

## 第參章 研究方法

本章旨在敘述整個實驗過程與資料處理方式，以下分成五個部分：一、研究對象；二、實驗與分析地點；三、實驗設計；四、實驗方法與步驟；五、資料處理與統計。

### 第一節 研究對象

本研究以臺灣地區的停經後婦女為受試對象，主要分佈在花蓮縣、市為主，篩選符合停經條件的女性為受試者，篩選標準及注意事項如下：

- 一、半年內無規律運動（每週 3 次，每次 30 分鐘）習慣者。
- 二、在過去一年內未曾骨折者。
- 三、一年內未接受女性荷爾蒙補充療法者。
- 四、已自然停經（已經連續一年未有月經來潮，且子宮與卵巢未切除）。
- 五、受試者未罹患心血管疾病等不適合劇烈運動之疾病。
- 六、實驗期間所有受試者維持正常、規律之飲食習慣。
- 七、不可服用任何會影響研究結果的藥物。

以宣傳單張、電台、電子郵件與電話等方式徵召有興趣的受試者，並詢問其家族病史、飲食中鈣的攝取量與健康狀況評估，刪除非自然停經者（包括子宮或卵巢切除者），受試者需閱讀「受試者須知」（附錄一），以瞭解整個研究過程與要求；並填寫「受試者同意書」（附錄二）、「骨質密度檢測問

卷」(附錄四)與「身體狀況調查表」(附錄五),簽署人體試驗同意書後,始正式成為本研究之受試者。

本研究共徵召 69 位符合條件之受試者,將其隨機分派為運動組一(EX1)、運動組二(EX2)與對照組(C),每組 23 人。徵召的 69 位受試者在長達 6 個月的運動訓練與 3 個月的追蹤期,運動組一(EX1)流失 6 位,其中流失的原因為照顧孫子、工作、到外縣市照顧車禍的親人;運動組二(EX2)流失 5 位,流失的原因為身體疾病、因意外開刀;對照組(C)流失 4 位,流失的原因是搬家至外縣市、罹患癌症、意外受傷;故實驗結束後,總計受試者共有 54 位。

## **第二節 實驗與分析地點**

- 一、運動組之訓練課程：慈濟大學大喜館二樓。
- 二、骨質密度檢測：花蓮慈濟綜合醫院影像醫學部放射科進行檢測分析。
- 三、性荷爾蒙檢測：請花蓮慈濟綜合醫院合格護士至慈濟大學大喜館進行抽血，並將抽取的血液樣本送至花蓮慈濟綜合醫院之檢驗科血清免疫組分析血液。
- 四、體適能檢測：慈濟大學大喜館一樓與二樓。

### 第三節 實驗設計

#### 一、實驗分組：

將受試者分成運動組一(EX1)、運動組二(EX2)與對照組(C)三組。

#### 二、實驗變項：

- (一) 自變項：阻力訓練與階梯有氧運動訓練。
- (二) 依變項：腰椎與股骨頸之骨質密度、體適能、雌二醇與睪固酮濃度。

#### 三、實驗流程：

本實驗流程請參見圖 3-1。實驗前，經過人體試驗計畫審議委員會審查通過，通過編號分別為 IRB-94-034 與 E6A0021538-01（人體試驗審查同意書請參見附錄三），先徵召符合條件之停經後婦女，詳細說明實驗流程與相關事宜，在參與實驗期間不改變其生活方式，並填具「受試者同意書」後，以隨機分派方式將受試者分成三組：運動組一（EX1 為阻力訓練）、運動組二（EX2 為階梯有氧）與對照組（C，不參與任何規律運動），運動組分別以漸進方式接受每週 3 次、每次 60 分鐘、持續 6 個月之運動訓練。

所有受試者在訓練結束後，提醒其日常生活之注意事項（參見附錄六），繼續追蹤 3 個月，並持續追蹤其日常身體活動量（調查問卷請參見附錄七）與體適能（檢測表請參見附錄八），實驗期間與受試者合影之照片請參見附錄十四。

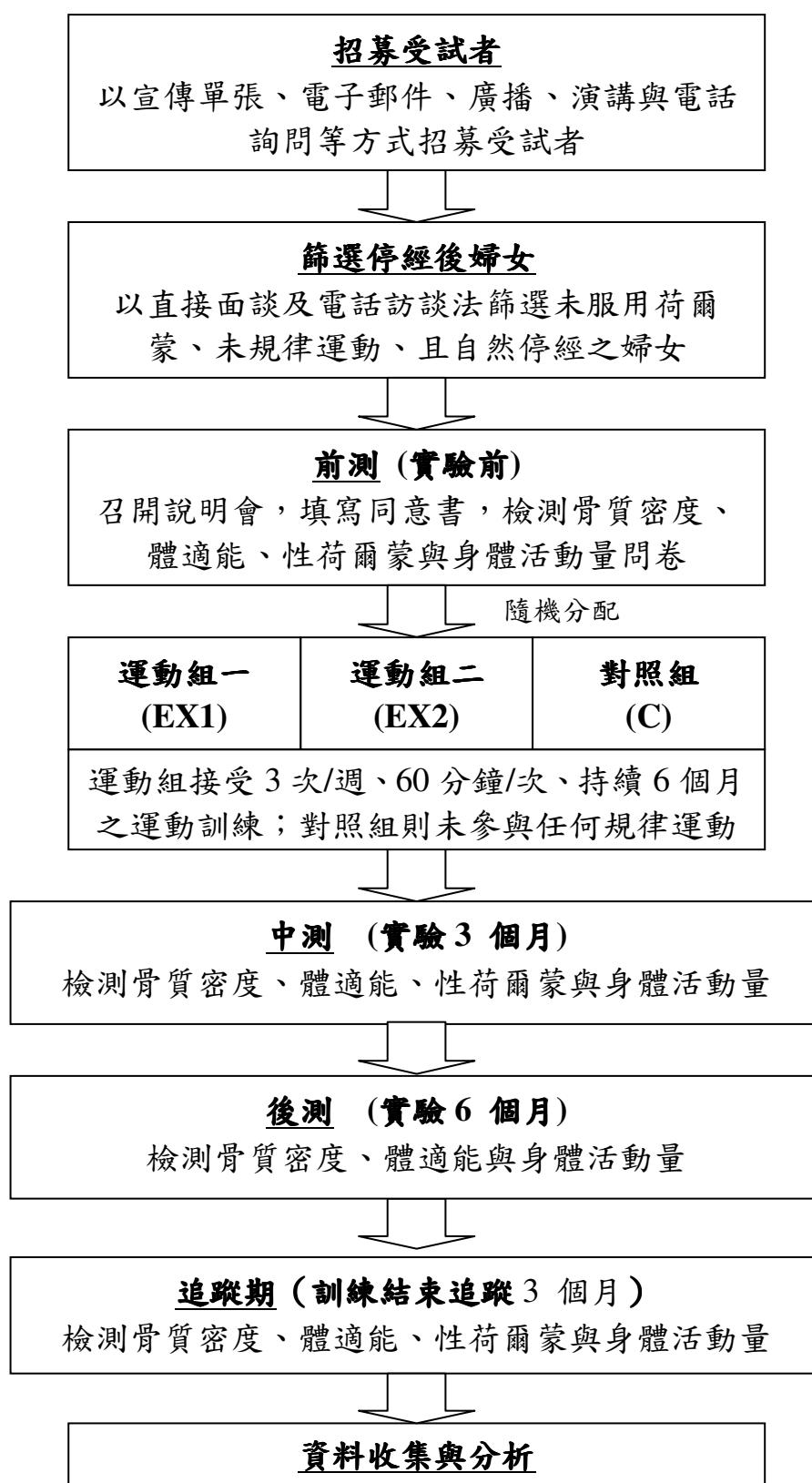


圖 3-1 實驗流程圖

#### 四、運動訓練課程

將受試者隨機分成三組：運動組一(EX1, 阻力訓練)、運動組二(EX2, 階梯有氧) 與對照組(C)。運動組分別以漸進方式接受每週3次、每次60分鐘、持續6個月之運動訓練，運動流程分成三大部分，第一部分為暖身運動，進行10分鐘；第二部分為主活動，進行40分鐘；第三部分為緩和伸展(cool-down)，進行10分鐘；每次課程共計60分鐘，對照組則未參與任何規律運動。以下將運動訓練課程內容詳述如下。

##### (一) 第一部分

第一部分為暖身運動，包括全身大肌肉群之動態與靜態伸展兩部分，可以增加肌肉溫度、加速血液循環、使體溫增高與增加關節活動範圍，主要目的是為下一個階段的運動訓練作準備，並預防運動傷害。本實驗所設計的暖身運動包括動態暖身與靜態暖身兩部分，EX1之動態暖身部分有三式，配合證嚴法師的靜思語設計融入動作，第一式為「予樂拔苦，利益眾生」，反覆6次；第二式為「全力以赴」，反覆10~12次；第三式為「放下身段，縮小自己」，反覆8~12次，詳細動作說明請參見附錄八。EX2的動態暖身是以10公分的階梯高度，配合每分鐘120下的音樂節拍，進行連續上上下下之階梯有氧基本步，搭配進行手部動態動作；而EX1與EX2的靜態伸展包含股四頭肌、小腿後肌、髂腰肌、轉腰肌群、腿後肌群、上背/肩部肌群、下背肌群與體側肌群等全身的大肌肉群。

## (二) 第二部分

第二部分為主要活動，EX1 以阻力訓練為主，EX2 以階梯有氧運動訓練為主，將主要活動設計的訓練內容詳述如下。

### 1. EX1—阻力訓練(resistance training)：

阻力訓練是一種對抗阻力的運動，本研究以徒手或利用輔助器材（如啞鈴、健美棒、彈力繩、抗力球、核心訓練板與毛巾等）來訓練全身 13 個肌肉群，包括胸大肌、斜方肌、三角肌、闊背肌、肱二頭肌、肱三頭肌、腹肌、豎脊肌、股四頭肌（如圖 3-2）、臀大肌與腿後肌群、大腿內收肌群與外展肌群、比目魚肌與腓腸肌群，並以不同姿勢（立姿、坐姿、跪姿、俯臥姿、仰臥姿與側臥姿）來對抗重力以及輔助器材的阻力，主要目的在增進肌肉適能，促使骨骼與肌腱的牽拉作用、刺激其增加骨質密度，訓練肌肉控制能力、協調性與平衡感。此階段引領受試者專注在自身訓練的肌群，感覺作用肌收縮、動作平面、安全的關節活動範圍、呼吸、固定肌與穩定肌、身體中心線、重心及軸心與個別肌群，並控制肌肉向心與離心收縮的速度。每個肌肉群以漸進方式進行 1~3 組，每組依照負荷重覆 8~25 下不等，訓練計畫與肌力訓練範例動作圖解請參見附錄十~十一。



圖 3-2 阻力訓練

## 2. EX2—階梯有氧運動(bench-step aerobics)：

階梯有氧運動（如圖 3-3）是指利用一塊可以調整高度作為強度調整的踏板，在地板與踏板之間隨著音樂速度進行踩踏與移動，主要在提升心肺適能，並以此運動之衝擊性及對地面的反作用力來刺激骨骼，階梯有氧運動訓練計畫請見附錄十二。本研究以每分鐘 120~130 拍(beat per minute, bpm)之音樂速度（曾玉寬、溫怡英、相子元，2001），而階梯的高度以 10 公分為基本高度，每增加一個墊高台階即增加 5 公分，漸進增加至 20 公分（範例動作圖解請參見附錄十三），其能量消耗大約為 4.8~6.8 METs (Moriet al.,

2006)。從最基礎的基本動作開始慢慢漸進，依個人能力調整運動強度，並依照選定的音樂速度作上下階梯有氧的動作組合，主要活動目的在增進心肺耐力、刺激骨骼、訓練敏捷性、協調性、平衡感與反應能力。並可加入一些有趣、強力、性感、爆笑...動作，增添課程的趣味性，引領學員獲得不同的樂趣。



圖 3-3 階梯有氧運動訓練

（三）第三部分

第三部分為緩和伸展(cool-down)，目的在增進柔軟度，並讓血液回流心臟，播放輕柔的、大自然的音樂，以臥姿為主，配合調息進行延展全身肌肉的動作，伸展放鬆與紓解壓力（溫怡英，2001）。

#### (四) 運動強度

運動訓練課程中，以談話測試法(talk test)與心跳監測法監測運動中的強度，使強度達到 50~85%  $HR_{max}$  實施方法為每組各挑選 3 位受試者，在運動訓練開始之前，先實施體適能前測，測量其安靜心跳率，並在每次運動訓練課程開始前，於 3 位受試者胸骨劍突處配戴心跳監測器 (polar 錶)，上課期間每 10 分鐘記錄一次當時測得的心跳率，全程監控其運動強度，並將 0~3 與 3~6 個月訓練期間所得的心跳率資料代入卡弗納(Karvonen)最大心跳保留率(maximal heart rate reserve, MHRr)公式：

$$\text{心跳率 } THR = [(220 - \text{age}) - HR_{rest}] \times \text{運動強度}\% + HR_{rest}$$

$THR$  : target heart rate, 目標心跳率, 運動中心跳率

$HR_{rest}$  : 安靜心跳率

$\text{age}$  : 實足年齡

將運動中得到的心跳率帶入以下公式，由此即可推算出本研究實際之運動強度：

$$\text{運動強度} = \frac{(THR - HR_{rest})}{[(220 - \text{age}) - HR_{rest}]} \times 100$$

## 第四節 實驗方法與步驟

本研究將檢測的依變項分為骨質密度、體適能、身體活動量與性荷爾蒙等，所有受試者在基準值、3、6 個月與追蹤 3 個月分別進行檢測，檢測時間序列表請參見表 3-1，各依變項之檢測方法描述如下。

表 3-1 各依變項檢測時間序列表

時間 依變項	實驗期			追蹤期
	基準值	3 個月	6 個月	3 個月
骨質密度	✓	✓	✓	✓
體適能	✓	✓	✓	✓
性荷爾蒙	✓	✓		✓
身體活動問卷	✓	✓	✓	✓

### 一、骨質密度：

骨質密度的檢測部位採一般骨質流失較明顯的代表性位置，臨床上以腰椎為代表係因該部位骨代謝率高，易於檢查出骨質流失程度，且與其他部位間具有一定程度的相關性，又因 PMW 最容易因為跌倒而發生骨折處為股骨頸。因此，本研究檢測部位為腰椎第 2~4 節以及右側大腿股骨頸。

本研究在花蓮慈濟綜合醫院放射科進行檢測，採用 Norland 廠牌 XR-36 之機型（見圖 3-4），機器先進行假骨（即腰椎假骨的標本，見圖 3-5）掃描，進行數值標準化。



圖 3-4 雙能量 X 光檢測儀與假骨標準化

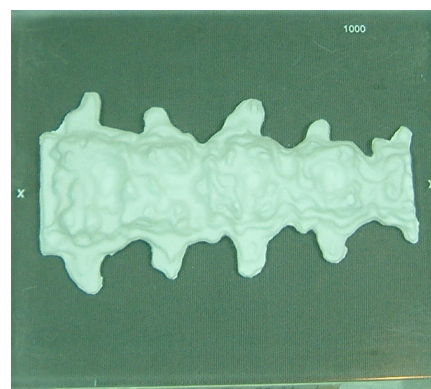


圖 3-5 腰椎假骨標本

進行檢測前，受試者需先填寫「骨質密度檢測問卷」（附錄四），之後請受試者更換檢查服，並去除身上所有含金屬的物質，包括金屬扣子、拉鍊、項鍊、胸罩與手環等等。每位受測者的檢測時間約 20 分鐘。檢測步驟如下：

（一）輸入基本資料：將受試者的基本資料輸入電腦。

1. 選擇「File」，若未曾受測，請選擇「Add a Patient」，若有檢測過則選擇「Select a Patient」；
2. 鍵入姓名、身份證字號、性別、出生年月日、身高、體重及檢測技術師姓名等欄位。
3. 確認資料無誤後，按「繼續」鍵之「AP spine」；

（二）受試者腰椎骨質密度檢測姿勢與定位：

1. 請受測者換好服裝後平躺在檢測床上，頭部躺放在方型枕上，身體範圍要在界線內並躺正，保持脊椎的自然延長曲線，雙腳屈膝抬起，將方形墊移至受試者膝蓋與小腿下，讓髖關節與膝關節皆呈 90 度（見

圖 3-6)，並使其背部完全平貼在床上，雙手舉高自然放在枕頭兩側。



圖 3-6 腰椎檢測姿勢與定位



圖 3-7 大腿股骨頸檢測姿勢與定位

2.定位：位在儀器上端的「雷射」鍵按一下會出現雷射光紅點，調整機器位置到受試者胸骨之劍突下兩指（跟受測者說明：「現在要進行定位，可能會碰您一下，請放輕鬆喔！」），按「定位」鍵一次。再將上端的掃瞄板移動至與股骨平行腹部的中心點，再按「定位」鍵一次，即完成定位。

（三）檢測：按一下電腦螢幕上的開始鍵，儀器便開始掃瞄，掃瞄過程約 10 分鐘，微調腰椎定位線（可依旁邊的圖進行比對）從腰椎掃瞄到骨盤頂端。

（四）腰椎骨質密度分析：以 Norland 電腦軟體進行分析，將分析位置選取在腰椎第 2~4 節，使用 WHO 分析法，並選擇停經後的選項。存檔、列印出腰椎骨質密度檢測結果報告（如圖 3-8）。

(五) 受試者大腿股骨頸骨質密度檢測姿勢與定位：

1. 移開受試者腳下的方形墊，身體躺正，確認身體範圍皆在界線內，保持脊椎的自然延長曲線，雙手自然平放在身體兩側，雙腳打開，將檢測架由腳底套進去頂到恥骨，再將梯形墊子放在雙腳內踝處，請受試者將大腿往內轉，將檢測架上的固定條束緊雙腳大腿股骨(如圖 3-7)。
2. 定位：跟受測者說「我們現在要進行定位，會碰您一下，放輕鬆！」，找到受試者髂前上脊位置後，位於恥骨與髂前上脊連線中點垂直下兩指處，在儀器上端的「雷射」鍵按「定位」鍵一次，即完成定位。

(六) 檢測：按一下電腦螢幕上的開始鍵，儀器便開始掃瞄，掃瞄過程約

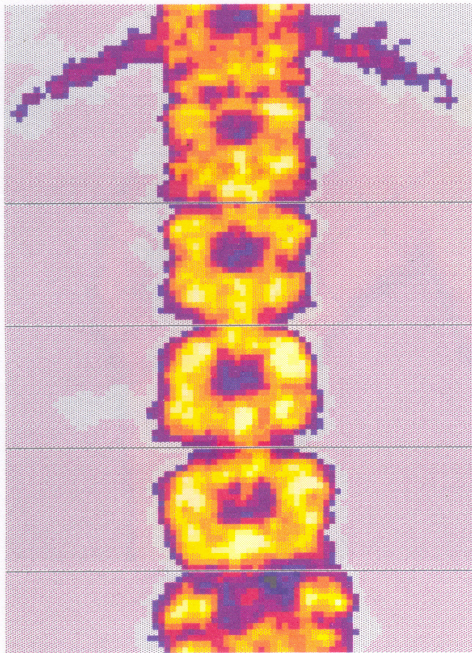
10 分鐘，修正股骨頸中點位置，再掃瞄一次。檢測完畢，將束條解開、檢測架移除後，請受試者側躺，再起身下床，更換衣服後便可離開。

(七) 股骨頸骨質密度分析：以 Norland 電腦軟體進行分析，調整股骨定位

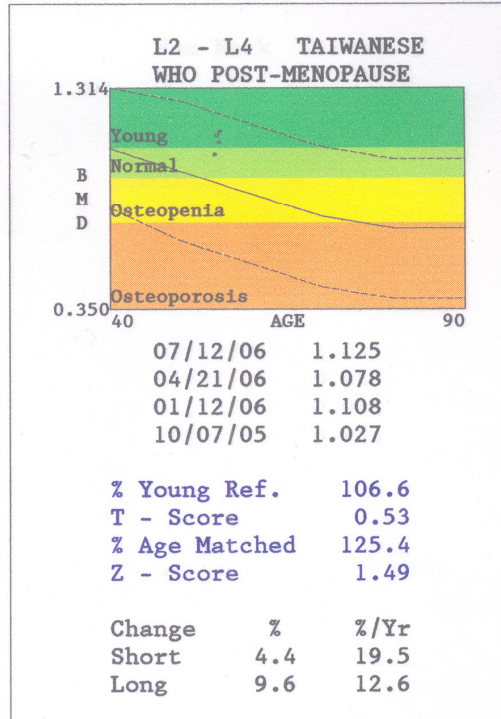
線（可依旁邊的圖做比對），修正數值（接近 2），使用 WHO 分析法，並選擇停經後的選項。存檔、列印出股骨頸骨質密度檢測結果之報告（如圖 3-9）。

Name L Y-F Ethnic  
 ID 7200070000 Height  
 Age 55 Sex Female Weight

L  H AP Spine 07/12/06 Sequence 1



Bone image not for diagnosis



CALIB Errors Manual Positioning

	BMD g/cm <sup>2</sup>	BMC g	LENGTH cm	AREA cm <sup>2</sup>
L2	1.088	13.02	3.15	11.97
L3	1.153	14.94	3.15	12.96
L4	1.130	15.54	3.15	13.74
L2 - L4	1.125	43.49	9.45	38.67

STD CVs for L2-L4 BMD: 1.0 BMC: 1.5 See Guide for other CVs.  
 1.5 x 1.5 mm, 80 mm/s, 12.00 cm Rev. 2.5.3 / 2.0.0 Calib. 07/05/06

COMMENTS



圖 3-8 腰椎骨質密度檢測報表

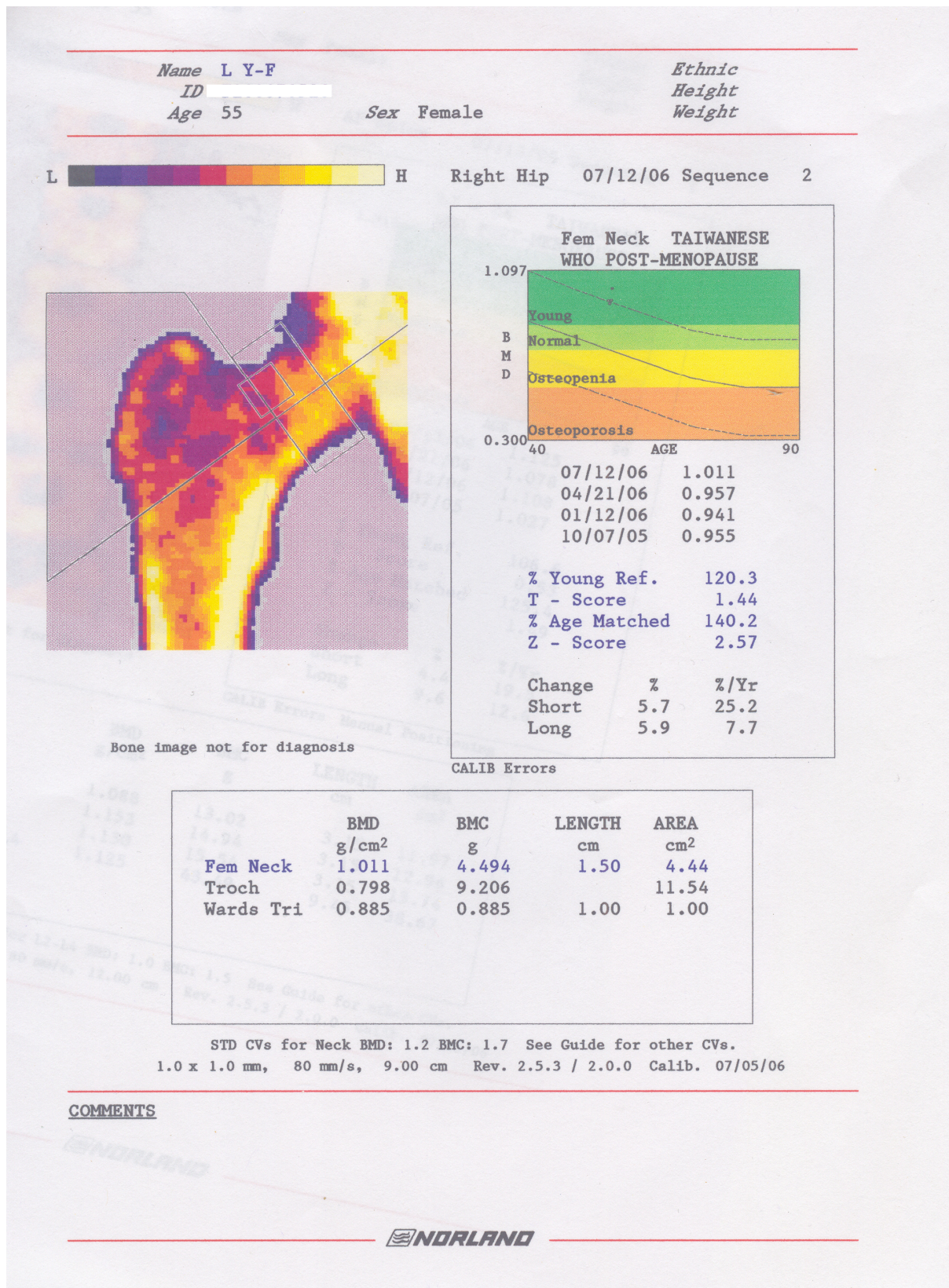


圖 3-9 大腿股骨頸骨質密度檢測報表

## 二、體適能

本研究所指的體適能檢測項目主要參考美國加州州立大學 fullerton 分校研發的老年人功能性體適能檢測(senior fitness test)方法(Rikli & Jones, 1998; Rikli & Jones, 1999; Rikli & Jones, 2001)、美國運動醫學會之體適能檢測(Balady et al., 2000)，以及目前教育部實施的體適能檢測方法（教育部，2006），內容包括身高、體重、身體質量指數、全身體脂肪、動態平衡/敏捷性、下肢肌力與心肺功能等。

檢測之前，以電話聯絡受試者，提醒其檢測之前的半小時勿進食或吃太飽，前一天勿從事運動。開始檢測前，先請受試者填寫「身體狀況調查表」（附錄五），並評估是否適宜進行體適能檢測。除了在基準值、3、6個月與追蹤3個月等四個階段檢測體適能，所有測驗皆採一致的測量標準（與實驗前檢測方法一致），將檢測項目與方法描述如下，並將檢測結果記錄於體適能檢測表格（見附錄八）。

（一）身高、體重：請受試者赤足直立於身高體重計中央，讀取體重計上之數值，請受測者兩眼平視正前方，檢測員調整伸縮器，輕輕平貼在受試者頭上，水平觀察身高計上之數值。測量結果以公尺為單位，計至小數點後兩位，以下四捨五入。

（二）身體質量指數(body mass index, BMI)：體重÷(身高)<sup>2</sup>，其中體重的單位為公斤，身高的單位為公尺。

- (三) 腹部皮下脂肪厚度：為評估全身體脂肪的項目。以皮脂夾(caliper)測量身體腹部之皮下脂肪厚度。受試者自然站立，雙手自然垂下。檢測員用左手拇指及食指，垂直捏起受測者肚臍右邊兩指處，平行於肚臍、垂直地面的皮層上方約1公分處，將皮脂夾夾住捏起的皮層1~2秒後讀取皮脂夾上的數值，記錄腹部的皮層厚度，以公釐為單位，讀至小數點後一位(Balady et al., 2000)。
- (四) 由坐到站三十秒(30-second chair stand)：為評估下肢肌力的項目。拿一張有靠背、沒有扶把、座椅高17吋（約43.18公分）的椅子，為了安全起見椅子應靠在牆壁邊，受試者坐在椅子中間、背打直、雙腳踩地，雙手手臂交叉於對側肩上，當聽到「go」的指令時，受試者站起來到完全站直，並快速回到完全坐下的姿勢。期間檢測員要鼓勵受試者，30秒時間到時計算其站起坐下的次數。
- (五) 八呎立走(8-foot up-and-go)：為評估敏捷性/動態平衡的項目。測驗開始前，受試者完全坐在椅子上，手放大腿、腳踩地板（一腳稍微比另一腳前面），當聽到「go」的口令（同時檢測員按下碼錶），受試者從椅子上站起來（雙手推撐大腿或椅子是被允許的），儘可能快速的繞過三角錐（但不能用跑的）並回到椅子，當受試者完全坐下的瞬間，檢測員同時按下碼錶終止時間。受試者必須被告知此測驗是計時的。

(六) 六分鐘走(6-minute walk)：為評估有氧耐力的項目。此測驗是評估沿著50碼的距離，在6分鐘的時間可以走的距離，地板不能滑，若感覺不舒服即刻停止，受試者在聽到「go」的口令時（同時檢測員按下碼錶），儘可能快速的沿著場地50碼的標線往前走（如圖3-10）（但不能用跑的），每走一圈可以給受試者一個信物（如圖3-11）幫助其計算圈數，在測驗期間約每隔30秒便應不斷鼓勵受試者「妳真的做得很棒！」、「繼續加油！」，在最後2分鐘與1分鐘時要提醒受試者，時間到時請受試者站在原地不動，登記其所走的距離(Rikli & Jones, 1998; Rikli & Jones, 2001)。



圖 3-10 六分鐘走測驗



圖 3-11 六分鐘走拿信物算圈數

### 三、性荷爾蒙

本研究所指的性荷爾蒙主要是針對血液中雌二醇(estradiol, E2)與睪固酮(testosterone, T)濃度。所有受試者在基準值、3 個月與追蹤 3 個月等三個時段接受抽血，檢測血液中 E2 與 T 等性荷爾蒙濃度的改變。

為盡量減少外在因素之干擾，三個時段抽血的時間皆一致，所有受試者在前一天晚上 10 點過後，禁止飲水及進食（空腹），且抽血前的一整天都不要進行任何運動、並禁止熬夜。每次抽血時間都固定在清晨 5:30 至 7:00 間，請花蓮慈濟綜合醫院的合格護士到慈濟大學大喜館進行抽血（見圖 3-12 與圖 3-13），受試者依序領取與自己姓名相符的標籤貼在採血試管上，先坐在椅子上，抽取約 5 毫升的血液，血液放入黃頭管（血清凝膠管，又稱 SST 管，內含矽及促凝劑），上下反轉輕輕搖勻後，即刻將檢體送交花蓮慈濟醫院檢驗科進行分析。

分析方法是請合格之醫事檢驗師以化學冷光免疫分析儀（廠牌型號 BAYER ADVIA Centaur®系統）之化學冷光法(chemiluminescence)技術，以抗體之特異性與敏感度，與標的物結合來分析雌二醇與睪固酮。檢驗過程照片與檢測儀器請參見圖 3-14 至圖 3-16。



圖 3-12 抽血



圖 3-13 性荷爾蒙檢測抽血



圖 3-14 化學冷光免疫分析儀

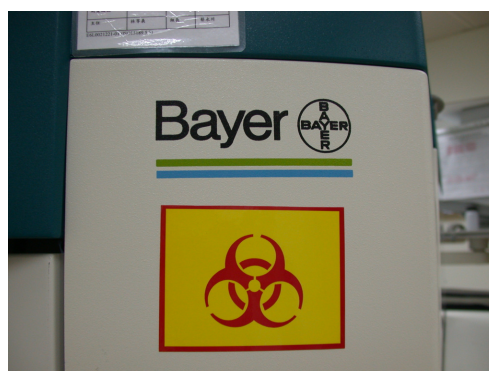


圖 3-15 儀器廠牌



圖 3-16 性荷爾蒙濃度分析

#### 四、身體活動量：

身體活動量主要是評估個體平日的身體活動程度，可用工作量、活動時間、移動單位、數字、分數等來加以計算，並需考慮活動時間、頻率、強度、活動時的溫度與濕度等因素。在追蹤身體活動量方面，日常身體活動量的檢測方法可分為直接或間接測量法，而問卷評量是最容易、花費少，且不影響受訪者每天的活動型態，較不會有採樣的困擾。一般的量表中，日常身體活動量被認為包含工作活動及休閒活動兩部分，但居家量卻是被忽略的。本研究所使用的日常身體活動量問卷（請見附錄七），是引用劉文禎（2002）在太極拳運動對老年人骨質疏鬆症影響之研究中所使用的問卷，是參考國內外相關文獻及蘇忠信（1997）、簡盟月（1999）、艾建宏與蘇忠信（2001），以及臺灣體能活動評量製作而成，在劉文禎的論文中雖未提及此問卷的信度與效度為何，但其經由內容效度（採專家鑑別法），針對題目性質、內容、題目之重要性與適用性，請專家修改刪除設計而成（Verschuur & Kemjper, 1980）。

所有受試者在 6 個月訓練結束後，繼續追蹤 3 個月，並持續追蹤受試者之日常身體活動，亦即除了在基準值、運動訓練 3、6 個月、追蹤 3 個月等階段檢測體適能與身體活動量，並將日常身體活動量表之得分總和加以分析比較。計分方式為，若勾選問卷的選項 1、2、3、4/5，得分則為 1 分、2 分、3 分、4 分/5 分。將居家量、工作活動及休閒活動三部分得分加總。

## 第五節 資料處理與統計

所有資料皆以平均數、標準差來表示。統計方法如下：

- 一、以混合設計二因子共變數分析(mixed two way ANCOVA)比較四個時段骨質密度、性荷爾蒙與體適能的變化情形；先看其交互作用情形，再決定進行主要效果(main-effect)分析或是單純主要效果分析，視其顯著與否繼續進行事後比較。
- 二、以皮爾森(Pearson)積差相關分析基準值各依變項之間的相關。
- 三、本研究統計上有意義的顯著差異水準訂為  $\alpha = .05$ 。