

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

長時間站立/走動對下肢疲勞研究(第2年) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 95-2221-E-040-006-MY2
執行期間：96年08月01日至97年07月31日
執行單位：中山醫學大學職業安全衛生學系(所)

計畫主持人：林彥輝
共同主持人：陳志勇
計畫參與人員：大專生-兼任助理人員：洪淑惠
大專生-兼任助理人員：林稚展
大專生-兼任助理人員：卓委樞

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 97年10月15日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

長時間站立/走動對下肢疲勞研究

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 95-2221-E-040-006-MY2

執行期間： 95 年 08 月 01 日至 97 年 07 月 31 日

計畫主持人：林彥輝

共同主持人：陳志勇

計畫參與人員：洪淑惠、卓委樞、林稚展

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：完整報告

執行單位：中山醫學大學職業安全衛生學系

中 華 民 國 97 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

長時間站立/走動對下肢疲勞研究

The study of lower extremities fatigue during prolonged standing/walking work

計畫編號：NSC 95-2221-E-040-006-MY2

執行期間：95 年 08 月 01 日至 97 年 07 月 31 日

主持人：林彥輝 中山醫學大學職業安全衛生學系

共同主持人：陳志勇 勞工委員會勞工安全衛生研究所

計畫參與人員：洪淑惠、卓委樞、林稚展 中山醫學大學職業安全衛生學系

中文摘要

不論是製造業或服務業，有很多工作作業人員需要長時間的站立及走動。長期的站立及走動可能是職業性肌肉骨骼疲勞與傷害的成因，尤其對於下背酸痛及腿部疲勞而言。本研究以二年的時間完成此研究計畫，第一年調查需長時間站立及走動之作業人員肌肉骨骼傷害情形；第二年在實驗室量測長時間站立及走動之下肢疲勞生理變化情形，以及在作業現場探討地墊對於改善下肢疲勞之效用。

研究結果顯示，在問卷調查方面發現，受訪者每天站立或走動時間超過 4 小時以上為 86.2%，覺得目前工作場所之地面在稍硬以上佔 62.3%；在全身與腿部疲勞程度方面，受訪者覺得累及非常累的比例分別為 68.1%、70.5%，在過去一年中，受訪者主要不適部位為小腿(82.2%)、下背(71.8%)、上背(65.2%)與腳(60.2%)。在實驗室評估結果顯示，站立時間顯著影響下肢圍度，特別是第一小時，圍度變化最顯著，增加量最大。另外，從肌肉張力可以發現，對於大肌群的張力長時間站立並沒有顯著影響。不同足底/地面特性對下肢亦有影響，就大腿圍度而言，赤腳站在硬地板時圍度增加最大，軟墊最小。穿運動鞋時小腿圍度在第二小時後大於赤腳時的圍度。作業現場評估發現，地墊的使用的確可以降低下肢肌肉骨骼疲勞。從上述結論本研究建議任何固定站姿的作業，應避免連續站立一個小時以上，站立期間應提供良好的鞋子與軟墊以避免下肢疲勞。

關鍵詞：長時間站立/走動，下肢疲勞，人因工程介入

Abstract

In many manufacturing and service industries, workers are required to stand and walk for extended periods of time. The occupational musculoskeletal injuries and fatigue may result from prolonged standing and walking, especially low back pain and low extremities discomfort and fatigue. This project will proceed in two years. The first year, survey the musculoskeletal fatigue associated with prolonged standing/walking work; the second year, measure their physiological fatigue of low extremity in laboratory and propose solution with ergonomic intervention and evaluate the effectiveness of improvements.

The tasks have been completed in this year are as followed. In questionnaire survey revealed that 86.2 % of subjects had prolonged standing/walking more than 4 hours, and 62.3 % of subjects stood on the hard surface. As for the fatigue of whole body and lower extremity, 68.1 % and 70.5 % of subjects had experienced tired and very tired, respectively, the prevalence of lower legs (82.2 %), lower back (71.8 %), upper back (65.2 %) and feet (60.2 %) were found to be the most pronounced and prevalent complaints. In laboratory test, the circumferences of lower limb were significantly increased with standing durations, particularly after the first hour in three conditions. Lower extremity blood flow seems restricted, which causes fatigue of subjects after first hour standing. The results of muscular stiffness were not changed significantly with standing durations. The effects of foot/flooring interfaces were significant. When standing on force-plate with barefoot, the circumference of thigh was increased much more than those of other conditions. In field study, using the mats could cause to reduce lower extremities discomfort. This study concluded that standing duration should be less than one hour and provide comfortable shoes and soft mat to prevent fatigue.

Keyword: Prolonged standing/walking, Low extremities fatigue, Ergonomic intervention

1. 前言

1.1 研究背景

不論是製造業或服務業，有很多工作作業人員需要長時間的站立及走動。丹麥的勞動人口中，約有 1/3 需長期站立或走動來工作；法國的統計資料顯示，43%的女性受雇員工每天站立時間超過 4 小時(Hansen et al, 1998)；除此之外，某些特定行業，作業人員必須以站立或走動來從事工作的比例亦遠高於一般勞工，如 Estryn-Behar et al(1990)調查女性健康看護人員(Health care worker)的工作情況發現，高達 84%作業人員每天站立超過 4 小時；Hansen et al (1998)引述 Nemecek & Buchberger (1987)的研究顯示大型洗衣店作業人員約有 70~80%是以站立方式來作業。

長期的站立及走動可能是職業性肌肉骨骼疲勞與傷害的成因，尤其對於下背酸痛及腿部疲勞而言。Magora(1972)研究指出，每天站立超過 4 小時是造成下背痛的主要原因；Ryan(1989)研究澳洲超級市場作業人員下肢傷害發現，站立時間與下肢不適呈現顯著正相關。他們的研究指出，收銀部門人員每天約有 90%時間站立在同一個地方，這些人員較其他部門人員有特別高比例的下背、下肢和腿部不適症狀。而在國內調查方面也發現，半導體作業勞工下肢傷害顯著高於一般產業的勞工(林彥輝,1997；李開偉&許耀文,1998)。

有鑑於長時間站立與走動所造成的下背及腿部危害的嚴重性，已有很多研究深入探討其危害成因與介入現場改善方式(Redfern & Chaffin, 1995; Hansen et al, 1998; Redfern & Cham, 2000)，如作業員站立樓板地面之材質特性、站立時間長短、地墊(mat)與鞋墊材質等對作業人員疲勞之影響。這些研究絕大部分都在實驗室進行，少數研究在現場進行(Redfern & Chaffin, 1995)。主要的衡量指標包括：主觀肌肉骨骼傷害疲勞衡量(Subjective body discomfort ratings)、客觀生理數據收集(如生物力學參數(Biomechanical)、肌肉電位(EMG)、下肢體積(Lower extremity volume)、皮膚溫度(Skin temperature)、足底壓力中心(Center of pressure)，以及工作績效(Task performance)。Redfern & Cham (2000)彙整很多研究的結果發現，不同研究其結論存在若干差異，如某些研究發現作業員站立之樓板地面材質顯著影響下肢疲勞，某些研究則認為無影響，Redfern & Cham 認為造成這樣的差異，主要在於站立時間的不同，當持續站立時間小於四小時，其疲勞程度往往不顯著。因此，如何找出衡量長時間站立/走動之敏感指標與

參數，是值得加以探討的。

除了研究結果存在差異外，大部分的研究對於減少長時間站立造成的下肢傷害與疲勞的主要人因工程介入方式(Ergonomic intervention)為提供地墊(Mat)，藉以減低作業人員與樓板地面的接觸壓力。國外的研究結果也顯示，使用地墊對於減輕長時間站立所導致的下肢疲勞是一個可行的解決方案，然而國內在這方面的研究仍是付之闕如。因此，本研究將在實驗室進行作業人員長時間站立對生理的影響評估，以找出衡量長時間站立/走動之敏感指標與參數，同時，將在實驗室所得結果應用到作業現場以評估使用地墊前後之效用。

1.2 研究目的

本研究以二年的時間完成此研究計畫，包括：調查需長時間站立及走動之作業人員肌肉骨骼傷害情形(第一年完成)；在實驗室量測長時間站立及走動之下肢疲勞生理變化情形，及評估地墊對於改善下肢疲勞之成效(第二年完成)，詳細內容說明如下：

第一年計畫：完成以下兩個工作項目：

1.調查需長時間站立及走動之作業人員下肢肌肉骨骼傷害情形：

選定 3~5 個行業(如超市、美容美髮、護理、飯店櫃臺、加油站等)其作業人員需長時間站立及走動，進行站立或走動時間與下肢肌肉骨骼傷害主觀調查，以瞭解這些行業下肢傷害與疲勞之流行病學現況。

第二年計畫：完成以下工作項目：

1.在實驗室量測長時間站立及走動之下肢疲勞生理變化情形：

經由問卷調查所得結果，模擬下肢肌肉骨骼傷害最嚴重行業之工作特性與站立或走動時間，並透過客觀生理指標量測，評估背部及下肢傷害及疲勞程度，以期能找出衡量長時間站立/走動所導致之下背/下肢疲勞之客觀、敏感指標與決定性參數。

2.評估地墊對於改善下肢疲勞之成效：

在實驗室及作業現場，探討地墊的使用，對於減輕作業人員背部及下肢傷害與疲勞的成效，以提供從事這些行業人員選擇之參考。

2. 第一年研究結果

本研究第一年研究成果為完成國內長時間站立/走動作業勞工背部與下肢疲勞問卷調查結果分析，說明如下：

2.1 國內長時間站立/走動作業勞工背部與下肢疲勞問卷調查結果分析

2.1.1 研究對象

本研究之調查對象為國內中部地區需長時間站立/走動之服務業人員，共包含超商或大賣場服務人員、加油站加油人員、飯店櫃檯服務人員、美容美髮人員、速食店服務人員、護理人員、百貨公司服務人員、自營業等，其中以護理人員為主要研究對象，約佔八成比例。本研究調查時間為 2006 年 10~12 月，填寫本份問卷約需 5 分鐘，係利用服務人員休息時進行。

2.1.2 問卷設計

本研究問卷以結構式問卷為主，問卷的內容，主要依據研究目的與參考國內外相關文獻而擬定，共分為三部分。問卷內容詳述如下：

第一部份為受訪者的個人基本資料與工作特性，包括：性別、年齡、身高、體重、目前從事職業、目前擔任職位(全職/兼職)、工作班別、工作年資、目前職位任職期間、擔任類似工作期間、每週工作天數、每天工作小時數、每週運動次數、每次運動時間。第二部份為受訪者之工作環境與身體不適，包括：經常站立/走動之地面材質、經常穿著之鞋子類型、鞋跟高度、穿著彈性襪情形、每天站立或走動時間(比例)、站立/走動地面之軟硬度、全身疲勞程度、腿的疲勞程度、鞋子是否可避免下肢疲勞、腿累時的作法、工作多久需要休息時間、短暫休息時間應多長、身體部位酸痛情形。第三部份為 SF-36 生活品質量表，共有八個構面，分別為：生理功能(Physical Functioning, PF)、因生理功能角色受限(Role Physical, RP)、身體疼痛(Bodily Pain, BP)、一般健康狀況(General Health, GH)、活力狀況(Vitality, VT)、社會功能(Social Functioning, SF)、因情緒角色受限(Role Emotional, RE)、心理健康(Mental Health, MH)，其題目共有 36 題，包括：目前健康狀況、與一年前比較之健康狀況、目前健康狀況對活動的限制、因身體健康問題而影響工作或日常活動、情緒問題而影響工作或日常活動、身體疼痛程度、疼痛對日常工作影響、對周遭生活感受、身體健康或情緒對社交影響、健康狀況等。

2.1.3 資料分析方法

本研究以 SPSS 統計軟體進行資料分析，資料呈現包括：描述性統計資料(次數分配、百分比分析)與變項間之邏輯斯迴歸分析(Logistic regression analysis)。

2.1.4 研究結果

2.1.4.1 個人基本資料與工作特性

本研究共發出 900 份問卷，剔除未回收及無效問卷後，計回收有效問卷為 762 份，回收率 84.7%，受訪者個人基本資料與工作特性如表 1 所示。由表 1 結果顯示受訪視人員中，以女性居多(男：61 位，女：701 位)，平均年齡 28 歲，平均身高 160.6 cm，平均體重 53.9 kg；目前從事職業以護理人員佔大多數(81.6%)；目前工作以全職固定編制內為主(80.4%)；主要工作班別以輪班制最多(53.9%)，其次為固定班天班(24.3%)；從事工作年資平均為 5.5 年，擔任目前職務平均年資為 4 年，從事類似工作年資平均為 3.7 年；每週平均工作天數為 5.2 天，每天工作時間 8 小時以上所佔比例最高(60.9%)，其次為 6~8 小時(29.9%)；每週運動平均次數為 1.2 次，平均每次運動時間以未滿 30 分鐘最高(61.5%)，其次為 30 分鐘~1 小時(23.0%)。

表 1 受訪視人員基本資料與工作特性分析(N=762)

項目	人數(N)	百分比(%)	平均值	標準差
性別				
男	61	8.0		
女	701	92.0		
年齡			28.0	5.8
身高			160.6	6.1
體重			53.9	8.4
目前從事職業				
護理	622	81.6		
超商或大賣場	36	4.7		
速食店	22	2.9		
自營業	10	1.3		
飯店櫃檯	9	1.2		
加油站	4	0.5		
百貨公司	4	0.5		
美容美髮	2	0.3		
其他	53	7.0		

目前職位			
全職固定編制	613	80.4	
全職約聘	65	8.5	
兼職固定編制	33	4.3	
兼職約聘	24	3.1	
自營業	6	0.8	
其他	12	1.6	
遺漏值	9	1.2	
主要工作班別			
輪班制	411	53.9	
固定白天班	185	24.3	
固定下午班或小夜班	80	10.5	
固定大夜班	41	5.4	
遺漏值	45	5.9	
工作年資		5.5	5.1
目前職務年資		4.0	4.0
類似工作年資		3.7	4.5
每週工作天數		5.2	0.8
每天工作時間			
未滿 1 小時	1	0.1	
1~2 小時	2	0.3	
2~4 小時	16	2.1	
4~6 小時	33	4.3	
6~8 小時	228	29.9	
8 小時以上	464	60.9	
遺漏值	18	2.4	
每週運動次數		1.2	1.4
平均每次運動時間			
未滿 30 分鐘	469	61.5	
30 分鐘~1 小時	175	23.0	
1~2 小時	61	8.0	
2 小時以上	8	1.0	
遺漏值	49	6.4	

2.1.4.2 工作環境狀況與身體不適

受訪者工作環境如表 2 所示。由表 2 發現，受訪者經常站立或走動的地面主要為塑膠地板(23.0%)、大理石(22.4%)、磨石子(21.4%)與水泥(15.0%)，後三者為較堅硬地面，所佔比例超過一半(58.8%)；受訪者經常穿的鞋子以氣墊鞋最高(52.8%)，其次為休閒鞋(14.4%)、運動鞋(13.4%)與皮鞋(10.8%)，鞋跟高度以 3 公分以下最普遍(73.1%)，上班時經常或總是穿著彈性襪的比例接近一半(49.8%)；受訪者每天站立或走動時間超過 4 小時以上為 86.2%，站立或走動時間佔總工作時間 40% 以上為 83%，可見這些行業之作業人員每天必須長期站立或走動的比例非常高；在地面軟硬程度方面，受訪者覺得目前工作場所之地面在稍硬以上佔 62.3%，此結果亦呼應前面所提到之受訪者經常站立或走動的地面以大理石、磨石子與水泥為主(58.8%)。在全身與腿部疲勞程度方面，受訪者覺得累及非常累的比例分別為 68.1%、70.5%；受訪者認為其所穿鞋子可以部分或全部避免下肢疲勞的比例，為 39%，認為完全不能避免的比例亦有 10.4%，可見受訪者對於如何選購適當鞋子以減少下肢疲勞並不清楚；在腿累時，如何減輕不適方面之作法，仍以坐在椅子上休息為主(81.9%)，其次為靠在桌邊、牆壁休息(25.5%)與雙腳交互站立(23.1%)；在工作多久需要短暫休息時間方面，以 1~2 小時(46.7%)為最高，其次為 2~4 小時(38.2%)，每次休息時間以 10~20 分鐘最高(49.7%)，其次為 20~30 分鐘(28.3%)。

表 2 工作環境狀況

項目	人數	百分比(%)
地面材質		
塑膠地板	175	23.0
大理石	171	22.4
磨石子	163	21.4
水泥	114	15.0
橡膠地板	62	8.1
木質地板	17	2.2
地毯	2	0.3
其他	10	1.3
遺漏值	48	6.3
常穿鞋子 ^a		
氣墊鞋	402	52.8
休閒鞋	110	14.4

運動鞋	102	13.4
皮鞋	82	10.8
布鞋	60	7.9
拖鞋	55	7.2
高跟鞋	41	5.4
涼鞋	30	3.9
安全鞋	14	1.8
其他	112	14.7
鞋跟高度		
3 公分以下	557	73.1
3~5 公分	181	23.8
5 公分以上	12	1.6
遺漏值	12	1.6
穿著彈性襪		
無	220	28.9
偶而	151	19.8
經常	132	17.3
總是	248	32.5
遺漏值	11	1.4
每天站立/走動時間		
未滿 1 小時	6	0.8
1~2 小時	20	2.6
2~4 小時	73	9.6
4~6 小時	228	29.9
6~8 小時	273	35.8
8 小時以上	156	20.5
遺漏值	6	0.8
站立/走動佔總工作時間比例		
未滿 10%	7	0.9
10%~20%	26	3.4
20%~40%	94	12.3
40%~60%	167	21.9
60%~80%	284	37.3
80%~100%	181	23.8
遺漏值	3	0.4
地面軟硬度		
軟	2	0.3
稍軟	4	0.5
適中	274	36.0
稍硬	157	20.6

硬	318	41.7
遺漏值	7	0.9
全身疲勞程度		
一點也不累	4	0.5
不累	18	2.4
有點累	217	28.5
累	267	35.0
非常累	252	33.1
遺漏值	4	0.5
腿疲勞程度		
一點也不累	6	0.8
不累	32	4.2
有點累	185	24.3
累	231	30.3
非常累	306	40.2
遺漏值	2	0.3
鞋子是否能避免下肢疲勞		
完全不能避免	79	10.4
部分不能避免	211	27.7
不知道	172	22.6
部分可避免	294	38.6
完全可避免	3	0.4
遺漏值	3	0.4
腿累作法 ^a		
坐在椅子上休息	624	81.9
靠在桌邊、牆壁休息	194	25.5
雙腳交互站立	176	23.1
使用站坐椅	52	6.8
使用單腳用之腳踏板	41	5.4
其他	28	3.7
工作多久需要休息		
未滿 1 小時	54	7.1
1~2 小時	356	46.7
2~4 小時	291	38.2
4 小時以上	60	7.9
遺漏值	1	0.1
適當的短暫休息時間		
未滿 10 分鐘	82	10.8
10~20 分鐘	379	49.7
20~30 分鐘	216	28.3

30 分鐘以上	58	7.6
遺漏值	27	3.5

^a 為複選題

在過去一年中，員工背部與下肢不適部位、程度與治療情形如表 3 所示。由表 3 結果顯示，主要不適部位為小腿(82.2%)、下背(71.8%)、上背(65.2%)與腳(60.2%)等，這些部位的不適比例均高於 60%。在不舒服的程度方面，中度(含)以上所佔比例為 39.1%~66.5%，可見其不適程度頗為嚴重，然而，受訪者對於這些部位之不適情形絕大部分都未尋求治療。

表 3 過去一年員工背部與下肢不適部位、程度與治療情形

不適部位	百分比 (%)	不舒服程度(%)					治療情形(%)		
		輕微	稍有	中度	嚴重	無法 忍受	中西醫治療	自己找藥	沒治療
上背	65.2	13.5	27.4	45.8	13.1	0.2	15.0	8.8	76.2
下背	71.8	11.2	27.6	46.1	14.5	0.7	13.4	8.7	77.9
臀	27.3	29.1	31.8	34.1	4.6	0.3	8.6	6.0	85.4
大腿	49.2	19.9	34.7	37.1	8.1	0.2	7.5	6.7	85.8
膝蓋	44.8	20.8	36.6	33.7	8.2	0.7	9.1	7.9	83.0
小腿	82.2	9.7	23.9	42.4	22.2	1.9	7.7	11.1	81.2
腳踝	47.1	18.1	30.3	37.9	10.8	2.9	10.3	7.2	82.5
腳	60.2	16.3	27.4	39.4	14.4	2.5	9.1	9.5	81.4

2.1.4.3 環境/工作變項與背部、下肢疲勞相關性

為進一步瞭解工作特性與環境對於受訪者背部及下肢不適的影響，本研究以邏輯迴歸分析方法 (Logistic regression) 探討各變項與背部及下肢不適之相關性，結果如表 4 所示。由表 4 結果發現，鞋跟高度 3 公分以上對上背不適有顯著影響，每次運動時間 30~60 分鐘對於上背不適則有舒緩效果；每天站走比例高於 80% 對於下背、臀部、小腿、腳踝與腳之不適有顯著影響(Odds ratio 介於 2.39 至 3.35)；每日站立/走動時間大於 6 小時，則對於小腿不適有顯著影響。

表 4 環境/工作變項與背部、下肢疲勞之邏輯斯相關

	上背		下背		臀部		大腿		膝蓋		小腿		腳踝		腳	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
地面硬度																
軟及適中	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
稍硬	1.16	0.73-1.84	1.17	0.75-1.84	1.76	0.91-3.40	1.42	0.78-2.59	1.00	0.52-1.89	1.12	0.72-1.77	1.04	0.61-1.78	1.11	0.69-1.80
硬	1.62		1.32	0.78-2.21	1.83	0.82-4.06	1.58	0.92-2.70	0.87	0.50-1.50	1.55	0.89-2.67	1.42	0.74-2.71	1.15	0.65-2.02
鞋跟高度																
3公分以下	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
3公分以上	1.67*	1.04-2.70	1.01	0.65-1.56	0.97	0.51-1.85	0.67	0.40-1.11	0.85	0.51-1.44	0.95	0.62-1.47	0.99	0.59-1.67	1.09	0.68-1.75
站走時間																
4小時以下	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
4~6小時	1.11	0.53-2.32	0.87	0.43-1.76	0.69	0.25-1.94	1.75	0.72-4.28	2.13	0.87-5.25	1.79	0.92-3.47	0.77	0.33-1.81	1.13	0.51-2.49
6小時以上	1.48	0.68-3.21	1.00	0.48-2.08	0.63	0.22-1.85	2.32	0.92-5.81	2.41	0.95-6.13	2.10*	1.04-4.24	0.98	0.41-2.37	1.24	0.58-2.66
站走比例																
<40%	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
40~60%	0.95	0.47-1.89	1.42	0.74-2.75	1.07	0.41-2.83	0.59	0.26-1.32	0.75	0.33-1.70	1.14	0.60-2.18	1.06	0.48-2.37	1.12	0.54-2.34
60~80%	1.55	0.76-3.16	1.99*	1.02-3.89	1.66	0.66-4.21	0.61	0.28-1.33	0.81	0.36-1.82	1.48	0.77-2.83	1.43	0.65-3.14	1.41	0.67-2.95
80~100%	1.57	0.71-3.49	2.51*	1.17-5.38	3.35*	1.14-9.87	0.72	0.30-1.75	1.58	0.63-3.93	2.48*	1.15-5.36	3.29**	1.33-8.16	2.39*	1.04-5.50
每天工作時間																
6小時以下	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
6~8小時	1.36	0.45-4.06	1.34	0.53-3.38	2.11	0.49-9.01	2.32	0.73-7.34	1.55	0.54-4.49	0.96	0.39-2.32	2.33	0.78-7.01	1.28	0.50-3.24
8小時以上	1.66	0.56-4.93	1.65	0.66-4.13	2.19	0.51-9.44	2.53	0.80-7.97	0.98	0.35-2.79	1.09	0.45-2.63	2.38	0.81-6.98	2.14	0.86-5.36
每次運動時間																
<30分鐘	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
30~60分鐘	0.57*	0.35-0.92	0.89	0.56-1.42	1.34	0.40-4.44	0.71	0.41-1.21	1.15	0.65-2.03	0.73	0.46-1.16	0.98	0.56-1.71	0.85	0.51-1.41
60分鐘以上	1.26	0.54-2.94	0.80	0.39-1.64	1.43	0.70-2.91	0.79	0.35-1.79	0.85	0.36-1.97	0.98	0.49-1.97	1.42	0.59-3.41	1.62	0.75-3.51

2.1.4.4 SF-36 問卷之結果

本研究使用 SF-36 問卷所得到之受訪者身心健康狀況調查各構面分數之平均值與標準差，如表 5 所示。表 5 中的結果發現，需長時間站立或走動之作業人員，在各個構面分數之平均值明顯比國人常模平均值來得低，顯示需長時間站立或走動之作業人員，其健康狀況較差。

表 5 受試者之 SF-36 問卷結果(N=762)

項目	本研究之平均值(標準差)	國人常模平均值(標準差) ^a
生理功能	84.2(18.3)	88.0(14.7)
因生理功能角色受限	74.0(37.0)	77.9(34.0)
身體疼痛	67.8(17.5)	77.9(19.0)
一般健康狀況	54.1(18.0)	64.0(18.7)
活力狀況	52.2(16.9)	62.2(16.8)
社會功能	69.5(16.9)	79.1(16.8)
因情緒角色受限	66.5(41.7)	74.7(36.8)
心理健康	58.0(14.4)	66.8(15.5)

^a 資料來源：林青慧，2003，台灣簡短 36(SF-36)健康量表工具信效度及常模之建立，中國醫藥學院碩士論文。

3. 第二年研究結果

本研究第二年研究成果包括兩部分，1.為完成長時間站立/走動對背部與下肢疲勞實驗室評估；2.為完成作業現場地墊之使用對於減輕作業人員下肢疲勞之成效分析，分別說明如下：

3.1 長時間站立/走動對背部與下肢疲勞實驗室評估

經由問卷調查所得結果，本研究在實驗室模擬下肢疲勞/不適最嚴重行業之工作特性與站立時間。在實驗設計方面，本研究採隨機方式進行以下 3 種不同狀態之實驗，分別為(1)水泥地面/赤腳、2.軟墊/赤腳與 3.水泥地面/運動鞋。實驗依變項(Dependent variable)為下肢維度與肌肉硬度變化情形。針對受測者、實驗設備、實驗步驟與資料處理與分析等分別說明如下：

3.1.1 受測者

本實驗共招募 10 名自願受測者，受測者的平均身高 170.9 公分，體重 67.3 公斤，年齡介於 26 至 35 歲之間，無下肢肌肉骨骼傷害與心血管疾病史。

3.1.2 實驗設備

(1) 圍度量尺

圍度量尺(Gulick Tape Measure)本身並不會產生張力，量尺末端有一拉力計，可確保每次施予量測部位相同的壓力，以減少每次拉力與張力擠壓軟組織所造成之誤差，如圖 1 所示。本實驗分別量測大腿與小腿 1/2 處腿圍，量測前以色筆標示量測區域，量測時每次皆量測三次，取平均值。



圖 1 圍度量尺示意圖

(2) 肌肉張力計

肌肉張力計(Myotonometer, Neurogenic Technologies Inc.)，如圖 2 所示。其主要功能是施與肌肉固定力量範圍，並且能量測肌肉相對應之變化量，肌肉張力計原理為於直徑 14.25mm 圓面積施與量測肌肉 0~2kg 重之力量，並紀錄其相對變化量。如圖 3 所示。可量化肌肉出力程度且與 EMG 有高度相關(Leonard, et al., 2004)。可快速評估表面肌肉的僵硬活化作用和扭矩產生之收縮力量，量測時於肌肉表面做標記，利於每次量測肌肉同一位置，本研究共量測受測者右側 6 處肌肉之張力，包含背直肌(Erector spinae)、股四頭肌(Quadriceps)、股直肌(Hamstring)、脛前肌(Tibialis anterior)、腓腸肌(Gastrocnemius) 與比目魚肌(Soleus)。



圖 2 肌肉張力計量測示意圖

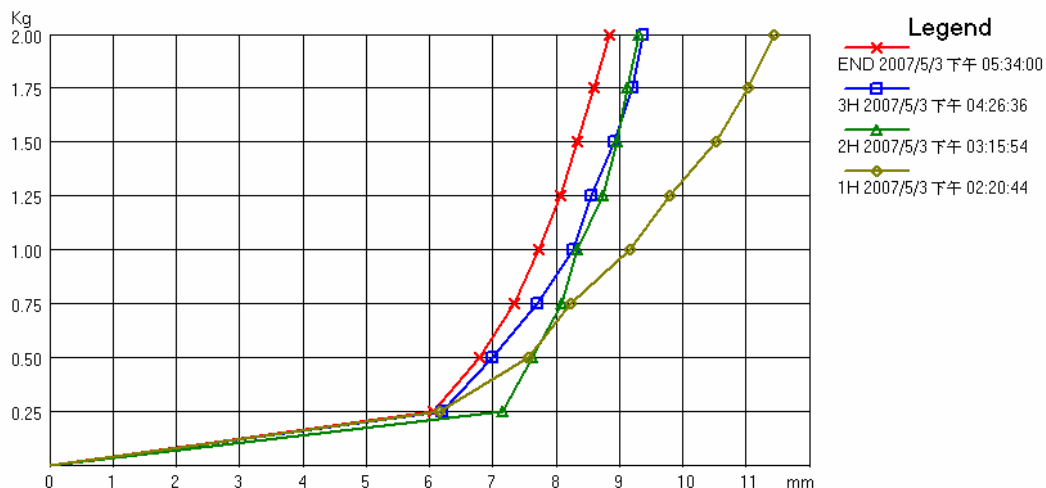


圖 3 肌肉張力計量測結果

3.1.3 實驗步驟

本實驗步驟共分為兩部分，第一部份為前置基本資料收集，第二部分為久站作業模擬。

分別說明如下：

3.1.3.1 前置基本資料收集

本實驗受測者為 10 位男性，皆無肌肉骨骼與血液循環疾病。受測者進行實驗前，先進行前置實驗，包含基本人體計測值量測，所量測之尺寸包括身高、體重、眼高與肘高，以便實驗時工作站之調整。實驗進行時，工作站將以受測者肘高為基準，調整鍵盤高度，螢幕距離受測者約一手臂長度，眼睛與螢幕中心夾角為 20 度。實驗時，受測者進行文書編輯工作，實驗過程中雙腳不能移動。

3.1.3.2 久站作業模擬

久站作業模擬前，先進行肌肉張力與圍度量測，肌肉張力所量測肌群包含背直肌、股四頭肌、股直肌、脛前肌、腓腸肌與比目魚肌，紀錄肌肉張力與圍度同時紀錄每位受測者各肌

肉量測點之與骨骼相對位置，以利後續實驗狀態使用。待收集完畢後休息五分鐘後則正式開始進行實驗。實驗時間為 4 小時，每小時休息十分鐘。模擬實驗將隨機進行 3 種不同狀態之實驗，分別為(1)水泥地面/赤腳、(2)軟墊/赤腳、(3)水泥地面/運動鞋。地墊採用抗疲勞墊 (Anti-fatigue mat,九壽實業股份有限公司)，其強調工作於軟墊上可以減少疲勞感，如圖 4 所示。運動鞋採用耐吉全氣墊系列慢跑鞋(Nike Air Max 360) ，如圖 5 所示。



圖 4 實驗用地墊



圖 5 實驗用運動鞋

實驗進行時，受測者站立於模擬工作站中進行網路瀏覽或影片欣賞，並限制受測者雙腳不能離開作業區域，或進行任何使雙腳休息動作，如圖 6 所示。在每狀態實驗時間為 4 小時，於每小時結束前 5 分鐘量測肌肉張力與圍度。隨即休息 10 分鐘再進行下一小時實驗。實驗過程中僅供給約 500c.水，並禁止進食。受測時間至少間隔一星期，整個實驗與前置作業過程約 5 小時。



圖 6 測者赤腳在水泥地面上進行實驗之現況

3.1.4 資料處理與分析

本研究中圍度為量測數據與前一小時之差，探討其每小時之膨脹量與其他因子間是否有顯著差異；並使用 Turkey HSD 多重比較足底/地面特性對於圍度變化加總後之顯著影響；肌肉張力是以積分求取張力-變形量曲線之面積，實驗前所測得的參考值與站立後所測量之數值相減，負值表示張力減少。統計分析方面，採用 SPSS 12 變異數分析，探討不同足底/地面特性、站立時間之差異性，在所有統計分析中 α 皆為 0.05。

3.1.5 實驗結果：

3.1.5.1 肌肉張力變化情形

肌肉張力是以張力—變形量表示，單位為 kg-mm。將實驗前所測得的參考值與站立後所測量之數值相減，負值表示張力減少。站立時間與足底/地面特性顯著影響實驗前後下背張力改變(表 6)。由圖 7 可知下背肌肉張力在第一小時實驗後顯著下降，其餘站立時間變化不大，其中赤腳站在水泥地面上，其下背肌肉張力變化較小，而穿著運動鞋與赤腳站地墊上，下背肌肉張力減少比較明顯。站立時間與足底/地面特性對大腿肌肉張力(hamstrings and quadriceps muscles)並沒有顯著影響。足底/地面特性對比目魚肌與脛骨前肌張力具有影響。圖 8 顯示赤腳站在水泥地面上時，第一小時比目魚肌張力增加，第三小時後沒有明顯變化。赤腳站在地

墊上，第一小時比目魚肌張力下降，第三小時沒有明顯改變。穿運動鞋對於比目魚肌張力稍微下降，但不明顯。脛骨前肌張力的變化類似比目魚肌張力。站立時間與足底/地面特性對腓腸肌張力沒有顯著影響。實驗結果顯示小肌群之張力減少比較明顯，大肌群張力改變較少。另外，軟的足底/地面特性張力減少較多。

表 6 站立時間與足底/地面特性對下背肌群張力之影響變異數分析

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	488.776(a)	23	21.251	4.155	.000
截距	264.989	1	264.989	51.817	.000
時間	67.701	4	16.925	3.310	.013
足底/地面特性	110.006	2	55.003	10.755	.000
足底/地面特性* 時間	31.333	8	3.917	.766	.633
受測者	279.735	9	31.082	6.078	.000
誤差	644.363	126	5.114		
總和	1398.129	150			
校正後的總數	1133.139	149			

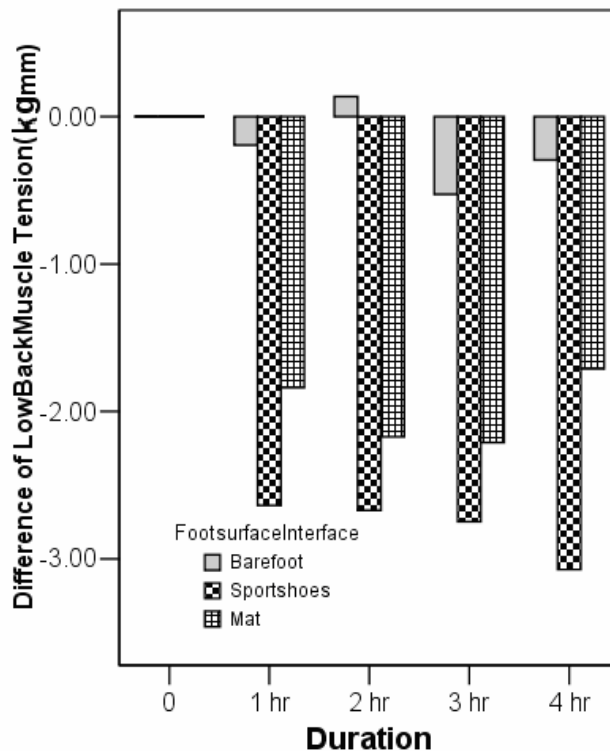


圖 7 站立時間與足底/地面特性對下背肌肉張力之影響

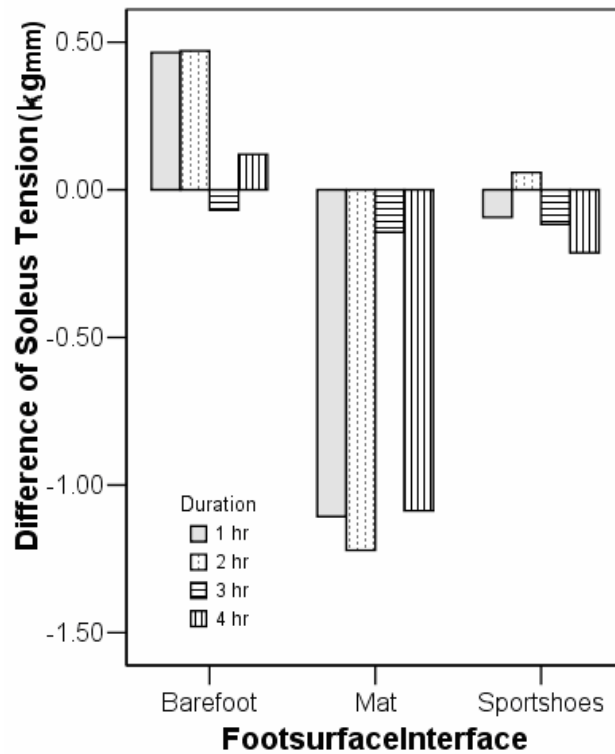


圖 8 足底/地面特性與站立時間對比目魚肌張力之影響

3.1.5.2 下肢圍度變化情形

下肢圍度量測大腿與小腿兩處，各別量測其總長 1/2 之位置，於實驗前與每小時實驗結束前記錄其周長。由圖 9 得知當赤腳站立於水泥地面時第 1 小時大腿周長增加較多，而運動鞋則增加較小，但於 2 至 4 小時則持續增加，小腿情況亦是相同。於總增加量方面兩種狀態沒有太大差異，大腿於赤腳與運動鞋總增加量分別為 0.624cm 與 0.623cm；小腿於赤腳與運動鞋總增加量分別為 0.55cm 與 0.75cm。主要由於當赤腳站立於水泥地面，壓力集中於下肢，血液無法順利回流，下肢周長很迅速就會接近個人增加的極限，導致 2 至 4 小時周長增加速度趨緩，而穿著運動鞋則分散壓力，減緩血液囤積於下肢的時間。實驗結果發現站立時間與足底/地面特性兩個因素，顯著影響實驗前後大腿圍度變化。赤腳站在水泥地面上時，大腿圍度顯著高於穿運動鞋與赤腳站在地墊上。圖 9 顯示站立時間具有顯著效果，亦即大腿圍度隨著站立時間而增加，從圖 9 亦可發現站立第一個小時後，大腿圍度增加量非常顯著。表 7 顯示站立時間與足底/地面特性兩個因素，顯著影響實驗前後小腿圍度變化。不論是赤腳、穿運動鞋或是站墊子上，小腿圍度都明顯增加。

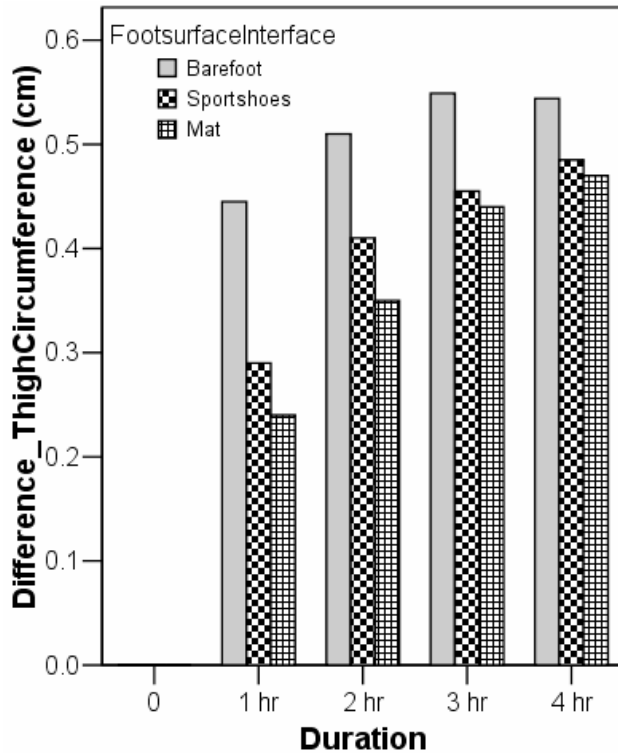


圖 9 站立時間與足底/地面特性對大腿圍度變化之影響

表 7 站立時間與足底/地面特性對小腿圍度之影響變異數分析

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	9.854(a)	23	.428	13.211	.000
截距	22.792	1	22.792	702.741	.000
足底/地面特性* 時間	.249	8	.031	.962	.469
受測者	2.120	9	.236	7.261	.000
時間	7.088	4	1.772	54.636	.000
足底/地面特性	.397	2	.199	6.128	.003
誤差	4.086	126	.032		
總和	36.733	150			
校正後的總數	13.941	149			

依變數: Difference_Shank circumference

圖10 顯示穿運動鞋站在水泥地面上時，小腿圍度顯著高於赤腳站在測力板上與赤腳站在墊子上，此一結果與大腿圍度變化稍有不同。從表8可以發現站立時間與足底/地面特性兩者對大腿與小腿圍度變化加總仍有顯著影響，進一步使用Turkey HSD多重比較發現使用運動鞋對於大腿與小腿圍度變化加總並沒有顯著影響，如表9所示。此一現象可能是本次實驗使用

運動鞋的款式所造成的，也可能是受試者差異或其他因素，本研究將進一步與文獻比較後再深入探討。

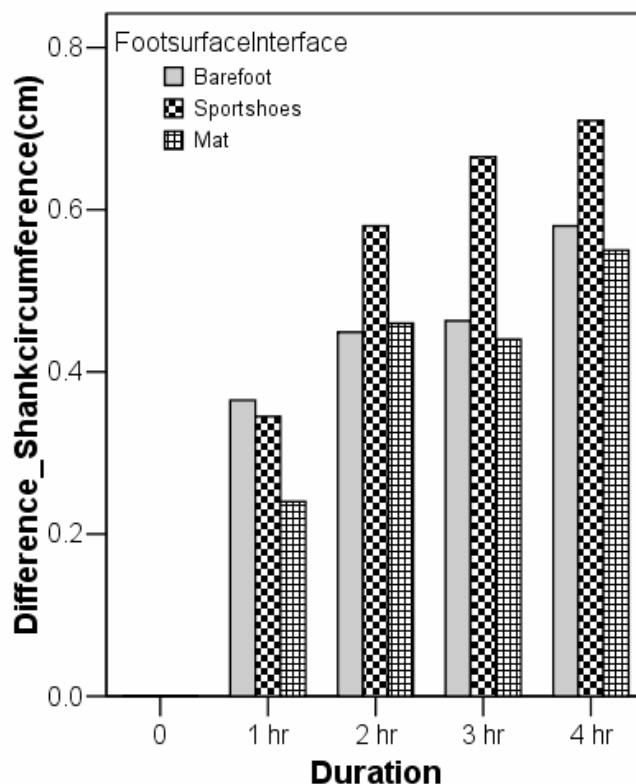


圖 10 站立時間與足底/地面特性對小腿圍度變化之影響

表 8 站立時間與足底/地面特性對大腿與小腿圍度加總之影響變異數分析

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	28.125(a)	23	1.223	15.415	.000
截距	81.181	1	81.181	1023.371	.000
受測者	3.002	9	.334	4.205	.000
時間	23.948	4	5.987	75.474	.000
足底/地面特性	.717	2	.358	4.517	.013
足底/地面特性* 時間	.458	8	.057	.721	.673
誤差	9.995	126	.079		
總和	119.301	150			

表 9 足底/地面特性對大腿與小腿圍度加總之多重比較

足底/地面特性	足底/地面特性	平均數差異	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
(I)	(J)	(I-J)			下限	上限
赤腳	地墊	.1430(*)	.05633	.033	.0094	.2766
	運動鞋	-.0070	.05633	.992	-.1406	.1266
地墊	赤腳	-.1430(*)	.05633	.033	-.2766	-.0094
	運動鞋	-.1500(*)	.05633	.024	-.2836	-.0164
運動鞋	赤腳	.0070	.05633	.992	-.1266	.1406
	地墊	.1500(*)	.05633	.024	.0164	.2836

3.2 作業現場地墊之使用對於減輕作業人員下肢疲勞之成效分析

經由實驗室久站作業模擬結果顯示，站立於地墊上可以顯著減輕下肢疲勞情形，因此，本研究進一步評估作業現場地墊之使用對於減輕作業人員下肢疲勞之成效，在實驗設計方面，本研究分別針對作業人員使用地墊前後，對於下肢維度與肌肉硬度變化情形進行量測。以下針對受測者、實驗步驟與結果等分別說明：

3.2.1 受測者

本實驗招募 14 位作業現場採站姿作業之受測者，實地去測量每位受測者在使用地墊前、後的肌肉張力變化和圍度變化情形。受測者平均身高 164.2 公分，體重 57.8 公斤，年齡 24.1 歲，BMI 為 21.3，皆無上、下肢方面的肌肉骨骼疾病與心血管疾病史。

3.2.2 實驗流程與步驟

實驗前會先對受測者進行訪談，看看是否符合本次實驗的要求，溝通完畢後對受測者紀錄其身高、體重、年齡、工作資歷以及工作時間等基本資料，並詳細告知實驗內容為何；之後實驗分成兩個部分，第一部分為使用地墊前，在受測者工作前先測量一次肌肉張力和大、小腿的圍度做為基準值；工作 2 小時後再測量一次肌肉張力及圍度變化，工作 4 小時後再次測量大、小腿的肌肉張力及圍度變化情形；第二部分為受測者使用墊子後的測量，方法同上敘步驟。第一部分和第二部分之間的時間至少 1 個星期，整個實驗過程進行約 4~5 個小時，肌肉張力和圍度的測量數據皆取三次平均進行分析。

3.2.3 研究結果

3.2.3.1 肌肉張力變化情形

表 10 及表 11 為受測者站墊子前、後的實驗前所測得的參考值與工作後所測量數據之相減，正值表示張力增加，負值表示張力減少。由表 10 以及表 11 可以發現，使用地墊前、後其右腿的比目魚肌張力增加幅度都是最大，其中以使用地墊前 0~4 小時的右小腿比目魚肌為最大(14.338 kg-mm)，但是左大腿的股四頭肌、右大腿股四頭肌、右小腿腓腸肌、右小腿脛前肌，卻呈現出張力明顯減少或者變化不大的情形。

表 10 使用地墊前受試者下肢肌群平均張力變化情形

	肌肉群							
	左腿(kg-mm)				右腿(kg-mm)			
時間(hr)	腓腸肌	比目魚肌	脛前肌	股四頭肌	腓腸肌	比目魚肌	脛前肌	股四頭肌
0 hr-2hr	2.007	3.571	3.338	-7.497	-3.236	10.493	-2.471	-0.484
0 hr-4hr	5.674	1.474	4.51	-7.698	-0.674	14.338	-0.147	0.251

表 11 使用地墊後受試者下肢肌群平均張力變化情形

	肌肉群							
	左腿(kg-mm)				右腿(kg-mm)			
時間(hr)	腓腸肌	比目魚肌	脛前肌	股四頭肌	腓腸肌	比目魚肌	脛前肌	股四頭肌
0 hr-2hr	0.443	4.391	3.253	-8.541	-4.356	12.275	-4.133	0.877
0 hr-4hr	0.874	4.225	2.799	-9.063	-5.191	11.634	-3.985	0.061

3.2.3.2 下肢圍度變化情形

量測每位受測者在上班前、上班 2 小時後及上班 4 小時後的下肢圍度尺寸並加以記錄。結果顯示，14 位受測者上班 2 小時後及上班 4 小時後之平均值減上班前之平均值，均呈現下肢圍度變化的情形。使用地墊前的圍度變化亦明顯大於使用地墊後的圍度變化，如表 12 及表 13 所示。使用地墊前、後的 0~2 小時變化量亦比 2~4 小時的變化量要來的大。

表 12 使用地墊前之下肢圍度變化情形

受測者平均圍度相減值變化量(未站地墊)				
	左小腿 腓腸肌(cm)	右小腿 腓腸肌(cm)	左大腿 股四頭肌 (cm)	右大腿 股四頭肌(cm)
2-0 小時	0.478	0.436	1.021	1.057
4-0 小時	0.764	0.779	1.7	1.614

表 13 使用地墊後之下肢圍度變化情形

受測者平均圍度相減值變化量(有站地墊)				
	左小腿 腓腸肌(cm)	右小腿 腓腸肌(cm)	左大腿 股四頭肌(cm)	右大腿 股四頭肌(cm)
2-0 小時	0.171	0.229	0.607	0.629
4-0 小時	0.393	0.329	0.75	0.807

3.3 討論與結論

由於目前文獻對於小腿圍度有較多的討論，以下針對小腿圍度變化與文獻作比較。兩小時站立實驗後站立於硬表面小腿圍度增加較顯著。Cham & Redfern 發現四小時站立實驗後，下肢體積增加但地面材質並沒有顯著的影響，其中水泥地面與較硬的地墊有最大的體積膨脹。本研究結果發現站立時間與足底/地面特性兩個因素，顯著影響實驗前後小腿圍度變化。不論是赤腳、穿運動學或是站地墊上，小腿圍度都明顯增加，其中赤腳站在軟墊上，小腿圍度增加量最小。此一結果與文獻結論，站立於硬表面小腿圍度增加較多相符合。本研究發現穿運動鞋時站立第一小時後，小腿圍度增加量比赤腳小，但第二小時後穿運動鞋有較大的增加量。推測可能是本研究採用的運動鞋鞋底材質較硬有關，加上運動鞋可能進一步限制足部血液循環，導致下肢血液累積量達到一定程度後，小腿圍度增加。

在現場量測方面發現右小腿比目魚肌的肌肉張力大於左小腿比目魚肌的肌肉張力，且右腿有三個肌群(腓腸肌、脛前肌、股四頭肌)呈現出肌肉張力變小或是變化不大的情況，但是左腿卻只有一個肌群(股四頭肌)呈現張力變小情況。其可能原因為，隨著站立的時間愈長，累積在下肢末端的血量就會愈多、肌肉張力便隨之增大，反之；在下肢上端的血量卻因為地心引力的關係慢慢向末端匯聚，造成下肢上端血量變少、肌肉張力也跟著之變小，而比目魚

肌位是於下肢的末端處，腓腸肌、脛前肌以及股四頭肌則是位於下肢上端處，加上所有受測者的慣用邊是右邊，習慣在用雙腳站立一段時間後把重心放在右腳上使得左腳得以短暫時間休息、放鬆，所以造成右腳比目魚肌的肌肉張力比左腳比目魚肌的肌肉張力還要來得大，而腓腸肌、脛前肌及股四頭肌的肌肉張力卻是下降的現象。另一方面，使用地墊的確會讓下肢疲勞度降低，其中，站立時間佔很大的影響因素，受測者在使用墊子之前的 0~2 小時肌肉張力有明顯增加且再過 2 小時之後，肌肉張力仍有增加的情形；使用墊子之後的 0~2 小時雖然也有明顯增加，但再過 2 小時之後卻發現張力變化趨於平緩，由此可知使用地墊後確實可以緩和下肢肌肉疲勞；在完成現場實驗後，研究者也實地去訪問每位受測者使用地墊後的感覺，大部分的受測者都反應出使用地墊後，確實感到下肢肌肉疲勞度明顯變得比較低，只有小部分的受測者覺得差異不大。而在圍度部份上，發現不同的地面特性對於圍度有著顯著的影響，選擇較軟的地面可以有效預防下肢疲勞的問題。

本研究結果發現站立時間顯著影響下肢圍度，特別是第一小時，圍度變化最顯著，增加量最大。同時第一小時實驗後單腳站立時間減少也最多。顯見連續一小時站立，對於下肢血液累積已造成明顯影響，同時小肌群開始呈現疲勞，所以單腳站立平衡時間顯著減少。另外，從肌肉張力可以發現，對於大肌群的張力長時間站立並沒有顯著影響。不同足底/地面特性對下肢影響不同，就大腿圍度而言，赤腳站在硬地板時圍度增加最大，軟的墊子最小。穿運動鞋時小腿圍度在第二小時後大於赤腳時的圍度。另外，如果將大腿與小腿圍度加總後，可以發現赤腳站在墊子上增加量仍是最小的。

參考文獻

- Estry-Behar, M., Kaminski, M., Peigne, E., Maillard, M.F.,** Strenuous working conditions and musculo-skeletal disorders among female hospital workers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 62:47–57 (1990).
- Hansen, L., Winkel, J., and Jorgensen, K.,** Significance of mat and shoe softness during prolonged work in upright position: Based on measurements of low back muscle EMG, foot volume changes, discomfort and ground reactions. *Appl. Ergonom.* 29:217–224 (1998).
- Leonard C. T., Brown J. S., Price T. R., Queen S. A., and Mikhailenok E. L.,** Comparison of surface electromyography and myotonometric measurements during voluntary isometric contractions, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(6), 709-714 (2004)
- Magora, A.,** Investigations of the relation between low back pain and occupation. *Ind. Med.* 12:164–169 (1972).
- Redfern, M.S., and Cham, R.,** The influence of flooring on standing comfort and fatigue. *AIHAJ* 61:700–708 (2000).
- Redfern, M.S., and Chaffin, D.B.,** Influence of flooring on standing fatigue. *Human Factors* 37:570–581 (1995).
- Ryan, G.A.,** The prevalence of musculoskeletal symptoms in supermarket workers. *Ergonomics* 32:359–370 (1989).
- 林彥輝彙整，半導體人因調查，勞工衛生研究相關技術資料彙編(1997).
- 李開偉、許耀文，新竹科學園區從業人員肌肉骨骼系統傷害症狀分布調查，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所季刊，第六卷第四期：21-34(1998).