

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 推/拉作業對生理負荷與肌肉骨骼傷害研究(II)

計畫類別：個別型計畫      整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2221-E-040-010-MY2

執行期間： 98年08月01日至 100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：李珮瑜、蘇郁喬、徐珮昀、林攸禪

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢  
涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

執行單位：中山醫學大學職業安全衛生學系

中 華 民 國 100 年 10 月 20 日

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 推/拉作業對生理負荷與肌肉骨骼傷害研究(II)

計畫編號：NSC 98-2221-E-040-010-MY2

執行期間：98年08月01日至100年07月31日

計畫主持人：林彥輝 副教授

執行單位：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，有很多工作仍然需要人工來進行搬運。一般而言，人工物料搬運作業係指物料被抬舉、卸下、提攜、握持、推或拉等。有鑑於人工物料搬運所造成的生理負荷與肌肉骨骼傷害的嚴重性，已有很多研究深入探討其危害成因。在這些人工物料搬運作業中，因執行人工抬舉與提攜作業而導致之健康危害是最受矚目與關注的。相對而言，推/拉作業所產生之不良健康效應並未受到重視，然而，根據研究發現大約50%左右的人工物料搬運工作是推拉作業。因此，如何減輕作業人員執行推/拉作業產生之生理負荷與肌肉骨骼傷害，是值得進一步研究。本研究以二年時間完成此研究計畫，第一年探討平坦地面推/拉作業之地面、推車重量與推車型式對於作業人員之生理負荷與肌肉骨骼傷害；第二年評估傾斜地面推/拉作業之作業特性與傾斜角度對於作業人員之生理負荷與肌肉骨骼傷害之影響。

第一年研究結果顯示，受試者斜方肌的負荷顯著大於二頭肌；在慣用手受力方面，推車重量為一顯著因素，在重量越重的時候手部施力也越大，而在起步、持續與結束的三階段中，以起步時，手部受力最大。由主觀評量表中發現，受測

者認為草地負荷度較高，其次為碎石地，最後為柏油路。第二年研究結果顯示，受測者推動載重 90 公斤之推車，肌肉受力顯著高於其他兩種載重，地面傾斜角度 10° 的斜坡，受測者各肌肉受力亦顯著大於其他兩種地面傾斜角度，而推車類型，在單輪推車下，肌肉受力情形也大於雙輪推車。綜合二年研究成果，本研究建議使用營造用推車時，以使用雙輪推車，在傾斜地面進行推車作業時，推車重量與地面傾斜角度應加以控制，以避免過度施力。

**關鍵詞：**推/拉作業、肌肉骨骼負荷、肌電圖、營造推車、傾斜地面

## **Abstract**

In many manufacturing and service industries, the manual handling of materials still remains a substantial part of work. In general, manual materials handling (MMH) means that objects are being lifted, lowered, carried, held, pushed or pulled by hand. The occupational physiological workloads and musculoskeletal injuries may result from manual materials handling. In consideration of manual materials handling associated with serious problem on physiological workloads and musculoskeletal injuries, many studies concerned with health complaints related to MMH has mainly been focused at lifting and carrying loads. Less attention has been paid to pushing and pulling. However, it has been estimated that nearly half of MMH consists of pushing and pulling. Hence, whether other ergonomics improvements can reduce workers' physiological workloads and musculoskeletal disorders is needed to further consideration. This study will proceed in two years. The first year, evaluation the effects of work surface, weight of carts, and type of carts on physiological workloads and musculoskeletal disorders of workers during pushing/ pulling work on a flat surface; the second year,, assessment the effects of the work situation and inclination angles on physiological workloads, musculoskeletal disorders and gait balance of workers during pushing/ pulling work on a slope surface.

The tasks have been completed in two years are as followed. In the first year results indicated that subject's biceps loading increased significantly than the load of trapezius

during pushing tasks. Furthermore, the cart weight is a remarkable factor for hand exerting force. Additionally, the experimental results also indicated hand exertion was significantly higher in initial phase than the sustained phase and final phase. Results from the subjective rating of musculoskeletal discomfort showed that grassland was the most pronounced, followed by gravel surface, and asphalt pavement during pushing tasks. In the second year results show that cart load and inclination angles significantly affected muscular activities while pushing construction carts. Additionally, 90 kg cart load and 10° inclination surface also generated the highest muscle load comparing to the other situations. Muscular activity increased significantly in dominant hand with the one-wheeled cart when compared with the two-wheeled cart, suggesting that, in terms of muscle loads, the two-wheeled cart is better than the one-wheeled cart, the cart load and inclination angles should be controlled to reduce the muscular loads.

**Keywords:** Pushing/ pulling work, musculoskeletal loading, electromyography, construction cart, sloping surface.

# 1.緒論

## 1.1 研究背景

雖然自動化與機械化的技術不斷的被引進作業現場進行物料或物品的搬運，但仍有很多搬運作業無法以機械代替人力，這類需以人工來進行物料搬運的工作統稱為人工物料搬運作業(Manual Materials Handling tasks, MMH tasks)。人工物料搬運作業所涉及的範圍相當廣泛，諸如抬舉(lifting)/卸下(lowering)作業、提攜作業(carrying tasks)、推(pushing)/拉(pulling)作業或握持作業(holding tasks)等均是[1]。在這些人工物料搬運作業中，因執行人工抬舉/卸下與提攜作業而導致之肌肉骨骼傷害或心臟血管疾病等健康危害是最受矚目與關注的[2]。相對而言，勞工因執行推/拉與握持作業所產生之不良的健康效應則鮮少獲得重視[3]。然而，根據 Baril-Gingras & Lortie (1995) 與 Kumar *et al.* (1995) 的估計顯示：大約 50%左右的人工物料搬運工作是推拉作業[4-5]，而經常執行推拉作業的行業或人員如運輸業[6]、救火員[7]、護理人員[8]、營建作業[9]等。

根據文獻的定義，推/拉作業係指：利用手部施力，使物體沿著施力的水平方向前進；推的作業係使物體遠離身體，而拉的作業則使物體靠近身體[4,10]。勞工因執行推/拉作業所存在的健康風險可以區分成兩種類型：第一種類型為過度施力所產生之肌肉骨骼傷害(主要為下背痛)；另一種類型為因滑倒或跌倒所增加之意外事故的風險，也會導致肌肉骨骼的傷害[11]。經常執行推/拉作業可能是職業性肌肉骨骼疲勞與傷害的成因，尤其對於下背痛而言[12-15]。美國職業安全

衛生研究所(NIOSH)的研究報告指出：20%下背痛的傷害與推/拉作業有關[16]；Klein *et al.* (1984)統計勞工保險資料發現，9%勞工背部傷害與推/拉作業有關[17]；其他的流行病學資料也顯示，9-18%的下背傷害與推/拉作業相關[15,18,19]。

有鑑於勞工執行推/拉作業所導致下背傷害與健康不適風險的盛行率，國外已有若干學者透過流行病學調查(Epidemiology)、心理物理(Psychophysics)、生理學(Physiology)與生物力學(Biomechanics)等方法，探討推/拉作業的危害風險因素。這些因執行推/拉作業而造成肌肉骨骼傷害之風險因素，主要可分成三類：第一類為作業因素：如距離、頻率、手把高度、溫度、推車重量等；第二類為作業方法、姿勢、動作、施力：如推或拉作業、雙腳距離、手部施力、單/雙手作業、姿勢對稱、軀幹彎曲與走路速度等；第三類為工作者因素：如性別、體重等[3]。相較於國外對於推/拉作業之研究，國內在這方面的研究幾乎付之闕如，找不到文獻可供查詢。雖然國外的資料可以提供作為分析推/拉作業之參考，然而，外國人的體型、尺寸與國人存在某些程度的差異[20]。因此，若以國外資料作為國人執行推/拉作業之標準，是否符合實際情形是值得加以探討的。

另外，現有對於推/拉作業的研究，絕大部分均以評估水平地面之施力為主，對於某些行業或人員需於傾斜地面進行推/拉作業之研究則甚少發現，如營造工地作業人員於傾斜地面推/拉物料、護理人員在斜坡上以輪椅推送病人等。這些傾斜步道的人工物料搬運作業，除了可能造成作業人員過度施力外，亦可能使作業人員因失去平衡，而導致滑倒或跌倒[21]。因此，對於作業人員於傾斜步道執

行推/拉作業之肌肉骨骼負荷，亦是本研究欲探討的議題。

## **1.2 研究目的**

本研究為二年度連續型計畫，第一年探討平坦地面推車作業之推車類型、地面特性與物體重量對於作業人員之肌肉骨骼負荷；第二年分析傾斜地面推車作業之推車類型、地面傾斜角度與推車重量對於作業人員之肌肉骨骼負荷，以作為研擬預防職業肌肉骨骼傷害之對策。



## 2、研究方法及步驟

本研究以二年的時間來完成此研究計畫，第一年係在戶外進行平坦地面推車作業之推車類型、地面特性與物體重量對於作業人員之生理負荷與肌肉骨骼傷害之探討；第二年將在戶外進行傾斜地面推/拉作業之作業因素、方法與傾斜角度對於作業人員之生理負荷與肌肉骨骼傷害之探討。整體而言，此二年計畫涵蓋理論與實務面之探討。詳細內容分年說明如下：

### 2.1 第一年計畫子題：平坦地面推車作業之作業因素與施力對於作業人員之生理負荷與肌肉骨骼傷害之探討

經參酌上一年度問卷調查所得之現場作業特性結果，本研究之第一年計畫係進行戶外平坦地面推車作業對肌肉骨骼負荷評估，設定之參數包括：推車類型、地面特性與物體重量等。實驗係模擬推拉作業對於人員之生理負荷與肌肉骨骼傷害之影響，以下說明實驗內容：

#### 2.1.1 受測者

本實驗共招募 12 位大學生擔任受測者(6 男 6 女)，受試者平均年齡 21.9 歲，平均身高 169.3 公分，平均體重 66.8 公斤，受測者之人體計測資料如表 1 所示。受測者無肌肉骨骼傷害病史，先前亦無推車經驗，每位受測者完成實驗後，給予新台幣 1,000 元做為報酬。

表 1 受測者人體計測資料

受試者	身高	體重	年齡
Subject 1	180	90	22
Subject 2	166	56	22
Subject 3	169	60	23
Subject 4	158	48	22
Subject 5	168	59	22
Subject 6	170	60	22
Subject 7	170	68	21
Subject 8	176	101	21
Subject 9	173	65	22
Subject 10	169	75	22
Subject 11	168	58	22
Subject 12	165	62	22

### 2.1.2 實驗設備

本研究最主要的硬體設備，包括：3 軸向荷重元件(如圖 1)、肌電圖(如圖 2)、單輪推車(如圖 3)、雙輪推車(如圖 4)與不同重量之砝碼。3 軸向荷重元件係量測推車時之手部施力情形；肌電圖係量測手部二頭肌與肩膀斜方肌之受力情形。



圖 1 三軸向荷重元件(3D force transducer)

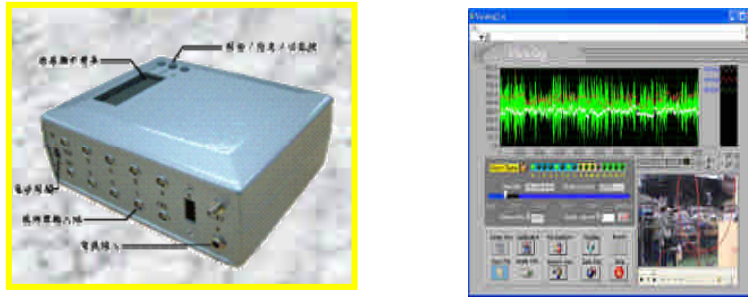


圖 2 EMG 系統與軟體



圖 3 單輪推車



圖 4 雙輪推車

### 2.1.3 實驗設計

本研究之實驗自變項(Independent variable)包括：地面類型、推車重量、推車型式等，分別說明如下：

(1)地面類型：分為草地、碎石子地、柏油地等三種類型。

(2)推車重量：參考現場問卷調查結果與文獻資料，採取 3 種負重水準，分別為

45 kg、75 kg、105 kg。

(3)推車型式：2種推車，分別為二輪車與單輪車。

在實驗設計方面，採受測者內三因子設計，亦即每位受試者均執行 18 個作業(3x3x2)，每個作業的執行順序為隨機的(Random)，實驗參數及作業如表 2 所示。為避免受測者過度疲累，每天最多執行 6 個實驗作業。實驗依變項(Dependent variable)包括：知覺施力評價量表(Borg-RPE(Rating of Perceived exertion))(如圖 5)、手臂二頭肌與肩膀斜方肌之肌肉電位變化(EMG)與手部施力(Exerted hand force)等。這些依變項將利用肌電圖(EMG)與 3 軸向荷重元件(3D force transducer)等進行量測。量測之時間點包括：作業前與作業中，以獲得肌肉骨骼負荷及疲勞程度之資料。本研究在進行推車作業評量時，將以連續工作為基礎，評估文獻資料顯示，可以連續工作而不會導致過度疲勞的狀況，例如 EMG 15% 以下，可以連續工作而不會導致過度疲勞。如果實驗結果超過這些建議(例如 EMG 大於 30%)，我們將進一步蒐集文獻資料，特別是導致肌肉骨骼傷害的建議值作為比較。

表 2 18 個實驗作業

實驗作業	地面類型	推車重量	推車型式
Task 1	草地	45 kg	單輪車
Task 2	草地	45 kg	二輪車
Task 3	草地	75 kg	單輪車
Task 4	草地	75 kg	二輪車
Task 5	草地	105 kg	單輪車
Task 6	草地	105 kg	二輪車
Task 7	碎石子地	45 kg	單輪車
Task 8	碎石子地	45 kg	二輪車
Task 9	碎石子地	75 kg	單輪車
Task 10	碎石子地	75 kg	二輪車
Task 11	碎石子地	105 kg	單輪車
Task 12	碎石子地	105 kg	二輪車
Task 13	柏油地	45 kg	單輪車
Task 14	柏油地	45 kg	二輪車
Task 15	柏油地	75 kg	單輪車
Task 16	柏油地	75 kg	二輪車
Task 17	柏油地	105 kg	單輪車
Task 18	柏油地	105 kg	二輪車

E.柏格尺度紀錄表

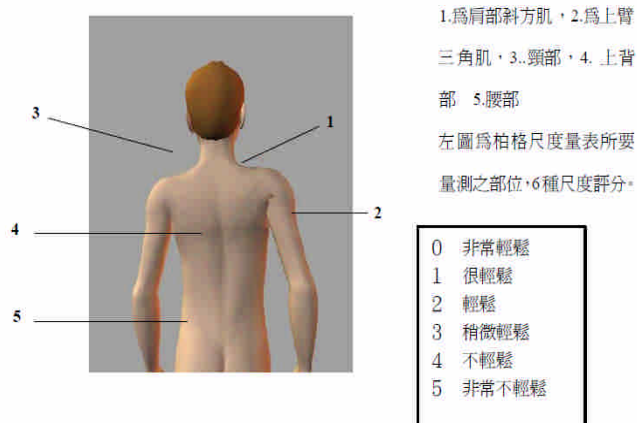


圖 5 知覺施力評價量表

#### 2.1.4 實驗程序

受測者在實驗前，先量測休息時 20 秒之二頭肌與斜方肌 EMG 值，之後請受測者伏地挺身維持五秒，測出斜方肌 EMG 值，之後休息十分鐘，取一固定物體令受測者最大用力上抬測出二頭肌 EMG 值。而作業中二頭肌與斜方肌之受力負荷，則以正規化方式計算其佔最大自主收縮 MVC(Maximal Voluntary Contraction)之百分比表示。

受測者開始實驗時，在一水平地面上，穿著運動鞋，推車行走約 30 公尺，來回共 60 公尺為 1 趟，每趟作業時間約為 3 分鐘，每個實驗作業進行 3 趟，完成一個實驗作業後，休息 5 分鐘並填寫知覺施力評價量表。在實驗環境因素方面，溫濕度的設定將以戶外溫濕度為標準，例如，溫度設定在  $19^{\circ}\text{C}\sim 26^{\circ}\text{C}$ ，濕度則設定在 35%~50%；地板表面與鞋底的靜摩擦係數設定在 0.5~0.8。圖 6 與圖 7 分別為受試者推單輪推車與雙輪推車之實驗情形。



圖 6 受試者推單輪推車之實驗情形



圖 7 受試者推雙輪推車之實驗情形

## 2.2 第二年計畫子題：傾斜地面推拉作業之相關參數對於作業人員肌肉骨骼負荷

### 之探討

#### 2.2.1 受測者

本實驗共招募 12 位大學生擔任受測者(8 男 4 女)，受試者平均年齡 21 歲，平均身高 167.6 公分，平均體重 66.2 公斤。受測者無肌肉骨骼傷害病史，先前亦無推車經驗，每位受測者完成實驗後，給予新台幣 1,000 元做為報酬。

#### 2.2.2 實驗設備

本研究最主要的硬體設備，包括：肌電圖系統與 Viewlog 分析軟體(如圖 2)、單輪推車(如圖 3)、雙輪推車(如圖 4)與不同重量之砝碼。肌電圖係量測手腕屈肌、手部二頭肌與肩膀斜方肌之受力情形(圖 8)。



圖 8 受測者配戴 EMG 情形

### 2.2.3 實驗設計

本研究之實驗自變項(Independent variable)包括：地面傾斜角度、推車載重、推車類型等，分別說明如下：

- (1)地面傾斜角度：分為水平 ( $0^{\circ}$ )、向上傾斜  $5^{\circ}$ 、向上傾斜  $10^{\circ}$  等三種類型。
- (2)推車載重：參考現場問卷調查結果與文獻資料，採取 3 種負重水準，分別為 30 kg、60 kg、90 kg。
- (3)推車類型：2 種推車，分別為營造用單輪推車與二輪推車。

在實驗設計方面，採受測者內三因子設計，亦即每位受試者均執行 18 個作業( $3 \times 3 \times 2$ )，每個作業的執行順序為隨機的(Random)，實驗參數及作業如表 3 所示。為避免受測者過度疲累，每天最多執行 6 個實驗作業。實驗依變項(Dependent variable)包括：手腕屈肌、手臂二頭肌與肩膀斜方肌之肌肉電位變化(EMG)。這



些依變項將利用肌電圖(EMG)進行量測。量測之時間點包括：作業前與作業中，以獲得肌肉骨骼負荷及疲勞程度之資料。本研究在進行推車作業評量時，將以連續工作為基礎，評估文獻資料顯示，可以連續工作而不會導致過度疲勞的狀況，例如 EMG 15% 以下，可以連續工作而不會導致過度疲勞。如果實驗結果超過這些建議(例如 EMG 大於 30%)，我們將進一步蒐集文獻資料，特別是導致肌肉骨骼傷害的建議值作為比較。

表 3 18 個實驗作業

實驗作業	地面類型	推車重量	推車型式
Task 1	平地	30 kg	單輪車
Task 2	平地	30 kg	二輪車
Task 3	平地	60 kg	單輪車
Task 4	平地	60 kg	二輪車
Task 5	平地	90 kg	單輪車
Task 6	平地	90 kg	二輪車
Task 7	傾斜角度 5 度之斜坡	30 kg	單輪車
Task 8	傾斜角度 5 度之斜坡	30 kg	二輪車
Task 9	傾斜角度 5 度之斜坡	60 kg	單輪車
Task 10	傾斜角度 5 度之斜坡	60 kg	二輪車
Task 11	傾斜角度 5 度之斜坡	90 kg	單輪車
Task 12	傾斜角度 5 度之斜坡	90 kg	二輪車
Task 13	傾斜角度 10 度之斜坡	30 kg	單輪車
Task 14	傾斜角度 10 度之斜坡	30 kg	二輪車
Task 15	傾斜角度 10 度之斜坡	60 kg	單輪車
Task 16	傾斜角度 10 度之斜坡	60 kg	二輪車
Task 17	傾斜角度 10 度之斜坡	90 kg	單輪車
Task 18	傾斜角度 10 度之斜坡	90 kg	二輪車

#### 2.2.4 實驗程序

受測者在實驗前，先量測休息時 20 秒之手腕屈肌、手臂二頭肌與肩膀斜方

肌 EMG 值，之後請受測者伏地挺身維持五秒，測出斜方肌 EMG 值，之後休息十分鐘，取一固定物體令受測者最大用力上抬測出二頭肌 EMG 值。而作業中手腕屈肌、二頭肌與斜方肌之受力負荷，則以正規化方式計算其佔最大自主收縮 MVC(Maximal Voluntary Contraction)之百分比表示。受測者開始實驗時，分別在水平地面、向上傾斜 5°、向上傾斜 10° 等三種水泥步道上，穿著工地用膠鞋，推車行走約 8 公尺，重複三次共 24 公尺為 1 趟，每趟作業時間約為 5 分鐘。在實驗環境因素方面，溫度的設定將以戶外溫度為標準，例如，溫度設定在 19°C~26°C，步道表面與鞋底的靜摩擦係數設定在 0.5~0.8。圖 9 與圖 10 分別為受試者推單輪推車與雙輪推車之實驗情形。



圖 9 受試者推單輪推車之實驗情形



圖 10 受試者推雙輪推車之實驗情形

### 3.研究結果與討論

#### 3.1 第一年研究結果

##### 3.1.1 描述性統計資料

手臂左右二頭肌與肩膀左右斜方肌之 EMG 經正規化計算其所佔最大自主施力(MVC)百分比與慣用手之施力(Exerted hand force)結果如表 4 所示。從表 4 結果顯示，左右斜方肌之受力介於 28%MVC~54%MVC 遠大於左右二頭肌之受力(介於 5%MVC~29%MVC)；慣用手之施力則介於 5.7Kg~9.2Kg 間。

表 4 評量肌群之%MVC 與手部施力平均值

實驗作業	右斜方肌 (%MVC)	左斜方肌 (%MVC)	右二頭肌 (%MVC)	左二頭肌 (%MVC)	慣用手施力 (Kg)
Task 1	38	36	9	11	5.7
Task 2	44	36	11	14	6.5
Task 3	50	39	16	19	8.1
Task 4	52	38	12	16	8.2
Task 5	54	48	21	20	9.2
Task 6	54	40	25	29	9.1
Task 7	42	36	7	7	5.8
Task 8	38	32	7	11	6.3
Task 9	51	41	11	14	7.2
Task 10	45	35	8	11	7.7
Task 11	48	48	14	17	8.5
Task 12	51	40	8	10	8.0
Task 13	38	36	9	11	5.7
Task 14	28	31	5	8	6.1
Task 15	39	37	5	9	8.4
Task 16	37	35	5	8	8.2
Task 17	49	53	12	14	9.1
Task 18	39	31	10	13	8.6

##### 3.1.2 變異數分析(ANOVA)

三個自變項，包括地面類型、推車重量及推車型式與所有衡量指標間的關連性變異數分析如表 5 所示。從變異數分析發現，地面類型對於左、右二頭肌與

主觀評量之三角肌及頸部肌肉皆有顯著影響；推車重量對於右二頭肌、慣用手施力與主觀評量之身體各部位皆有顯著影響；地面類型與推車型式之交互作用對主觀評量之身體各部位均有顯著影響。

表 5 變異數分析結果

衡量指標	地面類型	推車重量	推車型式	地面類型 x 推車重量	地面類型 x 推車型式	推車重量 x 推車型式
右斜方肌	1.481	1.944	0.223	0.058	0.275	0.004
左斜方肌	0.147	1.963	2.015	0.006	0.283	0.679
右二頭肌	10.51**	7.375**	0.509	0.958	0.158	0.165
左二頭肌	3.464**	2.327	0.036	0.627	0.348	0.078
慣用手施力	1.254	22.067**	0.083	0.265	0.161	0.442
主觀評量						
斜方肌	2.807	15.522**	0.684	0.090	7.763**	0.209
三角肌	7.151**	11.950**	2.677	0.151	11.727**	0.551
頸部	3.419**	5.134**	3.192	0.132	7.614**	0.146
上背部	2.389	15.411**	1.169	0.271	11.272**	0.881
腰部	2.27	11.128**	1.323	0.285	9.850**	0.82

備註：1.\* $p < 0.05$ .\*\* $p < 0.01$ .

2.表中數據代表 F 值.

### 3.1.3 推車各階段之受力情形

為了比較受測者在推車時之受力情形，本研究將推車過程分成三階段，分別為：開始推車 3 秒、推車結束前 3 秒及介於開始 3 秒與結束前 3 秒。圖 11 為斜方肌與二頭肌在此三階段之受力情形。由圖 11 結果發現，二頭肌在三個階段，其受力並無顯著變化，斜方肌則在第二階段受力較大，第一及第三階段受力較小。圖 12 為慣用手在三階段之受力情形。由圖 12 結果發現，慣用手在第二階段受力明顯較第一及第三階段受力小。

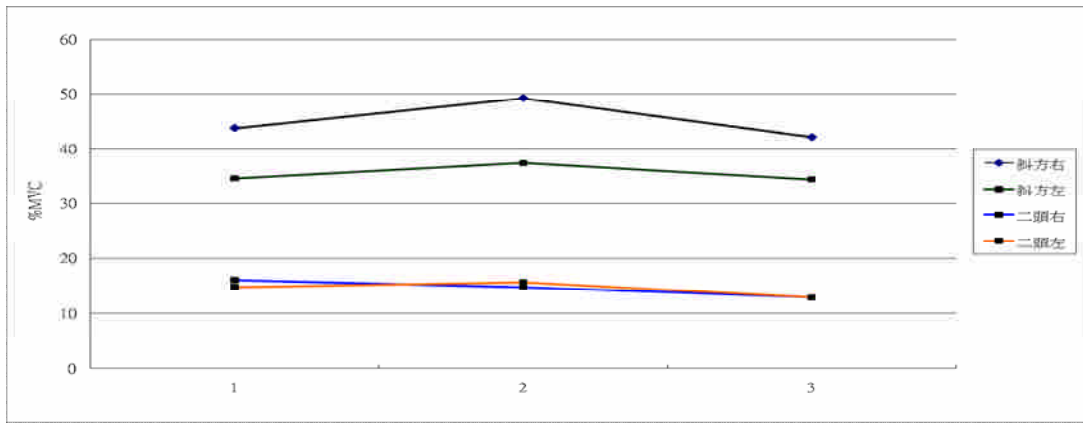


圖 11 斜方肌與二頭肌在三階段之受力情形

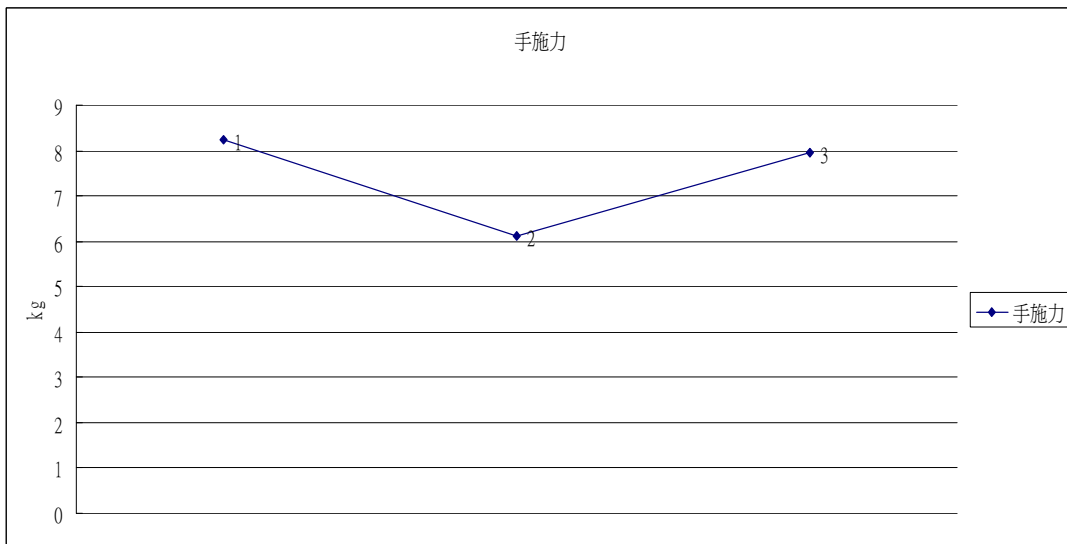


圖 12 慣用手在三階段之受力情形

### 3.1.4 討論

由以上實驗結果發現，推車時斜方肌的負荷度都比二頭肌要大上許多，而影響二頭肌最嚴重的因素是地表的選擇，可能是因為凹凸不平的路面要維持平衡才会有此顯著性。在慣用手受力方面，推車重量為一顯著因素，在重量越重的時

候手部施力也越大，而在起步、持續與結束的三階段中，起步時，手部受力最大。

由主觀評量表中發現，受測者都認為草地負荷度較高，其次為碎石地，最後為柏油路。在評量表中也發現，在車種的選擇中，以雙輪的負荷度是較小的，這點在EMG 及手部施力並無顯著性，受測者是認為雙輪較好平衡，所以負荷度較低。但在草地的部分卻剛好相反，受測者皆認為雙輪推車較辛苦，原因是因為雙輪推車受到草的阻力較單輪推車多，因此較辛苦。

## **3.2 第二年研究結果**

### **3.2.1 描述性統計資料**

手腕左右腕屈肌和手臂左右二頭肌與肩膀左右斜方肌之EMG 經正規化計算其所佔最大自主施力(MVC)百分比結果如表 6 所示。從表 6 結果顯示，左右二頭肌之受力介於 2%MVC~22%MVC 大於左右斜方肌受力(介於 3%MVC~12%MVC)與左右腕屈肌之受力(介於 1%MVC~11%MVC)。

表 6 評量肌群之%MVC 與手部施力平均值

實驗作業	右腕屈肌 (%MVC)	左腕屈肌 (%MVC)	右二頭肌 (%MVC)	左二頭肌 (%MVC)	右斜方肌 (%MVC)	左斜方肌 (%MVC)
Task 1	3.77	3.00	3.00	2.50	5.00	3.67
Task 2	3.83	3.17	3.12	2.83	5.00	3.67
Task 3	3.67	3.83	3.83	3.17	5.00	4.83
Task 4	3.50	3.50	2.83	2.67	4.00	3.17
Task 5	6.33	6.33	6.67	6.50	6.83	5.17
Task 6	3.50	3.50	5.33	3.83	5.00	3.67
Task 7	5.17	5.00	8.33	7.17	6.33	5.17
Task 8	4.00	4.17	8.17	6.17	6.50	5.17
Task 9	5.67	6.16	10.83	9.00	6.50	6.33
Task 10	6.00	6.17	10.67	10.83	7.67	6.00
Task 11	8.83	9.00	16.17	14.83	9.00	8.83
Task 12	8.50	7.83	16.67	15.00	8.33	7.50
Task 13	6.33	5.50	10.67	10.17	8.50	6.67
Task 14	6.33	5.83	11.00	9.33	7.50	5.83
Task 15	8.83	9.00	14.50	13.67	9.83	9.83
Task 16	7.83	7.17	14.00	13.17	10.00	8.50
Task 17	11.17	10.50	19.67	19.33	11.83	11.17
Task 18	11.83	9.50	21.83	19.33	12.00	8.67

### 3.2.2 變異數分析(ANOVA)

三個自變項，包括地面傾斜角度、推車載重及推車類型與所有衡量指標間的變異數分析如表 7 所示。由表 7 結果發現，地面傾斜角度與推車之載重對於手腕左右腕屈肌、手臂左右二頭肌與肩部左右斜方肌之肌肉電位皆有顯著影響；地面傾斜角度與推車載重之交互作用對腕屈肌與二頭肌有顯著之影響。



表 7 變異數分析結果

	推車載重	推車類型	傾斜角度	推車載重 x 傾斜角度	推車載重 x 推車類 型	推車類型 x 傾斜角 度	推車載重 x 推車類 型 x 傾斜 角度
右腕屈肌	19.08**	1.80	32.367**	4.59**	2.78	1.84	0.92
左腕屈肌	21.17**	7.02*	31.35**	5.13**	9.01**	0.23	1.49
右二頭肌	25.77**	0.50	45.56**	7.07**	0.63	0.15	0.19
左二頭肌	27.94**	1.96	41.44**	11.56**	2.95	0.07	0.81
右斜方肌	12.70**	2.20	34.03**	2.35	4.22*	0.80	0.66
左斜方肌	11.57**	0.08	13.26**	2.32	0.33	1.91	0.625

\*p<0.05, \*\*p<0.01.

### 3.2.3 各肌群在三階段之受力情形

#### 3.2.3.1 男性受測者在三階段之受力情形

為了比較受測者在推車時之受力情形，本研究將推車過程分成三階段，分別為：開始推車 5 秒、推車結束前 5 秒及介於開始 5 秒與結束前 5 秒。由圖 13 結果顯示，男性受測者在執行推車作業開始 5 秒內，三個肌群施力最大(圖表中之數值為%MVC)，主要因為開始施力時，其力量要大於推車之最大靜摩擦力，由圖 13 亦發現，左右手臂二頭肌之%MVC 也顯著大於其他肌肉。

	前 5 秒	中間	後 5 秒
左腕屈肌	0.06	0.05	0.04
右腕屈肌	0.06	0.05	0.04
左二頭肌	0.09	0.08	0.06
右二頭肌	0.10	0.09	0.06
左斜方肌	0.07	0.05	0.04
右斜方肌	0.06	0.05	0.04

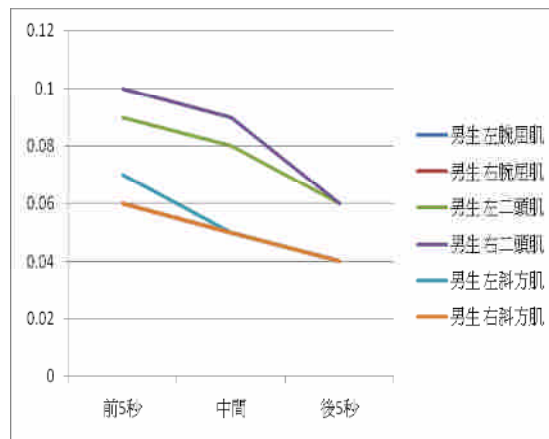


圖 13 男性受測者在三階段之受力情形

### 3.2.3.2 女性受測者在三階段之受力情形

圖 14 為女性受測者在三階段之受力情形。從圖 14 可以明顯看出，推車作業開始 5 秒內，肌肉受力最大，左右手臂二頭肌之受力也顯著大於其他肌肉群。男女施力比較發現，女性在三個階段之施力均略大於男性，可見此作業對女性而言，是較吃力的。

	前 5 秒	中間	後 5 秒
左腕屈肌	0.08	0.07	0.06
右腕屈肌	0.09	0.08	0.07
左二頭肌	0.12	0.12	0.10
右二頭肌	0.13	0.13	0.11
左斜方肌	0.08	0.07	0.07
右斜方肌	0.11	0.10	0.09

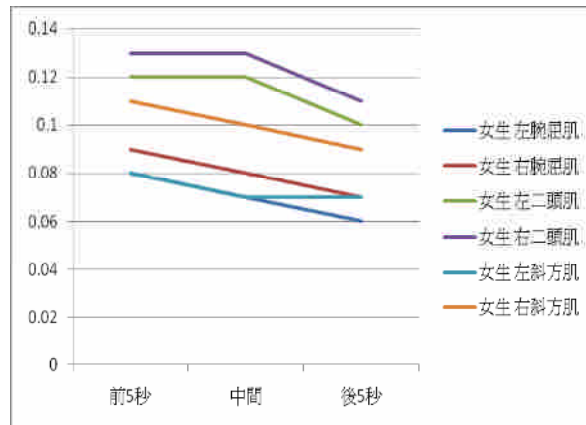


圖 14 女性受測者在三階段之受力情形

### 3.2.4 討論

由以上結果發現，在平坦作業面推車時，斜方肌的負荷比二頭肌及手腕屈肌要大上許多，但在傾斜地面時，則二頭肌的負荷顯著大於斜方肌與手腕屈肌。在慣用手受力方面，推車重量與地面傾斜角度皆為顯著因素，在重量越重與地面傾斜角度越大時，手部施力也越大，而在起步、持續與結束的三階段中，起步時，手部受力最大。在推車類型方面，在單輪推車下，肌肉受力情形也大於雙輪推車。本研究建議在傾斜地面進行推車作業時，推車重量與地面傾斜角度應加以控制，以避免過度施力。

## 4.結論

本研究以二年的時間完成此研究計畫，第一年探討平坦地面推/拉作業之地面、推車重量與推車型式對於作業人員之生理負荷；第二年評估傾斜地面推/拉作業之作業特性與傾斜角度對於作業人員之肌肉骨骼傷害。第一年研究結果顯示，受試者斜方肌的負荷顯著大於二頭肌，在起步、持續與結束的三階段中，以起步時，手部受力最大，而地面特性對肌肉骨骼負荷呈現草地負荷最高，其次為碎石地與柏油路。第二年研究結果發現，地面傾斜角度  $10^{\circ}$  的斜坡，受測者各肌肉受力顯著大於其他兩種地面傾斜角度，單輪推車之肌肉受力也顯著大於雙輪推車。

## 參考文獻

- [1] Sanders, M.S., and McCormick, E.J., Human factors in engineering and design, 7<sup>th</sup> edition, McGraw-Hill Companies, Inc.
- [2] Chaffin, D.B., and Anderson, G.B.J., 1991, Occupational Biomechanics, New York: John Wiley.
- [3] Hoozemans, M.J.M., Van Der Beek, A.J., Frings-Dresen, M. H.W., Van Dijk, F.J.H., and Van Der Woude, L.H.V., 1998, Pushing and pulling in relation to musculoskeletal disorders: a review of risk factors, *Ergonomics*, 41, 757-781.
- [4] Baril-Gingras, G., and Lortie, M., 1995, The handling of objects other than boxes: univariate analysis of handling techniques in a large transport company, *Ergonomics*, 38, 905-925.
- [5] Kumar, S., Narayan, Y., and Bacchus, C., 1995, Symmetric and asymmetric two-handed pull-push strength of young adults, *Human Factors*, 37, 854-865.
- [6] Van Der Beek, A.J., and Frings-Dresen, M. H.W., 1995, Physical workload of lorry drivers: a comparison of four methods of transport, *Ergonomics*, 38, 1508-1520.
- [7] Nuwayhid, I.A., Stewart, W., and Johnson, J.V., 1993, Work activities and the onset of first-time low-back pain among New York City firefighters, *American Journal of Epidemiology*, 137, 539-548.
- [8] Garg, A., Owen, B., Beller, D., and Banaag, J., 1991, A biomechanical and ergonomic evaluation of patient transferring tasks: Wheelchair to shower chair and shower chair to wheelchair, *Ergonomics*, 34, 407-419.
- [9] Damlund, M., Goth, S., Hasle, P., and Munk, K., 1986, Low back strain in Danish semi-skill construction work, *Applied Ergonomics*, 17, 31-39.
- [10] Martin, J.B., and Chaffin, D.B., 1972, Biomechanical computerized simulation of human strength in sagittal plane activities, *American Institute of Industrial Engineering Transactions*, 4, 19-28.
- [11] Chaffin, D.B., 1987, Manual materials handling and the biomechanical basis for prevention of low back pain in industry- an overview, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 48, 989-996.
- [12] Clemmer, D.I., Mohr, D.L., and Mercer, D.J., 1991, Low-back injuries in a heavy industry I: Worker and workplace factors, *Spine*, 16, 824-830.
- [13] Garg, A., and Moore, J.S., 1992, Epidemiology of low-back pain in industry, *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*, 7, 593-608.

- [14] Pope, M.H., 1989, Risk indicators in low back pain, *Annals of Medicine*, 21, 387-392,
- [15] Snook, S.H., Campanelli, R.A., and Hert, J.W., 1978, A study of three preventive approaches to low back injury, *Journal of Occupational Medicine*, 20, 478-481.
- [16] NIOSH, 1981, Work Practices Guide for Manual load Lifting, *NIOSH Technical Report* no. 81-122.
- [17] Klein, B.P., Jensen, R.J., and Sanderson, L.M., 1984, Assessment of workers' compensation claims for back strains/sprains, *Journal of Occupational Medicine*, 26, 443-448.
- [18] Metzler, F., 1985, Epidemiology and statistics in Luxembourg, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 28, 21-24.
- [19] Lee, K.S., Chaffin, D.B., Herrin, G.D., and Waikar, A., 1991, Effect of handle height on lower-back loading in cart pushing and pulling, *Applied Ergonomics*, 22, 117-123.
- [20] Lin, Y.C., Wang, M.J.J., Wang, E.M., 2004, The comparisons of anthropometric characteristics among four peoples in East Asia, *Applied Ergonomics*, 35, 173-178.
- [21] Strandberg, L., 1983, On accidents analysis and slip resistance measurement, *Ergonomics*, 26, 11-32.