，做後伸拉筋運動，對提昇股二頭肌的肌力值來說不但沒有功效反而是負擔；由圖 5-8 可以了解，肌電訊號在 22 度時積分值較大，表示股二頭肌在 22 度時提昇其肌力值較佳。

另一方面，當受測者做測量三（動態）之後伸拉筋運動，比做測量二（未使用實驗模型）、測量四（靜態）之後伸拉筋運動，對提昇股二頭肌的肌力值更有功效。

由表 5-8、5-9、5-10、5-11 與圖 5-5、5-6、5-7、5-8 之統計分析資料可以了解，實驗模型角度為 22 與 24 度時，做後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌的肌力值是有功效的，其中又以 22 度時最為顯著（表 5-12）；而實驗模型角度為 26 度時，做後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌的肌力值來說不但沒有功效反而是負擔。

表 5-12 不同角度對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之肌力值的比較

脛骨前肌	腓腸肌	股直肌	股二頭肌
22 > 24 > 26	22 > 24 > 26	22 > 24 > 26	22 > 24 > 26

另一方面，當受測者做測量三（動態）之後伸拉筋運動，比做測量四（靜態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌、股二頭肌的肌力值更有功效；當受測者做測量四之後伸拉筋運動，比做測量三、測量二之後伸拉筋運動，對提昇股直肌、腓腸肌的肌力值更有功效（表 5-13）。

表 5-13 動態與靜態的後伸拉筋運動

對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之肌力值的比較

脛骨前肌	腓腸肌	股直肌	股二頭肌
B > C > A	C > B > A	C > B > A	B > C > A

### 5.2.3 腦波變化之分析

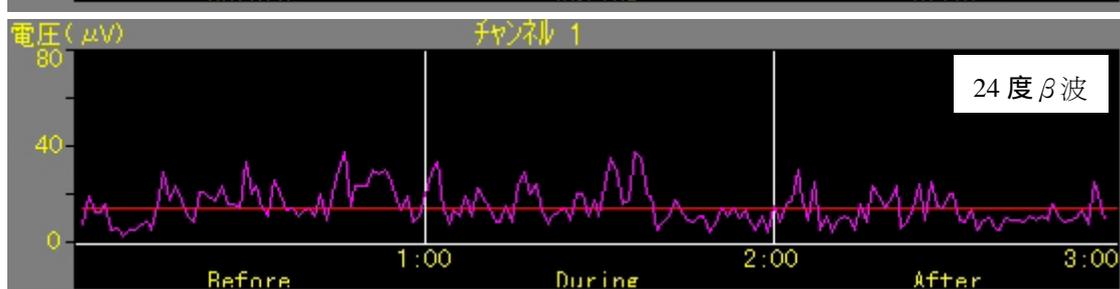
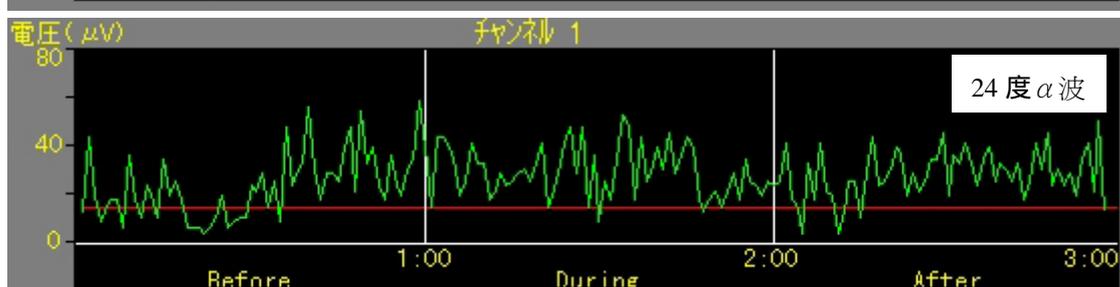
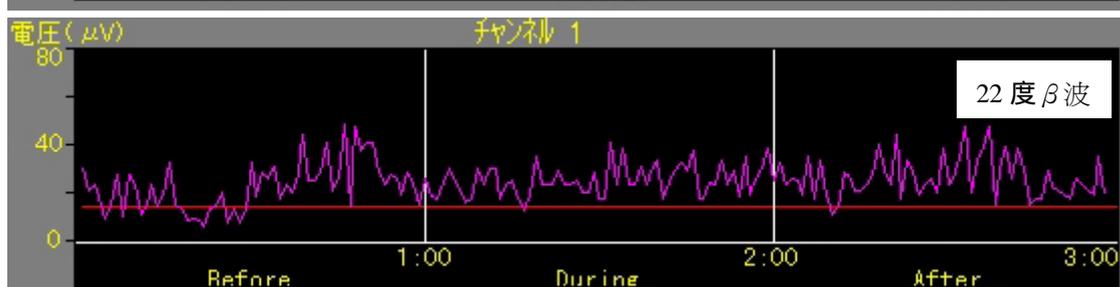
顯著差異水準為 0.01；

- A. 為測量二與測量一，即未使用模型之後伸拉筋運動與基準值  $\beta$  波  $\rightarrow$   $\alpha$  波之差異；
- B. 為測量三與測量一，即使用模型之動態後伸拉筋運動與基準值  $\beta$  波  $\rightarrow$   $\alpha$  波之差異；
- C. 為測量四與測量一，即使用模型之靜態後伸拉筋運動與基準值  $\beta$  波  $\rightarrow$   $\alpha$  波之差異。

$\beta$ 波 $\rightarrow$  $\alpha$ 波：即表示一個人從較興奮、緊張之狀態，轉變為較放鬆、集中之狀態。

表 5-14 不同角度對 $\beta$ 波 $\rightarrow$  $\alpha$ 波的影響

	22 度		24 度		26 度	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
A	3.7984	0.0012	3.7984	0.0012	3.7984	0.0012
B	5.4573	0.000029	4.1846	0.0005	3.1991	0.005
C	6.5222	0.000003	4.8953	0.0001	3.7078	0.0015



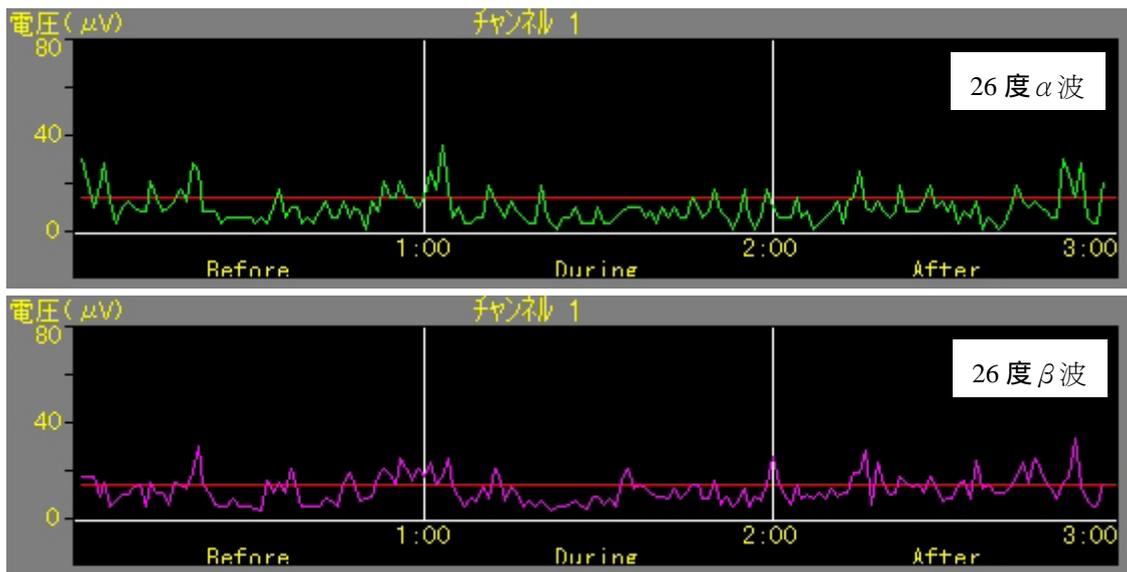


圖 5-9  $\beta$  波 $\rightarrow$  $\alpha$  波於 22、24、26 三種角度的腦波訊號

由表 5-14 之統計分析資料可以了解，實驗模型角度為 22、24 與 26 度時，對於人的腦波由使用後伸拉筋運動前頻率較高的  $\beta$  波，變成使用後伸拉筋運動後頻率較高的  $\alpha$  波是有功效；由圖 5-9 可以了解，實驗模型角度為 22、24 與 26 度時， $\alpha$  波之振幅皆大於  $\beta$  波，表示提昇  $\alpha$  波是有功效的，其中又以 22 度時最為顯著（表 5-15）。

表 5-15 不同角度對  $\beta$  波 $\rightarrow$  $\alpha$  波的比較

$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波	22 > 24 > 26
------------------------------------	--------------

另一方面，當受測者做測量四（靜態）之後伸拉筋運動，比做測量三（動態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對腦波由使用後伸拉筋運動前頻率較高的  $\beta$  波，變成使用後伸拉筋運動後頻率較高的  $\alpha$  波更有功效（表 5-16）。

表 5-16 動態與靜態的後伸拉筋運動對  $\beta$  波 $\rightarrow$  $\alpha$  波的比較

$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波	C > B > A
------------------------------------	-----------

#### 5.2.4 性別、職業、身高、體重、運動頻率對角度變化之實驗數據的影響

單因子變異數分析，是將調查問題中，關係性強之因子抽出，相互之間進行比較分析，探討因素間之影響顯著性程度關係。

這一節主要是了解性別、職業、身高、體重、運動頻率對角度變化之實驗數據的影響，採用單因子變異數分析來檢定其顯著性程度關係，顯著水準為 $p < 0.01$ 。整理分析如表5-17：

表 5-17 性別、職業、身高、體重、運動頻率對角度變化之實驗數據的顯著性

項目	肌肉或腦波	實驗	顯著性	項目	肌肉或腦波	實驗	顯著性
性別	脛骨前肌 (EMG)	一	0.123	職業	脛骨前肌 (EMG)	一	0.484
		二	0.125			二	0.399
		三	0.299			三	0.373
		四	0.197			四	0.197
	腓腸肌 (EMG)	一	0.797		腓腸肌 (EMG)	一	0.478
		二	0.680			二	0.367
		三	0.719			三	0.400
		四	0.546			四	0.194
	股直肌 (EMG)	一	0.143		股直肌 (EMG)	一	0.272
		二	0.315			二	0.362
		三	0.241			三	0.097
		四	0.179			四	0.289
	股二頭肌 (EMG)	一	0.278		股二頭肌 (EMG)	一	0.679
		二	0.411			二	0.897
		三	0.363			三	0.690
		四	0.853			四	0.962
	脛骨前肌 (積分值)	一	0.293		脛骨前肌 (積分值)	一	0.550
		二	0.098			二	0.333
		三	0.133			三	0.393
		四	0.274			四	0.265
	腓腸肌 (積分值)	一	0.513		腓腸肌 (積分值)	一	0.454
		二	0.307			二	0.251
		三	0.374			三	0.117

		四	0.444			四	0.132
	股直肌 (積分值)	一	0.063		股直肌 (積分值)	一	0.443
		二	0.058			二	0.631
		三	0.165			三	0.142
		四	0.320			四	0.230
	股二頭肌 (積分值)	一	0.344		股二頭肌 (積分值)	一	0.289
		二	0.371			二	0.294
		三	0.500			三	0.119
		四	0.551			四	0.127
	$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波 (EEG)	一	0.256		$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波 (EEG)	一	0.312
		二	0.518			二	0.230
		三	0.314			三	0.265
		四	0.271			四	0.428
項目	肌肉或腦波	實驗	顯著性	項目	肌肉或腦波	實驗	顯著性
身高	脛骨前肌 (EMG)	一	0.430	體重	脛骨前肌 (EMG)	一	0.406
		二	0.397			二	0.779
		三	0.363			三	0.354
		四	0.516			四	0.331
	腓腸肌 (EMG)	一	0.364		腓腸肌 (EMG)	一	0.294
		二	0.413			二	0.649
		三	0.473			三	0.280
		四	0.280			四	0.125
	股直肌 (EMG)	一	0.842		股直肌 (EMG)	一	0.275
		二	0.647			二	0.476
		三	0.555			三	0.519
		四	0.460			四	0.179
	股二頭肌 (EMG)	一	0.539		股二頭肌 (EMG)	一	0.787
		二	0.384			二	0.934
		三	0.648			三	0.398
		四	0.710			四	0.941
	脛骨前肌 (積分值)	一	0.901		脛骨前肌 (積分值)	一	0.225
		二	0.656			二	0.788
		三	0.270			三	0.303
		四	0.495			四	0.216

	腓腸肌 (積分值)	一	0.325		腓腸肌 (積分值)	一	0.250		
		二	0.409			二	0.197		
	股直肌 (積分值)	三	0.134		股直肌 (積分值)	三	0.060		
		四	0.193			四	0.239		
		一	0.893			一	0.308		
		二	0.617			二	0.428		
	股二頭肌 (積分值)	三	0.668		股二頭肌 (積分值)	三	0.251		
		四	0.532			四	0.248		
		一	0.968			一	0.345		
		二	0.482			二	0.498		
	$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波 (EEG)	三	0.626		$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波 (EEG)	三	0.226		
		四	0.738			四	0.125		
		一	0.433			一	0.124		
		二	0.586			二	0.443		
	$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波 (EEG)	三	0.694		$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波 (EEG)	三	0.375		
		四	0.765			四	0.251		
項目		肌肉或腦波	實驗	顯著性		項目	肌肉或腦波	實驗	顯著性
運動頻 率		脛骨前肌 (EMG)	一	0.332		運動 頻率	脛骨前肌 (積分值)	一	0.227
	二		0.262	二	0.153				
	三		0.135	三	0.342				
	四		0.204	四	0.177				
	腓腸肌 (EMG)	一	0.741	腓腸肌 (積分值)	一		0.237		
		二	0.143		二		0.484		
		三	0.234		三		0.116		
		四	0.330		四		0.167		
	股直肌 (EMG)	一	0.519	股直肌 (積分值)	一		0.444		
		二	0.532		二		0.392		
		三	0.606		三		0.163		
		四	0.394		四		0.207		
	股二頭肌 (EMG)	一	0.313	股二頭肌 (積分值)	一		0.511		
		二	0.597		二		0.910		
		三	0.685		三		0.871		
		四	0.717		四		0.971		
	$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波	一	0.584						

	(EEG)	二	0.239				
		三	0.396				
		四	0.466				

由表 5-17 可知，性別、職業、身高、體重、運動頻率的不同，對角度變化之實驗數據沒有顯著性之影響，因此實驗數據將更客觀。

### 5.3 時間變化之實驗數據整理與分析

根據角度變化之實驗數據整理與分析，可以了解實驗模型之傾斜仰角在 22 度時，對受測者之肌肉協調性與肌力值以及  $\beta$  波  $\rightarrow$   $\alpha$  波最有功效。

因此時間變化之實驗則針對傾斜仰角在 22 度時，進一步了解受測者因使用時間之不同會產生何種影響。

#### 5.3.1 肌肉協調性之分析

顯著差異水準為 0.01；

D. 為測量五與測量一，即使用模型之動態後伸拉筋運動與基準值肌肉協調性之差異；

E. 為測量六與測量一，即使用模型之靜態後伸拉筋運動與基準值肌肉協調性之差異。

#### (1) 脛骨前肌

表 5-18 不同時間對脛骨前肌之協調性的影響

	30 秒		40 秒		50 秒		60 秒		70 秒	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
D	2.5983	0.018	3.3665	0.0033	4.3925	0.00031	4.5418	0.00022	3.8655	0.001
E	2.8579	0.017	3.5629	0.002	4.2829	0.0004	4.4992	0.00025	4.3075	0.00038

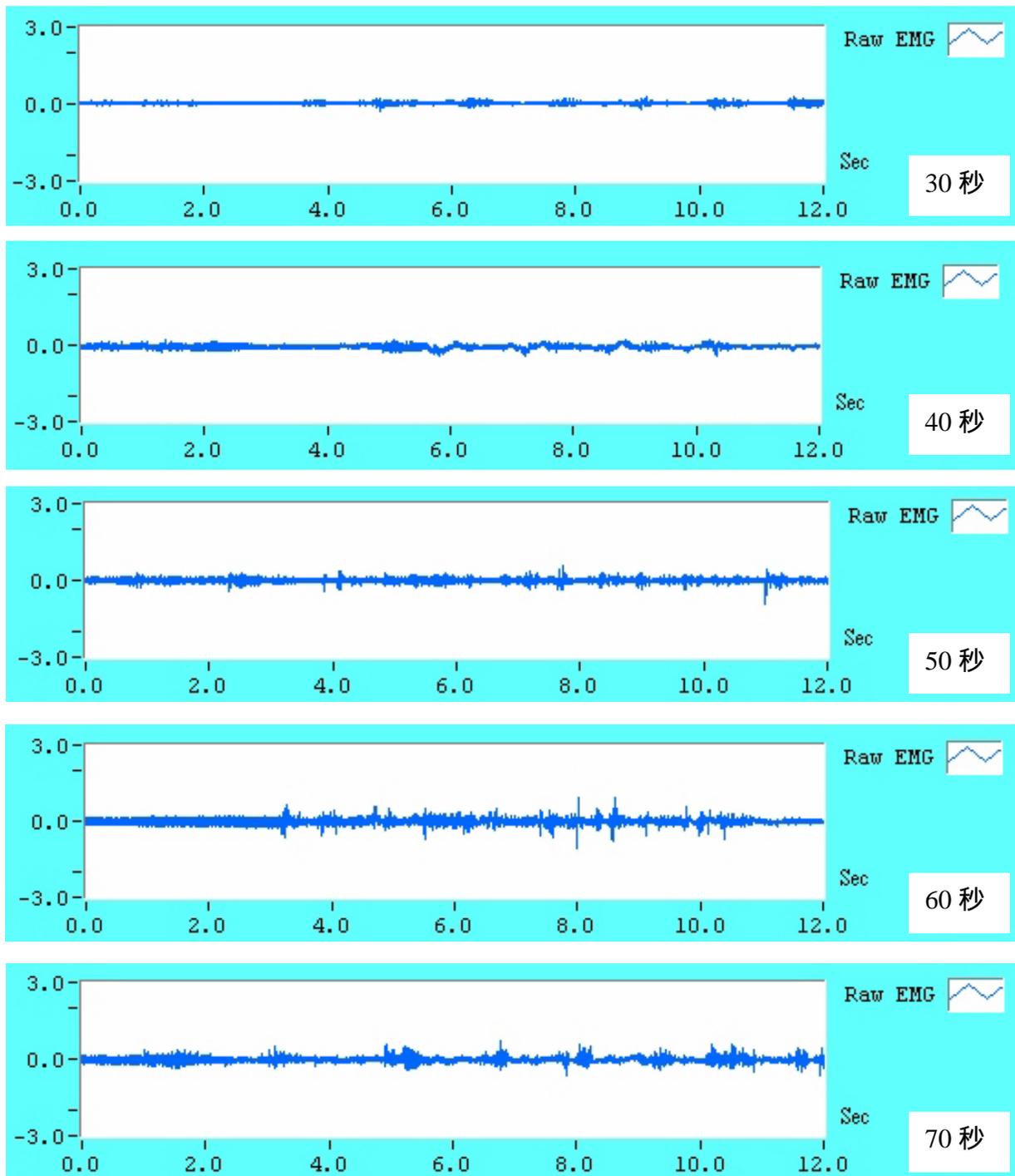


圖 5-10 脛骨前肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌肉協調性的肌電訊號

由表 5-18 之資料分析可以了解，使用時間為 40、50、60 與 70 秒時，做後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌的協調性是有功效的，而使用時間為 30 秒時，並未達顯著差異；由圖 5-10 可以了解，肌電訊號在 60 秒時振幅較大，表示脛骨前肌在使用時間為 60 秒

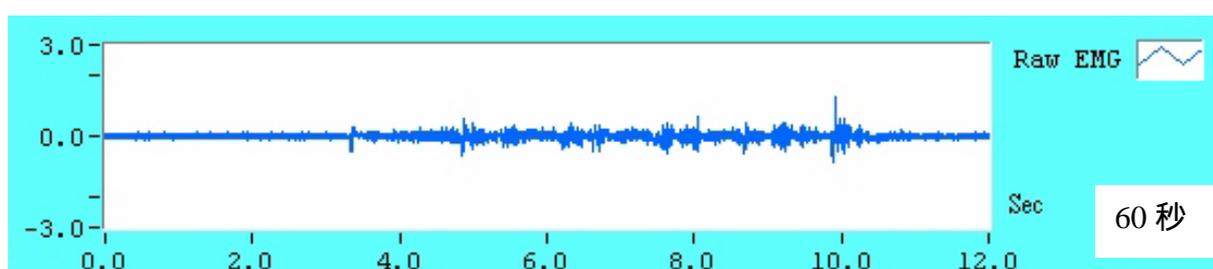
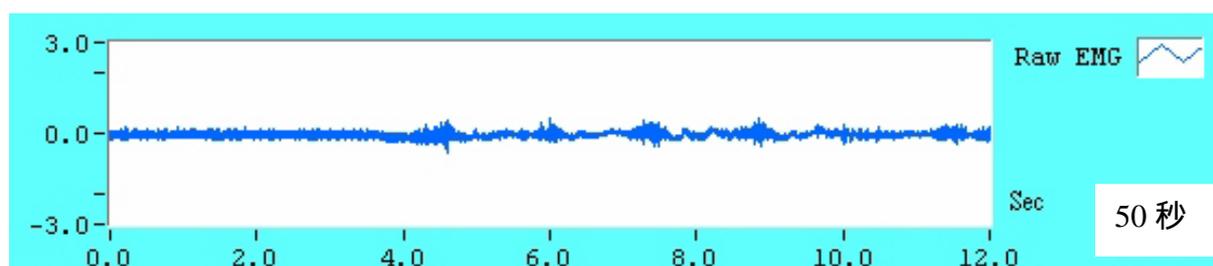
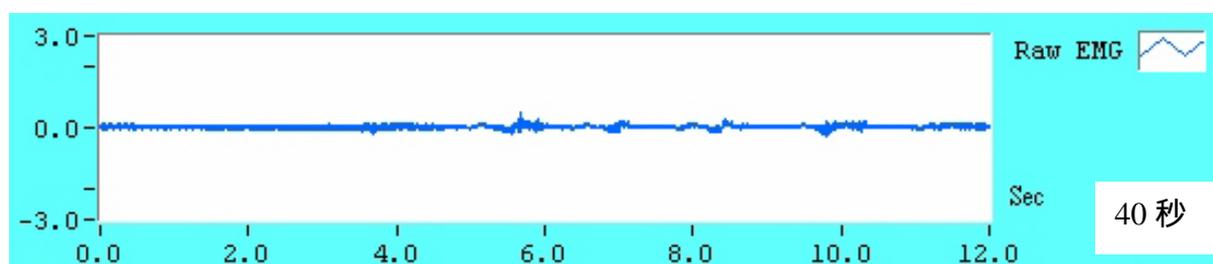
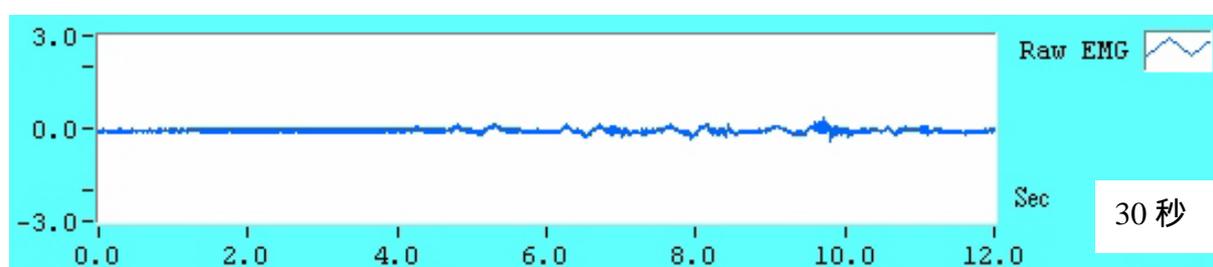
時提昇其肌肉協調性較佳。

另一方面，當受測者做測量五（動態）之後伸拉筋運動，比做測量六（靜態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌的協調性更有功效。

## （2）腓腸肌

表 5-19 不同時間對腓腸肌之協調性的影響

	30 秒		40 秒		50 秒		60 秒		70 秒	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
D	2.7813	0.012	3.5521	0.0021	4.6031	0.00019	5.1110	0.00006	4.3517	0.00034
E	2.5619	0.019	3.4689	0.0026	4.2803	0.0004	5.3133	0.00001	4.5603	0.00021



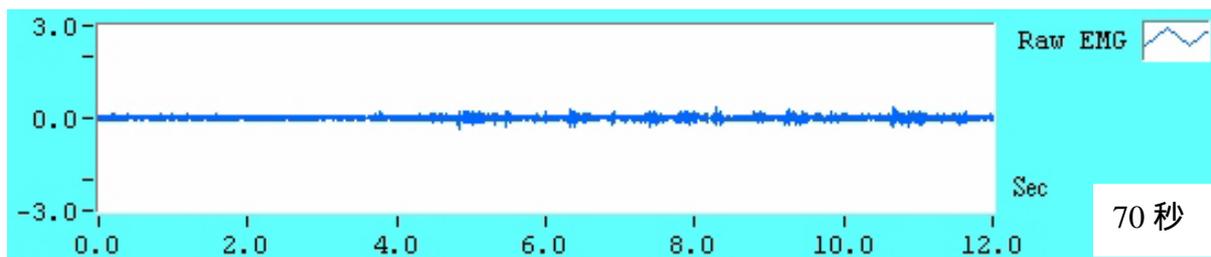


圖 5-11 腓腸肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌肉協調性的肌電訊號

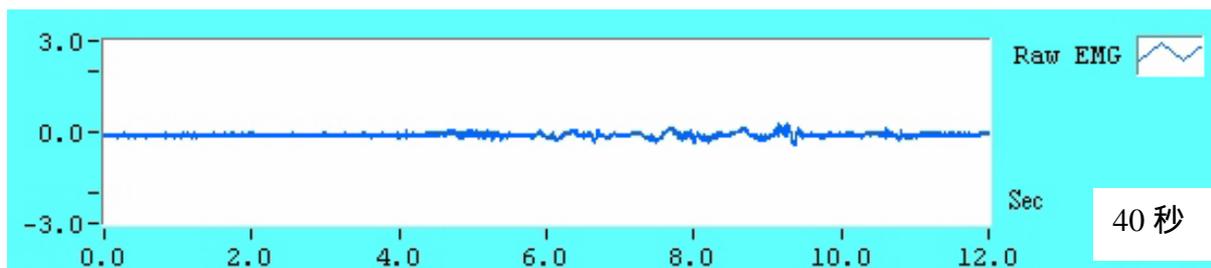
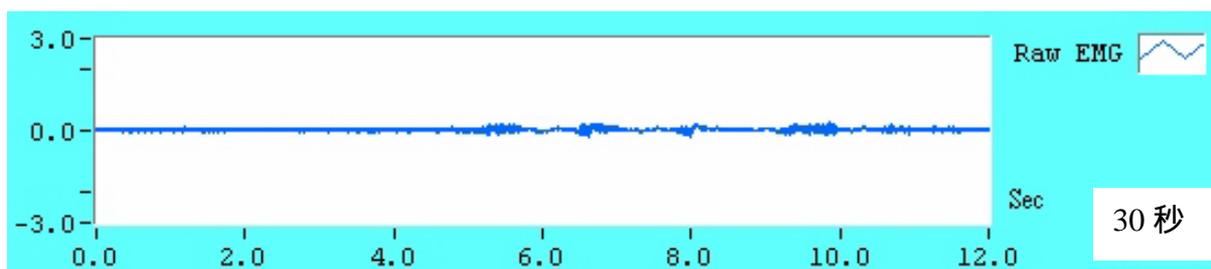
由表 5-19 之資料分析可以了解，使用時間為 40、50、60 與 70 秒時，做後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌的協調性是有功效的，而使用時間為 30 秒時，並未達顯著差異；由圖 5-11 可以了解，肌電訊號在 60 秒時振幅較大，表示腓腸肌在使用時間為 60 秒時提昇其肌肉協調性較佳。

另一方面，當受測者做測量六（靜態）之後伸拉筋運動，比做測量五（動態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌的協調性更有功效。

### (3) 股直肌

表 5-20 不同時間對股直肌之協調性的影響

	30 秒		40 秒		50 秒		60 秒		70 秒	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
D	2.4528	0.024	3.8298	0.0012	4.9217	0.000094	6.8756	0.000001	5.4072	0.000032
E	2.2742	0.035	3.8551	0.0011	5.8803	0.000012	7.8234	0.0000005	5.8709	0.000012



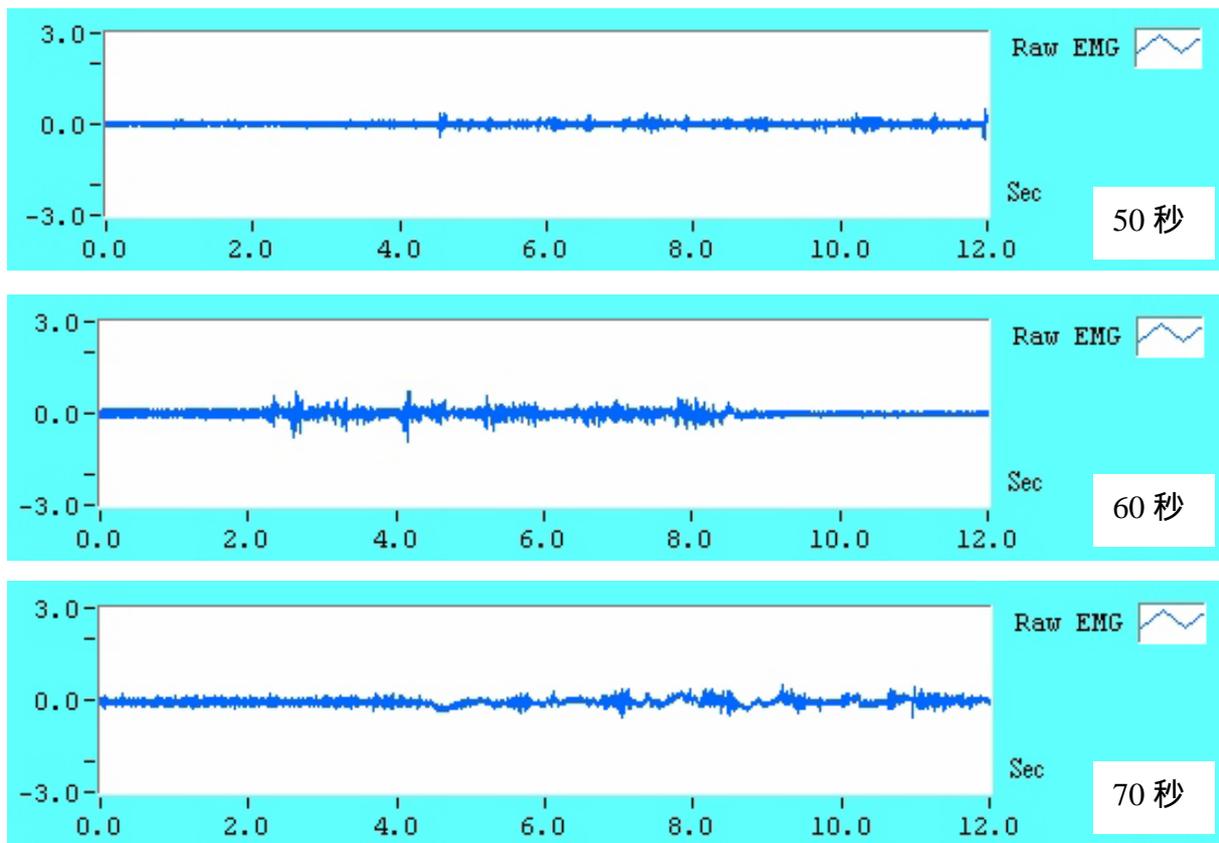


圖 5-12 股直肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌肉協調性的肌電訊號

由表 5-20 之資料分析可以了解，使用時間為 40、50、60 與 70 秒時，做後伸拉筋運動，對提昇股直肌的協調性是有功效的，而使用時間為 30 秒時，並未達顯著差異；由圖 5-12 可以了解，肌電訊號在 60 秒時振幅較大，表示股直肌在使用時間為 60 秒時提昇其肌肉協調性較佳。

另一方面，當受測者做測量六（靜態）之後伸拉筋運動，比做測量五（動態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇股直肌的協調性更有功效。

#### (4) 股二頭肌

表 5-21 不同時間對股二頭肌之協調性的影響

	30 秒		40 秒		50 秒		60 秒		70 秒	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
D	2.1242	0.047	3.5521	0.0021	4.4449	0.00028	4.9733	0.00008	4.4503	0.00027
E	2.7813	0.012	3.7002	0.0015	4.6304	0.00018	5.6690	0.000018	4.6833	0.00016

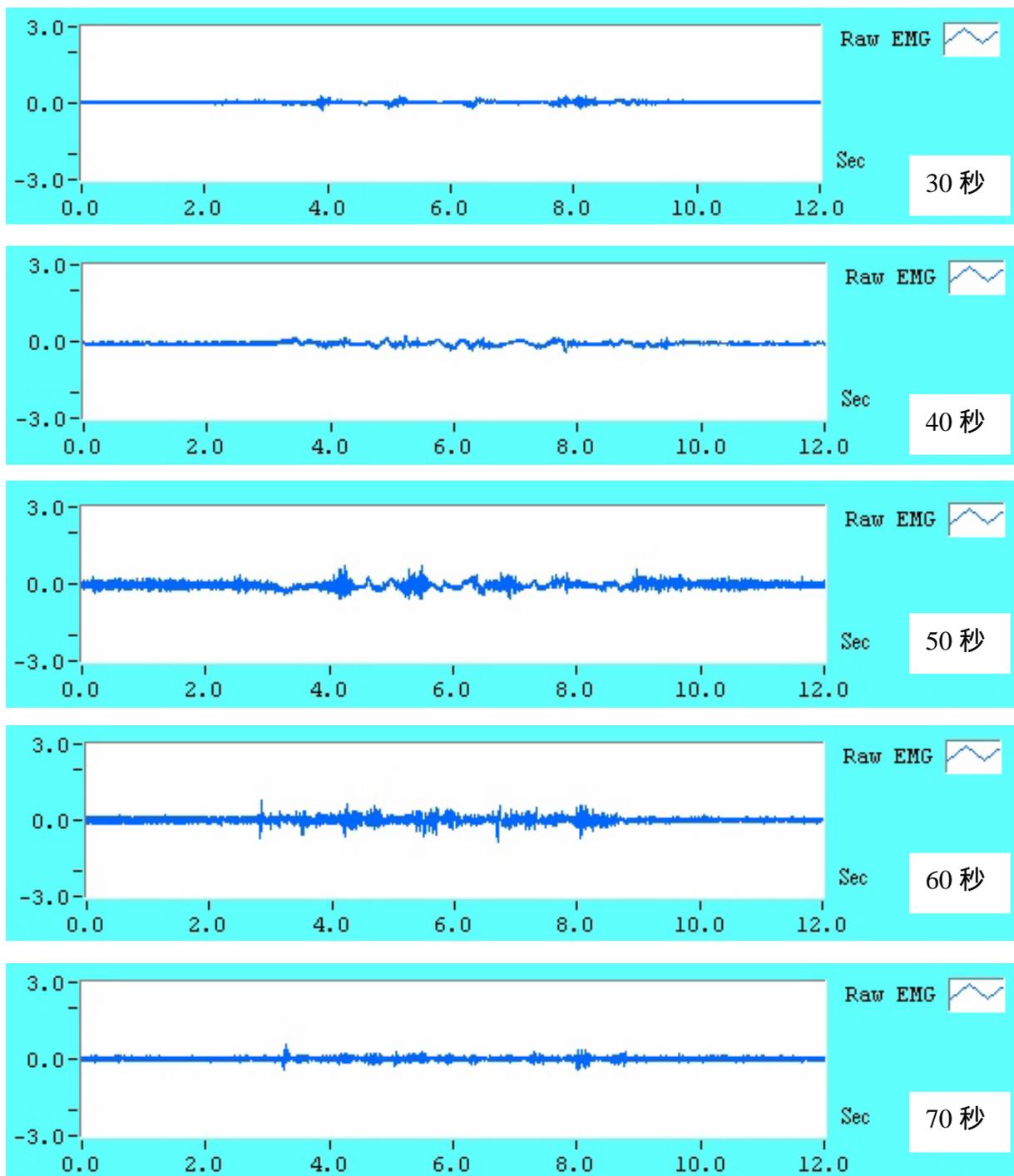


圖 5-13 股二頭肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌肉協調性的肌電訊號

由表 5-21 之資料分析可以了解，使用時間為 40、50、60 與 70 秒時，做後伸拉筋運動，對提昇股二頭肌的協調性是有功效的，而使用時間為 30 秒時，並未達顯著差異；由圖 5-13 可以了解，肌電訊號在 60 秒時振幅較大，表示股二頭肌在使用時間為 60 秒

時提昇其肌肉協調性較佳。

另一方面，當受測者做測量六（靜態）之後伸拉筋運動，比做測量五（動態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇股二頭肌的協調性更有功效。

由表 5-18、5-19、5-20、5-21 與圖 5-10、5-11、5-12、5-13 之統計分析資料可以了解，使用時間為 40、50、60 與 70 秒時，做後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌的協調性是有功效的，其中又以 60 度時最為顯著（表 5-22）；而使用時間為 30 秒時，並未達顯著差異。

表 5-22 不同時間對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之協調性的比較

脛骨前肌	腓腸肌	股直肌	股二頭肌
60>50>70>40>30	60>50>70>40>30	60>50>70>40>30	60>70>50>40>30

另一方面，當受測者做測量五（動態）之後伸拉筋運動，比做測量六（靜態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌的協調性更有功效；當受測者做測量六之後伸拉筋運動，比做測量五、測量二之後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌、股直肌、股二頭肌的協調性更有功效（表 5-23）。

表 5-23 動態與靜態的後伸拉筋運動

對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之肌肉協調性的比較

脛骨前肌	腓腸肌	股直肌	股二頭肌
D > E	E > D	E > D	E > D

### 5.3.2 肌力值之分析

顯著差異水準為 0.01；

D. 為測量五與測量一，即使用模型之動態後伸拉筋運動與基準值肌力值之差異；

E. 為測量六與測量一，即使用模型之靜態後伸拉筋運動與基準值肌力值之差異。

(1) 脛骨前肌

表 5-24 不同時間對脛骨前肌之肌力值的影響

	30 秒		40 秒		50 秒		60 秒		70 秒	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
D	4.2697	0.00042	5.7232	0.000016	7.0024	0.0000012	8.1948	0.0000004	7.0192	0.0000012
E	3.8408	0.0011	5.4689	0.000028	5.5384	0.000023	5.5420	0.000024	5.2308	0.000047

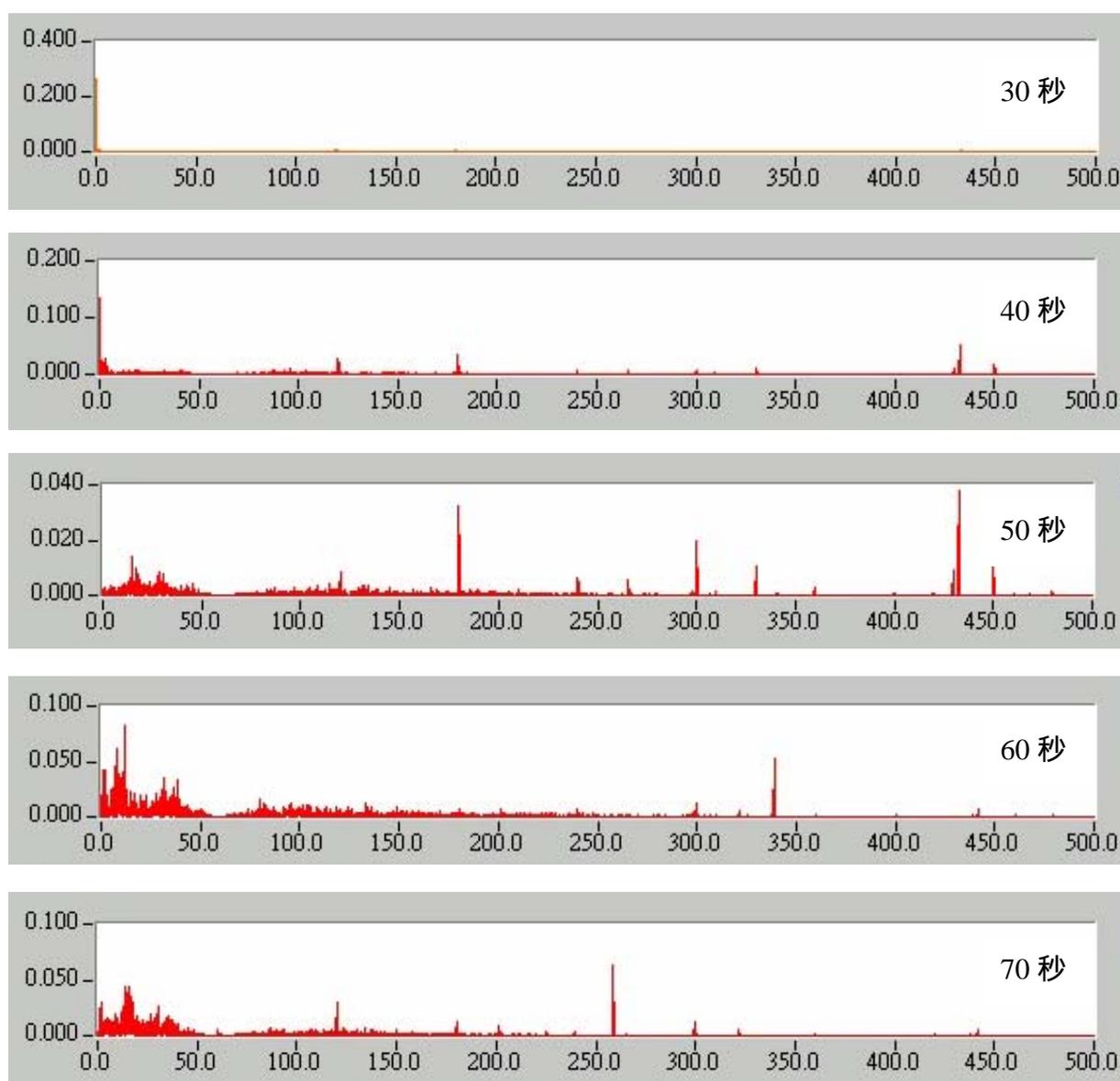


圖 5-14 脛骨前肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌力值的肌電訊號

由表 5-24 之資料分析可以了解，使用時間為 30、40、50、60 與 70 秒時，做後伸

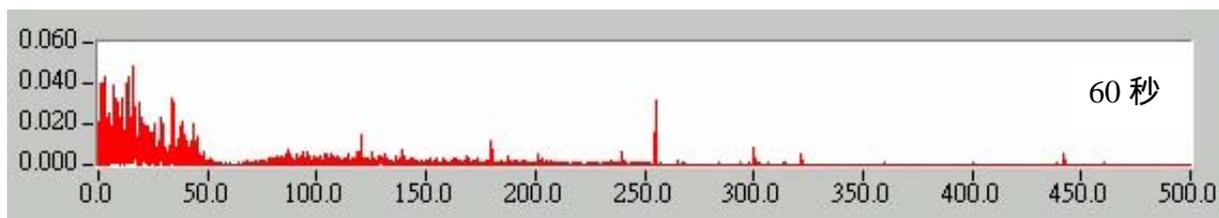
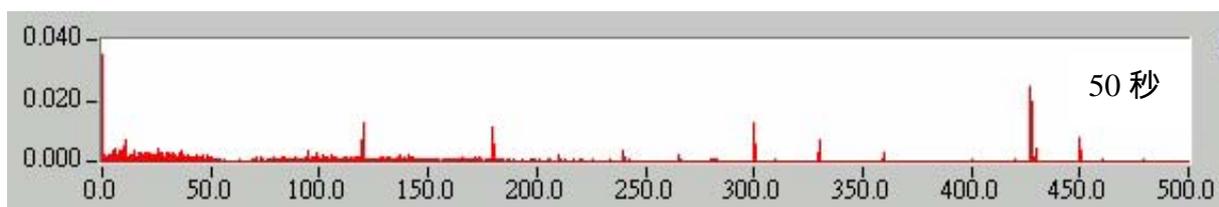
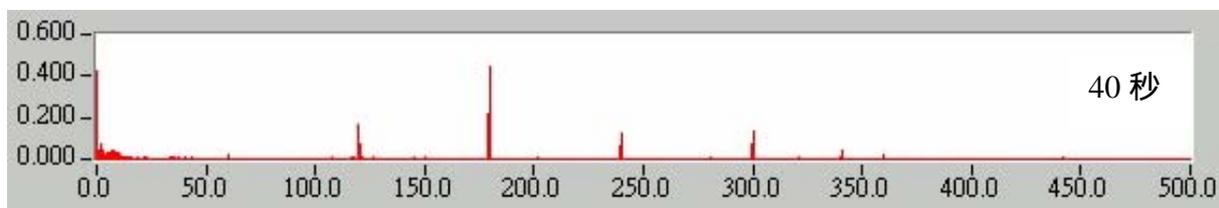
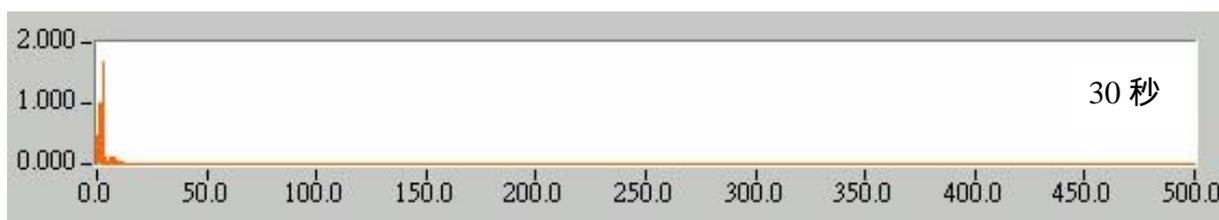
拉筋運動，對提昇脛骨前肌的肌力值是有功效的；由圖 5-14 可以了解，肌電訊號在 60 秒時積分值較大，表示脛骨前肌在使用時間為 60 秒時提昇其肌力值較佳。

另一方面，當受測者做測量五（動態）之後伸拉筋運動，比做測量六（靜態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌的肌力值更有功效。

## （2）腓腸肌

表 5-25 不同時間對腓腸肌之肌力值的影響

	30 秒		40 秒		50 秒		60 秒		70 秒	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
D	4.1794	0.00051	5.5567	0.000023	6.1402	0.0000068	6.6934	0.000002	6.0647	0.000008
E	3.8536	0.001	4.9752	0.000084	5.6677	0.000019	9.3215	0.0000004	5.6217	0.00002



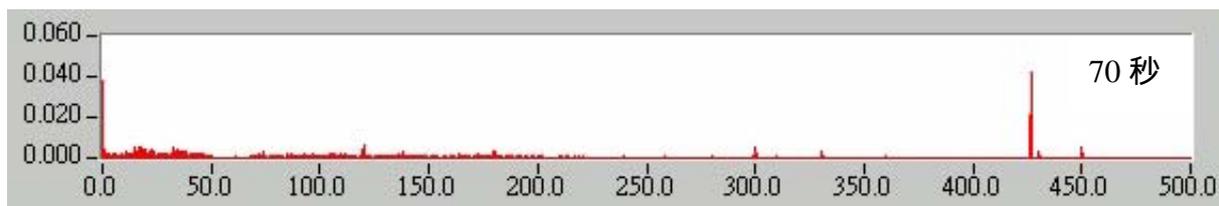


圖 5-15 腓腸肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌力值的肌電訊號

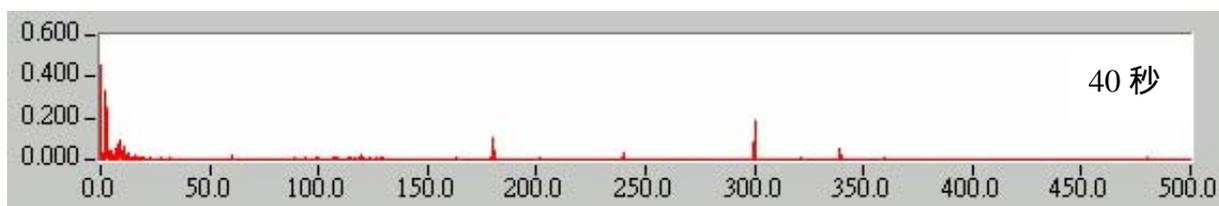
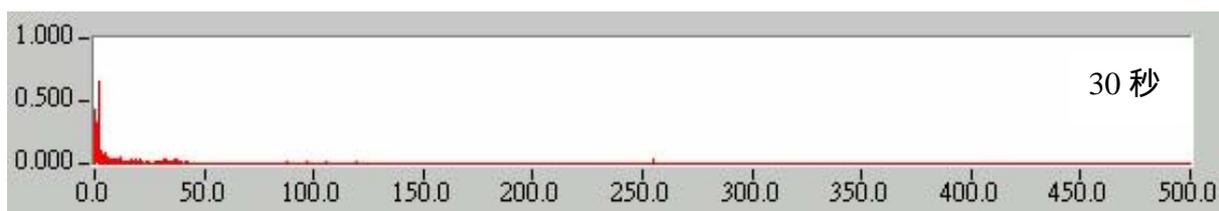
由表 5-25 之資料分析可以了解，使用時間為 30、40、50、60 與 70 秒時，做後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌的肌力值是有功效的；由圖 5-15 可以了解，肌電訊號在 60 秒時積分值較大，表示腓腸肌在使用時間為 60 秒時提昇其肌力值較佳。

另一方面，當受測者做測量六（靜態）之後伸拉筋運動，比做測量五（動態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌的肌力值更有功效。

### (3) 股直肌

表 5-26 不同時間對股直肌之肌力值的影響

	30 秒		40 秒		50 秒		60 秒		70 秒	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
D	4.1900	0.0005	5.9813	0.00001	6.4852	0.0000035	6.6934	0.000002	6.1044	0.000007
E	4.2740	0.00041	6.8551	0.0000018	8.8460	0.0000004	9.3215	0.0000004	7.9856	0.0000004



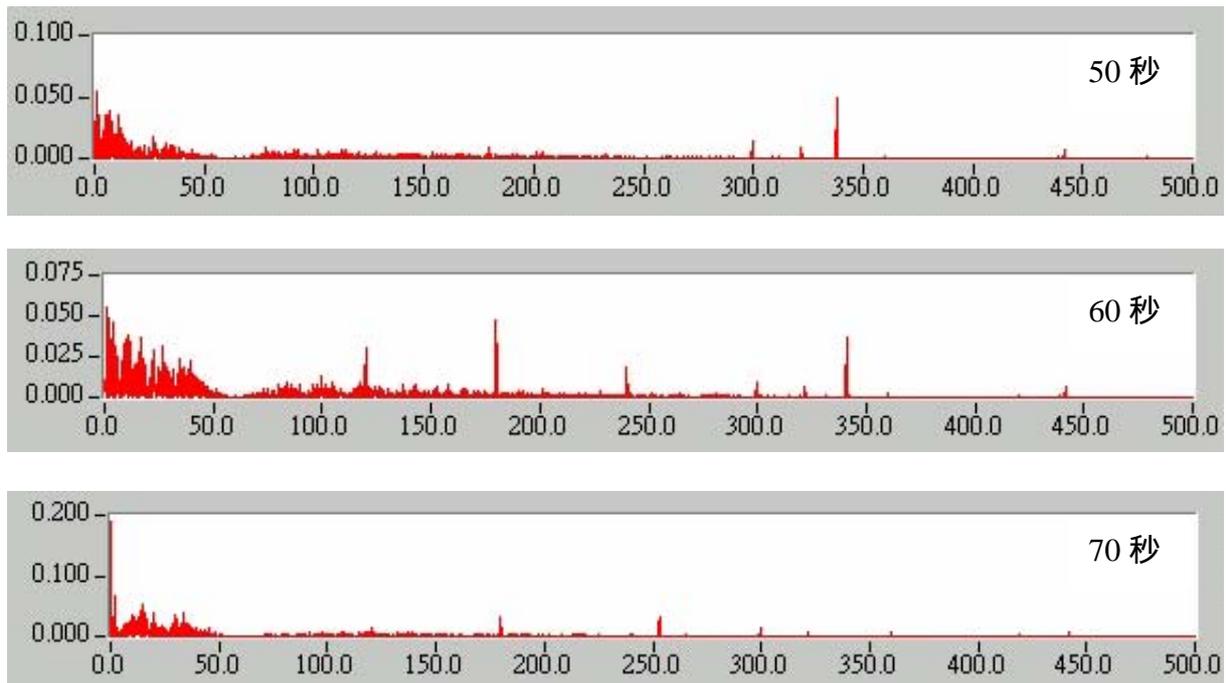


圖 5-16 股直肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌力值的肌電訊號

由表 5-26 之資料分析可以了解，使用時間為 30、40、50、60 與 70 秒時，做後伸拉筋運動，對提昇股直肌的肌力值是有功效的；由圖 5-16 可以了解，肌電訊號在 60 秒時積分值較大，表示股直肌在使用時間為 60 秒時提昇其肌力值較佳。

另一方面，當受測者做測量六（靜態）之後伸拉筋運動，比做測量五（動態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇股直肌的肌力值更有功效。

#### (4) 股二頭肌

表 5-27 不同時間對股二頭肌之肌力值的影響

	30 秒		40 秒		50 秒		60 秒		70 秒	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
D	4.1592	0.00054	4.9621	0.000086	5.1402	0.000058	8.1948	0.0000004	5.1372	0.00006
E	3.8335	0.0011	5.2176	0.000049	5.3328	0.000038	5.5420	0.000024	5.2792	0.000043

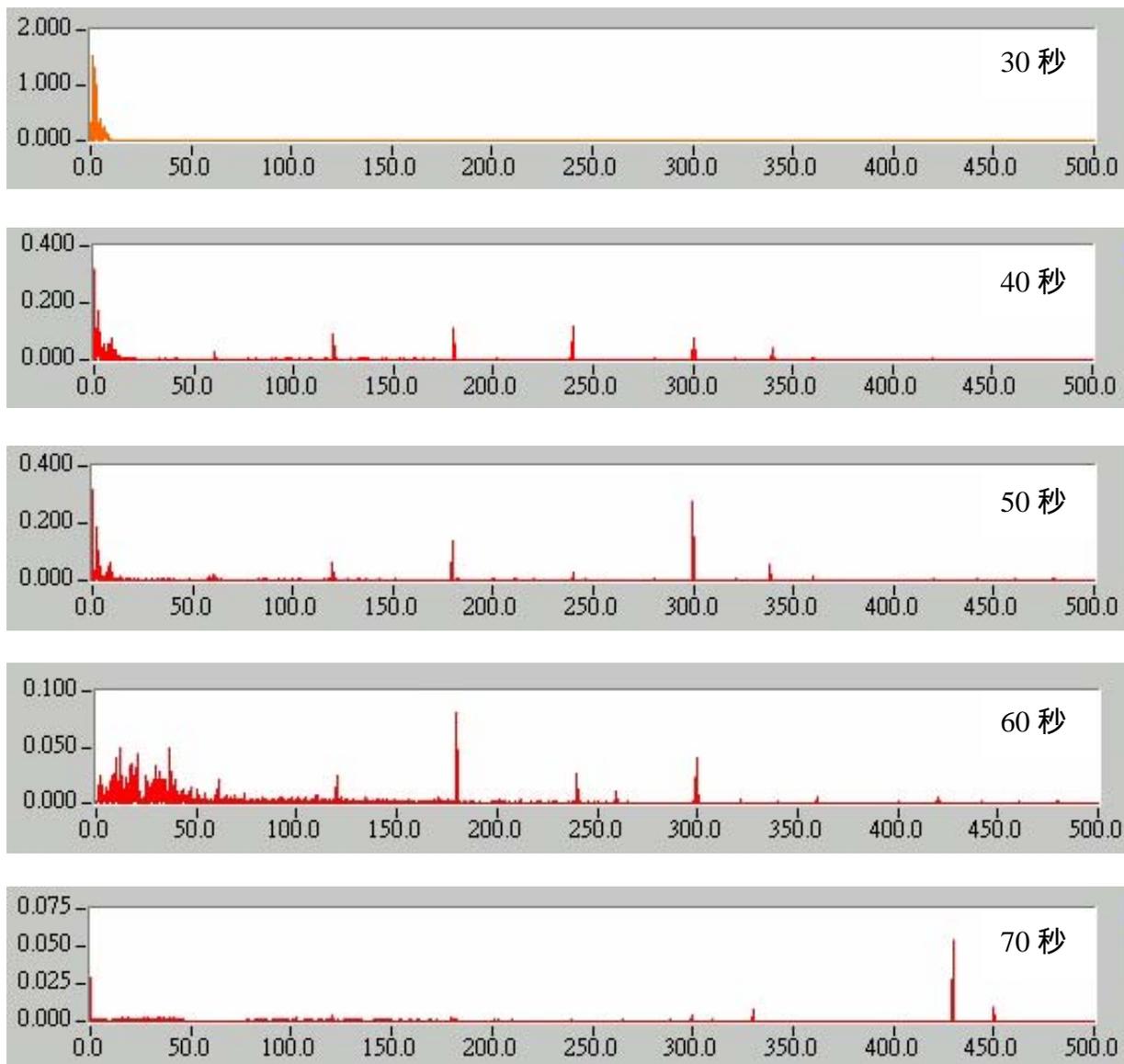


圖 5-17 股二頭肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌力值的肌電訊號

由表 5-27 之資料分析可以了解，使用時間為 30、40、50、60 與 70 秒時，做後伸拉筋運動，對提昇股二頭肌的肌力值是有功效的；由圖 5-17 可以了解，肌電訊號在 60 秒時積分值較大，表示股二頭肌在使用時間為 60 秒時提昇其肌力值較佳。

另一方面，當受測者做測量五（動態）之後伸拉筋運動，比做測量六（靜態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇股二頭肌的肌力值更有功效。

由表 5-24、5-25、5-26、5-27 與圖 5-14、5-15、5-16、5-17 之統計分析資料可以了解，使用時間為 30、40、50、60 與 70 秒時，做後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌、腓

腸肌、股直肌、股二頭肌的肌力值是有功效的，其中又以 60 秒時最為顯著（表 5-28）。

表 5-28 不同時間對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之肌力值的比較

脛骨前肌	腓腸肌	股直肌	股二頭肌
60>70>50>40>30	60>50>70>40>30	60>50>70>40>30	60>50>70>40>30

另一方面，當受測者做測量五（動態）之後伸拉筋運動，比做測量六（靜態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對提昇脛骨前肌、股二頭肌的肌力值更有功效；當受測者做測量六之後伸拉筋運動，比做測量五、測量二之後伸拉筋運動，對提昇腓腸肌、股直肌的肌力值更有功效（表 5-29）。

表 5-29 動態與靜態的後伸拉筋運動  
對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之肌力值的比較

脛骨前肌	腓腸肌	股直肌	股二頭肌
D > E	E > D	E > D	D > E

### 5.3.3 腦波變化之分析

顯著差異水準為 0.01；

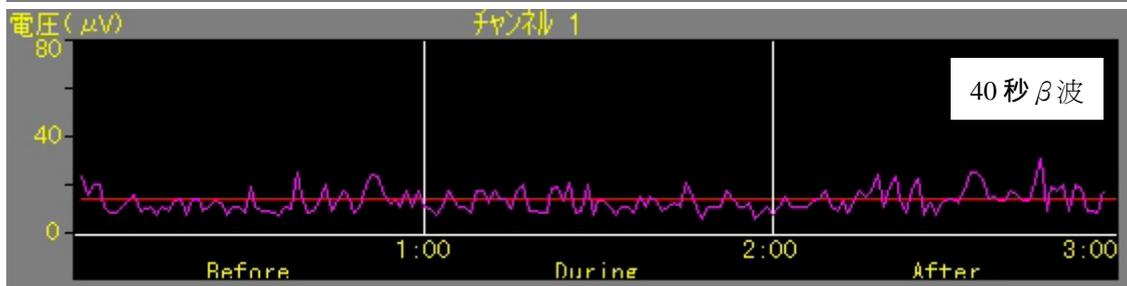
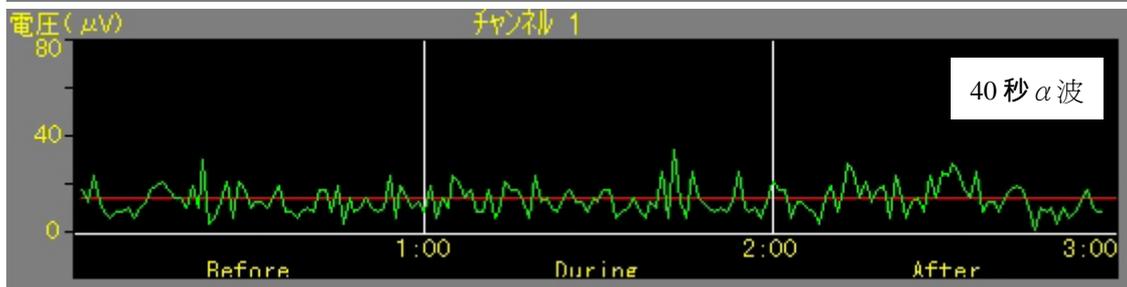
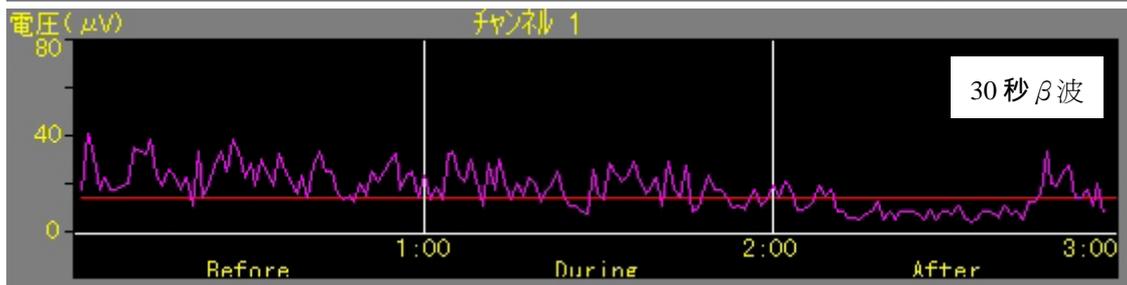
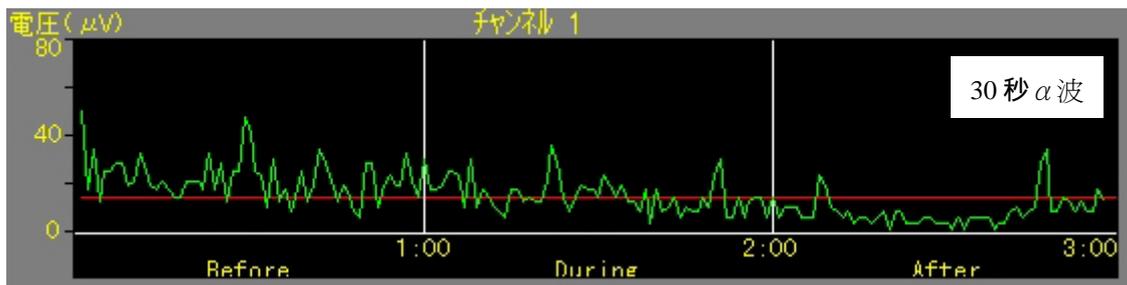
D. 為測量五與測量一，即使用模型之動態後伸拉筋運動與基準值  $\beta$  波  $\rightarrow$   $\alpha$  波之差異；

E. 為測量六與測量一，即使用模型之靜態後伸拉筋運動與基準值  $\beta$  波  $\rightarrow$   $\alpha$  波之差異。

$\beta$  波  $\rightarrow$   $\alpha$  波

表 5-30 不同時間對  $\beta$  波  $\rightarrow$   $\alpha$  波的影響

	30 秒		40 秒		50 秒		60 秒		70 秒	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
D	2.9311	0.0085	3.8429	0.0011	4.5741	0.00021	5.4573	0.000029	4.2943	0.00039
E	3.2654	0.0041	4.5260	0.00023	4.8708	0.0001	6.5222	0.000003	4.8576	0.00011



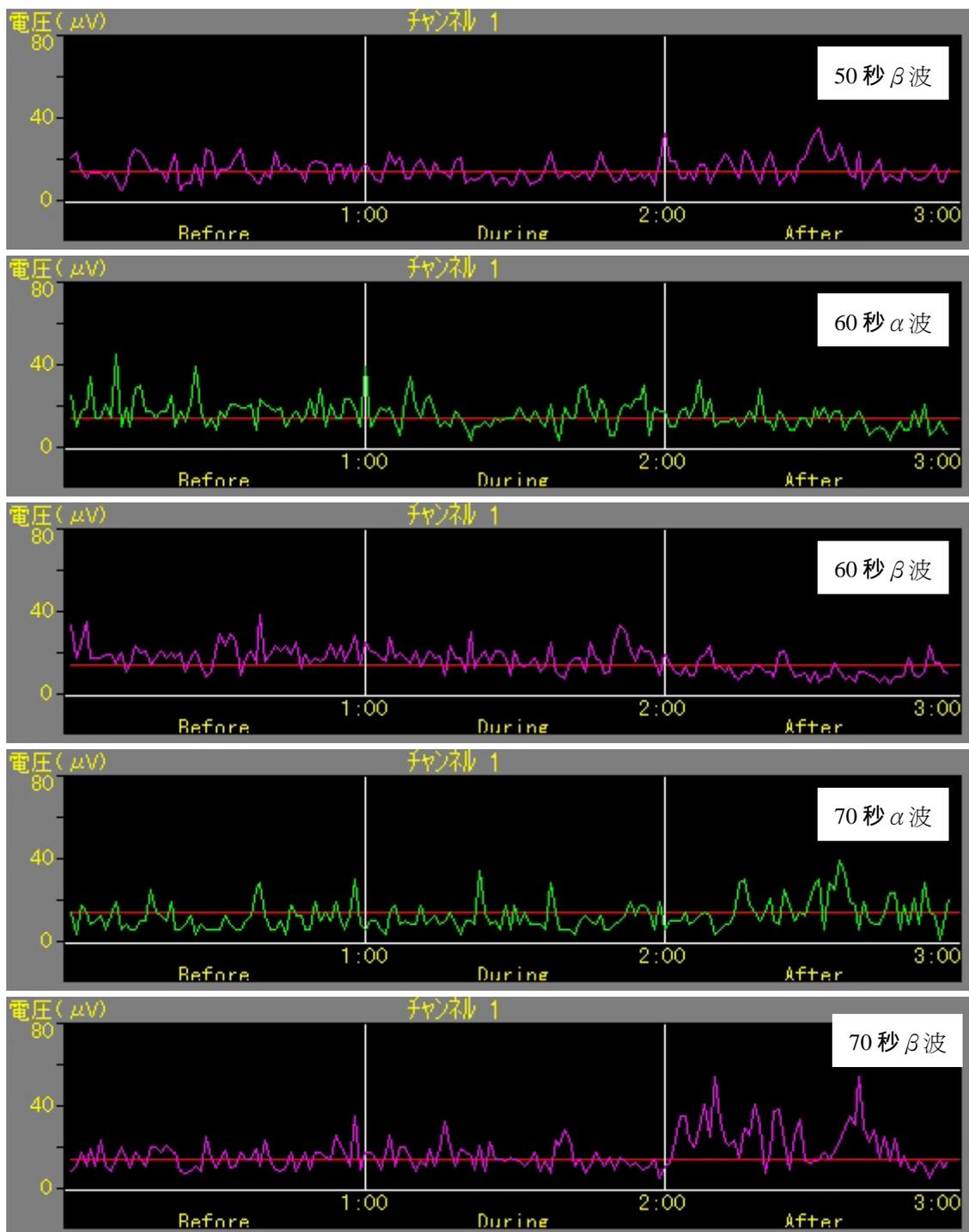


圖 5-18  $\beta$ 波 $\rightarrow$  $\alpha$ 波於 30、40、50、60、70 五種使用時間的腦波訊號

由表 5-30 之統計分析資料可以了解，使用時間為 30、40、50、60 與 70 秒時，對於人的腦波由使用後伸拉筋運動前頻率較高的  $\beta$  波，變成使用後伸拉筋運動後頻率較高的  $\alpha$  波是有功效；由圖 5-18 可以了解，使用時間為 30、40、50、60 與 70 秒時， $\alpha$  波

之振幅皆大於  $\beta$  波，表示提昇  $\alpha$  波是有功效的，其中又以 60 秒時最為顯著（表 5-31）。

表 5-31 不同時間對  $\beta$  波→ $\alpha$  波的比較

$\beta$ 波→ $\alpha$ 波	60 > 50 > 70 > 40 > 30
-----------------------	------------------------

另一方面，當受測者做測量六（靜態）之後伸拉筋運動，比做測量五（動態）、測量二（未使用實驗模型）之後伸拉筋運動，對腦波由使用後伸拉筋運動前頻率較高的  $\beta$  波，變成使用後伸拉筋運動後頻率較高的  $\alpha$  波更有功效（表 5-32）。

表 5-32 動態與靜態的後伸拉筋運動對  $\beta$  波→ $\alpha$  波的比較

$\beta$ 波→ $\alpha$ 波	E > D
-----------------------	-------

#### 5.3.4 性別、職業、身高、體重、運動頻率對時間變化之實驗數據的影響

單因子變異數分析，是將調查問題中，關係性強之因子抽出，相互之間進行比較分析，探討因素間之影響顯著性程度關係。

這一節主要是了解性別、職業、身高、體重、運動頻率對時間變化之實驗數據的影響，採用單因子變異數分析來檢定其顯著性程度關係，顯著水準為  $p < 0.01$ 。整理分析如表 5-33：

表 5-33 性別、職業、身高、體重、運動頻率對時間變化之實驗數據的顯著性

項目	肌肉或腦波	實驗	顯著性	項目	肌肉或腦波	實驗	顯著性
性別	脛骨前肌 (EMG)	一	0.889	職業	脛骨前肌 (EMG)	一	0.105
		五	0.733			五	0.084
		六	0.535			六	0.166
	腓腸肌 (EMG)	一	0.213		腓腸肌 (EMG)	一	0.199
		五	0.380			五	0.212
		六	0.172			六	0.274
	股直肌	一	0.450		股直肌	一	0.274

	(EMG)	五	0.732		(EMG)	五	0.118
		六	0.859			六	0.059
	股二頭肌 (EMG)	一	0.530		股二頭肌 (EMG)	一	0.336
		五	0.435			五	0.112
		六	0.570			六	0.245
	脛骨前肌 (積分值)	一	0.928		脛骨前肌 (積分值)	一	0.223
		五	0.978			五	0.467
		六	0.450			六	0.368
	腓腸肌 (積分值)	一	0.405		腓腸肌 (積分值)	一	0.624
		五	0.459			五	0.296
		六	0.584			六	0.759
	股直肌 (積分值)	一	0.211		股直肌 (積分值)	一	0.455
		五	0.378			五	0.128
		六	0.690			六	0.225
	股二頭肌 (積分值)	一	0.660		股二頭肌 (積分值)	一	0.302
		五	0.473			五	0.106
		六	0.781			六	0.148
	$\beta$ 波 $\rightarrow\alpha$ 波 (EEG)	一	0.274		$\beta$ 波 $\rightarrow\alpha$ 波 (EEG)	一	0.458
		五	0.193			五	0.390
		六	0.119			六	0.783
項目	肌肉或腦波	實驗	顯著性	項目	肌肉或腦波	實驗	顯著性
身高	脛骨前肌 (EMG)	一	0.461	體重	脛骨前肌 (EMG)	一	0.043
		五	0.172			五	0.084
		六	0.189			六	0.051
	腓腸肌 (EMG)	一	0.644		腓腸肌 (EMG)	一	0.038
		五	0.671			五	0.057
		六	0.732			六	0.039
	股直肌 (EMG)	一	0.112		股直肌 (EMG)	一	0.123
		五	0.273			五	0.144
		六	0.126			六	0.117
	股二頭肌 (EMG)	一	0.336		股二頭肌 (EMG)	一	0.045
		五	0.308			五	0.039
		六	0.217			六	0.027
	脛骨前肌	一	0.279		脛骨前肌	一	0.139

	(積分值)	五	0.119		(積分值)	五	0.076		
		六	0.309			六	0.056		
		一	0.584			一	0.130		
	腓腸肌 (積分值)	五	0.343		腓腸肌 (積分值)	五	0.094		
		六	0.513			六	0.046		
		一	0.109			一	0.118		
	股直肌 (積分值)	五	0.265		股直肌 (積分值)	五	0.164		
		六	0.212			六	0.139		
		一	0.098			一	0.091		
	股二頭肌 (積分值)	五	0.167		股二頭肌 (積分值)	五	0.113		
		六	0.434			六	0.061		
		一	0.727			一	0.090		
	$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波 (EEG)	五	1.000		$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波 (EEG)	五	0.116		
		六	0.915			六	0.047		
		項目	肌肉或腦波			實驗	顯著性	項目	肌肉或腦波
	運動 頻率	脛骨前肌 (EMG)	一		0.713	運動 頻率	脛骨前肌 (積分值)	一	0.393
			五		0.873			五	0.373
			六		0.890			六	0.381
腓腸肌 (EMG)		一	0.201	腓腸肌 (積分值)	一		0.365		
		五	0.188		五		0.493		
		六	0.325		六		0.418		
股直肌 (EMG)		一	0.476	股直肌 (積分值)	一		0.445		
		五	0.306		五		0.370		
		六	0.242		六		0.165		
股二頭肌 (EMG)		一	0.248	股二頭肌 (積分值)	一		0.422		
		五	0.525		五		0.878		
		六	0.635		六		0.965		
$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波 (EEG)		一	0.417						
		五	0.221						
		六	0.430						

由表 5-34 可知，性別、職業、身高、體重、運動頻率的不同，對時間變化之實驗數據沒有顯著性之影響，因此實驗數據將更客觀。

## 5.4 感覺測度調查之整理與分析

本研究之感覺測度調查，主要是了解受測者在使用實驗模型進行後伸拉筋運動時，因角度因素與時間因素之影響，對受測者舒適的感覺知性之心理反應。

統計方法採用單因子變異數分析，進行各參數的差異檢定，若顯著性 $p < 0.01$ ，表示達顯著水準。以下就是調查分析的結果：

### 1. 性別、職業對舒適的感覺知性之影響

主要是了解性別、職業，對「舒暢的、放鬆的、柔軟的、靈活的、精神集中的、清醒的、情緒穩定的、無壓力的」8個語彙形容詞之感覺知性是否有差異，採用單因子變異數分析來檢定其顯著性，整理分析表5-34：

表5-34 性別、職業對舒適的感覺知性之顯著性

項目	語彙形容詞	顯著性
性別	舒暢的	0.415
	放鬆的	0.599
	柔軟的	0.711
	靈活的	0.446
	精神集中的	0.400
	清醒的	0.653
	情緒穩定的	0.566
	無壓力的	0.260
職業	舒暢的	0.809
	放鬆的	0.840
	柔軟的	0.960
	靈活的	0.870
	精神集中的	0.626
	清醒的	0.949
	情緒穩定的	0.768
	無壓力的	0.598

由表5-36可知，性別、職業對舒適的感覺知性沒有顯著之影響，因此調查之結果將更客觀。

## 2. 後伸拉筋運動器材使用情形之調查

經由調查的結果顯示，若受測者有一部後伸拉筋運動器材，在使用環境方面，有 16 位選擇在家裡使用，有 4 位選擇在工作地點使用；在使用時機方面，有 10 位選擇在運動前使用，有 8 位選擇在疲勞時使用，有 2 位選擇在轉換心情時使用（表 5-35）。

表 5-35 後伸拉筋運動器材使用情形

性別	使用環境			使用時機		
	工作地點	家裡	戶外	疲勞時	轉換心情時	運動前
男	2	10	0	3	2	7
女	2	6	0	5	0	3

採用單因子變異數分析來檢定性別、職業對使用環境和使用時機的顯著性，整理分析如表 5-36：

表 5-36 性別、職業對使用環境和使用時機的顯著性

	使用環境	使用時機
性別	0.304	0.002
職業	0.478	0.599

由表 5-38 可知，職業對使用環境和使用時機沒有顯著之影響；而性別對使用環境沒有顯著之影響，但是性別對使用時機則有顯著之影響。其中，女性選擇在疲勞時使用的比例較高；男性選擇在運動前使用的比例較高。

### 5.4.1 角度變化之舒適感覺知性整理與分析

表 5-37 角度因素之舒適感覺知性

		22 度		24 度		26 度	
		動態	靜態	動態	靜態	動態	靜態
足部肌肉方面	舒暢的	4.55	4.55	4.10	4.00	1.10	1.10
	放鬆的	4.50	4.30	3.95	4.05	1.30	1.25
	柔軟的	4.95	4.65	4.25	3.90	1.60	1.75
	靈活的	4.80	4.05	3.90	3.40	1.50	1.50
腦部方面	精神集中的	4.40	4.25	4.05	3.65	1.70	1.90
	清醒的	5.00	4.82	4.50	4.45	2.50	2.50
	情緒穩定的	4.45	4.05	3.75	3.65	1.35	1.40
	無壓力的	3.95	3.10	2.70	2.65	1.15	1.20

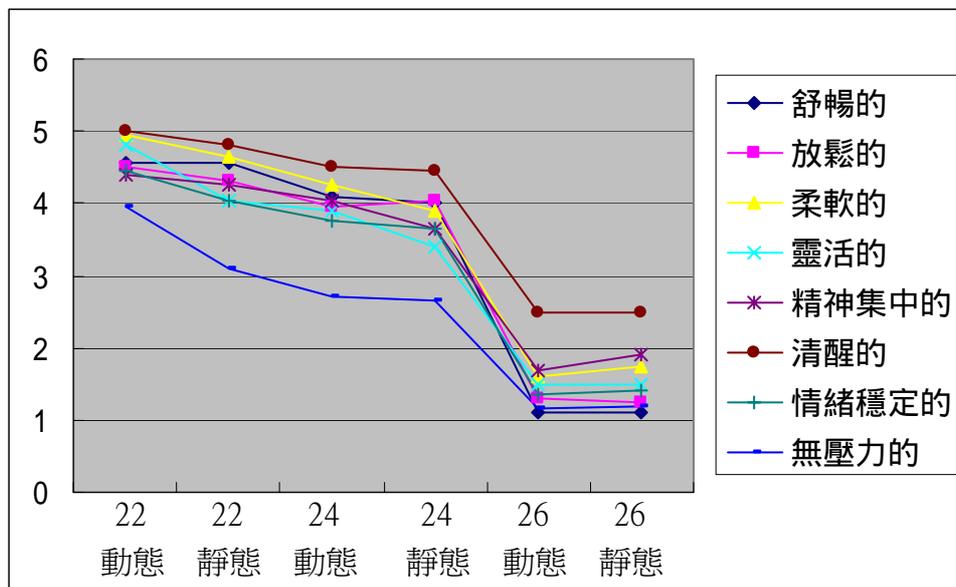


圖 5-19 角度因素之舒適感覺知性

本研究將統計出的平均分數分為三個等級，「感覺強烈=5分」、「非常有感覺=4分」為感覺最強烈；「較有感覺=3分」表感覺次之；「有一點感覺=2分」、「沒有感覺=1分」表感覺普通：

- (1) 平均值 3.5~5 為◎，表後伸拉筋運動對「舒暢的、放鬆的、柔軟的、靈活的、精神集中的、清醒的、情緒穩定的、無壓力的」感覺最強烈。
- (2) 平均值 2.5~3.5 為○，表感覺次之。
- (3) 平均值 1~2.5 為△，表感覺普通。

表 5-38 角度因素之舒適感覺知性的比較

		22 度		24 度		26 度	
		動態	靜態	動態	靜態	動態	靜態
足部肌肉方面	舒暢的	◎	◎	◎	◎	△	△
	放鬆的	◎	◎	◎	◎	△	△
	柔軟的	◎	◎	◎	◎	△	△
	靈活的	◎	◎	◎	○	△	△
腦部方面	精神集中的	◎	◎	◎	◎	△	△
	清醒的	◎	◎	◎	◎	△	△
	情緒穩定的	◎	◎	◎	◎	△	△
	無壓力的	◎	○	○	○	△	△

由表 5-37、5-38 與圖 5-19 之統計資料整理可以了解，實驗模型角度為 22 度且為動態的後伸拉筋運動時，對「舒暢的、放鬆的、柔軟的、靈活的、精神集中的、清醒的、情緒穩定的、無壓力的」感覺最強烈。

足部肌肉之感覺知性方面，對「舒暢的、放鬆的、柔軟的、靈活的」感覺中，以「柔軟的」之感覺最為強烈，其次為「靈活的、舒暢的、放鬆的」。因此，在心理上，感覺舒暢的、放鬆的、柔軟的、靈活的；在生理上，達到提昇肌肉協調性與肌力值，彼此是相互影響的。

腦部之感覺知性方面，對「精神集中的、清醒的、情緒穩定的、無壓力的」感覺中，以「清醒的」之感覺最為強烈，其次為「情緒穩定的、精神集中的」，而對於「無壓力的」較沒有感覺。因此，在心理上，感覺精神集中的、清醒的、情緒穩定的；在生理上，達到提昇  $\alpha$  波，即放鬆、集中之狀態，彼此是相互影響的。

### 5.4.2 時間變化之舒適感覺知性整理與分析

表 5-39 時間因素之舒適感覺知性

		30 秒		40 秒		50 秒		60 秒		70 秒	
		動態	靜態								
足部肌肉方面	舒暢的	1.55	1.70	2.95	3.30	4.25	4.20	4.60	4.50	3.95	3.70
	放鬆的	1.75	1.85	3.40	3.45	4.35	4.15	4.45	4.55	4.05	3.65
	柔軟的	1.95	2.05	3.15	3.20	4.40	4.20	4.70	4.45	4.10	3.85
	靈活的	1.65	1.60	2.45	2.60	4.20	3.90	4.60	4.10	3.50	3.65
腦部方面	精神集中的	1.95	2.30	2.90	3.15	4.05	4.15	4.20	4.20	3.80	3.85
	清醒的	2.25	2.75	3.80	4.10	4.55	4.65	4.55	4.55	4.35	4.20
	情緒穩定的	1.75	1.95	2.60	3.15	3.80	3.65	4.10	4.25	3.50	3.65
	無壓力的	1.25	1.25	2.00	2.30	2.75	3.00	3.10	3.35	2.60	2.45

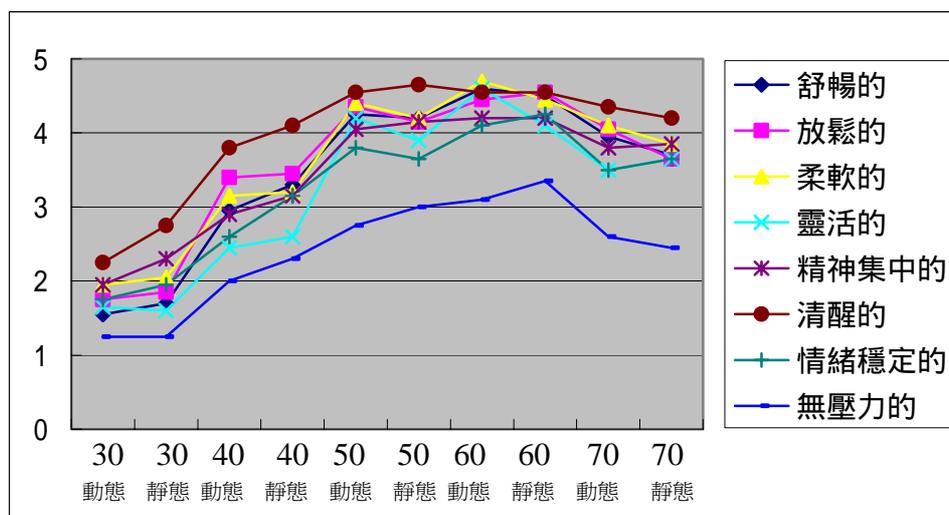


圖 5-20 時間因素之舒適感覺知性

本研究將統計出的平均分數分為三個等級，「感覺強烈=5分」、「非常有感覺=4分」為感覺最強烈；「較有感覺=3分」表感覺次之；「有一點感覺=2分」、「沒有感覺=1分」表感覺普通：

(1) 平均值 3.5~5 為◎，表後伸拉筋運動對「舒暢的、放鬆的、柔軟的、靈活的、精

神集中的、清醒的、情緒穩定的、無壓力的」感覺最強烈。

(2) 平均值 2.5~3.5 為○，表感覺次之。

(3) 平均值 1~2.5 為△，表感覺普通。

表 5-40 時間因素之舒適感覺知性的比較

		30 秒		40 秒		50 秒		60 秒		70 秒	
		動態	靜態								
足部肌肉方面	舒暢的	△	△	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	放鬆的	△	△	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	柔軟的	△	△	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	靈活的	△	△	△	○	◎	◎	◎	◎	○	◎
腦部方面	精神集中的	△	△	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	清醒的	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	情緒穩定的	△	△	○	○	◎	◎	◎	◎	○	◎
	無壓力的	△	△	△	△	○	○	○	○	○	△

由表 5-39、5-02 與圖 5-20 之統計資料整理可以了解，使用時間為 60 秒時且為動態的後伸拉筋運動時，對「舒暢的、柔軟的、靈活的、精神集中的」感覺最強烈；使用時間為 60 秒時且為靜態的後伸拉筋運動時，對「放鬆的、精神集中的、情緒穩定的、無壓力的」感覺最強烈；使用時間為 50 秒時且為靜態的後伸拉筋運動時，對「清醒的」感覺最強烈。

足部肌肉之感覺知性方面，對「舒暢的、放鬆的、柔軟的、靈活的」感覺中，以「柔軟的」之感覺最為強烈，其次為「舒暢的、靈活的、放鬆的」。因此，在心理上，感覺舒暢的、放鬆的、柔軟的、靈活的；在生理上，達到提昇肌肉協調性與肌力值，彼此是相互影響的。

腦部之感覺知性方面，對「精神集中的、清醒的、情緒穩定的、無壓力的」感覺中，以「清醒的」之感覺最為強烈，其次為「情緒穩定的、精神集中的」，而對於「無壓力的」較沒有感覺。因此，在心理上，感覺精神集中的、清醒的、情緒穩定的；在生理上，達到提昇  $\alpha$  波，即放鬆、集中之狀態，彼此是相互影響的。

### 5.5 本章小節

綜合生理（實驗）與心理（感覺測度調查）方面之研究，歸納出表 5-41、圖 5-21、圖 5-22：

表 5-41 後伸拉筋運動在生理與心理之影響

	生 理	心 理
足部肌肉方面	提昇肌肉協調性與肌力值	柔軟的、舒暢的、靈活的、放鬆的
腦部方面	提昇 $\alpha$ 波的頻率	清醒的、情緒穩定的、精神集中的

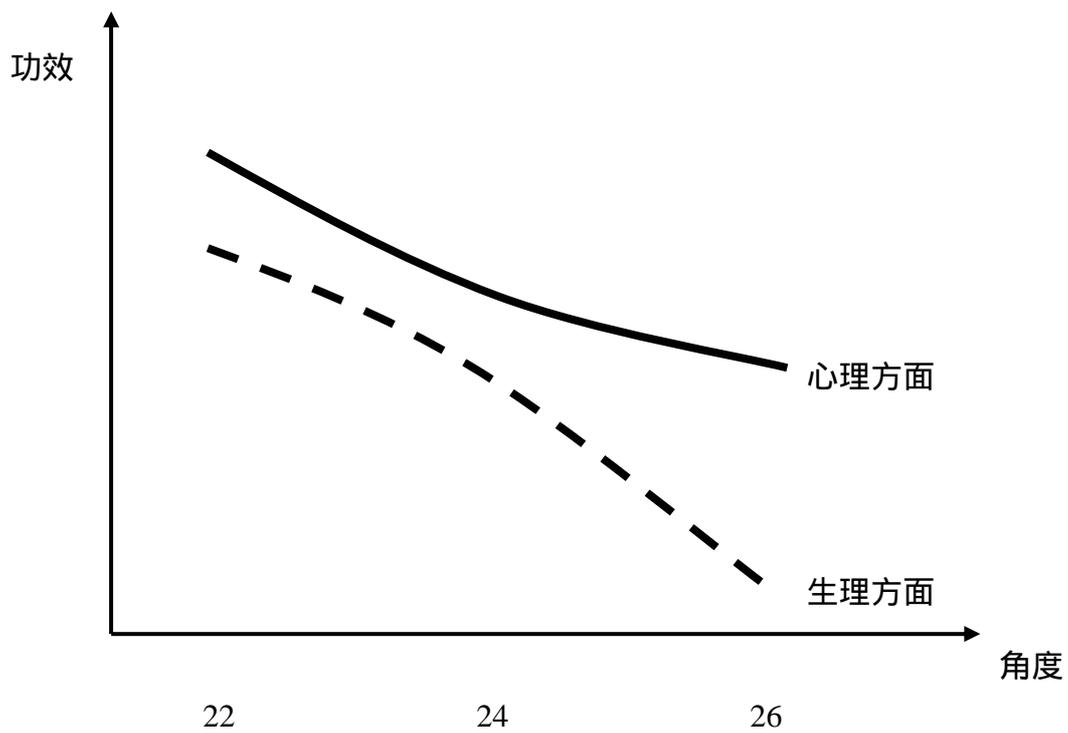


圖 5-21 角度變化實驗在生理與心理方面之影響

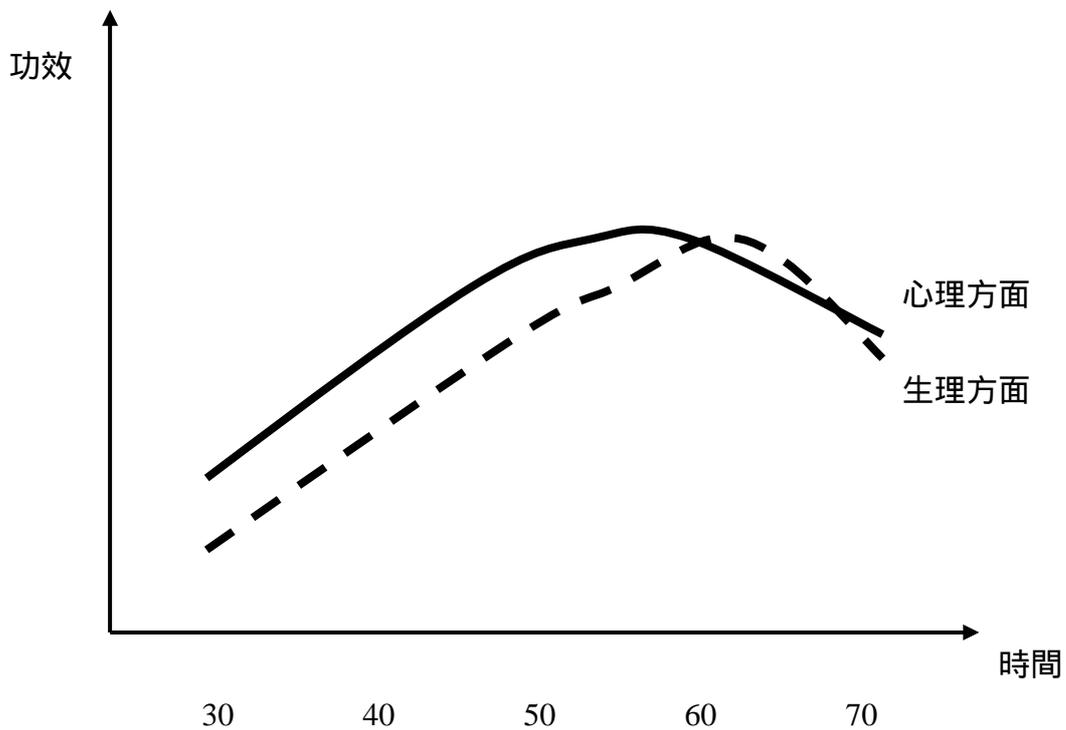


圖 5-22 時間變化實驗在生理與心理方面之影響

因此，在產品開發上，角度方面，可以設定為 20 至 24 度；使用時間方面，可設定為 50 至 70 秒，因為在此角度範圍與使用時間範圍之後伸拉筋運動，在生理與心理上都是有幫助的。

## 第六章、結論與建議

目前人體工學之相關研究僅止於計測生理或心理單項層面的探討。而本研究旨在瞭解高齡者在生、心理相互影響之關聯，其結果有助於產品開發設計上更周延與人性化。足部之各部肌與時間、屈曲角度之變化上所產生之肌力值效應與腦波之關聯，藉此了解足部伸曲對於人體的感知，整理出實驗的結果。此外，藉由高齡者後伸拉筋的成果，驗證了高齡者產品應從生、心理層面同時考量之必要性。

確認研究成果以及生、心理互動模式，應能帶動相關研究領域的參考與指標性的意義。從生、心理層面的差異協助老年人生活保健、身體機能治療與延遲老化時間之相關問題與解決。

### 6.1 研究結果

面臨著現代高齡化趨勢的到來，我們藉由運用工業設計這門應用科學的研究，對於高齡族群生活方面有實質的幫助。這些具體的協助除了是對高齡老人的了解與生、心理層面的關懷外，還包含實際日常生活用品與環境的改善、發展適合高齡化設計之要素和條件。

本研究透過人因計測、肌電儀量測、腦波儀量測及感覺知性的差異來探討不同角度與時間的情況下，哪一種使用情形對使用者的肌肉協調性、肌力值與 $\beta$ 波 $\rightarrow$  $\alpha$ 波是最佳的，並從實驗及資料分析中找出後伸拉筋運動器材的設計準則。

歸納本研究所得到的資料與分析結果，我們擬出以下幾點的結論：

(1) 在肌電儀量測中發現：

1. 當受測者在實驗模型之傾斜仰角為22度時做後伸拉筋運動，比在24、26度以及自行做後伸拉筋運動時，對提昇肌肉協調性、肌力值是最有功效的。
2. 當受測者在使用時間為60秒時做後伸拉筋運動，比在30、40、50、70秒時，對提昇肌肉協調性、肌力值是最有功效的。
3. 對脛骨前肌而言，角度為22度、使用時間為60秒且為動態之後伸拉筋運動，對

提昇肌肉協調性與肌力值最有功效。

4. 對腓腸肌而言，角度為22度、使用時間為60秒且為靜態之後伸拉筋運動，對提昇肌肉協調性與肌力值最有功效。
5. 對股直肌而言，角度為22度、使用時間為60秒且為靜態之後伸拉筋運動，對提昇肌肉協調性與肌力值最有功效。
6. 對股二頭肌而言，角度為22度、使用時間為60秒且為靜態之後伸拉筋運動，對提昇肌肉協調性最有功效；角度為22度、使用時間為60秒且為動態之後伸拉筋運動，對提昇肌力值最有功效。

(2) 在腦電儀量測中發現：

1. 當受測者在實驗模型之傾斜仰角為22度時做後伸拉筋運動，比在24、26度以及自行做後伸拉筋運動時，對 $\beta$ 波 $\rightarrow$  $\alpha$ 波是最有功效的。
2. 當受測者在使用時間為60秒時做後伸拉筋運動，比在30、40、50、70秒時，對 $\beta$ 波 $\rightarrow$  $\alpha$ 波是最有功效的。
3. 對 $\beta$ 波 $\rightarrow$  $\alpha$ 波而言，角度為22度、使用時間為60秒且為靜態之後伸拉筋運動時，對其最有功效。

(3) 角度因素之影響大於時間因素之影響

(4) 在主觀評價之舒適感覺知性方面：

1. 足部肌肉方面：

角度為22度且為動態之後伸拉筋運動時，對「舒暢的、放鬆的、柔軟的、靈活的」感覺最強烈。其中以「柔軟的」感覺最為強烈。

使用時間為60秒且為動態之後伸拉筋運動時，對「舒暢的、柔軟的、靈活的」感覺最強烈；使用時間為60秒且為靜態之後伸拉筋運動時，對「放鬆的」感覺最強烈。其中以「柔軟的」感覺最為強烈。

2. 腦部方面

角度為22度且為動態之後伸拉筋運動時，對「精神集中的、清醒的、情緒

穩定的、無壓力的」感覺最強烈。其中以「清醒的」感覺最為強烈。

使用時間為60秒且為靜態之後伸拉筋運動時，對「精神集中的、情緒穩定的、無壓力的」感覺最強烈；使用時間為50秒且為靜態之後伸拉筋運動時，對「清醒的」感覺最強烈。其中以「清醒的」感覺最為強烈。

(5) 綜合生理（實驗）與心理（問卷）方面之研究，歸納出傾斜仰角為22度、使用時間為60秒時，對受測者整體來說是最有功效的。

本研究主要針對高齡使用者健康健身的需求，透過足部後伸拉筋的運動，活化生理機能，達到刺激運動神經的作用，使高齡者在動作上更靈敏，思緒更清楚，並結合健身與醫療的概念，達到從生理及心理減緩老化的效果（圖 6-1），使高齡者的產品由醫療輔具提升至預防保健，使老年的生活更有品質。

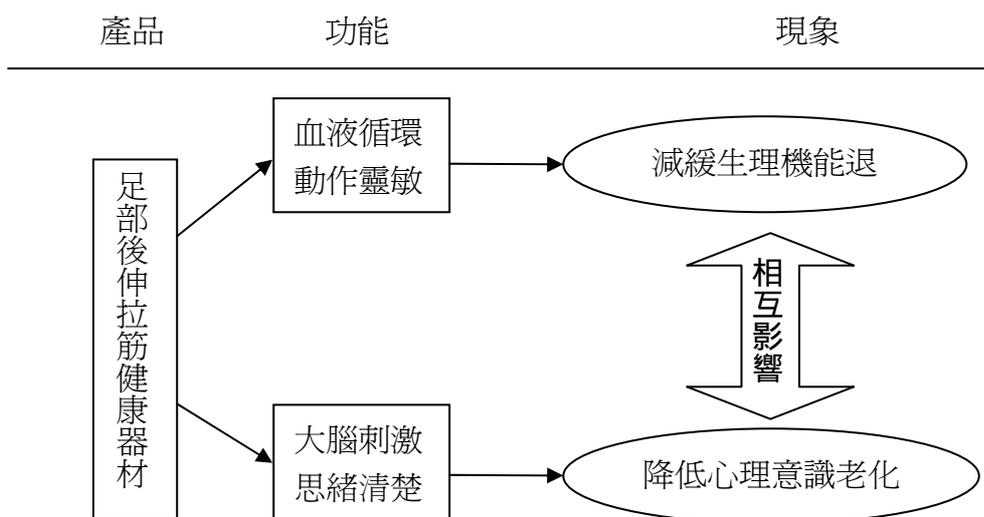


圖 6-1 足部後伸拉筋健康器材對生理及心理減緩老化的效果

## 6.2 研究檢討與後續研究

本研究雖在研究者嚴謹的控制之下，在實驗後仍有些許缺憾，在此提出以供後續研究者參考。

- (1) 受限於設備之不足，本研究實驗的角度為22、24、26度，無法精確到小數點第一位之角度數值。
- (2) 礙於時間的限制與受測者的體力，本研究實驗的時間為30、40、50、60、70秒，若時間之間距為5秒，則實驗結果之信度將更高。
- (3) 礙於時間的限制，本研究之受測族群針對55歲以上之中高齡者，若加入上班族和青少年族群，與中高齡族群做比較，對產品開發上會更有幫助。未來可以針對這個方向繼續深入探討。
- (4) 受限於設備之不足，受測者之動態分析，無法在實驗過程中紀錄。未來可以針對這個方向繼續深入探討。
- (5) 可以增加量測用的電極，量測更多腳部運動時之相關肌肉的肌電訊號，以觀測肌肉活化的情況。
- (6) 設計一些動作配合後伸拉筋之運動，以增加運動的樂趣與效果。
- (7) 建議後續研究於選取實驗資料時，可利用多次測驗數值取平均值，以求更客觀化。
- (8) 本研究因礙於時間及人力有限，使得實驗研究之受試者人數受到限制，研究成果不易代表全國之中高齡者。然而本研究所測得之數據，在應用上仍具有參考之價值。
- (9) 本研究是針對中高齡者之腳部後伸拉筋運動，未來建議可以朝相關之運動狀態進行探討

### 6.3 設計、學術意義與建議

#### (1) 設計應用方面

藉由實驗結果，以及在產品開發上的運用，可設計出

1. 單功能的健身器材；
2. 多功能的健身器材，如結合身體其他各部位之健身器材、具生理監視功能之健身器材；

- 3.改良由腳驅動之器材，如腳踏車、健身車；
- 4.全新之健身器材或代步工具…等。

使產品的用途更具合理性，操作更具親人性，使用更具安全性，並將產業既有的技術，透過設計整合的運用，來開發新市場產品，達到同類產品的擴充性與價值創新的目的，並增加產品之生命週期。

## (2) 學術研究方面

- 1.探討「高齡化社會」之趨勢，歸結、整理高齡者生理與心理機能變化和問題。
- 2.探討高齡者適度活動與延遲身體機能退化的能力，使高齡者的產品由醫療輔具提升至預防保健，使老年的生活更有品質，達成有助於老人生活保健的價值與設計關懷的意義。
- 3.提供後續相關研究與高齡化設計運用之建議及參考價值。
- 4.本研究建立出一套能夠提供設計高齡者足部後伸拉筋健身器材的人體計測資料，所測得之統計數值方可應用於健身器材及其他相關產品之設計開發上。**促進中高齡者安全使用運動器材的認知與環境的建立。**

目前各國對於高齡化的問題逐漸重視，特別是歐美日等先進國家，都制定出相關福利措施，對於高齡用品也有補助方案。因此，醫療輔具的市場正呈現高度成長。而產業得以迅速發展，主要在於產品開發的效率及製造技術的成熟，其中各零件製造商與衛星加工廠所形成的供應體系，扮演重要角色。而拓展「新市場」的產品，應用暨有衛星體系，是產業轉型的重要策略。本研究主要針對高齡者健身及預防老化的需求，透過嚴整的人因實驗研究，以工業設計產品開發與整合的方式，整合國內各相關企業與技術以及傳統衛星體系（圖 6-2），降低產品開發的風險性。

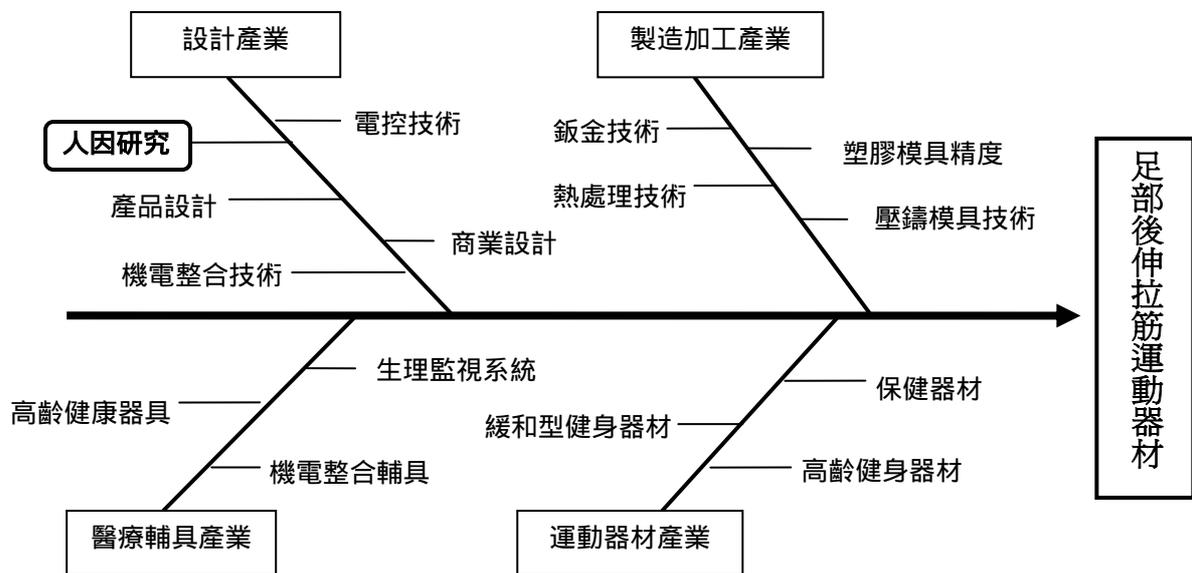


圖6-2 相關企業與技術之整合

高齡者因生理機能退化，動作緩慢，對運動興趣缺缺，造成心理上的老化意識，使高齡者更加不喜歡運動，使身體機能運作停滯，加速老化的現象。如此生理與心理老化的惡性循環，使現今的高齡者雖然長壽，生活卻無品質。因此，在安全的條件下，強迫性的健身產品，是具有市場需求的。

在現代社會生活中，充滿著壓力，久而久之，引起生理的變化，如肩痛、腰痛、脈搏增加、血壓增高、肌肉緊張、胃腸障害等，在心理方面也會呈現不安、易怒、情緒不穩等現象。而足部後伸拉筋健康器材亦可針對不常運動的上班族，使其在和緩的運動下，仍能正常工作，而且達到健身的效果。並以此研究為基礎，應用於足部復健器材、辦公室健康器材、運動訓練器材…等。

本研究達成之貢獻，是從設計的角度介入，解決在高齡化設計研究中應用研發之問題，未來用以提供產、官、學界做為設計參考之依據。

## 參考文獻

- 【1】人力規劃處，1995，未來人口高齡化趨勢之國際比較。
- 【2】王晶，2000，老年潮，聯經出版事業公司，頁 33-34。
- 【3】行政院主計處，1994，中華民國台灣地區八十二年老人狀況調查報告，行政院主計處暨內政部合編。
- 【4】行政院經濟建設委員會人力規劃處，2002，中華民國台灣地區民國 91 年至 140 年人口推計。
- 【5】蔡培村，1996，成人教育與生涯發展，麗文文化公司。
- 【6】高國斌，2002，高齡化色彩意象與喜好度之調查研究，碩士論文。
- 【7】陳建志，2000，通用設計的原理與實例探討，明智技術學院工業設計系。
- 【8】許世昌、王夕堯，1989，最新實用解剖生理學，永大書局。
- 【9】長者健康服務網，  
<http://www.info.gov.hk/elderly/chinese/healthinfo/selfhelptips/footcare.htm>
- 【10】葳達圖書館，<http://www.wedar.com/library4/sfit000819.htm>
- 【11】彭駕騏，1999，老人學，揚智文化。
- 【12】曾思瑜、楊靜、康耀文，1997，高齡者居家生活安全設計規範研究，內政部社會司委託專題研究計畫成果審查書，雲林科技大學空間設計系。
- 【13】Blake A J.、Morgan K、Dallosso H、Ebrahim S B J、Arie T H D、Fentem P H、Bassey E J. Falls, 1998, "elderly people at home: prevalence and associated factors" , Age Ageing 1988;17, pp.365-372.
- 【14】Lilley J M.、Arie T、Chilvers C E D, 1995, " Special Review, Accidents involving older people: A review of the literature" , Age Ageing 1995.
- 【15】Leiper C I、Craig R L, 1991, " Relationship between physical activity and temporal-distance characteristics of walking in elderly women" , Phys Ther 1991; 71, pp.791-803.
- 【16】Woo J、Ho S C、Lau J、Chen S G、Yuen Y K. , 1995, " Age-associated gait-changes in the elderly: pathological or physiological" , Neuroepidemiology 1995; 14, pp.65-71.

- 【17】郭辰嘉，2001，高齡化社會居家生活產品設計之研究，碩士論文。
- 【18】黃富順，1995，「老人心理與行為模式」，成人教育，第二十八期，頁 11-17。
- 【19】馬金銘、劉立、申文江，1989，老年期保健，科技圖書股份有限公司，頁 11、13~14、33。
- 【20】謝瀛華、鄭惠信、1995，「台北市某社區六十五歲以上老人日常生活依賴程度之研究」，北醫學報第 24 卷第 1 期、頁 9-17。
- 【21】原水編輯室，2001，啊！抗老化完全搞定，原水文化出版，頁 126~127。
- 【22】王桂良，2002，別讓歲月催你老，如何出版社有限公司，頁 116~130。
- 【23】Ruuskanen.J. M.、Ruoppila.I.，1995，” Physical activity and psychological well-being among people aged 65 to 84 years” ，Age and Ageing，No.24，pp.292-296.
- 【24】約翰羅伊，1999，活力久久，天下遠見出版股份有限公司，頁 98~99。
- 【25】盧英娟、李明榮，2001，「社會化發展與休閒階段需求之探討」，國立臺灣體育學院學報，第八期，頁 97-112。
- 【26】陳建志，1999，「為特殊族群設計—高齡者生活用具的需求」，工業設計，第二十七卷，第二期，頁 103-111。
- 【27】陳建志，1996，「超越年齡的人機介面設計」，明志工專學報，第二十八期，頁 169~176。
- 【28】陳振甫，1999，「高齡者人因工程研究” 銀髮族產品與全適性產品設計個案研討會” 後記」，工業設計，第二十七卷，第二期，頁 89~92。
- 【29】傅佳雄，1988，老人問題與老人福利，正中書局。
- 【30】胡名霞，2000，「銀髮族輪椅與拐杖之選用原則」，輔具之友，第九期，頁 16~21。
- 【31】黃發典，1996，社會老年學，遠流出版社。
- 【32】行政院體育委員會，1999，「我國青少年休閒運動現況、需求暨發展對策之研究」，第一次全國體育會議參考資料，第十六期，行政院體育委員會。
- 【33】林新龍，2000，「參與休閒活動行為之探討」，大專體育，第四十九期，頁 109-115。
- 【34】劉子利，2001，「休閒教育的意義、內涵、功能及其實施」，戶外遊憩研究，第 14 卷，第一期，頁 33-53。

- 【35】林勤敏，1992，現代生活與教育，復文出版社。
- 【36】王素敏，1997，老人的休閒滿意及其教育取向之研究，碩士論文。
- 【37】林秋芸、凌德麟，1998，「社區鄰里公園老年人休閒活動設施之調查」，頁15~32。
- 【38】沈易利，1995，臺灣省民休閒運動參與和需求之研究，霧峰出版社。
- 【39】陳定雄，1994，「休閒運動相關術語之歷史研究」，國立臺灣體育專學報，第四期，頁7-22。
- 【40】施清發、陳武宗、范麗娟，2000，「高雄市老人休閒體驗與休閒參與程度之研究」，社區發展季刊，頁 346-358。
- 【41】內政部委託中央大學統計研究所，2000，「臺閩地區老人狀況調查」。
- 【42】詹皓宇，2001，「休閒活動與生活健康的關係」，台灣教育，第 602 期，頁 41-44。
- 【43】Griffin.J.、McKenna, K.，1998，” Influences on leisure and life satisfaction of elderly people” ，Physical and Occupational Therapy in Geriatrics ，Vol.15，No.4，pp.1-16.
- 【44】Kelly.J. R.、Godbey.G.，1992，” The Sociology of Leisure. PA: Venture Publishers. ”
- 【45】楊惠芳，2000，「重視老人生體活動的教育」，教師之友，第八期，第四十一卷，第三期，頁 32。
- 【46】師大社會教育，1977，積極推展老人休閒。
- 【47】謝伸裕，1989，老人的運動，中華日報社出版部，頁 34~47。
- 【48】曾煥華，1989，步行運動的科學，銀禾文化事業有限公司，頁 58~59、66~68、81、89~92。
- 【49】洪茂雄，1977，解剖生理學，財團法人徐氏基金會，頁 17~18。
- 【50】秦鳳棲，1985，跑步健康法，時報文化出版事業有限公司，頁 8、20、69、127、170。
- 【51】莊宏達，1984，老人養生之道，中華日報社出版部，頁 105、108~109、115。
- 【52】姜慧嵐、卓俊辰，1994，體適能指導手冊，中華民國有氧體能運動協會。
- 【53】蔡碧女，2000，老人休閒運動之研究-以元極舞為例，碩士論文。
- 【54】黃彬彬，1989，「從生理學觀點談伸展運動」，體育與運動雙月刊，頁25~28。

- 【55】平野厚，1984，伸展運動，百科文化事業公司，頁 3~5。
- 【56】行政院體委會，1998，國民體能系列認識健康體能，國立體育學院編制。
- 【57】陳文銓，1994，「如何藉由伸展運動來改善柔軟度並預防運動傷害」，台灣省學校體育，頁 39~45。
- 【58】Elble RJ、Moody C、Leffler K & Sinha R.，1994，” The initiation of normal walking” ，Mov Disord 1994;9(2)，pp.139-146.
- 【59】Mann RA、Hagy JL、White V、Liddell D.，1979，” The initiation of gait” ，J. Bone Joint Surg 1979; 61，pp.232-239.
- 【60】R.Putz and R.Pabst，1999，Sobotta彩色解剖學圖譜，合計圖書出版社，頁 309~325。
- 【61】石正偉，2001，唐氏症兒童穿著具足弓墊之矯正鞋步行能力之效益評估，碩士論文。
- 【62】蔡欣蓓，2002，學童專用滑鼠人機介面安全研究與發展，碩士論文。
- 【63】劉玫舫，1993，不同運動型態下大腿肌肉肌電圖之比較分析，碩士論文。
- 【64】[http://public1.ptl.edu.tw/publish/sci\\_knog/47/text41.htm](http://public1.ptl.edu.tw/publish/sci_knog/47/text41.htm)
- 【65】<http://www.hdm.com.tw/braindiscover9.htm>
- 【66】<http://www.chiropractors.com.hk/plantarfasiitis.htm>
- 【67】王北虹，2001，肩關節活動對肩關節鬆動向度之影響研究，碩士論文。

## 圖 目 錄

圖 1-1	未來國際人口高齡化趨勢之比較圖	-----2
圖 1-2	預估台灣未來老年人口佔總人口之比例	-----2
圖 1-3	老化造成的慢性病症影響關係圖	-----4
圖 1-4	年齡與能力消長之關係	-----5
圖 1-5	設計開發高齡者用品的目的意義	-----6
圖 2-1	足部骨骼構造	-----10
圖 2-2	內縱弓	-----11
圖 2-3	外縱弓	-----11
圖 2-4	橫弓	-----11
圖 2-5	足部後伸拉筋運動與生活構面的關係	-----16
圖 3-1	本研究定義受測族群為 55 歲之原因	-----23
圖 3-2	步行、慢跑、游泳對生理機能之功效	-----38
圖 3-3	超越年齡和能力的消長關係圖	-----42
圖 3-4	國內現有相關高齡化研究領域分析比較與本研究定位	-----44
圖 4-1	膝關節、踝關節彎曲時大腿與小腿肌肉向心與離心之收縮圖例	-----47
圖 4-2	腓腸肌、脛骨前肌表面電極片黏貼位置圖	-----48
圖 4-3	股直肌、股二頭肌表面電極片黏貼位置圖	-----48
圖 4-4	前測之腦波圖	-----50
圖 4-5	針電極	-----51
圖 4-6	表面電極	-----51
圖 4-7	腦組織構造圖	-----53
圖 4-8	腦波儀之頭帶感應器配戴位置	-----54

圖 4-9	肌電儀設備	-----	57
圖 4-10	腦波儀設備	-----	58
圖 4-11	實驗模型	-----	59
圖 4-12	高感度增幅器	-----	61
圖 4-13	電極片黏貼位置圖	-----	61
圖 4-14	受測者步行示意圖	-----	62
圖 4-15	受測者自行做後伸拉筋運動示意圖	-----	62
圖 4-16	受測者站在實驗器材上做後伸拉筋運動示意圖	-----	63
圖 4-17	受測者站在實驗器材上靜止持續 60 秒示意圖	-----	63
圖 5-1	脛骨前肌於 22、24、26 三種角度肌肉協調性的肌電訊號	-----	70
圖 5-2	腓腸肌於 22、24、26 三種角度肌肉協調性的肌電訊號	-----	71
圖 5-3	股直肌於 22、24、26 三種角度肌肉協調性的肌電訊號	-----	72
圖 5-4	股二頭肌於 22、24、26 三種角度肌肉協調性的肌電訊號	-----	73
圖 5-5	脛骨前肌於 22、24、26 三種角度肌力值的肌電訊號	-----	75
圖 5-6	腓腸肌於 22、24、26 三種角度肌力值的肌電訊號	-----	76
圖 5-7	股直肌於 22、24、26 三種角度肌力值的肌電訊號	-----	77
圖 5-8	股二頭肌於 22、24、26 三種角度肌力值的肌電訊號	-----	78
圖 5-9	$\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波於 22、24、26 三種角度的腦波訊號	-----	81
圖 5-10	脛骨前肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌肉協調性的肌電訊號	---	86
圖 5-11	腓腸肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌肉協調性的肌電訊號	----	87
圖 5-12	股直肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌肉協調性的肌電訊號	----	89
圖 5-13	股二頭肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌肉協調性的肌電訊號	---	90
圖 5-14	脛骨前肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌力值的肌電訊號	-----	92
圖 5-15	腓腸肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌力值的肌電訊號	-----	94

圖 5-16 股直肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌力值的肌電訊號	-----95
圖 5-17 股二頭肌於 30、40、50、60、70 秒五種使用時間肌力值的肌電訊號	-----96
圖 5-18 $\beta$ 波 $\rightarrow$ $\alpha$ 波於 30、40、50、60、70 五種使用時間的腦波訊號	-----99
圖 5-19 角度因素之舒適感覺知性	-----105
圖 5-20 時間因素之舒適感覺知性	-----107
圖 5-21 角度變化實驗在生理與心理方面之影響	-----109
圖 5-22 時間變化實驗在生理與心理方面之影響	-----110
圖 6-1 足部後伸拉筋健康器材對生理及心理減緩老化的效果	-----113
圖 6-2 相關企業與技術之整合	-----116

## 表 目 錄

表 2-1	慢性病症與筋骨肌肉之影響	9
表 2-2	各年齡層身心機能變化	13
表 2-3	高齡者動機能退化對現實生活之影響	14
表 2-4	高齡者在食、衣、住、行、育、樂方面普遍的問題	15
表 2-5	經常運動的人與不運動的人的比較	19
表 3-1	休閒運動的發展	26
表 3-2	臺灣社會的休閒觀	26
表 4-1	前測之實驗數據	46
表 4-2	腦波的四個頻段、狀態、意識	53
表 4-3	研究使用調查之舒適的感覺知性形容詞	55
表 5-1	受試者基本資料	68
表 5-2	不同角度對脛骨前肌之協調性的影響	70
表 5-3	不同角度對腓腸肌之協調性的影響	71
表 5-4	不同角度對股直肌之協調性的影響	72
表 5-5	不同角度對股二頭肌之協調性的影響	73
表 5-6	不同角度對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之協調性的比較	74
表 5-7	動態與靜態的後伸拉筋運動對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之協調性的比較	74
表 5-8	不同角度對脛骨前肌之肌力值的影響	75
表 5-9	不同角度對腓腸肌之肌力值的影響	76
表 5-10	不同角度對股直肌之肌力值的影響	77
表 5-11	不同角度對股二頭肌之肌力值的影響	78

表 5-12	不同角度對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之肌力值的比較	---79
表 5-13	動態與靜態的後伸拉筋運動對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二 之肌力值的比較	-----79
表 5-14	不同角度對 波 波的影響	-----80
表 5-15	不同角度對 波 波的比較	-----81
表 5-16	動態與靜態的後伸拉筋運動對 波 波的比較	-----81
表 5-17	性別、職業、身高、體重、運動頻率對角度變化之實驗數據的顯著性	-----82
表 5-18	不同時間對脛骨前肌之協調性的影響	-----86
表 5-19	不同時間對腓腸肌之協調性的影響	-----87
表 5-20	不同時間對股直肌之協調性的影響	-----88
表 5-21	不同時間對股二頭肌之協調性的影響	-----89
表 5-22	不同時間對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之協調性的比較	---91
表 5-23	動態與靜態的後伸拉筋運動對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌 之肌肉協調性的比較	-----91
表 5-24	不同時間對脛骨前肌之肌力值的影響	-----92
表 5-25	不同時間對腓腸肌之肌力值的影響	-----93
表 5-26	不同時間對股直肌之肌力值的影響	-----94
表 5-27	不同時間對股二頭肌之肌力值的影響	-----95
表 5-28	不同時間對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌之肌力值的比較	---97
表 5-29	動態與靜態的後伸拉筋運動對提昇脛骨前肌、腓腸肌、股直肌、股二頭肌 之肌力值的比較	-----97
表 5-30	不同時間對 波 波的影響	-----97
表 5-31	不同時間對 波 波的比較	-----100
表 5-32	動態與靜態的後伸拉筋運動對 波 波的比較	-----100
表 5-33	性別、職業、身高、體重、運動頻率對時間變化之實驗數據的顯著性	-----100

表 5-34 性別、職業對舒適的感覺知性之顯著性	103
表 5-35 後伸拉筋運動器材使用情形	104
表 5-36 性別、職業對使用環境和使用時機的顯著性	104
表 5-37 角度因素之舒適感覺知性	105
表 5-38 角度因素之舒適感覺知性的比較	106
表 5-39 時間因素之舒適感覺知性	107
表 5-40 時間因素之舒適感覺知性的比較	108
表 5-41 後伸拉筋運動在生理與心理之影響	109

## 附件一 EMG 與 EEG 原始實驗數據

仰角為 22 度的實驗數據 ( EMG ) - 單位 : V

	脛骨前肌 ( 小腿前 )				腓腸肌 ( 小腿後 )				股直肌 ( 大腿前 )				股二頭肌 ( 大腿後 )			
	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四
受測者 1	0.13	0.13	0.15	0.16	0.16	0.19	0.25	0.27	0.11	0.14	0.15	0.16	0.08	0.10	0.11	0.11
受測者 2	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.12	0.12	0.14	0.17	0.11	0.13	0.13	0.16
受測者 3	0.16	0.20	0.25	0.28	0.16	0.18	0.20	0.24	0.10	0.11	0.12	0.14	0.17	0.19	0.19	0.23
受測者 4	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.13	0.10	0.11	0.13	0.13	0.14	0.18	0.22	0.22
受測者 5	0.11	0.11	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.21	0.08	0.09	0.14	0.20	0.12	0.12	0.14	0.15
受測者 6	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.08	0.10	0.11	0.04	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08	0.09	0.10
受測者 7	0.07	0.07	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.15	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12
受測者 8	0.08	0.10	0.10	0.16	0.10	0.11	0.12	0.12	0.15	0.15	0.17	0.20	0.17	0.18	0.18	0.20
受測者 9	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.10	0.10	0.10	0.06	0.07	0.08	0.12	0.11	0.12	0.14	0.15
受測者 10	0.06	0.09	0.09	0.10	0.09	0.10	0.11	0.11	0.06	0.07	0.07	0.07	0.12	0.12	0.12	0.13
受測者 11	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.16	0.18	0.19	0.08	0.08	0.09	0.15	0.12	0.12	0.12	0.12
受測者 12	0.10	0.10	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.12	0.11	0.13	0.13	0.16
受測者 13	0.06	0.06	0.06	0.06	0.09	0.10	0.10	0.12	0.05	0.07	0.10	0.11	0.12	0.14	0.14	0.15
受測者 14	0.05	0.05	0.05	0.06	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.14	0.16	0.12	0.13	0.14	0.15
受測者 15	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.12	0.12	0.12	0.07	0.11	0.12	0.14	0.12	0.20	0.20	0.23
受測者 16	0.10	0.10	0.10	0.11	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.16	0.17	0.18
受測者 17	0.08	0.10	0.11	0.15	0.06	0.08	0.09	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10	0.12	0.16	0.19	0.25
受測者 18	0.07	0.08	0.08	0.09	0.11	0.11	0.12	0.12	0.09	0.11	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
受測者 19	0.06	0.07	0.09	0.09	0.11	0.11	0.12	0.13	0.07	0.08	0.08	0.09	0.14	0.16	0.17	0.17
受測者 20	0.08	0.09	0.11	0.17	0.15	0.16	0.16	0.17	0.09	0.12	0.13	0.15	0.14	0.17	0.19	0.20

仰角為 24 度的實驗數據 ( EMG ) - 單位 : V

	脛骨前肌 ( 小腿前 )				腓腸肌 ( 小腿後 )				股直肌 ( 大腿前 )				股二頭肌 ( 大腿後 )			
	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四
受測者 1	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.19	0.24	0.25	0.11	0.14	0.15	0.15	0.08	0.10	0.10	0.11
受測者 2	0.10	0.11	0.11	0.11	0.13	0.14	0.16	0.16	0.12	0.12	0.13	0.13	0.11	0.13	0.13	0.15
受測者 3	0.16	0.20	0.24	0.25	0.16	0.18	0.20	0.21	0.10	0.11	0.11	0.12	0.17	0.19	0.19	0.19
受測者 4	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.13	0.10	0.11	0.13	0.13	0.14	0.18	0.20	0.21
受測者 5	0.11	0.11	0.12	0.12	0.14	0.15	0.15	0.18	0.08	0.09	0.12	0.16	0.12	0.12	0.13	0.14
受測者 6	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.08	0.10	0.11	0.04	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08	0.08	0.09
受測者 7	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.07	0.07	0.07	0.08	0.10	0.11	0.11	0.11
受測者 8	0.08	0.10	0.10	0.14	0.10	0.11	0.11	0.11	0.15	0.15	0.17	0.19	0.17	0.18	0.18	0.19
受測者 9	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.10	0.10	0.10	0.06	0.07	0.07	0.08	0.11	0.12	0.13	0.13
受測者 10	0.06	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.06	0.07	0.07	0.07	0.12	0.12	0.12	0.12
受測者 11	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.16	0.17	0.18	0.08	0.08	0.08	0.09	0.12	0.12	0.12	0.12
受測者 12	0.10	0.10	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.13	0.13	0.15
受測者 13	0.06	0.06	0.06	0.06	0.09	0.10	0.10	0.11	0.05	0.07	0.07	0.11	0.12	0.14	0.14	0.14
受測者 14	0.05	0.05	0.05	0.06	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.13	0.13	0.13
受測者 15	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.12	0.12	0.12	0.07	0.11	0.11	0.13	0.12	0.20	0.20	0.22
受測者 16	0.10	0.10	0.10	0.10	0.07	0.08	0.09	0.09	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.16	0.17	0.18
受測者 17	0.08	0.10	0.10	0.14	0.06	0.08	0.08	0.09	0.06	0.08	0.09	0.10	0.12	0.16	0.16	0.20
受測者 18	0.07	0.08	0.08	0.08	0.11	0.11	0.12	0.12	0.09	0.11	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
受測者 19	0.06	0.07	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.11	0.07	0.08	0.08	0.08	0.14	0.16	0.16	0.16
受測者 20	0.08	0.09	0.09	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	0.09	0.12	0.12	0.15	0.14	0.17	0.18	0.19

仰角為 26 度的實驗數據 ( EMG ) - 單位 : V

	脛骨前肌 ( 小腿前 )				腓腸肌 ( 小腿後 )				股直肌 ( 大腿前 )				股二頭肌 ( 大腿後 )			
	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四
受測者 1	0.13	0.13	0.10	0.11	0.16	0.19	0.12	0.14	0.11	0.14	0.09	0.10	0.08	0.10	0.07	0.07
受測者 2	0.10	0.11	0.07	0.07	0.13	0.14	0.09	0.10	0.12	0.12	0.08	0.11	0.11	0.13	0.09	0.09
受測者 3	0.16	0.20	0.09	0.13	0.16	0.18	0.10	0.13	0.10	0.11	0.08	0.09	0.17	0.19	0.13	0.15
受測者 4	0.08	0.09	0.05	0.07	0.10	0.12	0.07	0.08	0.10	0.11	0.09	0.10	0.14	0.18	0.10	0.12
受測者 5	0.11	0.11	0.08	0.10	0.14	0.15	0.12	0.13	0.08	0.09	0.05	0.06	0.12	0.12	0.09	0.09
受測者 6	0.04	0.05	0.03	0.04	0.06	0.08	0.04	0.05	0.04	0.05	0.03	0.03	0.08	0.08	0.05	0.07
受測者 7	0.07	0.07	0.04	0.05	0.10	0.10	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.10	0.11	0.08	0.08
受測者 8	0.08	0.10	0.06	0.07	0.10	0.11	0.06	0.08	0.15	0.15	0.12	0.13	0.17	0.18	0.13	0.14
受測者 9	0.06	0.06	0.05	0.05	0.09	0.10	0.06	0.06	0.06	0.07	0.05	0.06	0.11	0.12	0.08	0.10
受測者 10	0.06	0.09	0.04	0.04	0.09	0.10	0.08	0.08	0.06	0.07	0.04	0.04	0.12	0.12	0.10	0.11
受測者 11	0.11	0.13	0.08	0.10	0.12	0.16	0.10	0.12	0.08	0.08	0.06	0.07	0.12	0.12	0.09	0.10
受測者 12	0.10	0.10	0.06	0.07	0.08	0.08	0.05	0.07	0.08	0.09	0.07	0.08	0.11	0.13	0.08	0.10
受測者 13	0.06	0.06	0.04	0.05	0.09	0.10	0.07	0.08	0.05	0.07	0.03	0.05	0.12	0.14	0.08	0.10
受測者 14	0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.11	0.08	0.08	0.12	0.12	0.08	0.10	0.12	0.13	0.07	0.09
受測者 15	0.09	0.09	0.04	0.07	0.09	0.12	0.04	0.05	0.07	0.11	0.06	0.07	0.12	0.20	0.10	0.11
受測者 16	0.10	0.10	0.08	0.10	0.07	0.08	0.06	0.06	0.11	0.13	0.07	0.08	0.12	0.16	0.09	0.11
受測者 17	0.08	0.10	0.06	0.08	0.06	0.08	0.04	0.05	0.06	0.08	0.05	0.05	0.12	0.16	0.08	0.09
受測者 18	0.07	0.08	0.04	0.04	0.11	0.11	0.08	0.09	0.09	0.11	0.07	0.07	0.14	0.14	0.12	0.13
受測者 19	0.06	0.07	0.04	0.05	0.11	0.11	0.08	0.10	0.07	0.08	0.06	0.07	0.14	0.16	0.10	0.12
受測者 20	0.08	0.09	0.05	0.07	0.15	0.16	0.11	0.12	0.09	0.12	0.08	0.09	0.14	0.17	0.12	0.13

仰角為 22 度的實驗數據 ( 積分值 ) - 單位 : mV2

	脛骨前肌 ( 小腿前 )				腓腸肌 ( 小腿後 )				股直肌 ( 大腿前 )				股二頭肌 ( 大腿後 )			
	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四
受測者 1	0.547	0.645	0.671	0.752	0.777	0.881	0.952	1.343	0.547	0.575	0.698	0.735	0.353	0.414	0.530	0.552
受測者 2	0.599	0.633	0.662	0.726	0.802	0.835	0.869	0.991	0.686	0.714	0.762	1.009	0.655	0.670	0.817	0.947
受測者 3	1.120	1.247	1.254	1.620	0.992	1.063	1.087	1.463	0.581	0.605	0.724	0.851	0.965	1.020	1.169	1.611
受測者 4	0.389	0.497	0.564	0.594	0.601	0.604	0.669	0.749	0.570	0.615	0.648	0.770	0.825	1.095	1.097	1.113
受測者 5	0.549	0.556	0.643	0.724	0.676	0.771	0.779	1.051	0.408	0.439	0.686	0.981	0.578	0.622	0.675	0.728
受測者 6	0.191	0.229	0.280	0.311	0.372	0.420	0.522	0.668	0.222	0.226	0.247	0.279	0.413	0.487	0.517	0.556
受測者 7	0.363	0.442	0.474	0.485	0.494	0.594	0.617	0.742	0.342	0.378	0.430	0.478	0.540	0.573	0.587	0.666
受測者 8	0.475	0.572	0.610	0.931	0.591	0.643	0.698	0.708	0.881	0.894	1.011	1.205	1.019	1.052	1.097	1.225
受測者 9	0.338	0.354	0.426	0.433	0.543	0.576	0.587	0.613	0.368	0.412	0.484	0.697	0.647	0.724	0.810	0.893
受測者 10	0.379	0.511	0.526	0.603	0.565	0.604	0.635	0.648	0.370	0.424	0.437	0.441	0.744	0.747	0.748	0.797
受測者 11	0.668	0.753	0.796	0.796	0.730	0.967	1.062	1.135	0.477	0.491	0.555	0.886	0.701	0.701	0.741	0.741
受測者 12	0.479	0.495	0.528	0.533	0.393	0.405	0.406	0.412	0.385	0.431	0.462	0.621	0.572	0.667	0.699	0.779
受測者 13	0.276	0.283	0.286	0.318	0.510	0.516	0.576	0.606	0.248	0.314	0.523	0.529	0.698	0.719	0.720	0.760
受測者 14	0.286	0.292	0.294	0.358	0.611	0.683	0.684	0.728	0.746	0.748	0.820	0.955	0.690	0.783	0.860	0.921
受測者 15	0.552	0.558	0.573	0.579	0.565	0.712	0.721	0.736	0.440	0.685	0.713	0.838	0.748	1.178	1.207	1.352
受測者 16	0.583	0.596	0.627	0.749	0.447	0.561	0.575	0.615	0.635	0.778	0.786	0.927	0.725	1.043	1.074	1.125
受測者 17	0.502	0.574	0.659	0.921	0.387	0.487	0.525	0.575	0.345	0.474	0.595	0.627	0.738	0.988	1.115	1.496
受測者 18	0.442	0.478	0.506	0.528	0.668	0.684	0.692	0.699	0.512	0.638	0.910	0.916	0.820	0.824	0.853	0.860
受測者 19	0.389	0.444	0.529	0.566	0.646	0.674	0.692	0.775	0.431	0.498	0.506	0.539	0.821	1.068	1.122	1.661
受測者 20	0.509	0.558	0.655	1.037	0.924	0.949	0.968	0.994	0.565	0.741	0.766	0.914	0.817	1.225	1.315	1.405

仰角為 24 度的實驗數據 ( 積分值 ) - 單位 : mV2

	脛骨前肌 ( 小腿前 )				腓腸肌 ( 小腿後 )				股直肌 ( 大腿前 )				股二頭肌 ( 大腿後 )			
	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四
受測者 1	0.547	0.645	0.663	0.720	0.777	0.881	0.932	1.238	0.547	0.575	0.645	0.656	0.353	0.414	0.456	0.510
受測者 2	0.599	0.633	0.655	0.680	0.802	0.835	0.849	0.963	0.686	0.714	0.743	0.799	0.655	0.670	0.753	0.856
受測者 3	1.120	1.247	1.252	1.331	0.992	1.063	1.075	1.276	0.581	0.605	0.665	0.703	0.965	1.020	1.097	1.377
受測者 4	0.389	0.497	0.554	0.584	0.601	0.604	0.626	0.667	0.570	0.615	0.631	0.676	0.825	1.095	1.095	1.095
受測者 5	0.549	0.556	0.573	0.702	0.676	0.771	0.775	0.909	0.408	0.439	0.533	0.733	0.578	0.622	0.646	0.662
受測者 6	0.191	0.229	0.256	0.293	0.372	0.420	0.483	0.558	0.222	0.226	0.233	0.267	0.413	0.487	0.496	0.534
受測者 7	0.363	0.442	0.462	0.479	0.494	0.594	0.51	0.691	0.342	0.378	0.400	0.434	0.540	0.573	0.581	0.633
受測者 8	0.475	0.572	0.596	0.728	0.591	0.643	0.678	0.676	0.881	0.894	0.962	1.116	1.019	1.052	1.075	1.177
受測者 9	0.338	0.354	0.38	0.422	0.543	0.576	0.581	0.604	0.368	0.412	0.442	0.491	0.647	0.724	0.773	0.830
受測者 10	0.379	0.511	0.517	0.557	0.565	0.604	0.618	0.634	0.370	0.424	0.431	0.438	0.744	0.747	0.748	0.778
受測者 11	0.668	0.753	0.771	0.787	0.730	0.967	1.012	1.071	0.477	0.491	0.51	0.778	0.701	0.701	0.724	0.735
受測者 12	0.479	0.495	0.500	0.525	0.393	0.405	0.406	0.411	0.385	0.431	0.448	0.516	0.572	0.667	0.686	0.760
受測者 13	0.276	0.283	0.285	0.307	0.510	0.516	0.562	0.586	0.248	0.314	0.437	0.459	0.698	0.719	0.719	0.739
受測者 14	0.286	0.292	0.294	0.349	0.611	0.683	0.684	0.695	0.746	0.748	0.794	0.877	0.690	0.783	0.814	0.886
受測者 15	0.552	0.558	0.57	0.574	0.565	0.712	0.717	0.731	0.440	0.685	0.693	0.747	0.748	1.178	1.196	1.275
受測者 16	0.583	0.596	0.607	0.687	0.447	0.561	0.568	0.588	0.635	0.778	0.779	0.854	0.725	1.043	1.057	1.080
受測者 17	0.502	0.574	0.635	0.921	0.387	0.487	0.506	0.520	0.345	0.474	0.558	0.583	0.738	0.988	1.065	1.175
受測者 18	0.442	0.478	0.494	0.517	0.668	0.684	0.686	0.691	0.512	0.638	0.809	0.856	0.820	0.824	0.846	0.852
受測者 19	0.389	0.444	0.502	0.542	0.646	0.674	0.68	0.708	0.431	0.498	0.500	0.520	0.821	1.068	1.104	1.323
受測者 20	0.509	0.558	0.634	0.822	0.924	0.949	0.962	0.965	0.565	0.741	0.751	0.772	0.817	1.225	1.272	1.338

仰角為 26 度的實驗數據 ( 積分值 ) - 單位 : mV2

	脛骨前肌 ( 小腿前 )				腓腸肌 ( 小腿後 )				股直肌 ( 大腿前 )				股二頭肌 ( 大腿後 )			
	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四	一	二	三	四
受測者 1	0.547	0.645	0.434	0.415	0.777	0.881	0.659	0.682	0.547	0.575	0.496	0.479	0.353	0.414	0.326	0.285
受測者 2	0.599	0.633	0.557	0.538	0.802	0.835	0.751	0.740	0.686	0.714	0.641	0.649	0.655	0.670	0.620	0.601
受測者 3	1.120	1.247	1.021	1.034	0.992	1.063	0.957	0.944	0.581	0.605	0.518	0.506	0.965	1.020	0.941	0.934
受測者 4	0.389	0.497	0.307	0.291	0.601	0.604	0.590	0.578	0.570	0.615	0.537	0.518	0.825	1.095	0.711	0.667
受測者 5	0.549	0.556	0.493	0.487	0.676	0.771	0.590	0.598	0.408	0.439	0.396	0.384	0.578	0.622	0.541	0.517
受測者 6	0.191	0.229	0.143	0.156	0.372	0.420	0.336	0.328	0.222	0.226	0.196	0.178	0.413	0.487	0.327	0.314
受測者 7	0.363	0.442	0.274	0.255	0.494	0.594	0.439	0.427	0.342	0.378	0.288	0.281	0.540	0.573	0.476	0.487
受測者 8	0.475	0.572	0.413	0.379	0.591	0.643	0.492	0.51	0.881	0.894	0.868	0.856	1.019	1.052	0.943	0.931
受測者 9	0.338	0.354	0.259	0.267	0.543	0.576	0.524	0.518	0.368	0.412	0.330	0.304	0.647	0.724	0.623	0.595
受測者 10	0.379	0.511	0.291	0.261	0.565	0.604	0.522	0.510	0.370	0.424	0.346	0.324	0.744	0.747	0.731	0.722
受測者 11	0.668	0.753	0.583	0.577	0.730	0.967	0.596	0.624	0.477	0.491	0.455	0.435	0.701	0.701	0.674	0.686
受測者 12	0.479	0.495	0.451	0.446	0.393	0.405	0.371	0.355	0.385	0.431	0.343	0.350	0.572	0.667	0.478	0.461
受測者 13	0.276	0.283	0.241	0.227	0.510	0.516	0.479	0.453	0.248	0.314	0.187	0.199	0.698	0.719	0.660	0.652
受測者 14	0.286	0.292	0.267	0.25	0.611	0.683	0.596	0.582	0.746	0.748	0.710	0.698	0.690	0.783	0.607	0.593
受測者 15	0.552	0.558	0.517	0.507	0.565	0.712	0.467	0.454	0.440	0.685	0.298	0.272	0.748	1.178	0.610	0.552
受測者 16	0.583	0.596	0.514	0.525	0.447	0.561	0.363	0.372	0.635	0.778	0.513	0.522	0.725	1.043	0.524	0.563
受測者 17	0.502	0.574	0.377	0.399	0.387	0.487	0.311	0.295	0.345	0.474	0.253	0.237	0.738	0.988	0.629	0.579
受測者 18	0.442	0.478	0.356	0.371	0.668	0.684	0.641	0.627	0.512	0.638	0.425	0.419	0.820	0.824	0.785	0.764
受測者 19	0.389	0.444	0.33	0.303	0.646	0.674	0.634	0.611	0.431	0.498	0.389	0.376	0.821	1.068	0.699	0.678
受測者 20	0.509	0.558	0.497	0.443	0.924	0.949	0.896	0.879	0.565	0.741	0.460	0.438	0.817	1.225	0.594	0.618

仰角為 22 度的實驗數據 ( EEG ) - 單位 : %

	波			
	一	二	三	四
受測者 1	17	23	33	37
受測者 2	28	30	31	33
受測者 3	18	19	41	60
受測者 4	23	24	25	31
受測者 5	35	36	71	74
受測者 6	29	50	57	62
受測者 7	20	22	30	33
受測者 8	22	31	33	47
受測者 9	13	30	33	37
受測者 10	25	32	32	32
受測者 11	40	47	49	50
受測者 12	22	26	29	34
受測者 13	23	23	30	35
受測者 14	21	25	25	29
受測者 15	28	28	33	37
受測者 16	13	20	30	32
受測者 17	14	18	25	27
受測者 18	21	22	26	32
受測者 19	31	33	34	41
受測者 20	18	19	24	25

仰角為 24 度的實驗數據 ( EEG ) - 單位 : %

	波			
	一	二	三	四
受測者 1	17	23	24	32
受測者 2	28	30	30	31
受測者 3	18	19	38	48
受測者 4	23	24	25	27
受測者 5	35	36	69	70
受測者 6	29	50	51	57
受測者 7	20	22	23	25
受測者 8	22	31	32	40
受測者 9	13	30	31	35
受測者 10	25	32	32	32
受測者 11	40	47	48	48
受測者 12	22	26	27	27
受測者 13	23	23	25	27
受測者 14	21	25	25	26
受測者 15	28	28	30	31
受測者 16	13	20	21	31
受測者 17	14	18	19	20
受測者 18	21	22	23	25
受測者 19	31	33	33	36
受測者 20	18	19	21	22

仰角為 26 度的實驗數據 ( EEG ) - 單位 : %

	波			
	一	二	三	四
受測者 1	17	23	20	21
受測者 2	28	30	29	30
受測者 3	18	19	19	20
受測者 4	23	24	23	23
受測者 5	35	36	36	37
受測者 6	29	50	45	47
受測者 7	20	22	21	22
受測者 8	22	31	27	30
受測者 9	13	30	27	29
受測者 10	25	32	29	30
受測者 11	40	47	45	47
受測者 12	22	26	24	25
受測者 13	23	23	23	23
受測者 14	21	25	24	24
受測者 15	28	28	28	28
受測者 16	13	20	17	19
受測者 17	14	18	16	17
受測者 18	21	22	22	22
受測者 19	31	33	32	32
受測者 20	18	19	18	19

時間為 30 秒的實驗數據 ( EMG ) - 單位 : V

	脛骨前肌 ( 小腿前 )			腓腸肌 ( 小腿後 )			股直肌 ( 大腿前 )			股二頭肌 ( 大腿後 )		
	一	五	六	一	五	六	一	五	六	一	五	六
受測者 1	0.13	0.13	0.13	0.16	0.17	0.18	0.11	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08
受測者 2	0.10	0.10	0.10	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11
受測者 3	0.16	0.18	0.18	0.16	0.17	0.17	0.10	0.10	0.10	0.17	0.17	0.17
受測者 4	0.08	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.14	0.15	0.15
受測者 5	0.11	0.11	0.11	0.14	0.15	0.15	0.08	0.09	0.10	0.12	0.12	0.12
受測者 6	0.04	0.04	0.04	0.06	0.07	0.07	0.04	0.04	0.04	0.08	0.08	0.08
受測者 7	0.07	0.07	0.07	0.10	0.10	0.10	0.07	0.07	0.07	0.10	0.10	0.10
受測者 8	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
受測者 9	0.06	0.06	0.06	0.09	0.09	0.09	0.06	0.06	0.06	0.11	0.12	0.12
受測者 10	0.06	0.07	0.07	0.09	0.09	0.09	0.06	0.06	0.06	0.12	0.12	0.12
受測者 11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.08	0.08	0.08	0.12	0.12	0.12
受測者 12	0.10	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.11	0.11	0.12
受測者 13	0.06	0.06	0.06	0.09	0.09	0.09	0.05	0.06	0.06	0.12	0.13	0.13
受測者 14	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
受測者 15	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.07	0.08	0.09	0.12	0.12	0.12
受測者 16	0.10	0.10	0.10	0.07	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13
受測者 17	0.08	0.08	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.12	0.12	0.12
受測者 18	0.07	0.07	0.07	0.11	0.11	0.11	0.09	0.10	0.10	0.14	0.14	0.14
受測者 19	0.06	0.06	0.06	0.11	0.11	0.11	0.07	0.07	0.07	0.14	0.14	0.14
受測者 20	0.08	0.09	0.10	0.15	0.15	0.15	0.09	0.09	0.09	0.14	0.14	0.15

時間為 40 秒的實驗數據 ( EMG ) - 單位 : V

	脛骨前肌 ( 小腿前 )			腓腸肌 ( 小腿後 )			股直肌 ( 大腿前 )			股二頭肌 ( 大腿後 )		
	一	五	六	一	五	六	一	五	六	一	五	六
受測者 1	0.13	0.14	0.14	0.16	0.22	0.24	0.11	0.12	0.12	0.08	0.09	0.09
受測者 2	0.10	0.10	0.10	0.13	0.14	0.14	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.11
受測者 3	0.16	0.21	0.22	0.16	0.18	0.20	0.10	0.11	0.11	0.17	0.18	0.18
受測者 4	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11	0.11	0.14	0.17	0.19
受測者 5	0.11	0.12	0.12	0.14	0.15	0.17	0.08	0.12	0.15	0.12	0.13	0.13
受測者 6	0.04	0.04	0.05	0.06	0.08	0.08	0.04	0.04	0.04	0.08	0.08	0.08
受測者 7	0.07	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.07	0.07	0.07	0.10	0.10	0.10
受測者 8	0.08	0.09	0.13	0.10	0.11	0.11	0.15	0.16	0.16	0.17	0.18	0.18
受測者 9	0.06	0.06	0.06	0.09	0.10	0.10	0.06	0.07	0.07	0.11	0.12	0.12
受測者 10	0.06	0.08	0.07	0.09	0.09	0.09	0.06	0.06	0.06	0.12	0.12	0.12
受測者 11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.16	0.17	0.08	0.09	0.13	0.12	0.12	0.12
受測者 12	0.10	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14
受測者 13	0.06	0.06	0.06	0.09	0.10	0.10	0.05	0.07	0.09	0.12	0.12	0.13
受測者 14	0.05	0.05	0.06	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.13	0.12	0.13	0.13
受測者 15	0.09	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.07	0.10	0.11	0.12	0.16	0.17
受測者 16	0.10	0.10	0.10	0.07	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.12	0.14	0.16
受測者 17	0.08	0.09	0.12	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.07	0.12	0.17	0.18
受測者 18	0.07	0.07	0.07	0.11	0.11	0.12	0.09	0.13	0.11	0.14	0.14	0.14
受測者 19	0.06	0.07	0.07	0.11	0.11	0.11	0.07	0.07	0.07	0.14	0.14	0.14
受測者 20	0.08	0.10	0.14	0.15	0.15	0.16	0.09	0.11	0.12	0.14	0.17	0.18

時間為 50 秒的實驗數據 ( EMG ) - 單位 : V

	脛骨前肌 ( 小腿前 )			腓腸肌 ( 小腿後 )			股直肌 ( 大腿前 )			股二頭肌 ( 大腿後 )		
	一	五	六	一	五	六	一	五	六	一	五	六
受測者 1	0.13	0.14	0.15	0.16	0.23	0.25	0.11	0.14	0.14	0.08	0.09	0.10
受測者 2	0.10	0.11	0.11	0.13	0.15	0.15	0.12	0.13	0.14	0.11	0.12	0.14
受測者 3	0.16	0.23	0.26	0.16	0.19	0.21	0.10	0.12	0.12	0.17	0.18	0.20
受測者 4	0.08	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.10	0.12	0.12	0.14	0.18	0.20
受測者 5	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.18	0.08	0.13	0.16	0.12	0.13	0.14
受測者 6	0.04	0.05	0.05	0.06	0.09	0.10	0.04	0.04	0.04	0.08	0.08	0.09
受測者 7	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.07	0.08	0.08	0.10	0.10	0.11
受測者 8	0.08	0.10	0.14	0.10	0.11	0.11	0.15	0.16	0.18	0.17	0.18	0.19
受測者 9	0.06	0.07	0.07	0.09	0.10	0.10	0.06	0.08	0.08	0.11	0.13	0.14
受測者 10	0.06	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.06	0.06	0.06	0.12	0.12	0.13
受測者 11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.17	0.18	0.08	0.09	0.14	0.12	0.12	0.12
受測者 12	0.10	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.10	0.11	0.13	0.15
受測者 13	0.06	0.06	0.06	0.09	0.10	0.10	0.05	0.09	0.10	0.12	0.13	0.14
受測者 14	0.05	0.05	0.06	0.10	0.10	0.10	0.12	0.13	0.14	0.12	0.14	0.14
受測者 15	0.09	0.10	0.10	0.09	0.11	0.11	0.07	0.11	0.13	0.12	0.17	0.21
受測者 16	0.10	0.10	0.11	0.07	0.09	0.09	0.11	0.11	0.12	0.12	0.15	0.17
受測者 17	0.08	0.10	0.13	0.06	0.08	0.08	0.06	0.09	0.09	0.12	0.18	0.23
受測者 18	0.07	0.08	0.08	0.11	0.12	0.12	0.09	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
受測者 19	0.06	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.07	0.07	0.08	0.14	0.16	0.14
受測者 20	0.08	0.11	0.15	0.15	0.16	0.16	0.09	0.12	0.13	0.14	0.18	0.19

時間為 60 秒的實驗數據 ( EMG ) - 單位 : V

	脛骨前肌 ( 小腿前 )			腓腸肌 ( 小腿後 )			股直肌 ( 大腿前 )			股二頭肌 ( 大腿後 )		
	一	五	六	一	五	六	一	五	六	一	五	六
受測者 1	0.13	0.15	0.16	0.16	0.25	0.27	0.11	0.15	0.16	0.08	0.11	0.11
受測者 2	0.10	0.12	0.12	0.13	0.16	0.17	0.12	0.14	0.17	0.11	0.13	0.16
受測者 3	0.16	0.25	0.28	0.16	0.20	0.24	0.10	0.12	0.14	0.17	0.19	0.23
受測者 4	0.08	0.10	0.10	0.10	0.12	0.13	0.10	0.13	0.13	0.14	0.22	0.22
受測者 5	0.11	0.13	0.14	0.14	0.16	0.21	0.08	0.14	0.20	0.12	0.14	0.15
受測者 6	0.04	0.05	0.05	0.06	0.10	0.11	0.04	0.05	0.05	0.08	0.09	0.10
受測者 7	0.07	0.09	0.10	0.10	0.11	0.15	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12
受測者 8	0.08	0.10	0.16	0.10	0.12	0.12	0.15	0.17	0.20	0.17	0.18	0.20
受測者 9	0.06	0.07	0.07	0.09	0.10	0.10	0.06	0.08	0.12	0.11	0.14	0.15
受測者 10	0.06	0.09	0.10	0.09	0.11	0.11	0.06	0.07	0.07	0.12	0.12	0.13
受測者 11	0.11	0.13	0.13	0.12	0.18	0.19	0.08	0.09	0.15	0.12	0.12	0.12
受測者 12	0.10	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.12	0.11	0.13	0.16
受測者 13	0.06	0.06	0.06	0.09	0.10	0.12	0.05	0.10	0.11	0.12	0.14	0.15
受測者 14	0.05	0.05	0.06	0.10	0.11	0.12	0.12	0.14	0.16	0.12	0.14	0.15
受測者 15	0.09	0.10	0.10	0.09	0.12	0.12	0.07	0.12	0.14	0.12	0.20	0.23
受測者 16	0.10	0.10	0.11	0.07	0.09	0.10	0.11	0.13	0.13	0.12	0.17	0.18
受測者 17	0.08	0.11	0.15	0.06	0.09	0.10	0.06	0.10	0.10	0.12	0.19	0.25
受測者 18	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.12	0.09	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14
受測者 19	0.06	0.09	0.09	0.11	0.12	0.13	0.07	0.08	0.09	0.14	0.17	0.17
受測者 20	0.08	0.11	0.17	0.15	0.16	0.17	0.09	0.13	0.15	0.14	0.19	0.20

時間為 70 秒的實驗數據 ( EMG ) - 單位 : V

	脛骨前肌 ( 小腿前 )			腓腸肌 ( 小腿後 )			股直肌 ( 大腿前 )			股二頭肌 ( 大腿後 )		
	一	五	六	一	五	六	一	五	六	一	五	六
受測者 1	0.13	0.15	0.16	0.16	0.22	0.24	0.11	0.14	0.15	0.08	0.10	0.11
受測者 2	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.12	0.13	0.13	0.11	0.12	0.13
受測者 3	0.16	0.22	0.24	0.16	0.19	0.20	0.10	0.11	0.11	0.17	0.18	0.28
受測者 4	0.08	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.12	0.13	0.14	0.19	0.20
受測者 5	0.11	0.12	0.12	0.14	0.15	0.17	0.08	0.13	0.14	0.12	0.13	0.13
受測者 6	0.04	0.04	0.05	0.06	0.09	0.10	0.04	0.04	0.04	0.08	0.09	0.10
受測者 7	0.07	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.07	0.08	0.08	0.10	0.11	0.11
受測者 8	0.08	0.09	0.13	0.10	0.11	0.11	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18
受測者 9	0.06	0.06	0.06	0.09	0.09	0.10	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.13
受測者 10	0.06	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.06	0.06	0.06	0.12	0.12	0.12
受測者 11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.17	0.17	0.08	0.09	0.13	0.12	0.12	0.12
受測者 12	0.10	0.10	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.11	0.12	0.13
受測者 13	0.06	0.06	0.06	0.09	0.10	0.10	0.05	0.09	0.09	0.12	0.13	0.13
受測者 14	0.05	0.05	0.06	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13
受測者 15	0.09	0.10	0.10	0.09	0.11	0.11	0.07	0.11	0.12	0.12	0.18	0.19
受測者 16	0.10	0.10	0.10	0.07	0.08	0.08	0.11	0.12	0.12	0.12	0.16	0.17
受測者 17	0.08	0.10	0.12	0.06	0.08	0.08	0.06	0.09	0.09	0.12	0.17	0.19
受測者 18	0.07	0.07	0.07	0.11	0.12	0.12	0.09	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
受測者 19	0.06	0.08	0.08	0.11	0.11	0.12	0.07	0.08	0.08	0.14	0.16	0.16
受測者 20	0.08	0.10	0.13	0.15	0.16	0.16	0.09	0.12	0.14	0.14	0.18	0.18

時間為 30 秒的實驗數據 ( 積分值 ) - 單位 : mV2

	脛骨前肌 ( 小腿前 )			腓腸肌 ( 小腿後 )			股直肌 ( 大腿前 )			股二頭肌 ( 大腿後 )		
	一	五	六	一	五	六	一	五	六	一	五	六
受測者 1	0.547	0.574	0.599	0.777	0.824	1.076	0.547	0.583	0.575	0.353	0.392	0.400
受測者 2	0.599	0.623	0.638	0.802	0.833	0.835	0.686	0.697	0.704	0.655	0.673	0.686
受測者 3	1.120	1.237	1.370	0.992	1.030	1.032	0.581	0.595	0.614	0.965	0.993	1.003
受測者 4	0.389	0.487	0.481	0.601	0.616	0.629	0.570	0.587	0.610	0.825	0.856	0.858
受測者 5	0.549	0.556	0.564	0.676	0.768	0.777	0.408	0.423	0.509	0.578	0.595	0.605
受測者 6	0.191	0.219	0.224	0.372	0.405	0.411	0.222	0.226	0.232	0.413	0.423	0.428
受測者 7	0.363	0.432	0.437	0.494	0.568	0.586	0.342	0.382	0.383	0.540	0.581	0.614
受測者 8	0.475	0.562	0.570	0.591	0.631	0.686	0.881	0.884	0.920	1.019	1.029	1.029
受測者 9	0.338	0.344	0.348	0.543	0.553	0.553	0.368	0.407	0.460	0.647	0.719	0.739
受測者 10	0.379	0.409	0.406	0.565	0.592	0.592	0.370	0.403	0.397	0.744	0.779	0.784
受測者 11	0.668	0.703	0.708	0.730	0.930	0.980	0.477	0.487	0.512	0.701	0.718	0.719
受測者 12	0.479	0.485	0.497	0.393	0.397	0.410	0.385	0.403	0.402	0.572	0.597	0.576
受測者 13	0.276	0.283	0.290	0.510	0.528	0.524	0.248	0.322	0.337	0.698	0.787	0.716
受測者 14	0.286	0.292	0.290	0.611	0.629	0.636	0.746	0.773	0.771	0.690	0.718	0.735
受測者 15	0.552	0.558	0.562	0.565	0.611	0.620	0.440	0.651	0.514	0.748	0.981	0.988
受測者 16	0.583	0.586	0.586	0.447	0.502	0.521	0.635	0.730	0.652	0.725	0.826	0.728
受測者 17	0.502	0.532	0.591	0.387	0.476	0.476	0.345	0.434	0.390	0.738	0.783	0.755
受測者 18	0.442	0.452	0.459	0.668	0.685	0.686	0.512	0.564	0.745	0.820	0.894	0.909
受測者 19	0.389	0.426	0.444	0.646	0.649	0.656	0.431	0.486	0.441	0.821	0.848	0.876
受測者 20	0.509	0.534	0.555	0.924	0.934	0.970	0.565	0.657	0.754	0.817	1.006	1.017

時間為 40 秒的實驗數據 ( 積分值 ) - 單位 : mV2

	脛骨前肌 ( 小腿前 )			腓腸肌 ( 小腿後 )			股直肌 ( 大腿前 )			股二頭肌 ( 大腿後 )		
	一	五	六	一	五	六	一	五	六	一	五	六
受測者 1	0.547	0.655	0.690	0.777	0.888	1.165	0.547	0.619	0.660	0.353	0.478	0.483
受測者 2	0.599	0.645	0.666	0.802	0.840	0.873	0.686	0.729	0.769	0.655	0.756	0.763
受測者 3	1.120	1.307	1.501	0.992	1.068	1.297	0.581	0.632	0.684	0.965	1.101	1.108
受測者 4	0.389	0.553	0.56	0.601	0.619	0.663	0.570	0.621	0.695	0.825	1.095	1.095
受測者 5	0.549	0.592	0.634	0.676	0.771	0.919	0.408	0.497	0.789	0.578	0.634	0.652
受測者 6	0.191	0.253	0.283	0.372	0.434	0.459	0.222	0.231	0.255	0.413	0.505	0.513
受測者 7	0.363	0.462	0.462	0.494	0.598	0.637	0.342	0.389	0.432	0.540	0.577	0.593
受測者 8	0.475	0.655	0.753	0.591	0.660	0.678	0.881	0.908	0.968	1.019	1.078	1.093
受測者 9	0.338	0.375	0.391	0.543	0.578	0.587	0.368	0.430	0.485	0.647	0.779	0.780
受測者 10	0.379	0.547	0.558	0.565	0.608	0.620	0.370	0.424	0.433	0.744	0.748	0.753
受測者 11	0.668	0.778	0.786	0.730	0.980	1.018	0.477	0.509	0.576	0.701	0.722	0.728
受測者 12	0.479	0.502	0.516	0.393	0.405	0.405	0.385	0.442	0.485	0.572	0.674	0.683
受測者 13	0.276	0.290	0.298	0.510	0.529	0.540	0.248	0.354	0.487	0.698	0.720	0.725
受測者 14	0.286	0.305	0.320	0.611	0.683	0.694	0.746	0.777	0.820	0.690	0.814	0.822
受測者 15	0.552	0.562	0.569	0.565	0.712	0.712	0.440	0.686	0.726	0.748	1.179	1.188
受測者 16	0.583	0.607	0.661	0.447	0.561	0.562	0.635	0.780	0.804	0.725	1.045	1.056
受測者 17	0.502	0.685	0.724	0.387	0.503	0.506	0.345	0.487	0.488	0.738	0.996	1.008
受測者 18	0.442	0.484	0.496	0.668	0.686	0.689	0.512	0.667	0.812	0.820	0.839	0.839
受測者 19	0.389	0.463	0.486	0.646	0.676	0.698	0.431	0.501	0.519	0.821	1.069	1.090
受測者 20	0.509	0.721	0.807	0.924	0.958	0.970	0.565	0.746	0.820	0.817	1.228	1.237

時間為 50 秒的實驗數據 ( 積分值 ) - 單位 : mV2

	脛骨前肌 ( 小腿前 )			腓腸肌 ( 小腿後 )			股直肌 ( 大腿前 )			股二頭肌 ( 大腿後 )		
	一	五	六	一	五	六	一	五	六	一	五	六
受測者 1	0.547	0.666	0.701	0.777	0.912	1.252	0.547	0.668	0.703	0.353	0.484	0.500
受測者 2	0.599	0.680	0.720	0.802	0.860	0.949	0.686	0.748	0.990	0.655	0.763	0.807
受測者 3	1.120	1.345	1.578	0.992	1.074	1.381	0.581	0.668	0.759	0.965	1.111	1.148
受測者 4	0.389	0.563	0.582	0.601	0.645	0.736	0.570	0.641	0.712	0.825	1.095	1.102
受測者 5	0.549	0.669	0.696	0.676	0.776	0.978	0.408	0.668	0.861	0.578	0.645	0.689
受測者 6	0.191	0.292	0.306	0.372	0.504	0.584	0.222	0.240	0.273	0.413	0.512	0.518
受測者 7	0.363	0.474	0.476	0.494	0.607	0.699	0.342	0.417	0.441	0.540	0.578	0.629
受測者 8	0.475	0.711	0.862	0.591	0.683	0.698	0.881	0.976	1.155	1.019	1.085	1.138
受測者 9	0.338	0.426	0.430	0.543	0.580	0.601	0.368	0.465	0.619	0.647	0.787	0.820
受測者 10	0.379	0.566	0.586	0.565	0.618	0.640	0.370	0.430	0.438	0.744	0.748	0.775
受測者 11	0.668	0.796	0.796	0.730	1.013	1.111	0.477	0.536	0.799	0.701	0.727	0.734
受測者 12	0.479	0.510	0.526	0.393	0.405	0.409	0.385	0.456	0.549	0.572	0.681	0.715
受測者 13	0.276	0.304	0.311	0.510	0.557	0.597	0.248	0.468	0.481	0.698	0.720	0.735
受測者 14	0.286	0.348	0.355	0.611	0.684	0.711	0.746	0.804	0.909	0.690	0.827	0.859
受測者 15	0.552	0.574	0.578	0.565	0.715	0.716	0.440	0.695	0.781	0.748	1.184	1.201
受測者 16	0.583	0.697	0.734	0.447	0.562	0.571	0.635	0.784	0.821	0.725	1.058	1.084
受測者 17	0.502	0.740	0.901	0.387	0.515	0.542	0.345	0.577	0.607	0.738	0.999	1.216
受測者 18	0.442	0.506	0.519	0.668	0.689	0.694	0.512	0.836	0.883	0.820	0.845	0.855
受測者 19	0.389	0.506	0.531	0.646	0.679	0.760	0.431	0.504	0.520	0.821	1.074	1.410
受測者 20	0.509	0.833	0.984	0.924	0.965	0.978	0.565	0.762	0.858	0.817	1.235	1.268

時間為 60 秒的實驗數據 ( 積分值 ) - 單位 : mV2

	脛骨前肌 ( 小腿前 )			腓腸肌 ( 小腿後 )			股直肌 ( 大腿前 )			股二頭肌 ( 大腿後 )		
	一	五	六	一	五	六	一	五	六	一	五	六
受測者 1	0.547	0.671	0.752	0.777	0.952	1.343	0.547	0.698	0.735	0.353	0.530	0.552
受測者 2	0.599	0.662	0.726	0.802	0.869	0.991	0.686	0.762	1.009	0.655	0.817	0.947
受測者 3	1.120	1.254	1.620	0.992	1.087	1.463	0.581	0.724	0.851	0.965	1.169	1.611
受測者 4	0.389	0.564	0.594	0.601	0.669	0.749	0.570	0.648	0.770	0.825	1.097	1.113
受測者 5	0.549	0.643	0.724	0.676	0.779	1.051	0.408	0.686	0.981	0.578	0.675	0.728
受測者 6	0.191	0.280	0.311	0.372	0.522	0.668	0.222	0.247	0.279	0.413	0.517	0.556
受測者 7	0.363	0.474	0.485	0.494	0.617	0.742	0.342	0.430	0.478	0.540	0.587	0.666
受測者 8	0.475	0.610	0.931	0.591	0.698	0.708	0.881	1.011	1.205	1.019	1.097	1.225
受測者 9	0.338	0.426	0.433	0.543	0.587	0.613	0.368	0.484	0.697	0.647	0.810	0.893
受測者 10	0.379	0.526	0.603	0.565	0.635	0.648	0.370	0.437	0.441	0.744	0.748	0.797
受測者 11	0.668	0.796	0.796	0.730	1.062	1.135	0.477	0.555	0.886	0.701	0.741	0.741
受測者 12	0.479	0.528	0.533	0.393	0.406	0.412	0.385	0.462	0.621	0.572	0.699	0.779
受測者 13	0.276	0.286	0.318	0.510	0.576	0.606	0.248	0.523	0.529	0.698	0.720	0.760
受測者 14	0.286	0.294	0.358	0.611	0.684	0.728	0.746	0.820	0.955	0.690	0.860	0.921
受測者 15	0.552	0.573	0.579	0.565	0.721	0.736	0.440	0.713	0.838	0.748	1.207	1.352
受測者 16	0.583	0.627	0.749	0.447	0.575	0.615	0.635	0.786	0.927	0.725	1.074	1.125
受測者 17	0.502	0.659	0.921	0.387	0.525	0.575	0.345	0.595	0.627	0.738	1.115	1.496
受測者 18	0.442	0.506	0.528	0.668	0.692	0.699	0.512	0.910	0.916	0.820	0.853	0.860
受測者 19	0.389	0.529	0.566	0.646	0.692	0.775	0.431	0.506	0.539	0.821	1.122	1.661
受測者 20	0.509	0.655	1.037	0.924	0.968	0.994	0.565	0.766	0.914	0.817	1.315	1.405

時間為 70 秒的實驗數據 ( 積分值 ) - 單位 : mV2

	脛骨前肌 ( 小腿前 )			腓腸肌 ( 小腿後 )			股直肌 ( 大腿前 )			股二頭肌 ( 大腿後 )		
	一	五	六	一	五	六	一	五	六	一	五	六
受測者 1	0.547	0.657	0.680	0.777	0.943	1.279	0.547	0.650	0.680	0.353	0.521	0.540
受測者 2	0.599	0.651	0.660	0.802	0.864	0.964	0.686	0.738	0.775	0.655	0.779	0.824
受測者 3	1.120	1.251	1.472	0.992	1.080	1.413	0.581	0.667	0.704	0.965	1.141	1.200
受測者 4	0.389	0.522	0.474	0.601	0.664	0.734	0.570	0.623	0.711	0.825	1.095	1.104
受測者 5	0.549	0.621	0.713	0.676	0.775	0.984	0.408	0.590	0.708	0.578	0.637	0.678
受測者 6	0.191	0.234	0.292	0.372	0.461	0.617	0.222	0.246	0.257	0.413	0.506	0.525
受測者 7	0.363	0.457	0.473	0.494	0.612	0.697	0.342	0.395	0.437	0.540	0.581	0.634
受測者 8	0.475	0.579	0.802	0.591	0.688	0.702	0.881	0.894	1.034	1.019	1.082	1.133
受測者 9	0.338	0.381	0.426	0.543	0.583	0.605	0.368	0.456	0.500	0.647	0.749	0.815
受測者 10	0.379	0.521	0.588	0.565	0.627	0.639	0.370	0.435	0.433	0.744	0.747	0.775
受測者 11	0.668	0.796	0.796	0.730	1.034	1.116	0.477	0.524	0.645	0.701	0.733	0.736
受測者 12	0.479	0.504	0.510	0.393	0.406	0.410	0.385	0.441	0.490	0.572	0.685	0.709
受測者 13	0.276	0.285	0.309	0.510	0.565	0.596	0.248	0.420	0.487	0.698	0.719	0.739
受測者 14	0.286	0.292	0.292	0.611	0.684	0.715	0.746	0.807	0.861	0.690	0.818	0.849
受測者 15	0.552	0.567	0.576	0.565	0.711	0.720	0.440	0.698	0.726	0.748	1.181	1.194
受測者 16	0.583	0.610	0.736	0.447	0.568	0.594	0.635	0.785	0.804	0.725	1.051	1.092
受測者 17	0.502	0.615	0.885	0.387	0.516	0.525	0.345	0.544	0.592	0.738	1.006	1.276
受測者 18	0.442	0.485	0.499	0.668	0.691	0.696	0.512	0.795	0.893	0.820	0.846	0.853
受測者 19	0.389	0.465	0.551	0.646	0.684	0.763	0.431	0.501	0.514	0.821	1.104	1.452
受測者 20	0.509	0.609	0.944	0.924	0.955	0.987	0.565	0.760	0.820	0.817	1.255	1.266

時間為 30 秒的實驗數據 ( EEG ) - 單位 : %

	波		
	一	五	六
受測者 1	17	20	20
受測者 2	28	28	29
受測者 3	18	19	19
受測者 4	23	23	23
受測者 5	35	48	49
受測者 6	29	44	46
受測者 7	20	20	21
受測者 8	22	26	29
受測者 9	13	15	15
受測者 10	25	28	29
受測者 11	40	44	46
受測者 12	22	23	24
受測者 13	23	23	23
受測者 14	21	23	23
受測者 15	28	28	28
受測者 16	13	16	18
受測者 17	14	16	16
受測者 18	21	21	21
受測者 19	31	32	32
受測者 20	18	19	19

時間為 40 秒的實驗數據 ( EEG ) - 單位 : %

	波		
	一	五	六
受測者 1	17	23	27
受測者 2	28	28	29
受測者 3	18	25	36
受測者 4	23	24	25
受測者 5	35	50	60
受測者 6	29	48	52
受測者 7	20	25	27
受測者 8	22	29	34
受測者 9	13	29	31
受測者 10	25	28	30
受測者 11	40	45	47
受測者 12	22	24	26
受測者 13	23	23	25
受測者 14	21	22	23
受測者 15	28	29	30
受測者 16	13	19	24
受測者 17	14	17	18
受測者 18	21	21	22
受測者 19	31	32	33
受測者 20	18	19	20

時間為 50 秒的實驗數據 ( EEG ) - 單位 : %

	波		
	一	五	六
受測者 1	17	26	31
受測者 2	28	30	31
受測者 3	18	39	47
受測者 4	23	25	26
受測者 5	35	70	71
受測者 6	29	52	56
受測者 7	20	28	29
受測者 8	22	32	39
受測者 9	13	32	34
受測者 10	25	31	32
受測者 11	40	48	49
受測者 12	22	27	28
受測者 13	23	26	26
受測者 14	21	25	25
受測者 15	28	31	31
受測者 16	13	22	30
受測者 17	14	20	20
受測者 18	21	24	24
受測者 19	31	34	35
受測者 20	18	22	22

時間為 60 秒的實驗數據 ( EEG ) - 單位 : %

	波		
	一	五	六
受測者 1	17	33	37
受測者 2	28	31	33
受測者 3	18	41	60
受測者 4	23	25	31
受測者 5	35	71	74
受測者 6	29	57	62
受測者 7	20	30	33
受測者 8	22	33	47
受測者 9	13	33	37
受測者 10	25	32	32
受測者 11	40	49	50
受測者 12	22	29	34
受測者 13	23	30	35
受測者 14	21	25	29
受測者 15	28	33	37
受測者 16	13	30	32
受測者 17	14	25	27
受測者 18	21	26	32
受測者 19	31	34	41
受測者 20	18	24	25

時間為 70 秒的實驗數據 ( EEG ) - 單位 : %

	波		
	一	五	六
受測者 1	17	25	30
受測者 2	28	30	31
受測者 3	18	33	39
受測者 4	23	25	25
受測者 5	35	64	65
受測者 6	29	49	52
受測者 7	20	25	27
受測者 8	22	29	32
受測者 9	13	26	29
受測者 10	25	30	31
受測者 11	40	46	49
受測者 12	22	25	27
受測者 13	23	25	26
受測者 14	21	24	24
受測者 15	28	29	30
受測者 16	13	21	24
受測者 17	14	18	19
受測者 18	21	23	23
受測者 19	31	34	35
受測者 20	18	21	21

## 附件二 EMG 與 EEG 統計實驗數據

仰角為 22 度的統計分析(EMG) - 單位 : V

t 檢定, 顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 ( 小腿前 )			腓腸肌 ( 小腿後 )			股直肌 ( 大腿前 )			股二頭肌 ( 大腿後 )		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
受測者 1	0	0.02	0.03	0.03	0.09	0.10	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.03
受測者 2	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03	0	0.02	0.05	0.02	0.02	0.05
受測者 3	0.04	0.09	0.12	0.02	0.04	0.06	0.01	0.02	0.04	0.02	0.02	0.06
受測者 4	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.04	0.08	0.08
受測者 5	0	0.02	0.03	0.01	0.02	0.05	0.01	0.06	0.12	0	0.02	0.03
受測者 6	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.02
受測者 7	0	0.02	0.03	0	0.01	0.01	0	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
受測者 8	0.02	0.02	0.08	0.01	0.02	0.01	0	0.02	0.05	0.01	0.01	0.03
受測者 9	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.01	0.03	0.04
受測者 10	0.03	0.03	0.04	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01
受測者 11	0.02	0.02	0.02	0.04	0.06	0.07	0	0.01	0.07	0	0	0
受測者 12	0	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.05
受測者 13	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.06	0.02	0.02	0.03
受測者 14	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.02	0.04	0.01	0.02	0.03
受測者 15	0	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.08	0.11
受測者 16	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06
受測者 17	0.02	0.03	0.07	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.07	0.13
受測者 18	0.01	0.01	0.02	0	0.01	0.01	0.02	0.06	0.06	0	0	0
受測者 19	0.01	0.03	0.03	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
受測者 20	0.01	0.03	0.09	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.03	0.05	0.06
T 值	3.6136	4.5418	4.4992	5.4015	5.1110	5.3133	5.0210	6.8756	7.8235	4.3378	4.9733	5.6690
P 值 P < 0.01	0.0018	0.00022	0.00025	0.00003	0.00006	0.00001	0.00007	0.000001	0.0000005	0.00036	0.00008	0.000018

仰角為 24 度的統計分析(EMG) - 單位：V

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)			腓腸肌 (小腿後)			股直肌 (大腿前)			股二頭肌 (大腿後)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
受測者 1	0	0.01	0.02	0.03	0.08	0.09	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03
受測者 2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04
受測者 3	0.04	0.08	0.09	0.02	0.04	0.05	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
受測者 4	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.04	0.06	0.07
受測者 5	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.04	0.08	0	0.01	0.02
受測者 6	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01
受測者 7	0	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01
受測者 8	0.02	0.02	0.06	0.01	0.01	0.01	0	0.02	0.04	0.01	0.01	0.02
受測者 9	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
受測者 10	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0	0	0
受測者 11	0.02	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0	0	0.01	0	0	0
受測者 12	0	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04
受測者 13	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.06	0.02	0.02	0.02
受測者 14	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01
受測者 15	0	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.06	0.08	0.08	0.10
受測者 16	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06
受測者 17	0.02	0.02	0.06	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.08
受測者 18	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0	0	0
受測者 19	0.01	0.02	0.02	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
受測者 20	0.01	0.01	0.08	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.06	0.03	0.04	0.05
T 值	3.6136	3.9728	4.1821	5.4015	4.4990	4.9203	5.0210	5.8716	6.0764	4.3378	4.5636	4.8123
P 值												
P < 0.01	0.0018	0.0008	0.0005	0.00003	0.00025	0.000094	0.00007	0.000012	0.000008	0.00036	0.00021	0.00012

仰角為 26 度的統計分析(EMG) - 單位：V

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)			腓腸肌 (小腿後)			股直肌 (大腿前)			股二頭肌 (大腿後)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
受測者 1	0	-0.03	-0.02	0.03	-0.04	-0.02	0.03	-0.02	-0.01	0.02	-0.01	-0.01
受測者 2	0.01	-0.03	-0.03	0.01	-0.04	-0.03	0	-0.04	-0.03	0.02	-0.02	-0.02
受測者 3	0.04	-0.07	-0.03	0.02	-0.06	-0.03	0.01	-0.02	-0.01	0.02	-0.04	-0.02
受測者 4	0.01	-0.03	-0.01	0.02	-0.03	-0.02	0.01	-0.01	0	0.04	-0.04	-0.02
受測者 5	0	-0.03	-0.01	0.01	-0.02	-0.01	0.01	-0.03	-0.02	0	-0.03	-0.03
受測者 6	0.01	-0.01	0	0.02	-0.02	-0.01	0.01	-0.01	-0.01	0	-0.03	-0.01
受測者 7	0	-0.03	-0.02	0	-0.04	-0.03	0	-0.01	0	0.01	-0.02	-0.02
受測者 8	0.02	-0.02	-0.01	0.01	-0.04	-0.02	0	-0.03	-0.02	0.01	-0.04	-0.03
受測者 9	0	-0.01	-0.01	0.01	-0.03	-0.03	0.01	-0.01	0	0.01	-0.03	-0.01
受測者 10	0.03	-0.02	-0.02	0.01	-0.01	-0.01	0.01	-0.02	-0.02	0	-0.02	-0.01
受測者 11	0.02	-0.03	-0.01	0.04	-0.02	0	0	-0.02	-0.01	0	-0.03	-0.02
受測者 12	0	-0.04	-0.03	0	-0.03	-0.01	0.01	-0.01	0	0.02	-0.03	-0.01
受測者 13	0	-0.02	-0.01	0.01	-0.02	-0.01	0.02	-0.02	0	0.02	-0.04	-0.02
受測者 14	0	0	0	0.01	-0.02	-0.02	0	-0.04	-0.02	0.01	-0.05	-0.03
受測者 15	0	-0.05	-0.02	0.03	-0.05	-0.04	0.04	-0.01	0	0.08	-0.02	-0.01
受測者 16	0	-0.02	0	0.01	-0.01	-0.01	0.02	-0.04	-0.03	0.04	-0.03	-0.01
受測者 17	0.02	-0.02	0	0.02	-0.02	-0.01	0.02	-0.01	-0.01	0.04	-0.04	-0.03
受測者 18	0.01	-0.03	-0.03	0	-0.03	-0.02	0.02	-0.02	-0.02	0	-0.02	-0.01
受測者 19	0.01	-0.02	-0.01	0	-0.03	-0.01	0.01	-0.01	0	0.02	-0.04	-0.02
受測者 20	0.01	-0.03	-0.01	0.01	-0.04	-0.03	0.03	-0.01	0	0.03	-0.02	-0.01
T 值	3.6136			5.4015			5.0210			4.3378		
P 值												
P < 0.01	0.0018			0.00003			0.00007			0.00036		

仰角為 22 度的統計分析(積分值) - 單位：mV2

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)			腓腸肌 (小腿後)			股直肌 (大腿前)			股二頭肌 (大腿後)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
受測者 1	0.098	0.124	0.205	0.104	0.175	0.566	0.028	0.151	0.188	0.061	0.177	0.199
受測者 2	0.034	0.063	0.127	0.033	0.067	0.189	0.028	0.076	0.323	0.015	0.162	0.292
受測者 3	0.127	0.134	0.500	0.071	0.095	0.471	0.024	0.143	0.270	0.055	0.204	0.646
受測者 4	0.108	0.175	0.205	0.003	0.068	0.148	0.045	0.078	0.200	0.270	0.272	0.288
受測者 5	0.007	0.094	0.175	0.095	0.103	0.375	0.031	0.278	0.573	0.044	0.097	0.150
受測者 6	0.038	0.089	0.120	0.048	0.150	0.296	0.004	0.025	0.057	0.074	0.104	0.143
受測者 7	0.079	0.111	0.122	0.100	0.123	0.248	0.036	0.088	0.136	0.033	0.047	0.126
受測者 8	0.097	0.135	0.456	0.052	0.107	0.117	0.013	0.130	0.324	0.033	0.078	0.206
受測者 9	0.016	0.088	0.095	0.033	0.044	0.070	0.044	0.116	0.329	0.077	0.163	0.246
受測者 10	0.132	0.147	0.224	0.039	0.070	0.083	0.054	0.067	0.071	0.003	0.004	0.053
受測者 11	0.085	0.128	0.128	0.237	0.332	0.405	0.014	0.078	0.409	0	0.040	0.040
受測者 12	0.016	0.049	0.054	0.012	0.013	0.019	0.046	0.077	0.236	0.095	0.127	0.207
受測者 13	0.007	0.010	0.042	0.006	0.066	0.096	0.066	0.275	0.281	0.021	0.022	0.062
受測者 14	0.006	0.008	0.072	0.072	0.073	0.117	0.002	0.074	0.209	0.093	0.170	0.231
受測者 15	0.006	0.021	0.027	0.147	0.156	0.171	0.245	0.273	0.398	0.430	0.459	0.604
受測者 16	0.013	0.044	0.166	0.114	0.128	0.168	0.143	0.151	0.292	0.318	0.349	0.400
受測者 17	0.072	0.157	0.419	0.100	0.138	0.188	0.129	0.250	0.282	0.250	0.377	0.758
受測者 18	0.036	0.064	0.086	0.016	0.024	0.031	0.126	0.398	0.404	0.004	0.033	0.040
受測者 19	0.055	0.140	0.177	0.028	0.046	0.129	0.067	0.075	0.108	0.247	0.301	0.840
受測者 20	0.049	0.146	0.528	0.025	0.044	0.070	0.176	0.201	0.349	0.408	0.498	0.588
T 值	5.5189	8.1948	5.5420	5.0815	5.7012	6.2213	4.2693	6.6934	9.3215	3.9570	5.7704	5.4584
P 值 P < 0.01	0.000025	0.0000004	0.000024	0.000066	0.000016	0.000057	0.00042	0.000002	0.0000004	0.00084	0.000015	0.000029

仰角為 24 度的統計分析(積分值) - 單位：mV2

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)			腓腸肌 (小腿後)			股直肌 (大腿前)			股二頭肌 (大腿後)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
受測者 1	0.098	0.116	0.173	0.104	0.155	0.461	0.028	0.098	0.109	0.061	0.103	0.157
受測者 2	0.034	0.056	0.081	0.033	0.047	0.161	0.028	0.057	0.113	0.015	0.098	0.201
受測者 3	0.127	0.132	0.211	0.071	0.083	0.284	0.024	0.084	0.122	0.055	0.132	0.412
受測者 4	0.108	0.165	0.195	0.003	0.025	0.066	0.045	0.061	0.106	0.270	0.270	0.27
受測者 5	0.007	0.024	0.153	0.095	0.099	0.233	0.031	0.125	0.325	0.044	0.068	0.084
受測者 6	0.038	0.065	0.102	0.048	0.111	0.186	0.004	0.011	0.045	0.074	0.083	0.121
受測者 7	0.079	0.099	0.116	0.100	0.016	0.197	0.036	0.058	0.092	0.033	0.041	0.093
受測者 8	0.097	0.121	0.253	0.052	0.087	0.085	0.013	0.081	0.235	0.033	0.056	0.158
受測者 9	0.016	0.042	0.084	0.033	0.038	0.061	0.044	0.074	0.123	0.077	0.126	0.183
受測者 10	0.132	0.138	0.178	0.039	0.053	0.069	0.054	0.061	0.068	0.003	0.004	0.034
受測者 11	0.085	0.103	0.119	0.237	0.282	0.341	0.014	0.033	0.301	0	0.023	0.034
受測者 12	0.016	0.021	0.046	0.012	0.013	0.018	0.046	0.063	0.131	0.095	0.114	0.188
受測者 13	0.007	0.009	0.031	0.006	0.052	0.076	0.066	0.189	0.211	0.021	0.021	0.041
受測者 14	0.006	0.008	0.063	0.072	0.073	0.084	0.002	0.048	0.131	0.093	0.124	0.196
受測者 15	0.006	0.018	0.022	0.147	0.152	0.166	0.273	0.253	0.307	0.430	0.448	0.527
受測者 16	0.013	0.024	0.104	0.114	0.121	0.141	0.143	0.144	0.219	0.318	0.332	0.355
受測者 17	0.072	0.133	0.419	0.100	0.119	0.133	0.129	0.213	0.238	0.250	0.327	0.437
受測者 18	0.036	0.052	0.075	0.016	0.018	0.023	0.126	0.297	0.344	0.004	0.026	0.032
受測者 19	0.055	0.113	0.153	0.028	0.034	0.062	0.067	0.069	0.089	0.247	0.283	0.502
受測者 20	0.049	0.125	0.313	0.025	0.038	0.041	0.176	0.186	0.207	0.408	0.455	0.521
T 值	5.5189	6.6533	6.3642	5.0815	5.4300	5.4823	4.2693	6.1461	8.3206	3.9570	5.3705	4.7881
P 值 P < 0.01	0.000025	0.000002	0.0000045	0.000066	0.00003	0.000027	0.00042	0.0000068	0.0000004	0.00084	0.000035	0.00013

仰角為 26 度的統計分析(積分值) - 單位：mV2

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)			腓腸肌 (小腿後)			股直肌 (大腿前)			股二頭肌 (大腿後)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
受測者 1	0.098	-0.113	-0.132	0.104	-0.118	-0.095	0.028	-0.051	-0.068	0.061	-0.027	-0.068
受測者 2	0.034	-0.042	-0.061	0.033	-0.051	-0.062	0.028	-0.045	-0.037	0.015	-0.035	-0.054
受測者 3	0.127	-0.099	-0.086	0.071	-0.035	-0.048	0.024	-0.063	-0.075	0.055	-0.024	-0.031
受測者 4	0.108	-0.082	-0.098	0.003	-0.011	-0.023	0.045	-0.033	-0.052	0.270	-0.114	-0.158
受測者 5	0.007	-0.056	-0.062	0.095	-0.086	-0.078	0.031	-0.012	-0.024	0.044	-0.037	-0.061
受測者 6	0.038	-0.048	-0.035	0.048	-0.036	-0.044	0.004	-0.026	-0.044	0.074	-0.086	-0.099
受測者 7	0.079	-0.089	-0.108	0.100	-0.055	-0.067	0.036	-0.054	-0.061	0.033	-0.064	-0.053
受測者 8	0.097	-0.062	-0.096	0.052	-0.099	-0.081	0.013	-0.013	-0.025	0.033	-0.076	-0.088
受測者 9	0.016	-0.079	-0.071	0.033	-0.019	-0.025	0.044	-0.038	-0.064	0.077	-0.024	-0.052
受測者 10	0.132	-0.088	-0.118	0.039	-0.043	-0.055	0.054	-0.024	-0.046	0.003	-0.013	-0.022
受測者 11	0.085	-0.085	-0.091	0.237	-0.134	-0.106	0.014	-0.022	-0.042	0	-0.027	-0.015
受測者 12	0.016	-0.028	-0.033	0.012	-0.022	-0.038	0.046	-0.042	-0.035	0.095	-0.094	-0.111
受測者 13	0.007	-0.035	-0.049	0.006	-0.031	-0.057	0.066	-0.061	-0.049	0.021	-0.038	-0.046
受測者 14	0.006	-0.019	-0.036	0.072	-0.015	-0.029	0.002	-0.036	-0.048	0.093	-0.083	-0.097
受測者 15	0.006	-0.035	-0.045	0.147	-0.098	-0.111	0.273	-0.142	-0.168	0.430	-0.138	-0.196
受測者 16	0.013	-0.069	-0.058	0.114	-0.084	-0.075	0.143	-0.122	-0.113	0.318	-0.201	-0.162
受測者 17	0.072	-0.125	-0.103	0.100	-0.076	-0.092	0.129	-0.092	-0.108	0.250	-0.109	-0.159
受測者 18	0.036	-0.086	-0.071	0.016	-0.027	-0.041	0.126	-0.087	-0.093	0.004	-0.035	-0.056
受測者 19	0.055	-0.059	-0.086	0.028	-0.012	-0.035	0.067	-0.042	-0.055	0.247	-0.122	-0.143
受測者 20	0.049	-0.012	-0.066	0.025	-0.028	-0.045	0.176	-0.105	-0.127	0.408	-0.223	-0.199
T 值	5.5189			5.0815			4.2693			3.9570		
P 值 P < 0.01	0.000025			0.000066			0.00042			0.00084		

仰角為 22 度的統計分析(EEG) - 單位：%

t 檢定，顯著差異 =0.01

	波		
	A	B	C
受測者 1	6	16	20
受測者 2	2	3	5
受測者 3	1	23	42
受測者 4	1	2	8
受測者 5	1	36	39
受測者 6	21	28	33
受測者 7	2	10	13
受測者 8	9	11	25
受測者 9	17	20	24
受測者 10	7	7	7
受測者 11	7	9	10
受測者 12	4	7	12
受測者 13	0	7	12
受測者 14	4	4	8
受測者 15	0	5	9
受測者 16	7	17	19
受測者 17	4	11	13
受測者 18	1	5	11
受測者 19	2	3	10
受測者 20	1	6	7
T 值	3.7984	5.4573	6.5222
P 值 P < 0.01	0.0012	0.000029	0.000003

仰角為 24 度的統計分析(EEG) - 單位：%

t 檢定，顯著差異 =0.01

	腦波		
	A	B	C
受測者 1	6	3	4
受測者 2	2	1	2
受測者 3	1	1	2
受測者 4	1	0	0
受測者 5	1	1	2
受測者 6	21	16	18
受測者 7	2	1	2
受測者 8	9	5	8
受測者 9	17	14	16
受測者 10	7	4	5
受測者 11	7	5	7
受測者 12	4	2	3
受測者 13	0	0	0
受測者 14	4	3	3
受測者 15	0	0	0
受測者 16	7	4	6
受測者 17	4	2	3
受測者 18	1	1	1
受測者 19	2	1	1
受測者 20	1	0	1
T 值	3.7984	3.1991	3.7078
P 值	0.0012	0.005	0.0015
P < 0.01			

仰角為 26 度的統計分析(EEG) - 單位：%

t 檢定，顯著差異 =0.01

	腦波		
	A	B	C
受測者 1	6	7	15
受測者 2	2	2	3
受測者 3	1	20	30
受測者 4	1	2	4
受測者 5	1	34	35
受測者 6	21	22	28
受測者 7	2	3	5
受測者 8	9	10	18
受測者 9	17	18	22
受測者 10	7	7	7
受測者 11	7	8	8
受測者 12	4	5	5
受測者 13	0	2	4
受測者 14	4	4	5
受測者 15	0	2	3
受測者 16	7	8	18
受測者 17	4	5	6
受測者 18	1	2	4
受測者 19	2	2	5
受測者 20	1	3	4
T 值	3.7984	4.1846	4.8953
P 值	0.0012	0.0005	0.0001
P < 0.01			

時間為 30 秒的統計分析(EMG) - 單位：V

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)		腓腸肌 (小腿後)		股直肌(大腿前)		股二頭肌(大腿後)	
	D	E	D	E	D	E	D	E
受測者 1	0	0	0.01	0.02	0	0	0	0
受測者 2	0	0	0	0	0	0	0	0
受測者 3	0.02	0.02	0.01	0.01	0	0	0	0
受測者 4	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
受測者 5	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0	0
受測者 6	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0
受測者 7	0	0	0	0	0	0	0	0
受測者 8	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0	0
受測者 9	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
受測者 10	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
受測者 11	0	0	0.01	0.02	0	0	0	0
受測者 12	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0.01
受測者 13	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01
受測者 14	0	0	0	0	0	0	0	0
受測者 15	0.01	0.01	0	0	0.01	0.02	0	0
受測者 16	0	0	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01
受測者 17	0	0.01	0	0	0	0	0	0
受測者 18	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0
受測者 19	0	0	0	0	0	0	0	0
受測者 20	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0.01
T 值	2.5983	2.8579	2.7813	2.5619	2.4528	2.2742	2.1242	2.7813
P 值	0.018	0.01007	0.012	0.019	0.024	0.035	0.047	0.012
P < 0.01								

時間為 40 秒的統計分析(EMG) - 單位：V

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)		腓腸肌 (小腿後)		股直肌 (大腿前)		股二頭肌 (大腿後)	
	D	E	D	E	D	E	D	E
受測者 1	0.01	0.01	0.06	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01
受測者 2	0	0	0.01	0.01	0	0.01	0	0
受測者 3	0.05	0.06	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01
受測者 4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05
受測者 5	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.07	0.01	0.01
受測者 6	0	0.01	0.02	0.02	0	0	0	0
受測者 7	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
受測者 8	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
受測者 9	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
受測者 10	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0
受測者 11	0	0.01	0.04	0.05	0.01	0.05	0	0
受測者 12	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.01	0.03
受測者 13	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04	0	0.01
受測者 14	0	0.01	0	0	0	0.01	0.01	0.01
受測者 15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.05
受測者 16	0	0	0.01	0.01	0	0	0.02	0.04
受測者 17	0.01	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0.05	0.06
受測者 18	0	0	0	0.01	0.04	0.02	0	0
受測者 19	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
受測者 20	0.02	0.06	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04
T 值	3.3665	3.5629	3.5521	3.4689	3.8298	3.8551	3.5521	3.7002
P 值 P < 0.01	0.0033	0.002	0.0021	0.0026	0.0012	0.0011	0.0021	0.0015

時間為 50 秒的統計分析(EMG) - 單位：V

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)		腓腸肌 (小腿後)		股直肌 (大腿前)		股二頭肌 (大腿後)	
	D	E	D	E	D	E	D	E
受測者 1	0.01	0.02	0.07	0.09	0.03	0.03	0.01	0.02
受測者 2	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03
受測者 3	0.07	0.10	0.03	0.05	0.02	0.02	0.01	0.03
受測者 4	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.06
受測者 5	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.08	0.01	0.02
受測者 6	0.01	0.01	0.03	0.04	0	0	0	0.01
受測者 7	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01
受測者 8	0.02	0.06	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02
受測者 9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
受測者 10	0.03	0.03	0.01	0.01	0	0	0	0.01
受測者 11	0.01	0.01	0.05	0.06	0.01	0.06	0	0
受測者 12	0.01	0.01	0	0	0	0.02	0.02	0.04
受測者 13	0	0	0.01	0.01	0.04	0.05	0.01	0.02
受測者 14	0	0.01	0	0	0.01	0.02	0.02	0.02
受測者 15	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.06	0.05	0.09
受測者 16	0	0.01	0.02	0.02	0	0.01	0.03	0.05
受測者 17	0.02	0.05	0.02	0.02	0.03	0.03	0.06	0.11
受測者 18	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0	0
受測者 19	0.02	0.02	0	0	0	0.01	0.02	0
受測者 20	0.03	0.07	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.05
T 值	4.3925	4.2829	4.6031	4.2803	4.9217	5.8803	4.4449	4.6304
P 值 P < 0.01	0.00031	0.0004	0.00019	0.0004	0.000094	0.000012	0.00028	0.00018

時間為 60 秒的統計分析(EMG) - 單位：V

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)		腓腸肌 (小腿後)		股直肌 (大腿前)		股二頭肌 (大腿後)	
	D	E	D	E	D	E	D	E
受測者 1	0.02	0.03	0.09	0.10	0.04	0.05	0.03	0.03
受測者 2	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.05	0.02	0.05
受測者 3	0.09	0.12	0.04	0.06	0.02	0.04	0.02	0.06
受測者 4	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.08	0.08
受測者 5	0.02	0.03	0.02	0.05	0.06	0.12	0.02	0.03
受測者 6	0.01	0.01	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01	0.02
受測者 7	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
受測者 8	0.02	0.08	0.02	0.01	0.02	0.05	0.01	0.03
受測者 9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.03	0.04
受測者 10	0.03	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0	0.01
受測者 11	0.02	0.02	0.06	0.07	0.01	0.07	0	0
受測者 12	0.01	0.01	0	0	0.01	0.04	0.02	0.05
受測者 13	0	0	0.01	0.02	0.05	0.06	0.02	0.03
受測者 14	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03
受測者 15	0.01	0.01	0.03	0.03	0.05	0.07	0.08	0.11
受測者 16	0	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.06
受測者 17	0.03	0.07	0.03	0.04	0.04	0.04	0.07	0.13
受測者 18	0.01	0.02	0.01	0.01	0.06	0.06	0	0
受測者 19	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03
受測者 20	0.03	0.09	0.01	0.02	0.04	0.06	0.05	0.06
T 值	4.5418	4.4992	5.1110	5.3133	6.8756	7.8235	4.9733	5.6690
P 值	0.00022	0.00025	0.00006	0.00001	0.000001	0.0000005	0.00008	0.000018
P < 0.01								

時間為 70 秒的統計分析(EMG) - 單位：V

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)		腓腸肌 (小腿後)		股直肌 (大腿前)		股二頭肌 (大腿後)	
	D	E	D	E	D	E	D	E
受測者 1	0.02	0.03	0.06	0.08	0.03	0.04	0.02	0.03
受測者 2	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02
受測者 3	0.06	0.08	0.03	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01
受測者 4	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06
受測者 5	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.06	0.01	0.01
受測者 6	0	0.01	0.03	0.04	0	0	0.01	0.02
受測者 7	0.02	0.03	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01
受測者 8	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01
受測者 9	0	0	0	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02
受測者 10	0.02	0.03	0.01	0.01	0	0	0	0
受測者 11	0.01	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05	0	0
受測者 12	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02
受測者 13	0	0	0.01	0.01	0.04	0.04	0.01	0.01
受測者 14	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
受測者 15	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07
受測者 16	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.05
受測者 17	0.02	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.07
受測者 18	0	0	0.01	0.01	0.05	0.05	0	0
受測者 19	0.02	0.02	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
受測者 20	0.02	0.05	0.01	0.01	0.03	0.05	0.04	0.04
T 值	3.8655	4.3075	4.3517	4.5603	5.4072	5.8709	4.4503	4.6833
P 值	0.001	0.00038	0.00034	0.00021	0.000032	0.000012	0.00027	0.00016
P < 0.01								

時間為 30 秒的統計分析(積分值) - 單位：mV2

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)		腓腸肌 (小腿後)		股直肌 (大腿前)		股二頭肌 (大腿後)	
	D	E	D	E	D	E	D	E
受測者 1	0.027	0.052	0.047	0.299	0.036	0.028	0.039	0.047
受測者 2	0.024	0.039	0.031	0.033	0.011	0.018	0.018	0.031
受測者 3	0.117	0.250	0.038	0.040	0.014	0.033	0.028	0.038
受測者 4	0.098	0.092	0.015	0.028	0.017	0.040	0.031	0.033
受測者 5	0.007	0.015	0.092	0.101	0.015	0.101	0.017	0.027
受測者 6	0.028	0.033	0.033	0.039	0.004	0.010	0.010	0.015
受測者 7	0.069	0.074	0.074	0.092	0.04	0.041	0.041	0.074
受測者 8	0.087	0.095	0.040	0.095	0.003	0.039	0.010	0.010
受測者 9	0.006	0.010	0.010	0.010	0.039	0.092	0.072	0.092
受測者 10	0.030	0.027	0.027	0.027	0.033	0.027	0.035	0.040
受測者 11	0.035	0.040	0.200	0.250	0.01	0.035	0.017	0.018
受測者 12	0.006	0.018	0.004	0.017	0.018	0.017	0.025	0.004
受測者 13	0.007	0.014	0.018	0.014	0.074	0.089	0.089	0.018
受測者 14	0.006	0.004	0.018	0.025	0.027	0.025	0.028	0.045
受測者 15	0.006	0.010	0.046	0.055	0.211	0.074	0.233	0.240
受測者 16	0.003	0.003	0.055	0.074	0.095	0.017	0.101	0.003
受測者 17	0.030	0.089	0.089	0.089	0.089	0.045	0.045	0.017
受測者 18	0.010	0.017	0.017	0.018	0.052	0.233	0.074	0.089
受測者 19	0.037	0.055	0.003	0.010	0.055	0.010	0.027	0.055
受測者 20	0.025	0.046	0.010	0.046	0.092	0.189	0.189	0.200
T 值	4.2697	3.8408	4.1794	3.8536	4.1900	4.2740	4.1592	3.8335
P 值 P < 0.01	0.00042	0.0011	0.00051	0.001	0.0005	0.00041	0.00054	0.0011

時間為 40 秒的統計分析(積分值) - 單位：mV2

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)		腓腸肌 (小腿後)		股直肌 (大腿前)		股二頭肌 (大腿後)	
	D	E	D	E	D	E	D	E
受測者 1	0.108	0.143	0.111	0.388	0.072	0.113	0.125	0.130
受測者 2	0.046	0.067	0.038	0.071	0.043	0.083	0.101	0.108
受測者 3	0.187	0.381	0.076	0.305	0.051	0.103	0.136	0.143
受測者 4	0.164	0.171	0.018	0.062	0.051	0.125	0.270	0.270
受測者 5	0.043	0.085	0.095	0.243	0.089	0.381	0.056	0.074
受測者 6	0.062	0.092	0.062	0.087	0.009	0.033	0.092	0.100
受測者 7	0.099	0.099	0.104	0.143	0.047	0.090	0.037	0.053
受測者 8	0.18	0.278	0.069	0.087	0.027	0.087	0.059	0.074
受測者 9	0.037	0.053	0.035	0.044	0.062	0.117	0.132	0.133
受測者 10	0.168	0.179	0.043	0.055	0.054	0.063	0.004	0.009
受測者 11	0.110	0.118	0.250	0.288	0.032	0.099	0.021	0.027
受測者 12	0.023	0.037	0.012	0.012	0.057	0.100	0.102	0.111
受測者 13	0.014	0.022	0.019	0.03	0.106	0.239	0.022	0.027
受測者 14	0.019	0.034	0.072	0.083	0.031	0.074	0.124	0.132
受測者 15	0.010	0.017	0.147	0.147	0.246	0.286	0.431	0.440
受測者 16	0.024	0.078	0.114	0.115	0.145	0.169	0.320	0.331
受測者 17	0.183	0.222	0.116	0.119	0.142	0.143	0.258	0.270
受測者 18	0.042	0.054	0.018	0.021	0.155	0.300	0.019	0.019
受測者 19	0.074	0.097	0.030	0.052	0.070	0.088	0.248	0.269
受測者 20	0.212	0.298	0.034	0.046	0.181	0.255	0.411	0.420
T 值	5.7232	5.4689	5.5567	4.9752	5.9813	6.8551	4.9621	5.2176
P 值 P < 0.01	0.000016	0.000028	0.000023	0.000084	0.00001	0.0000018	0.000086	0.000049

時間為 50 秒的統計分析(積分值) - 單位：mV2

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)		腓腸肌 (小腿後)		股直肌 (大腿前)		股二頭肌 (大腿後)	
	D	E	D	E	D	E	D	E
受測者 1	0.119	0.154	0.135	0.475	0.121	0.156	0.131	0.147
受測者 2	0.081	0.121	0.058	0.147	0.062	0.304	0.108	0.152
受測者 3	0.225	0.458	0.082	0.389	0.087	0.178	0.146	0.183
受測者 4	0.174	0.193	0.044	0.135	0.071	0.142	0.270	0.277
受測者 5	0.12	0.147	0.100	0.302	0.260	0.453	0.067	0.111
受測者 6	0.101	0.115	0.132	0.212	0.018	0.051	0.099	0.105
受測者 7	0.111	0.113	0.113	0.205	0.075	0.099	0.038	0.089
受測者 8	0.236	0.387	0.092	0.107	0.095	0.274	0.066	0.119
受測者 9	0.088	0.092	0.037	0.058	0.097	0.251	0.140	0.173
受測者 10	0.187	0.207	0.053	0.075	0.060	0.068	0.004	0.031
受測者 11	0.128	0.128	0.283	0.381	0.059	0.322	0.026	0.033
受測者 12	0.031	0.047	0.012	0.016	0.071	0.164	0.109	0.143
受測者 13	0.028	0.035	0.047	0.087	0.220	0.233	0.022	0.037
受測者 14	0.062	0.069	0.073	0.100	0.058	0.163	0.137	0.169
受測者 15	0.022	0.026	0.150	0.151	0.255	0.341	0.436	0.453
受測者 16	0.114	0.151	0.115	0.124	0.149	0.186	0.333	0.359
受測者 17	0.238	0.399	0.128	0.155	0.232	0.262	0.261	0.478
受測者 18	0.064	0.077	0.021	0.026	0.324	0.371	0.025	0.035
受測者 19	0.117	0.142	0.033	0.114	0.073	0.089	0.253	0.589
受測者 20	0.324	0.475	0.041	0.054	0.197	0.293	0.418	0.451
T 值	7.0024	5.5384	6.1402	5.6677	6.4852	8.8460	5.1402	5.3328
P 值 P < 0.01	0.0000012	0.000023	0.0000068	0.000019	0.0000035	0.0000004	0.000058	0.000038

時間為 60 秒的統計分析(積分值) - 單位：mV2

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)		腓腸肌 (小腿後)		股直肌 (大腿前)		股二頭肌 (大腿後)	
	D	E	D	E	D	E	D	E
受測者 1	0.124	0.205	0.175	0.566	0.151	0.188	0.177	0.199
受測者 2	0.063	0.127	0.067	0.189	0.076	0.323	0.162	0.292
受測者 3	0.134	0.500	0.095	0.471	0.143	0.270	0.204	0.646
受測者 4	0.175	0.205	0.068	0.148	0.078	0.200	0.272	0.288
受測者 5	0.094	0.175	0.103	0.375	0.278	0.573	0.097	0.150
受測者 6	0.089	0.120	0.150	0.296	0.025	0.057	0.104	0.143
受測者 7	0.111	0.122	0.123	0.248	0.088	0.136	0.047	0.126
受測者 8	0.135	0.456	0.107	0.117	0.130	0.324	0.078	0.206
受測者 9	0.088	0.095	0.044	0.070	0.116	0.329	0.163	0.246
受測者 10	0.147	0.224	0.070	0.083	0.067	0.071	0.004	0.053
受測者 11	0.128	0.128	0.332	0.405	0.078	0.409	0.040	0.040
受測者 12	0.049	0.054	0.013	0.019	0.077	0.236	0.127	0.207
受測者 13	0.010	0.042	0.066	0.096	0.275	0.281	0.022	0.062
受測者 14	0.008	0.072	0.073	0.117	0.074	0.209	0.170	0.231
受測者 15	0.021	0.027	0.156	0.171	0.273	0.398	0.459	0.604
受測者 16	0.044	0.166	0.128	0.168	0.151	0.292	0.349	0.400
受測者 17	0.157	0.419	0.138	0.188	0.250	0.282	0.377	0.758
受測者 18	0.064	0.086	0.024	0.031	0.398	0.404	0.033	0.040
受測者 19	0.140	0.177	0.046	0.129	0.075	0.108	0.301	0.840
受測者 20	0.146	0.528	0.044	0.070	0.201	0.349	0.498	0.588
T 值	8.1948	5.5420	6.2213	5.7012	6.6934	9.3215	5.4584	5.3705
P 值 P < 0.01	0.0000004	0.000024	0.0000057	0.000016	0.000002	0.0000004	0.000029	0.000035

時間為 70 秒的統計分析(積分值) - 單位：mV2

t 檢定，顯著差異 =0.01

	脛骨前肌 (小腿前)		腓腸肌 (小腿後)		股直肌 (大腿前)		股二頭肌 (大腿後)	
	D	E	D	E	D	E	D	E
受測者 1	0.110	0.133	0.166	0.502	0.103	0.133	0.168	0.187
受測者 2	0.052	0.061	0.062	0.162	0.052	0.089	0.124	0.169
受測者 3	0.131	0.352	0.088	0.421	0.086	0.123	0.176	0.235
受測者 4	0.133	0.085	0.063	0.133	0.053	0.141	0.270	0.279
受測者 5	0.072	0.164	0.099	0.308	0.182	0.300	0.059	0.100
受測者 6	0.043	0.101	0.089	0.245	0.024	0.035	0.093	0.112
受測者 7	0.094	0.110	0.118	0.203	0.053	0.095	0.041	0.094
受測者 8	0.104	0.327	0.097	0.111	0.013	0.153	0.063	0.114
受測者 9	0.043	0.088	0.040	0.062	0.088	0.132	0.102	0.168
受測者 10	0.142	0.209	0.062	0.074	0.065	0.063	0.003	0.031
受測者 11	0.128	0.128	0.304	0.386	0.047	0.168	0.032	0.035
受測者 12	0.025	0.031	0.013	0.017	0.056	0.105	0.113	0.137
受測者 13	0.009	0.033	0.055	0.086	0.172	0.239	0.021	0.041
受測者 14	0.006	0.006	0.073	0.104	0.061	0.115	0.128	0.159
受測者 15	0.015	0.024	0.146	0.155	0.258	0.286	0.433	0.446
受測者 16	0.027	0.153	0.121	0.147	0.150	0.169	0.326	0.367
受測者 17	0.113	0.383	0.129	0.138	0.199	0.247	0.268	0.538
受測者 18	0.043	0.057	0.023	0.028	0.283	0.381	0.026	0.033
受測者 19	0.076	0.162	0.038	0.117	0.070	0.083	0.283	0.631
受測者 20	0.100	0.435	0.031	0.063	0.195	0.255	0.438	0.449
T 值	7.0192	5.2308	6.0647	5.6217	6.1044	7.9856	5.1372	5.2792
P 值								
P < 0.01	0.0000012	0.000047	0.000008	0.00002	0.000007	0.0000004	0.00006	0.000043

時間為 30 秒的統計分析(EEG) - 單位：%

時間為 40 秒的統計分析(EEG) - 單位：%

t 檢定，顯著差異 =0.01

t 檢定，顯著差異 =0.01

	腦波	
	D	E
受測者 1	3	3
受測者 2	0	1
受測者 3	1	1
受測者 4	0	0
受測者 5	13	14
受測者 6	15	17
受測者 7	0	1
受測者 8	4	7
受測者 9	2	2
受測者 10	3	4
受測者 11	4	6
受測者 12	1	2
受測者 13	0	0
受測者 14	2	2
受測者 15	0	0
受測者 16	3	5
受測者 17	2	2
受測者 18	0	0
受測者 19	1	1
受測者 20	1	1
T 值	2.9311	3.2654
P 值		
P < 0.01	0.0085	0.0041

	腦波	
	D	E
受測者 1	6	10
受測者 2	0	1
受測者 3	7	18
受測者 4	1	2
受測者 5	15	25
受測者 6	19	23
受測者 7	5	7
受測者 8	7	12
受測者 9	16	18
受測者 10	3	5
受測者 11	5	7
受測者 12	2	4
受測者 13	0	2
受測者 14	1	2
受測者 15	1	2
受測者 16	6	11
受測者 17	3	4
受測者 18	0	1
受測者 19	1	2
受測者 20	1	2
T 值	3.8429	4.5260
P 值		
P < 0.01	0.0011	0.00023

時間為 50 秒的統計分析(EEG) - 單位：%

t 檢定，顯著差異 =0.01

	腦波	
	D	E
受測者 1	9	14
受測者 2	2	3
受測者 3	21	29
受測者 4	2	3
受測者 5	35	36
受測者 6	23	27
受測者 7	8	9
受測者 8	10	17
受測者 9	19	21
受測者 10	6	7
受測者 11	8	9
受測者 12	5	6
受測者 13	3	3
受測者 14	4	4
受測者 15	3	3
受測者 16	9	17
受測者 17	6	6
受測者 18	3	3
受測者 19	3	4
受測者 20	4	4
T 值	4.5741	4.8708
P 值	0.00021	0.0001
P < 0.01		

時間為 60 秒的統計分析(EEG) - 單位：%

t 檢定，顯著差異 =0.01

	腦波	
	D	E
受測者 1	16	20
受測者 2	3	5
受測者 3	23	42
受測者 4	2	8
受測者 5	36	39
受測者 6	28	33
受測者 7	10	13
受測者 8	11	25
受測者 9	20	24
受測者 10	7	7
受測者 11	9	10
受測者 12	7	12
受測者 13	7	12
受測者 14	4	8
受測者 15	5	9
受測者 16	17	19
受測者 17	11	13
受測者 18	5	11
受測者 19	3	10
受測者 20	6	7
T 值	5.4573	6.5222
P 值	0.000029	0.000003
P < 0.01		

時間為 70 秒的統計分析(EEG) - 單位：%

t 檢定，顯著差異 =0.01

	腦波	
	D	E
受測者 1	8	13
受測者 2	2	3
受測者 3	15	21
受測者 4	2	2
受測者 5	29	30
受測者 6	20	23
受測者 7	5	7
受測者 8	7	10
受測者 9	13	16
受測者 10	5	6
受測者 11	6	9
受測者 12	3	5
受測者 13	2	3
受測者 14	3	3
受測者 15	1	2
受測者 16	8	11
受測者 17	4	5
受測者 18	2	2
受測者 19	3	4
受測者 20	3	3
T 值	4.2943	4.8576
P 值	0.00039	0.00011
P < 0.01		

### 附件三 問卷

您好！

我是東海大學工業設計所研究生，目前正從事「後伸拉筋運動對高齡者生心理影響之研究」，希望透過本問卷了解您使用本研究的實驗模型進行後伸拉筋運動之前後對舒服的感覺。您的問卷結果，將協助本研究進行更準確的分析。謝謝您的合作！！

研究生：彭威翔

#### 一、基本資料

性別： 男 女

年齡： 身高： 體重： 職業：

運動頻率： 一週一次以上 二週一次 一個月一次

#### 二、後伸拉筋運動器材之使用情形

使用環境： 工作地點（辦公室） 家裡 戶外 其他 \_\_\_\_\_

使用時機： 疲勞時 轉換心情時 運動前 其他 \_\_\_\_\_

這份問卷主要是了解您在受測過程中，對各個實驗流程感覺項目之程度

	感 覺 強 烈	非 常 有 感 覺	較 有 感 覺	有 一 點 感 覺	沒 有 感 覺
1.實驗角度為 22 度做後伸拉筋運動時（動態）					
a.足部肌肉方面	5	4	3	2	1
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感覺強烈	非常有感覺	較有感覺	有一點感覺	沒有感覺
2.實驗角度為 22 度做後伸拉筋運動時 (靜態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感覺強烈	非常有感覺	較有感覺	有一點感覺	沒有感覺
3.實驗角度為 24 度做後伸拉筋運動時 (動態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感覺強烈	非常有感覺	較有感覺	有一點感覺	沒有感覺
4.實驗角度為 24 度做後伸拉筋運動時 (靜態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感覺強烈	非常有感覺	較有感覺	有一點感覺	沒有感覺
5.實驗角度為 26 度做後伸拉筋運動時 (動態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感覺強烈	非常有感覺	較有感覺	有一點感覺	沒有感覺
6.實驗角度為 26 度做後伸拉筋運動時 (靜態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感覺強烈	非常有感覺	較有感覺	有一點感覺	沒有感覺
7.使用時間為 30 秒做後伸拉筋運動時 (動態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感 覺 強 烈	非 常 有 感 覺	較 有 感 覺	有 一 點 感 覺	沒 有 感 覺
8.使用時間為 30 秒做後伸拉筋運動時 (靜態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感 覺 強 烈	非 常 有 感 覺	較 有 感 覺	有 一 點 感 覺	沒 有 感 覺
9.使用時間為 40 秒做後伸拉筋運動時 (動態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感 覺 強 烈	非 常 有 感 覺	較 有 感 覺	有 一 點 感 覺	沒 有 感 覺
10.使用時間為 40 秒做後伸拉筋運動時 (靜態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感 覺 強 烈	非 常 有 感 覺	較 有 感 覺	有 一 點 感 覺	沒 有 感 覺
11.使用時間為 50 秒做後伸拉筋運動時 (動態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感覺強烈	非常有感覺	較有感覺	有一點感覺	沒有感覺
12.使用時間為 50 秒做後伸拉筋運動時 (靜態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感覺強烈	非常有感覺	較有感覺	有一點感覺	沒有感覺
13.使用時間為 60 秒做後伸拉筋運動時 (動態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感 覺 強 烈	非 常 有 感 覺	較 有 感 覺	有 一 點 感 覺	沒 有 感 覺
14.使用時間為 60 秒做後伸拉筋運動時 (靜態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感 覺 強 烈	非 常 有 感 覺	較 有 感 覺	有 一 點 感 覺	沒 有 感 覺
15.使用時間為 70 秒做後伸拉筋運動時 (動態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

	感 覺 強 烈	非 常 有 感 覺	較 有 感 覺	有 一 點 感 覺	沒 有 感 覺
16.使用時間為 70 秒做後伸拉筋運動時 (靜態)	5	4	3	2	1
a.足部肌肉方面					
舒暢的					
放鬆的					
柔軟的					
靈活的					
b.腦部方面					
精神集中的					
清醒的					
情緒穩定的					
無壓力的					

多謝您的配合，打擾您寶貴的時間！！

#### 附件四 受測者基本資料

	性別	年齡	體重 (kg)	身高 (cm)	職業	運動頻率
受測者 1	女	55	46	158	無	一周一次以上
受測者 2	女	55	55	155	公務員	一個月一次
受測者 3	男	59	69	168	教師	一周一次以上
受測者 4	男	56	72	171	公司主管	一周一次以上
受測者 5	女	56	56	153	教師(退)	二週一次
受測者 6	男	68	61	165	教師(退)	一周一次以上
受測者 7	女	68	51	153	教師(退)	二週一次
受測者 8	女	59	57	155	護士(退)	一周一次以上
受測者 9	男	62	64	163	醫生	二週一次
受測者 10	男	59	70	170	公司主管	一個月一次
受測者 11	女	55	68	160	教師(退)	一個月一次
受測者 12	女	55	51	158	商	二週一次
受測者 13	男	57	65	169	商	二週一次
受測者 14	男	69	67	161	司機(退)	二週一次
受測者 15	男	56	63	164	教師	一個月一次
受測者 16	男	70	86	176	公務員(退)	一周一次以上
受測者 17	男	71	61	160	公務員(退)	二週一次
受測者 18	男	55	73	171	公司主管	一周一次以上
受測者 19	男	65	82	169	教師(退)	二週一次
受測者 20	女	61	57	156	教師(退)	二週一次

使用環境	使用時機
家裡	運動前
工作地點	疲勞時
家裡	運動前
家裡	轉換心情時
家裡	疲勞時
家裡	運動前
家裡	疲勞時
家裡	運動前
工作地點	轉換心情時
家裡	疲勞時
家裡	運動前
工作地點	疲勞時
工作地點	疲勞時
家裡	運動前
家裡	疲勞時
家裡	運動前
家裡	疲勞時

## 簡 歷

姓 名：彭 威 翔

籍 貫：台灣省新竹市

出生年月日：民國 66 年 1 月 15 日

學 歷：東海大學工業設計系碩士

長庚大學工業設計系學士

新竹高級中學

經 歷：第四屆長庚美工社活動組組長

第二屆長庚美工營器材組組長

第三屆長庚美工營總務祕書組組長與美工營宣傳海報設計

第四屆長庚美工營攝影組組長

擔任大三下學期的班代表

第三屆長庚畢業展組織庶務組組長

1998.7~1998.8 工研院機械所擔任電腦繪圖人員

2002.10~2003.9 人本藝術設計有限公司擔任設計師

## 兩年內主要學術發表及研究所參與事務

### 一、學術發表論文

- (1) 彭威翔、郭炳宏、柯超茗，高齡者休閒產品之研究-以足部後伸拉筋健康器材為例，中華民國設計學會第八屆研討會，2003.06
- (2) 彭威翔、郭炳宏，後伸拉筋運動對高齡者生心理影響之研究，中華民國人因工程學會第 11 屆年會暨研討會，2004.04
- (3) 彭威翔、郭炳宏，時間因素對後伸拉筋運動影響高齡者生心理之研究，2004 國際設計論壇暨第九屆中華民國設計學會設計學術研討會，2004.05
- (4) 彭威翔，足部後伸拉筋運動對高齡者生理與心理之影響，東海大學工業設計學系碩士論文，2004.07

指導教授：東海大學工業設計學系副教授 郭炳宏老師

口試委員：雲林科技大學工業設計學系副教授 李傳房老師

東海大學工業設計學系副教授 謝志成老師

### 二、研究所參與事務

協調規劃產品開發設計研究室定期發表與相關事務

於產品開發設計研究室擔任總務的工作

積極參與組內研討討論，與各研究成員相互研討與學習

負責擔任系上行政單位事務性工作