

## 論文

# 國人男性頭上持住作業能力之人因研究

吳水丕<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 華梵大學工業工程與經營資訊學系

## 摘要

本研究旨在探討持住時間與作業高度對於男性頭上作業之最大可承受持住能力之影響。共徵募15位男性受試者，以心物法來收集和檢定在不同之作業高度（頭頂高、過頭手及和最大過頭手及）與持住時間（30秒、1分鐘、2分鐘和3分鐘）對於頭頂作業（天花板）之最大可承受持住重量(Maximum Acceptable Weights of Holding, MAWH)、心搏率(Heart Rate, HR)以及主觀知覺施力評量(Rating of Perceived Exertion, RPE)之效應。結果發現作業高度與持住時間對於MAWH均具有顯著效應。此外，在作業高度對於平均心搏率有顯著的效應，但持住時間則無顯著的效應。作業高度對於RPE並無顯著效應，持住時間對於RPE則具有非常顯著的效應，並以手臂最累。整體而言，在作業高度方面最大過頭手及之MAWH顯著大於過頭手及頭頂高，而過頭手及和頭頂高兩者之間的MAWH則無顯著差異。因3分鐘的RPE顯著大於30秒，1分和2分，而其他三者並無顯著差異。在持住時間方面，以30秒之MAWH為最大，其次為1分、2分，而以3分為最低且四者之間具有顯著差異。因3分鐘的RPE顯著大於30秒、1分、2分，而其他三者並無顯著差異。本研究建議頭上之持住作業應盡量降低每次的作業時間，並盡量減少手臂的施力。

**關鍵詞：**人工物料搬運、心物法、最大可承受持住重量、頭頂作業

---

民國103年2月17日投稿，民國103年4月12日修改，民國103年4月22日接受。

通訊作者：吳水丕，華梵大學工業工程與經營資訊學系，電子信箱：spwu@cc.hfu.edu.tw。

## 導論

人工物料搬運(Manual Materials Handling, MMH)所造成的下背痛以及肌肉骨骼的不適是一世界性的問題[1]。由於其盛行率居高不下，而引起許多學者專家的研究興趣，目前已有各種不同的研究方法和建議指南被發展出來[1-5]，然而大部分的這些研究大多集中在抬舉、卸下、提攜、推頂和後拉的MMH作業方面，有關持住作業的研究相當缺乏。

其實持住作業在人工物料搬運方面是一相當普遍的作業，而且經常伴隨在生活 and 工業活動之中，吳水丕等人[6]的研究指出，在國內各行各業中，以維修工人、水電工程人員、看板組裝人員、建築工人、窗戶安裝人員等最常涉及與持住有關的作業，而且在他們的研究中與持住有關的作業人員在過去12個月內肌肉骨骼不適的盛行率高達69%，而且在肩膀、腰部、頸部、手腕、和上肢的不適百分比分別高達65%、63%、56%、51%和46%。持住作業通常需要工人以一隻手對著牆壁或天花板上持住安裝物，而以另一隻手操作功能性的作業（如鑽洞或鎖螺栓等），而且大都是在靜態的持住姿勢下進行動作，有時候在有限的空間下以受限的姿勢進行作業，更嚴重的是上肢經常要提舉甚至高過頭頂的重物而產生笨拙的姿勢，也因此極易造成頭肩和上肢的肌肉骨骼不適症狀[7-11]。

Ayoub等人[12]首先研究持住作業，並調查男性及女性在不同身體姿勢與重量下對於持住時間之影響。Louhevaara等人[13]則調查負重抬舉、提攜和持住作業中局部肌肉和循環系統的過勞。Dul等人[14]調查在各種不同的肩高與伸手手及的19種靜態立姿的工作姿勢下的最大持住時間。吳水丕等人[15]針對國人垂

直面作業來探討持住方式以及作業高度對於國人男性最大可承受持住重量的效應。Wu and Chang[16]則針對女性來探討作業高度(肘高、肩高、頭高)和持住模式(慣用手，非慣用手和雙手)對於持住能力之效應。由於影響持住能力的因素除了身體姿勢、持住重量和作業面之外，持住時間也是影響持住能力的因素之一，然而由上述的研究可以發現，先前研究都把持住時間當作控制變項或依變項，而未針對持住時間長短對於持住能力的影響加以研究，也因此本研究擬針對在頭頂的作業情境下，來探討持住時間與作業高度對於國人男性最大可承受持住重量之影響。

## 研究方法

### 1. 受試者徵募

本研究共徵募15名男性受試者參與實驗，平均年齡為19.65歲（SD=1.45歲），介於18~24歲之間，平均身高為171.8公分（SD=5.32公分），平均體重為66.09公斤（SD=12.09公斤），只有一位為慣用左手者，其餘皆為慣用右手者，其身體特徵資料如表1所示。為了確保實驗品質和實驗精確度，所有受試者均發給酬勞，在確定受試者瞭解實驗風險與內容並確保本身無肌肉骨骼與心臟血管疾病後需填寫實驗同意書。此外，每位受試者將被告知在實驗前一個小時不能飲食、抽菸、喝酒或碳酸飲料，且在前一天要避免任何劇烈的運動，睡眠要充足。

表1 受試者之身體特徵資料 (單位: cm)

人體特徵	平均值	標準差
身高	171.80	5.32
膝高	45.24	2.74
粗隆高	92.00	5.44
指節高	67.83	4.17
肘高	105.21	5.06
肩峰高	138.75	5.17
肩峰寬	31.17	4.24
胸寬	24.03	5.96
腹厚	18.53	2.80
上臂圍	27.49	3.30
肘圍	25.09	2.83
彎曲時二頭肌圍	30.71	11.73
彎曲時前臂圍	23.27	3.11
站立垂直手及	72.57	3.27
過頭手及	200.90	8.41

## 2. 實驗設計

本研究使用二因子完全隨機化集區設計(randomized complete block design with factorial)，來探討持住時間與作業高度對於持住能力之效應，每一位受試者被視為一個集區。本研究之自變項為持住時間（30秒、1分鐘、2分鐘和3分鐘四個水準）以及作業高度（頭頂高、過頭手及以及最大過頭手及等三個水準）。

依變項為最大可承受持住重量(MAWH)、心博率(HR)、主觀施力知覺評量(RPE)。

每位受試者均以隨機的方式進行12種組合的實驗，而且每一天只能進行一次實驗以防止疲勞效應。實驗時每位受試者均採立姿且雙手與肩膀同寬的姿勢，實驗作業開始時受試者以雙手持物且手心朝上的姿勢如圖1所示。實驗室的溫度控制在22°C~28°C左右，相對濕度控制在55%~75%左右。

## 3. 實驗步驟

為了避免受試者因缺乏工作經驗而導致肌肉酸痛、姿勢不當與學習效應等可能對實驗結果造成不良的影響，所有的受試者皆須進行熟悉訓練三次，之後再進行正式實驗。正式實驗時，每天只能以隨機順序進行一次持住作業，每次實驗時須在給定的持住時間和作業高度組合下進行持住作業，在進行實驗前由主試者協助受試者配戴心搏率追蹤器，及解說心物法指示語，確保受試者能依照心物法進行實驗。之後受試者需要在主試者的指導下進行熱身運動，熱身運動的目的旨在進行持住作業時所使用的肌肉部位以避免其受傷。在受試者沒有任何問題之後，開始根據計時器的時間進行持住作



圖1 實驗作業示例

業，持住時雙腳與肩同寬，以雙手手心朝上的姿勢持住木箱，每位受試者在給定的實驗組合下調整箱內重量，箱子內之重量在開始時不是較重就是較輕，先由受試者調整重量。當受試者決定重量後，即在主試者的協助下進行持住作業，在給定的時間裡受試者需盡可能感覺承受重量是否過輕或過重，若有過輕，可在休息時間內進行調整。若在模擬持住作業期間，覺得承受過重而無法繼續持住時可依受試者意願提前放下進行調整再重新進行此次的模擬。兩次持住作業之間皆需休息5分鐘。每位受試者均需進行三次的持住作業模擬（約24分）之後再進行最後一次的持住作業，並追蹤心搏率。在進行最後一次持住作業模擬時。受試者需完整持住木箱且在實驗時間內不可放下，否則該次實驗即算失敗需重新進行。實驗完成後紀錄心搏率及最大持住重量；並由受試者在Brog-RPE 6~20點的量表上反應出身體各部位的施力情況[17]。此外，每一位受試者在一天內只進行一次實驗組合以避免疲勞可能帶來的效應。

#### 4. 資料分析方法

資料收集後分別以最大可接受持住重量(MAWH)、心搏率(HR)以及主觀施力知覺評量(RPE)為依變項進行變異數分析，以了解各變項及其交互作用是否顯著，具有顯著之自變項，則再進行Duncan多重比較檢定以了解各水準之間是否顯著差異。

### 結果

#### 1. 最大可承受持住重量

受試者在不同的作業高度與作業時間組合下所決定的最大可承受的持住重量(MAWH)之平均數和標準差如表2所示。經由變異數

分析(ANOVA)發現，作業高度與持住時間對於受試者所決定的最大可承受持住重量具有顯著的效應( $p < 0.01$ )，而作業高度與持住時間兩者之間並無交互作用。更進一步以Duncan多重檢定亦證實，在作業高度方面以最大過頭手及的MAWH(7.21kg)顯著大於過頭手及(6.41kg)與頭頂高(6.07kg)，而過頭手及與頭頂高並無顯著差異。在持住時間方面以30秒的MAWH(8.99kg)最大，其次為1分鐘的MAWH(7.10kg)、2分鐘(5.55kg)和3分鐘(4.61kg)，且四者之間均有顯著差異，如表3所示。

表2 受試者所決定之最大可承受持住重量彙整表(kg)

時間	頭頂高		過頭手及		最大過頭手及	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
30秒	8.43	1.84	8.70	1.82	9.86	1.86
1分鐘	6.59	1.38	6.93	1.09	7.30	1.16
2分鐘	5.08	0.84	5.48	0.87	6.08	0.93
3分鐘	4.18	0.83	4.53	0.96	5.13	0.85

表3 以MAWH為依變項的Duncan多重檢定

變項	水準	平均值	集群	顯著水準
作業高度	最大過頭手及	7.21	A	$\alpha = 0.05$
	過頭手及	6.41	B	
	頭頂高	6.07	B	
持住時間	30秒	8.99	A	
	1分鐘	7.10	B	
	2分鐘	5.55	C	
	3分鐘	4.61	D	

單位：kg

#### 2. 生理反應之分析

受試者於進行各項實驗之整體平均心搏率為89.97 beats/min，標準差為8.67 beats/min，各實驗組合之平均心搏率資料彙整如表4所示，進一步心搏率為依變項之變異數分析結果，證實作業高度與持住時間對於心搏率無顯著的效



應。

表4 受試者於行持住作業之心博率平均數和標準差彙整表(beats/min)

	頭頂高		過頭手及		最大過頭手及	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
30秒	92.33	9.55	91.07	6.57	90.00	9.08
1分鐘	91.00	12.97	86.27	8.08	89.93	6.52
2分鐘	89.53	6.05	90.87	11.08	86.33	8.45
3分鐘	93.60	8.18	90.80	7.85	87.93	7.19

### 3. 主觀知覺施力評量之分析

本研究受試者進行各項實驗後的主觀施力知覺評量(RPE)經彙整後進行ANOVA分析，除了作業高度與持住時間外，再加上身體部位以檢定這三個自變項對於RPE是否有顯著效應，結果發現作業高度對於RPE並無顯著效應，而持住時間和身體部位對於RPE則具有顯著的效應( $p < 0.01$ )，至於作業高度、持住時間與身體各部位三者並無交互作用，如圖2和圖3所示。更進一步以Duncan多重檢定發現，在作業高度方面以最大過頭手及的RPE最大(13.30)，過頭手及的RPE則和頭頂高一樣(13.08)，三者間無顯著差異。在持住時間方面以3分鐘的RPE最大(13.72)，顯著大於30秒(12.97)、1分鐘(12.96)和2分鐘(12.95)，而30秒、1分鐘和2分鐘三者之間無顯著差異。受試者身體各部位以手臂的RPE(14.63)為最高，其餘依序為手腕(13.91)、手指(13.84)、肩膀(13.58)、背部(12.46)、全身(12.09)與腿部(11.55)，並分成四群分別為手臂，手腕與手指和肩膀，背部與全身，腿部，如表5示。由此可知持住作業為一粗重的MMH作業，手臂在進行作業時會達到「用力」的程度(RPE為14.63)，手腕、手指和肩膀達到「有點用力」到「用力」的施力知覺。

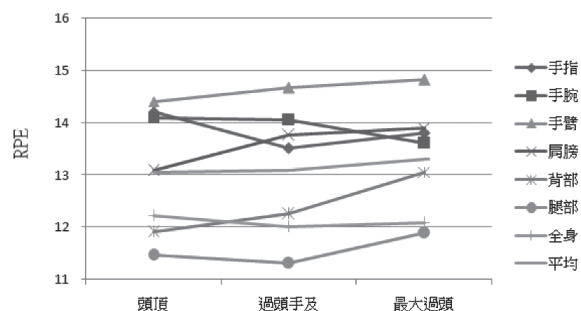


圖2 作業高度對於各部位RPE之效應

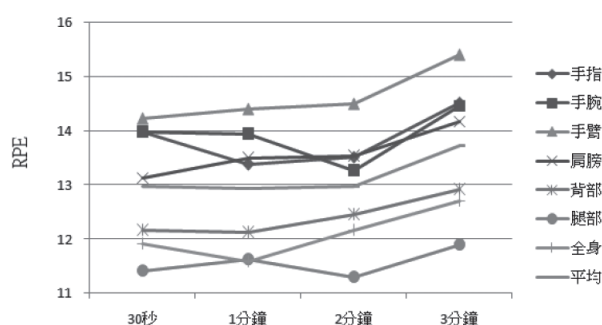


圖3 持住時間對於各部位RPE之效應

此外，再分別以此七個部位之RPE為依變項分別進行變異數分析，並彙整如表6所示。作業高度對於肩膀和背部的RPE具有顯著的效應( $p < 0.05$ )。其原因可能是在最大過頭手及的作業高度時，肩膀和背部施力明顯比其他部分高，而隨著作業高度變為頭頂高時，肩膀和背部的施力也會降低，由此可知作業高度變為頭頂高時，對於受試者的肩膀和背部的負荷越輕，也減少受試者的酸痛。

持住時間對於手腕、手臂和全身部位的RPE具有顯著的效應( $p < 0.05$ )。其原因可能是以雙手進行持住作業，隨著持住時間的增長，手腕、手臂等小肌肉群的負荷相對其它較大的肌肉群明顯加重許多，因此直接影響到受試者這些部位的感覺而導致有差異產生。

表5 以RPE為依變項的Duncan多重檢定

變項	水準	平均值	集群	顯著水準
作業高度	最大過頭手及	13.30	A	$\alpha=0.05$
	過頭手及	13.08	A	
	頭頂高	13.08	A	
持住時間	3分鐘	13.72	A	
	30秒	12.97	B	
	1分鐘	12.96	B	
	2分鐘	12.95	B	
身體部位	手臂	14.85	A	
	手腕	13.91	B	
	手指	13.84	B	
	肩膀	13.58	B	
	背部	12.46	C	
	全身	12.09	C	
	腿部	11.55	D	

\*\* $p<0.01$ , \* $p<0.05$ ,  $\alpha=0.05$

表6 RPE顯著性彙整表

身體部位 變異來源	RPE 手指	RPE 手腕	RPE 手臂	RPE 肩膀	RPE 背部	RPE 腿部	RPE 全身
受試者	**	**	**	**	**	**	**
作業高度(H)				*	*		
持住時間(T)		*	*				*
H*T							

\*\* $p<0.01$ , \* $p<0.05$ ,  $\alpha=0.05$

## 討論

### 1. 作業高度的效應

本研究的主要目的之一為探討作業高度對於持住作業的MAWH、心搏率與RPE之效應，經由上述的變異數分析證實作業高度對於受試者的MAWH具有非常顯著的效應( $p<0.01$ )，對於心搏率與RPE則無顯著效應。

在最大可承受持住重量方面，由圖4可以看出在四種持住時間下都是最大過頭手及之MAWH大於過頭手及，過頭手及大於頭頂高。其原因可能是不同的作業高度會涉及到受試者身上不同的肌肉群，所以對於受試者所決定的

MAWH會產生不同的效應，推測MAWH會隨著作業高度下降而降低的原因是由於作業高度越低，需要使用的肌肉群越少所致，一般來說以最大過頭手及的持住作業來舉例，因其涉及的肌肉群除了上肢外，包括手指、手腕、前臂、上臂等各部位，亦使用到了肩部、上背部與腰部的肌肉，所以其持住的重量最大。而過頭手及的持住作業只使用了上肢與肩膀的肌肉群，所以其持住的重量次之。當作業高度變為頭頂高時，因為僅使用到前臂、手腕與手指的肌肉群，顯然其持住的重量最低。

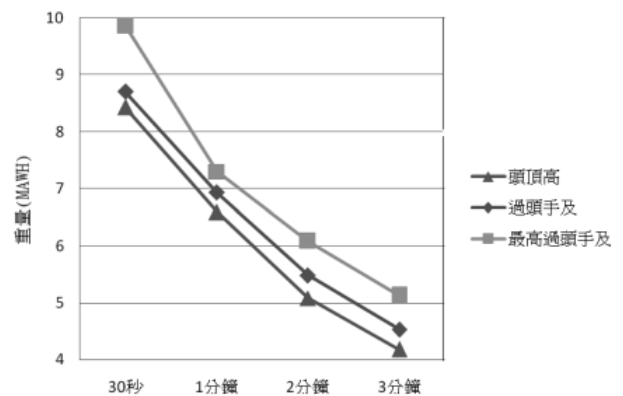


圖4 在不同實驗組合下受試者之最大可承受持住重量

在平均心搏率方面，作業高度對於心搏率並無顯著效應，受試者的平均心搏率在頭頂高、過頭手及和最大過頭手及分別為91.62、89.75和88.55跳/分，顯示由心物法決定之MAWH是一相當有效的衡量指標，所以其生理成本無顯著差異。

在整體平均的RPE方面，作業高度對於RPE亦無顯著效應。如圖5所示。由圖中可以看出受試者之RPE會隨著作業高度降低而稍微減少的原因可能與MAWH會隨著作業高度降低而下降有關，但三者間的差異並不顯著。

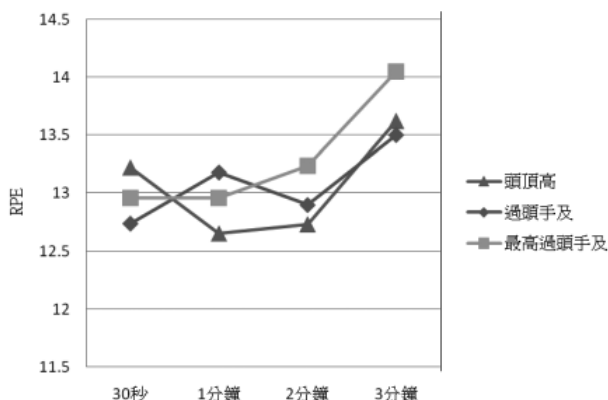


圖5 在不同實驗組合下受試者之RPE值

## 2. 持住時間的效應

本研究的另一目的為探討持住時間對於持住作業的MAWH、心搏率與RPE之效應，經由上述的變異數分析證實持住時間對於受試者的MAWH和RPE均有非常顯著的效應( $p < 0.01$ )，對於平均心搏率則無顯著效應。

在最大可承受持住重量方面，由圖2可以看出三種作業高度均以30秒之MAWH大於1分鐘，1分鐘大於2分鐘，2分鐘又大於3分鐘。此外，為了瞭解在各種作業高度下不同持住時間MAWH之下降百分比趨勢，將各種作業高度下30秒之MAWH設為100%，藉此觀察不同持住時間之下降百分比，如表7所示。由表7可看出在最大過頭手及方面，1分鐘比30秒下降約25.96%，2分鐘比30秒下降38.34約%，3分鐘比30秒下降約47.97%。在過頭手及方面，1分鐘比30秒下降約20.34%，2分鐘比30秒下降約37.01%，3分鐘比30秒下降約47.93%。

在頭頂高方面，1分鐘比30秒下降約21.83%，2分鐘比30秒下降約39.74%，3分鐘比30秒下降約50.41%左右。

推測MAWH會隨著持住時間改變而下降的原因是由於30秒的持住時間，受試者可以承受

較大的持住重量，一旦持住時間增加，受試者可承受的持住重量也會明顯下降。

在平均心搏率方面，持住時間對於心搏率無顯著效應，受試者在四種持住時間下的平均心搏率分別為91.13、88.07、88.91和90.78跳/分，亦顯示由心物法所決定之MAWH對於生理成本是有一致衡量效標。

在整體平均的RPE方面，持住時間對於RPE具有顯著的效應，最大過頭手及的3分鐘大於2分鐘，30秒和1分鐘則一樣。過頭手及的RPE在3分鐘大於1分鐘，其次為2分鐘和30秒。頭頂高的RPE在3分鐘大於30秒，其次為2分鐘和1分鐘，如圖3所示。推測受試者之RPE會隨著持住時間下降而減少的原因是3分鐘的持住時間較長，增加受試者各部位的施力，因此RPE相對較高，此結果與Lin等人(2010)的研究結果一致。持住時間愈長其全身不適、肩膀不適以及上臂不適的評量較大。

表7 在各種作業高度下不同持住時間之MAWH相對百分比

作業高度	持住時間	MAWH	相對百分比
最大過頭手及	30秒	9.86	100.00%
	1分	7.30	74.04%
	2分	6.08	61.66%
	3分	5.13	52.03%
過頭手及	30秒	8.70	100.00%
	1分	6.93	79.66%
	2分	5.48	62.99%
	3分	4.53	52.07%
頭頂高	30秒	8.43	100.00%
	1分	6.59	78.17%
	2分	5.08	60.26%
	3分	4.18	49.59%

## 結論與建議

本研究共徵募15位男性受試者，以心物法

分別收集不同作業高度與持住時間下，受試者所決定最大可承受持住重量(MAWH)、心搏率(HR)與主觀知覺施力評量(RPE)並得到如下的結論與建議：

## 1. 結論

本研究證實作業高度與持住時間對於受試者可承受之最大持住重量的決定上具有非常顯著的效應，且兩者間無交互作用。在作業高度方面以最大過頭手及顯著大於過頭手及，和頭頂高，而過頭手及和頭頂高兩者則無顯著差異。在持住時間方面則以30秒顯著大於1分鐘、1分鐘顯著大於2分鐘，2分鐘顯著大於3分鐘且四者之間具有顯著差異。

本研究發現作業高度和持住時間對於平均心搏率均無顯著的效應，兩者間無交互作用。

本研究顯示作業高度對於受試者之RPE沒有顯著效應，持住時間對於受試者之RPE則有非常顯著的效應，以3分鐘的RPE顯著大於30秒、1分鐘和2分鐘，且30秒、1分鐘和2分鐘三者之間無顯著差異。全身七個部位以手臂的負荷最大，其餘依次為手腕、手指、肩膀、背部、全身，以腿部為最小。

持住作業對於全身各部位造成的影響中，作業高度對於肩膀與背部有顯著的效應；而持住時間對於手腕、手臂和全身且有顯著的效應。

## 2. 建議

表8為根據本研究結果所編製的男性頭上最大可承受持住重量百分位數表，可做為持住作業設計之參考。

表8 本研究所建議之持住重量百分位數表(kg)

作業高度	持住時間	第5百分位數	第50百分位數	第95百分位數
頭頂高	30秒	6.00	8.00	13.50
頭頂高	1分	4.25	7.50	9.50
頭頂高	2分	3.50	5.25	6.25
頭頂高	3分	2.70	4.50	5.00
過頭手及	30秒	5.50	8.25	13.00
過頭手及	1分	5.00	7.25	8.50
過頭手及	2分	4.00	5.50	7.00
過頭手及	3分	2.50	4.25	6.75
最大過頭手及	30秒	7.50	10.50	14.50
最大過頭手及	1分	5.75	7.75	9.50
最大過頭手及	2分	5.25	6.50	7.50
最大過頭手及	3分	3.50	4.75	6.25

由於本研究所獲得之最大可承受持住重量資料其樣本均為大學生，無實務工作經驗，所以若欲使用本研究之資料必須加以修正。

整體而言，本研究之結果建議在從事頭頂作業時，儘量減少持住作業之時間，且最好以最大過頭手及的高度施力，以減少手臂的負荷。

## 致謝

本研究感謝行政院國家科學委員會（計畫編號100-2221-E-211 -008 -MY3）經費支援，以及研究生陳弘資料分析與文書編輯上的協助，最後特別感謝所有受試者的幫忙。

## 參考文獻

- [1] 吳水丕、李永輝、許勝雄：人工物料抬舉研究方法之探討與比較。技術學刊1993；8：179-92。
- [2] Snook SH. The design of manual handling tasks. Ergonomics 1978; 21: 963-85.
- [3] NIOSH. Woryk practices guide for manual load lifting. National Institute for Occupational Safety and Health. Cincinnati, OH, USA. 1981.



- [4] Waters TR, Putz-Anderson A, Garg A. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 1993; 36: 749-76.
- [5] Snook SH, Ciriello VM. The design of manual handling tasks: Revised tables of maximum acceptable weight and forces. *Ergonomics* 1991; 34: 1197-213
- [6] 吳水丕、許汶江、陳彥融、何佳雯：台灣地區持住作業之人因調查研究。工業安全衛生月刊2011；40-9。
- [7] Wu SP, Ho CP, Chi HC. Ergonomic study of a vertical rope-pulling task from a scaffolding. *Ergonomics* 2008; 51: 345-54.
- [8] Sakakibara H, Miyao M, Kondo TA, Yamada SY. Overhead work and shoulder-neck pain in orchard farmers harvesting pears and apples: *Ergonomics* 1995; 38: 700-6.
- [9] Lee HY, Yeh WY, Chen CW, Wang JD. Prevalence and psychosocial risk factors of upper extremity musculoskeletal pain in industries of Taiwan: a nationwide study. *Journal of Occupational Health* 2005; 47: 311-8.
- [10] Lin CL, Wang MJ, Drury CG, Chen YS. Evaluation of perceived discomfort in repetitive arm reaching and holding tasks. *International Journal of Ergonomic* 2010; 40: 90-6.
- [11] Keyserling WM, Brouwer M, Silverstein BA. A checklis for evaluating ergonomic risk factors resulting form awkward postures od the legs, trunk and neck. *I International Journal of Ergonomic* 1992; 283-301.
- [12] Ayoub MM, Smith JL, Selan JL, Chen HC, Lee YH, Kim HK et al. Manual Material Handling in Unusual Posture, Technical Report, Department of Industrial Engineering, Texas University, Lubbock, Texas; 1987.
- [13] Louhevaara V, Long A, Owen P, Aickin C, McPhee B. Local Muscle and Circulatory Strain in Load Lifting, Carrying and Holding Tasks. *International Journal of Industrial Ergonomics* 1990; 6: 151-62.
- [14] Dul J, Douwes M, Miedema M. A guideline for the prevention of discomfort in static postures. In: *Advances in Industrial Ergonomics and Safety*, R. Nielsen and K. Jorgensen(eds). Taylor and Francis: London; 1993.
- [15] 吳水丕、許汶江：國人男性在垂直面上最大可承受持住能力。第四屆管理知識與技術提升學術與實務研討會2010；113-26。
- [16] Wu SP, Chung HC. The effect of operating height and holding mode on holding capacity for female subjects *Journal of Industrial and Production. Engineering* 2013; 30: 248-55.
- [17] Borg G. *Physical Performance and Perceived Exertion*, Lund, Glerups, 1-140. 1962.

Research Articles

# Ergonomic Study of Overhead Holding Capacity for Chinese Males

Spwu-Pi Wu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of industrial Engineering and Management Infotmation,  
Huafan University

## Abstract

This study investigate the effect of holding time and working height on maximum acceptable holding capacity in overhead work. Fifteen males participated in the experiment. The psychophysical approach was used to examine the effects of different working heights (overhead , overhead reach and maximum reach height) and different holding times (30s, 1, 2and 3 minutes) on the maximum acceptable weight of holding (MAWH), heart rate (HR) and rating of perceived exertion (RPE). Participants simulated overhead work to hold a box vertical against ceiling. The results indicate that the working height and holding time have a significant influence on MAWH. However, the heart rate is not significantly influenced by the working height and working time. The overall RPE values are significantly influenced by the holding time. The most stresses body parts are the arms. The MAWH of the maximum reach height is significantly larger than that for the overhead reach and the overhead, and that the MAWH for the overhead reach and the overhead is not significantly different. In general, these findings indicate that the holding task of overhead should be performed by maximum reach height with shorter holding times.

**Keywords:** Manual material handling, Psychophysics, Maximum acceptable weight of holding, Overhead task.

---

Accepted 22 April, 2014

Correspondence to: Spwu-Pi Wu, Department of industrial Engineering and Management Infotmation, Huafan University,  
E-mail: spwu@cc.hfu.edu.tw