

105 學年度「機電實作專題成果展」構想書

戴運動壓縮全腿套與抬腿對微循環生理訊號的影響
The influence of leg elevation and wearing leg sleeves
on the micro-circulation signal

國立中山大學/機械與機電工程學系/吳沛宸/B023022028

國立中山大學/機械與機電工程學系/吳泓儒/B023022044

國立中山大學/機械與機電工程學系/丁乾耀/B023022031

國立中山大學/機械與機電工程學系/楊政勳/B023022039

指導教授：嚴成文 博士

主辦單位：國立中山大學機械與機電工程學系

一、摘要

全台約有百分之 25%–33% 的女性及 20% 的男性患有下肢靜脈曲張的疾病[1]，同時隨著現代化職場長時間工作的特性，罹患的比例與職業種類也越來越嚴重的趨勢。靜脈曲張為慢性靜脈功能不全的病徵之一，而臥姿抬腿為預防靜脈曲張常見醫囑，但現行並無普及可量化靜脈曲張嚴重程度之儀器。為驗證抬腿與腿套的減壓動作，本研究希望製作出便利且平價之微循環血管量測器，並透過實驗量測出減緩下肢壓力之最佳方法。

二、動機與目的

根據研究顯示，超過 8000 例的醫學臨床案例中發現，目前台灣罹患靜脈曲張的病患結構已經有明顯的擴大變化，以往病患大都為教師、孕婦、護士，但現在連一般長時間坐在辦公室前上班族、服務業務人員、晶圓代工廠內的專業人員等等，都已是罹患靜脈曲張的高危險群。而經由文獻顯示，抬高患部以及壓迫治療能夠改善此現象[1][2]。

周邊組織微循環訊號可反映許多重要的生理資訊。周邊血管阻塞相關疾病，初期會先在微循環訊號上產生異常，之後才會在身體上有明顯變化。故可以利用微循環生理訊號，監測生理狀態，預防微循環相關疾病。本實驗使用抬腿及戴腿套，經由四種不同的實驗方式，分析並找出運用何種方式最能舒緩下肢壓力。

研究的族群為六位健康的年輕人，主要目的如下：

- 抬腿是否能舒緩下肢壓力
- 找出腿套是否能舒緩下肢壓力
- 抬腿與腿套同時使用效果是否比單一處置更好
- 抬腿與腿套穿戴時間是否會對效果造成影響，哪一種方式最佳

三、研究內容

3.1 實驗原理

3.1.1 心電圖 ECG 及光體積描述儀

當心臟的心肌細胞進行電位活動使心臟收縮和舒張，所產生去極化和在極化的活動周期即為心電圖(ECG)。利用光學的原理來量測血液體積的變化量即為光體積描述儀(PPG)，將近紅外光打進皮膚內，並利用光感測元件吸收光能量之原理，將因血液流量的變化而使血管管徑大小發生變化，進而導致光線能量所產生的變化紀錄，所以 PPG 訊號會成週期性變化。心臟收縮的時期正是 PPG 吸收光線能量最多的時期，將 PPG 設置在四肢末段，當血液流至四肢末端時，會在 PPG 訊號上產生一個波峰，我們標註為血液到四肢的時間。

3.1.2 脈波傳遞時間 PTT

當血液從心臟送出到達四肢所需要的這段時間稱作脈波傳遞時間(Pulse Transit Time, PTT)。在實驗過程中我們會同時量測心電圖訊號(ECG)和光體積描述儀(PPG)之訊號，並利用所量測到 ECG 訊號的 R 波至 PPG 訊號之波峰兩者之間的時間差，求得脈波傳遞時間 PTT(單位: ms)。如圖 1 所示。

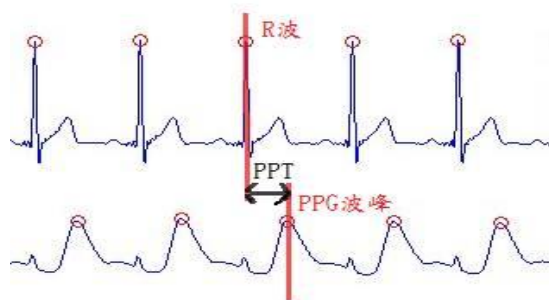


圖 1 脈波傳遞時間 PTT

3.1.3 脈波傳遞時間 PTT 身高校正

脈波傳遞時間的意義是血液從心臟出發流至四肢，當受測者身高越高，四肢也越長相對的心臟到四肢的距離也會比較長，所以 PTT 時間也會相對比較長，固本實驗會使用公式 $\frac{PTT}{Height}$ 對身高做正規化校正。

3.2 實驗方法

3.2.1 微循環量測系統

微循環量測系統的裝置包括:實驗室自製心電圖量測電路板、實驗室自製 PPG 量測電路板、NI USB-6009 訊號擷取卡等。心電圖量測電路板由 12V 直流電池經變壓器供電，且透過差動放大電路將心電圖訊號放大，並抑制共模等雜訊。PPG 的接收方式分為穿透式和反射式兩種，而實驗室自製的 PPG 為反射式的，有較高的敏感度。

3.2.2 訊號量測方法

在實驗室溫度控制在 25 度，避免因溫度使受測者產生心情上的起伏，主要分為 4 個類型的實驗步驟，每類型皆分為 3 階段。

實驗(一):第 1 階段平躺 5 分鐘，第 2 階段抬腿 5 分鐘，第 3 階段再把腿平躺 5 分鐘

實驗(二):和實驗(一)一樣，並全程戴著運動壓縮全腿套做測量

實驗(三)第 1 階段平躺 5 分鐘，第 2 階段抬腿 5 分鐘，第 3 階段抬腿 5 分鐘並戴上腿套。

實驗(四)第 1 階段平躺 5 分鐘、第 2 階段戴腿套平躺 5 分鐘、第 3 階段戴腿套並抬腿 5 分鐘。

四、結果與討論

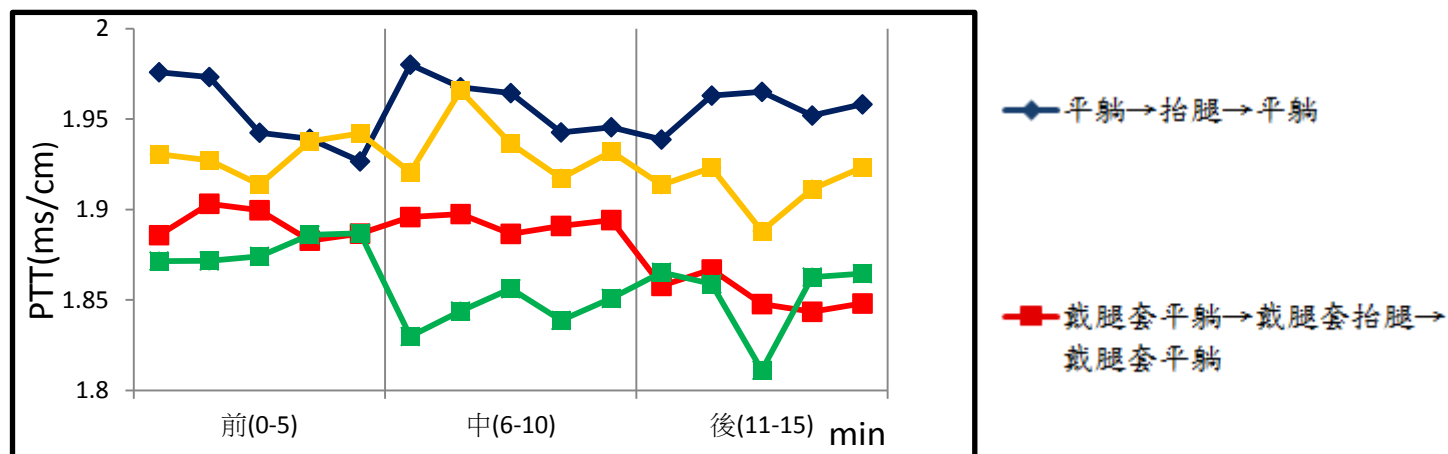


圖 2：手部 PTT 趨勢圖每分鐘平均

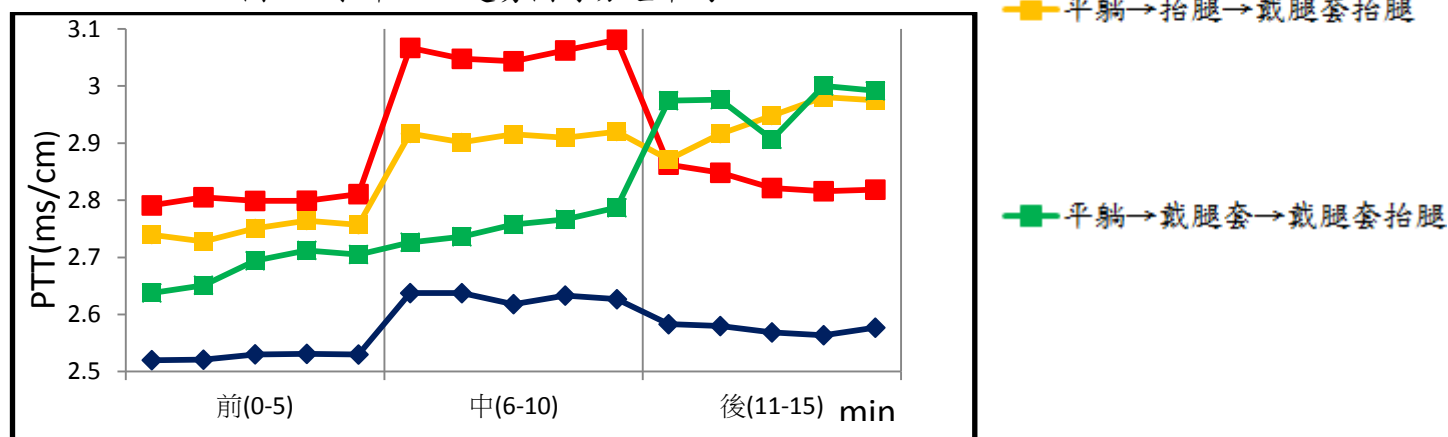


圖 3：腿部 PTT 趨勢圖每分鐘平均

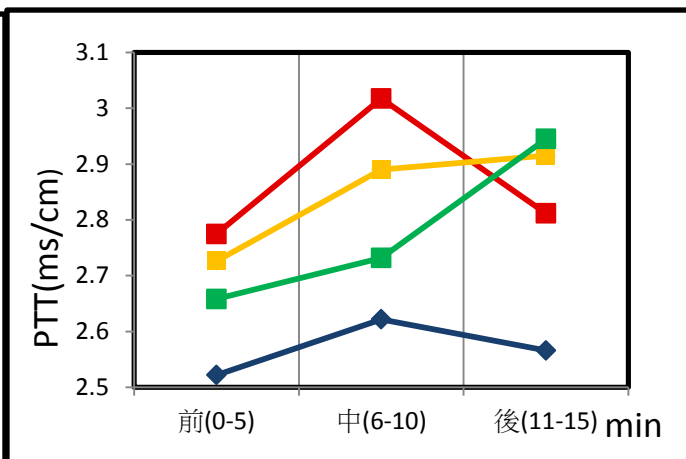
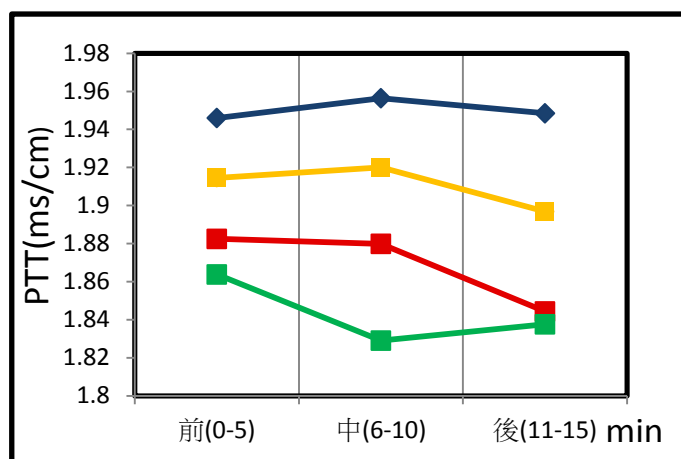


圖 4：手部 PTT 趨勢圖每階段(5 分鐘)平均

圖 5：腿部 PTT 趨勢圖每階段(5 分鐘)平均

圖 2、圖 3、圖 4 及圖 5，分別為手部 PPT 與腿部 PPT 每分鐘及每 5 分鐘平均的變化趨勢圖，其中
 藍線代表經過 平躺→抬腿→平躺 的趨勢圖
 紅線代表穿戴腿套時經過 平躺→抬腿→平躺 的趨勢圖
 黃線代表經過 平躺→抬腿→抬腿+戴腿套 的趨勢圖
 綠線代表經過 平躺→戴腿套→抬腿+戴腿套 的趨勢圖

a. 抬腿效應的影響

由圖 3 腿部 PTT 的藍線，在抬腿中，六到十分鐘的區間內，PTT 數值有上升的現象。抬腿後，十一到十五分鐘，腿部 PTT 則是逐漸下降到原先抬腿前(一到五分鐘)的 PTT 數值。

表 1 抬腿姿態改變顯著性比較

平均 PTT	均值	標準差	t 檢定 p 值	是否具顯著性
抬腿中	2.621	0.143	3.52E-04	Y
抬腿前	2.522	0.164		

$p < 0.05^*$ 具顯著性 PTT 單位：ms/cm

b. 腿套對於抬腿效應的影響

為了找出腿套對於舒緩腿部壓力的功效，我們取出圖 3 中的特定區段。

I. 戴上腿套在抬腿前與抬腿中的影響，由圖 3 中的紅線，在抬腿中與抬腿前相比。

表 2 戴腿套時抬腿姿態改變顯著性比較

戴腿套時平均 PTT	均值	標準差	t 檢定 p 值	是否具顯著性
抬腿中	3.017	0.160	2.33E-04	Y
抬腿前	2.775	0.110		

由此可知，腿套對於平躺及抬腿的動作頗具顯著性，藉由腿套我們加大了抬腿和平躺的差異。

II. 戴上腿套並抬腿 V.S. 單純抬腿

將圖 3 中戴上腿套並抬腿的線段中取出(紅線中段+綠線後段+黃線後段)與未戴上腿套時(藍線中段)相比。

表 3 抬腿時有無戴腿套之顯著性比較

抬腿時平均 PTT	均值	標準差	t 檢定 p 值	是否具顯著性
戴上腿套	2.983	0.154	1.29E-07	Y
未戴腿套	2.622	0.143		

由此次實驗，可以發現戴上腿套以及沒戴腿套對於抬腿可拉長 PTT 指數，且可得知腿套對於 PTT 指數是正向關係的。

III.戴上腿套時抬腿前與抬腿中 V.S.單純抬腿時抬腿前與抬腿中

將紅線(抬腿中-抬腿前)與藍線(抬腿中-抬腿前)相比較。

表 4 PTT 差值對有無戴腿套之顯著性比較

(抬腿中-抬腿前)PTT 平均	均值	標準差	t 檢定 p 值	是否具顯著性
戴上腿套	0.242	0.052	0.0056	Y
未戴腿套	0.100	0.150		

由此次實驗我們可以得知在相同的動作下，藉由抬腿和平躺時間所得之差值，有腿套與沒腿套具有相當程度的差異，因此腿套對於相同動作下的差值是有正向關係的。

c. 抬腿前後的比較

表 5 抬腿前後顯著性比較

平均 PTT	均值	標準差	t 檢定 p 值	是否具顯著性
抬腿前	2.566	0.152	0.3014	N
抬腿後	2.522	0.164		

表 6 戴腿套時抬腿前後顯著性比較

戴上腿套時平均 PTT	均值	標準差	t 檢定 p 值	是否具顯著性
抬腿前	2.812	0.164	0.3345	N
抬腿後	2.775	0.111		

不論是否使用腿套，於結果顯示，抬腿前後皆不具顯著性，但是從圖 3 中可看出有些微增加的趨勢，因此可推斷是由於抬腿次數不夠，或是實驗時間太短而導致效果不彰，但我們相信依這個趨勢看來，是有前瞻性的。

五、結論：

根據圖 2 及圖 4 所示，抬腿或戴腿套時對於手部 PTT 數值起伏並無明顯的趨勢，但根據圖 3 及圖 5 所示，抬腿及戴腿套時腿部 PTT 數值皆有明顯上升，可推論出抬腿或戴腿套只會局部影響下肢的微循環系統，對於上半身之微循環系統並無顯著性影響。

根據表 1 可以推定，臥姿抬腿對於減緩下肢壓力有顯著性的影響，也符合普遍醫學之醫囑。而由表 2、表 3、表 4 可以發現，I~III 所取出的區段當中去作比較皆有統計學上之顯著性，可以推論出戴腿套對於微循環系統顯著性的影響，透過戴腿套的動作可以明顯的加長 PTT 指標數值，且效果十分顯著。

經由表 3 並比較圖 3 與圖 5 可以發現，戴著腿套抬腿時，對於 PTT 數值有明顯的上升，並且具有顯著性，由此可知，當作臥姿抬腿的動作時，戴上腿套能夠更有效的減緩下肢壓力，促進血液回流，改善靜脈曲張對個人的影響，對於有此困擾的上班族有極大的幫助。

六、致謝

此學士論文能夠順利完成，首先要感謝我們的指導老師嚴成文 教授，謝謝老師在這一年來的悉心指導，使我們能夠學習許多專業知識，也感謝實驗室的每一位學長，在我們有問題、有困難時都會細心、耐心的教導我們，幫我們度過難關。

七、參考文獻

1. 莊禮謙及蔡孟儒，下肢靜脈曲張，家庭醫學與基層醫療 2009 24:397-403
2. 林培德及林瑞興，下肢靜脈曲張的預防與運動處方，屏東教大體育第十二期
3. 張博凱，以脈波傳遞時間及速度區分糖尿病和正常人之分析，2016，國立中山大學機械與機電工程學系研究所碩士學位論文。