109年度研究計畫　ILOSH109-H305

應用生物力學試驗調查勞工下背累積負荷之情形

The Workload and Biomechanical Evaluation of Lower Back for Worksrs

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR

ILOSH109-H305

應用生物力學試驗調查
勞工下背累積負荷之情形

The Workload and Biomechanical Evaluation of Lower Back for Worksrs

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

ILOSH109- H305

應用生物力學試驗調查
勞工下背累積負荷之情形

The Workload and Biomechanical Evaluation of Lower Back for Worksrs

研究主持人：陳信宏、邱敏綺
計畫主辦單位：勞動部勞動及職業安全衛生研究所
研究期間：中華民國 **109** 年 **06** 月 **19** 日至 **109** 年 **12** 月 **11** 日

本研究公開與各單位參考
惟不代表勞動部政策立場

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
中華民國 **110** 年 **6** 月

摘　要

人工物料搬運作業常見於物流倉儲、貨運與郵務等人員，依據搬運貨物特性與任務內容需求來移動各式貨物，由於各類貨物屬性差異大、運送過程講求速率與時效，加上搬運作業環境複雜度及空間限制，重複性進行抬舉、搬運、推、拉等工作姿勢，容易產生肌肉骨骼傷害的健康危害。本研究透過現場訪視與擬訂問卷參考問卷結果設計實驗，並使用生物力學分析軟體，模擬物流配送員常見工作情境，評估物流業配送員腰椎(L5/S1)受力情況，提出健康管理措施與參考建議。

問卷統計結果，物流業配送員主要工作項目為出貨與配送作業，最常使用工作姿勢分別為彎腰、蹲下與扭轉身體，每日工作中休息次數為 2 至 3 次；每次約 20 至 30 分鐘之間，配送作業每日至少 5 小時以上；每次每車裝載 200 至 300 件貨品，每件寄送物品以 10 至 20 公斤為主，主要肌肉骨骼不適部位以中下背部最高(38%)，其次為肩膀不舒適比例為 20%，部分為頸部與手腕不適，另物流物品特性區分冷鏈物流業出貨與配送過程，以使用台車推拉及疊貨作業為主，肩膀(37.5%)與中下背部(37.5%)最為疼痛與不舒適。一般宅配與大型宅配業，需要較密集的手部持物與搬運作業，在手腕(16.7%)、前手臂(14.3%)與中下背部(37.5%至 41.7%)為最疼痛與不適部位。

本研究以 3D SSPP 生物力學系統評估結果，物流業配送人員單次搬運姿勢下背部脊椎第 L5 至 S1 間受力值(單位牛頓)，出貨搬運作業平均下背部受力為 3,145 牛頓；車廂內疊貨作業時平均下背部受力為 3,532 牛頓，配送作業搬運時平均下背部受力為 3,847 牛頓。另外，物流業配送人員單次出貨作業姿勢，常見姿勢與直背搬運下背平均受力分別為 3,145 牛頓及 2,239 牛頓，顯示，常見(曲背)姿勢較直背搬運受力增加 28.81%。

在良好搬運姿勢避免過度彎腰時，搬運重量介於 10 公斤至 20 公斤之間，物流業配送員單次搬運重量不會超過建議值 3400 牛頓；不佳工作姿勢或過多彎腰姿勢下，單次下背受力很容易超過建議值，配送作業為長時間低頻率或短時間高頻率之搬運作業，偶而會在 100 公分高度下出現極度彎腰工作，造成單次搬運下背受力超過建議值 3400 牛頓。建議物流業教育訓練可宣導正確的搬運姿勢，改善工作環境或提供相關腰部護具，配合良好使用教育訓練，確實穿戴護具避免搬運出現過度彎腰等不良姿勢。

關鍵詞：人工物料搬運、下背部、生物力學、物流配送員

Abstract

To evaluate the musculoskeletal injuries status of the logistics operators, the questionnaire, screening survey, and biomechanical analysis were used to investigate the possible causes of musculoskeletal discomfort in this logistics industry. The questionnaire was used to collect data of logistics operators'handling products behaviors, personality, workload, and job characteristics. The biomechanical analysis and biomechanical modeling both methods were applied to analysis the musculoskeletal hazards and high-risk parts of musculoskeletal injuries for the study object in three different handling operations. According to the above experiment, the external loads acting on lumbar (L5/S1) were calculated and internal force acting on lumbar (L5/S1) was examined. To provide effective assessment and musculoskeletal y-related system health promotion program, reference of the identification of occupational HIVD was used for identifying the ergonomic exposure factors in the most common musculoskeletal disorders defined from above results.

The questionnaire results revealed that the main working item is products handling and forecasting, the common working postures are bending, squatting and twisting the body.

The rest condition was that the subject had about 20 mins-30 mins after every 2.5 hours forecasting tasks in one-day schedule. As to the basic factors for logistics operators: (1) the minimum working hours is 5 hours generally, (2) the average product weight is about 10 kg - 20 kg, and (3) the average quantity of good is about 200-300 pics in a logistics distribution vehicle. It is found that the subjective discomfort with the highest prevalence rate of back and upper extremity (38%), followed by the shoulder (20%), and neck. For cold chain logistics system, the results shown that the subjective discomfort with the highest prevalence rate is shoulder (37.5%), and the subjective pain with the highest prevalence rate is back and upper extremity (37.5%), due to the stacking operation is the main working condition. For home delivery, the results shown that the subjective discomfort with the highest prevalence rate is wrist (16.7%) and fore arm (14.3%), and the subjective pain with the highest prevalence rate is back and upper extremity (37.5%-41.7%), due to the repetitive handling and carrying heavy objects.

The results of biomechanical analysis shown that it has significant influence on lumbar vertebral load, of which suitable value appears at 10 kg -20kg. In addition, the pressure on lumbar is close to or exceeds safety range (≥ 3400N) with poor working posture. For cargo

handling capacity, results indicated that when the handling height was ≤100 cm, the pressure within lumbar (L5/S1) would exceed 3,400N. Our study suggested that regular labor education/training, the adjustment of the amount of workload, and constant use of protective equipment/supportive equipment would reduce occupational work-related musculoskeletal hazards.

Keywords: Manual material handling; Lower back; Biomechanics; Logistic and delivery personnel

目　次

摘　要 i
Abstract ii
目次 iv
圖目次 v
表目次 vi
第一章 計畫概述 1
　第一節 前言 1
　第二節 研究目的 3
第二章 文獻探討 4
　第一節 各國人工搬運規範介紹及比較 4
　第二節 肌肉骨骼傷病危害風險評估工具 18
　第三節 下背 L5~S1 肌肉骨骼分析方法 26
　第四節 國內外物流業肌肉骨骼傷病及評估 35
第三章 研究方法 38
　第一節 物流配送人員工作內容與肌肉骨骼健康調查 40
　第二節 物流配送人員工作特性分析 41
　第三節 物流配送員下背受力模式分析 44
第四章 結果與討論 46
　第一節 物流配送員工作特性分析 46
　第二節 物流業配送員下背受力分析 59
第五章 結論與建議 80
　第一節 結論 80
　第二節 建議 81
後　記 83
參考文獻 84
附錄一　物流配送人員工作內容與肌肉骨骼健康調查 88
附錄二　人體試驗計畫同意書 96

圖目次

圖 1　英國職業安全衛生署搬運規範.....5
圖 2　ISO 11228-1 考量作業變異性.....7
圖 3　ISO 11228-1 不對稱搬運.....8
圖 4　ISO 11228-1 抬舉與搬運風險評估流程.....9
圖 5　ISO 11228-1 搬運重量與頻率建議.....10
圖 6　丹麥抬舉狀態與警示分類[16].....16
圖 7　EAWS（2013）風險評估系統各評估表.....25
圖 8　EAWS 風險等級分類.....26
圖 9　工作姿勢模擬.....31
圖 10　分析下背部與關節受力.....31
圖 11　計畫執行內容與架構.....39
圖 12　物流業配送員肌肉骨骼最疼痛部位.....53
圖 13　物流業配送員每日工昨時間規劃.....59
圖 14　關節點之標示點示意.....62
圖 15　關節角度定義.....62
圖 16　起始搬運姿勢(左)與結束搬運(右)姿勢示意.....63
圖 17　關節角度擷取與下背最大受力估算流程.....66
圖 18　車廂內疊貨(上)與配送(下)作業搬運姿勢.....68
圖 19　物流類型、工作情境與單次下背受力.....69
圖 20　整理物流類型與下背負荷暴露量.....72

表目次

表 1　ISO 11228-1 非重複性搬運建議重量限制 10
表 2　歐盟 EN 1005-2 人工物料搬運重量建議 12
表 3　各國人工搬運最大負重建議值 17
表 4　人工物料搬運對肌肉骨骼傷病危害風險評估工具比較 19
表 5　KIM LHC 時間評點級數 22
表 6　KIM LHC 荷重評點級數 22
表 7　KIM LHC 姿勢評級 23
表 8　KIM LHC 工作狀況評點級數 23
表 9　KIM 人工物料處理檢核表之風險等級 24
表 10　握持乘數 28
表 11　頻率乘數數值 29
表 12　下背痛疾病負重暴露 (Berufskrankheit Nr. 2108) 32
表 13　與性別相關的年齡相關最大腰椎負荷風險參考值 33
表 14　物流業配送員基本資料 46
表 15　三種物流類型工作時間 47
表 16　物流業配送員每日工作項目與工作時數(時) 48
表 17　物流業配送員工作項目與搬運件數(件) 49
表 18　工作類別與搬運重量(公斤) 50
表 19　物流業配送員工作項目與常見工作姿勢 52
表 20　目前最疼痛部位與比例 53
表 21　近六個月各部位疼痛症狀 54
表 22　近六個月各部位不適就醫處理方式 56
表 23　物流業配送員工作特性整理與比較 58
表 24　觀察記錄物流業配送員基本工作資料 60
表 25　物流業配送員工作內容與環境資料 61
表 26　四種工作情境下工作姿勢與角度範圍 64
表 27　物流業配送員搬運作業腰椎與下背部受力結果 67

表 28　搬運情境與下背負荷暴露量分析.....71
表 29　物流類型與單次搬運下背受力.....73
表 30　每日連續搬運 2 小時下背受力累積量.....74
表 31　每日連續搬運 1 小時下背受力累積量.....75
表 32　與相關下背部肌肉骨骼傷害認定參考指引比較.....76

第一章 計畫概述

第一節　前言

人工物料搬運作業是工作場所常見的工作項目之一，常見於物流倉儲、貨運與郵務等人員，依據搬運貨物特性與任務內容需求來移動各式貨物，由於各類貨物屬性差異大、運送過程講求速率與時效，加上搬運作業環境複雜度及空間限制，重複性進行抬舉、搬運、推、拉等工作姿勢，容易產生肌肉骨骼傷害的健康危害。

在台灣約有 40-60%勞工因為職業肌肉骨骼傷病而受到影響，尤其是頸部、肩膀、下背和上肢傷害比例最高，這些傷病的發生會造成勞工工作能力下降或失能，甚至需要請假休息，增加雇主與國家社會的醫療負擔[1]。勞動部職安署統計 107 年全國職業傷病診治網絡職業疾病通報件數(含防治中心及網絡醫院)約 2,158 件，其中比率最高者為職業性肌肉骨骼疾病占 37.7%，其次為職業性聽力損失佔 28.2%，再者為職業性皮膚疾病佔 15.2%[2]。倉儲物流之配送作業講求快速有效率送達，因此在進、出貨時間壓力下，物流配送員常有高重複性搬運動作及不當身體姿勢發生，造成肩、頸、手腕、下背痛、背部肌肉拉傷等累積性肌肉骨骼傷害，宅配業工作型態因作業空間的多變與時效性的考量，配送員常常無法採用正確的搬運姿勢或使用輔助工具設備來減輕搬運作業的負擔，長期累積下來，容易引起肌肉骨骼的傷害。過去許多研究亦指出工作中常見潛在危險因子與下背痛之間存在著強烈的相關性，這些因素包括[3]：

一、長期及重複動作。

二、過度使力。

三、不正確工作姿勢或固定姿勢過久。

四、不當工具或設備的使用。

五、振動或異常溫度。

六、社會心理壓力。

七、工作滿足度低。

有鑑於歷年來與職業相關之肌肉骨骼疾病(work related musculoskeletal diseases, WMSDs)仍為我國目前最常見之職業疾病，各國學者專家多將「肌肉骨骼疾病預防」議題納入職業安全領域研究及發展重點之一，因此我國職業安全衛生法於 2013 年 7 月公

布，且於同年 11 月 25 日公告之勞工安全衛生法施行細則第九條，說明「雇主對重複性作業等促發肌肉骨骼疾病之工作環境需採取預防措施，而預防措施包含分析作業內容、確認人因性危害因子等，而瞭解肌肉骨骼疾病勞工之人因性危害因子可以協助擬定合宜的政策和預防措施」。職業安全衛生設施規則第 155 條之規定：「雇主對於物料之搬運，應儘量利用機械以代替人力，凡四十公斤以上物品，以人力車輛或工具搬運為原則，五百公斤以上物品，以機動車輛或其他機械搬運為宜；運輸路線，應妥善規劃，並作標示。」。另依職業安全衛生設施規則第 153 條之規定：「雇主對於堆置物料，為防止倒塌、崩塌或掉落，應採取繩索捆綁、護網、擋樁、限制高度或變更堆積等必要措施，並規定禁止與作業無關人員進入該等場所」。儘管法令規定詳細，然而物料搬運職災案例也層出不窮，因搬運重物而導致腰部挫傷、扭傷等傷害職災案例也時有所聞。於勞工保險職業病種類表時，在第 3 類物理性危害引起之疾病及其續發症中將「長期工作壓迫引起的椎間盤突出」加以納入為正式、法定、表列的職業病之一 。

物流配送員工作內容為重複性人工物料搬運(manual material handling) 與長時間車輛駕駛(vehicle driving)雙重任務，因工作作業型態涉及多次貨物運送與頻繁貨物搬運作業而容易造成下背部肌肉骨骼不適。然而，對於物流業配送人員在長時間工作下背部腰椎受力情形與相關生物力學分析資料卻仍有不足，因此，本研究透過文獻資料整理，依據物流配送人員工作特性擬訂「物流配送人員工作內容與肌肉骨骼健康調查」問卷，透過現場訪視工作姿勢紀錄與肌肉骨骼健康調查問卷調查，深入瞭解物流配送人員工作內容、特性、工作負荷與下背部肌肉骨骼不適情況。經由實驗設計與規劃，使用模擬工作姿勢軟體或生物力學分析軟體，模擬物流配送員數種常見工作情境、搬運負重作業等工作特性，評估物流業配送員腰椎(L5/S1)受力情況，量化腰椎肌肉骨骼負荷，並與現有的「職業性腰椎椎間盤突出認定參考指引」進行比較，對於物流業配送員搬運作業提出具體健康管理措施與參考建議。

第二節　研究目的

本計畫研究目的如下：

一、透過文獻收集，瞭解國內外物流業肌肉骨骼傷病的評估方法、彙整各國人工搬運規範介紹及整理肌肉骨骼傷病危害風險評估工具，作為後續物流配送人員下背部(L5/S1)肌肉骨骼分析方法之重要依據與參考。

二、透過文獻資料整理，依據物流配送人員工作特性擬訂「物流配送人員工作內容與肌肉骨骼健康調查」問卷，透過現場訪視與下背部肌肉骨骼不適問卷調查，深入瞭解物流配送人員工作內容、特性、工作負荷與下背部肌肉骨骼不適情況。

三、經由實驗設計與規劃，使用模擬工作姿勢軟體或生物力學分析軟體，模擬物流配送員數種常見工作情境、搬運負重作業等工作特性，評估物流業配送員腰椎(L5/S1)受力情況，量化腰椎肌肉骨骼負荷。

四、綜合彙整文獻、規範、作業現況調查與模擬生物力學下背部肌肉骨骼負荷實驗結果，與現有的「職業性腰椎椎間盤突出認定參考指引」進行比較，對於物流業配送員搬運作業提出具體健康管理措施與參考建議。

第二章 文獻探討

第一節 各國人工搬運規範介紹及比較

人工搬運方式是指在沒有藉助外力的情況下，利用身體力量徒手進行搬運的行為，稱之為「人工物料搬運(manual materials handling, MMH)」，常見的搬運形態包括：抬舉(lifting)、卸下(lowering)、推(pushing)、拉(pulling)、提攜/搬運(carrying)或是用手及身體移動過重物品，或是利用一些非動力輔助搬運的工具，如手推車、托板車與托板起重車，這些作業項目容易造成的工作者下背疼痛與肌肉骨骼疾病的發生 [3]。人工搬運作業中，抬舉(lifting)動作是造成職業性下背痛(occupational low back pain)及肌肉骨骼系統傷害的重要因素，而下背肌肉骨骼的病變對從業人員的職業安全與衛生是重大的威脅，往往造成許多的醫療資源的消耗與社會成本的提高，職業性下背傷害的問題，不僅使勞工們身體健康及工作能力受損，同時也造成產業產能及效率的下降。

依據美國勞工統計局(Bureau of Labor Statistics) 2015 年資料顯示，職業性肌肉骨骼傷病造成的損失工作天案件數，占總職業傷病案件數的 31% [4]。依 2013 年歐洲肌肉骨骼狀況監控及訊息網(the european musculoskeletal conditions surveillance and information network)報告指出，歐盟 12 個會員國的肌肉骨骼傷病佔所有職業傷病案件數的 38%，其會員國一年中因肌肉骨骼傷病造成的休假天數 (leave absence)均大於 10 天(範圍為 10~88 天)[5]。英國職業安全衛生署(Health and Safety Executive, HSE)亦指出，2011 年肌肉骨骼傷病案件數佔所有職業傷病案件數的 40.9% [6]。勞動部職安署統計 107 年全國職業傷病診治網絡職業疾病通報件數(含防治中心及網絡醫院)計 2,158 件，比率最高者為職業性肌肉骨骼疾病占 37.7%，其次為職業性聽力損失佔 28.2%，再者為職業性皮膚疾病佔 15.2%[7]。造成肌肉骨骼傷病之主要作業活動包括人工物料搬運、不正確的工作姿勢、慢性疲勞與電腦鍵盤作業等，有鑑於肌肉骨骼傷病對造成個人健康損害、醫療資源與社會國家資源影響，過去將近 40 年間，各國對人工物料搬運議題都持續投入相當多的研究與努力，也透過實證型研究來做為相關法規與規範的制定與參考。

常見相關人工物料抬舉規範例如：世界勞工組織的抬舉與搬運標準(ISO 11228-1)、推拉作業標準(ISO 11228-2)、姿勢標準 (ISO 11226 Postures)、上肢作業(ISO 11228-3)、

歐盟抬舉標準(EN 1005-2) 、施力標準(EN 1005-3 Force)、姿勢標準(EN 1005-4)等等。在訂定指引部分，如：美國勞工安全衛生研究所(NIOSH)的物料抬舉限值(1994 NIOSH recommended weight-lift limit)、華盛頓州人因工程指引(washington state ergonomics guidelines)，在工作現場人工物料搬運規範，英國職業安全衛生署(health and safety executive, HSE)，依照性別、搬運姿勢建議男性搬運重量為 5~25 公斤；女性為 3~16 公斤 (如下圖 1 所示) [8]。

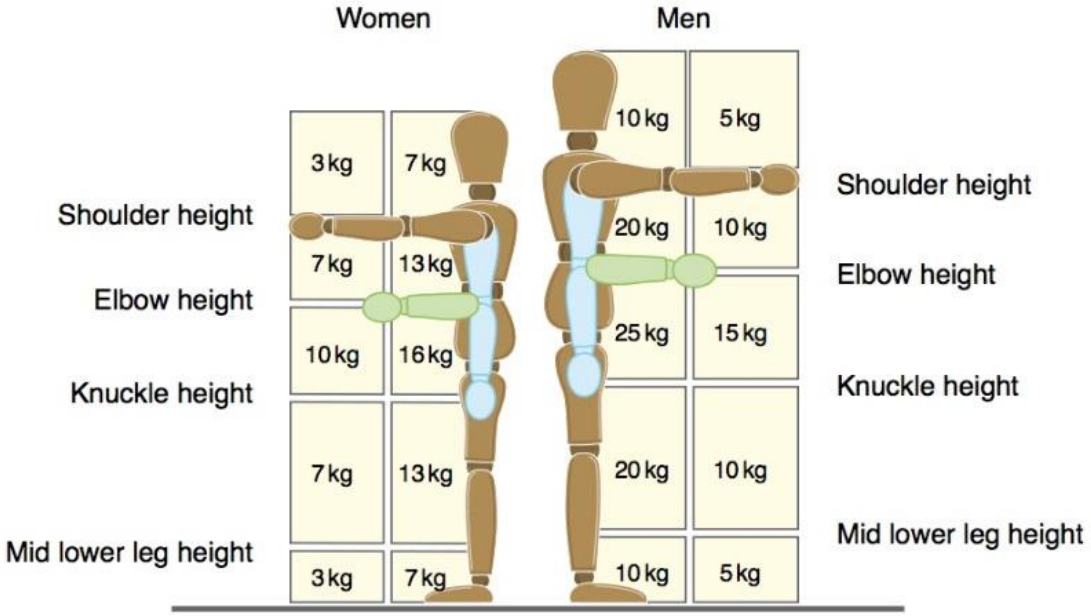


圖1　英國職業安全衛生署搬運規範　　(圖片來源：HES, 1992)

歐洲聯盟標準委員會(european committee for standardization, CEN)，在 2003 年版 EN 1005-2 規範參考歐洲地區的資料，將搬運重量常數設定在 25 公斤以符合 90%的男性和 70%的女性為原則[9]。另外美國國家職業衛生研究所(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH) 在抬舉工作指引的修改模式(revised NIOSH lifting equation)中將搬運重量常數定在 23 公斤，以保護族群為 99%的成年男性和 75%的成年女性[10]。歐洲標準組織 CEN 與國際標準組織 ISO 有相似的擬訂標準，強調除了重量負荷考量因素，搬運時間、頻率、搬運環境、適合把手等因素應納入考慮。ISO 另建議在理想的工作環境下，進行非重複性的作業，其可接受的搬運物重為低於 25 公斤。當考慮搬運頻率因素時，且每日抬舉活動時間不超過 1 小時，每分鐘搬運頻率愈高，可接受搬運物品重量愈低 [11]。以下為各國人工物料搬運規範介紹。

一、國際人工物料搬運標準 (ISO/CD 11228, 2003)

有鑑於肌肉骨骼傷害與疾病是全世界最常見的與工作相關職業性(work-related musculoskeletal disease)疾病之一，國際標準組織早於 1995 年開始制定相關規範。國際標準化組織(international standard organization, ISO)是全球性標準化機構，制定國際標準的工作規範通常是由各國 ISO 技術委員會經投票後通過進行的。ISO 標準規範中相關於工作環境與工作場所健康與安全規範，由 ISO 技術委員會 159 人因工程 (ISO/TC 159/SC3)中人體測量學和生物力學(anthropometry and biomechanics)小組委員會彙整出 26 項標準，其中包括相關建議於職業暴露限制與人因工程危險因子等。ISO 人工物料搬運草案起初參考美國人工物料搬運規範(human physical strength: manual handling)修改而來，ISO 11228 是第一個規範徒手搬運的國際標準(the first international standard on manual handling)。ISO 11228 由以下三部分組成，稱為“人因工程：徒手搬運”(ergonomics-manual handling)，此三部分建立不同徒手搬運作業提出之人因工程建議(ISO 11228-1, ISO 11228-2 與 ISO 11228-3)，可以適用於職業性或非職業性活動，標準規範提相關訊息給設計師、雇主、員工與其他相關於工作、任務與產品設計使用，規範與 ISO 11226(靜態工作姿勢)規範串接[11]。

ISO 11228-1: 2003 抬舉和搬運 (lifting and carrying)：此部分 ISO 12288-1 對於徒手抬舉與搬運作業依據其任務強度、頻率與持續間提供特別建議限制。適用範圍如下：

(一) 提供指引評估各式作業變異性(參考圖 2)，讓工作族群的健康風險得以被評估。

(二) 用於評估徒手搬運重量 3 公斤或以上。

(三) 應用於中等走路速度搬運，如：以 0.5~1.0 公尺/秒速度行走在水平地面。

(四) 不包括靜態持物(沒有行走)、推拉作業、單手抬舉、坐姿徒手搬運與多人搬運作業(靜態持物與推拉作業由其他部分規範)。

(五) 以一天工作八小時為基準，不考慮合併作業內容。

項目定義：

(一) 人工搬運(manual handling)：任何需要使用人力抬舉、放下、搬運或其他需要移動或限制物品的作業(包括搬運人或是動物)。

(二) 抬舉(manual lifting) ：在沒有任何機械輔助下將物品從起始位置向上移動。

(三) 放下(manual lowering)：在沒有任何機械輔助下將物品從起始位置向下移動。

(四) 徒手搬運 (manual carrying)：用人力抬舉物品並水平移動。

(五) 理想的人工搬運姿勢 (ideal posture for manual handling)：對稱直立站立且搬運物品質量距離搬運者身體質量中心之水平距離小於 0.25 公尺，握把位置在指節高度上 0.25 公尺內(物品質量中心位置以抓握兩手之間連線的中點位置之垂直投影位置參考；搬運者分體質量中心由腳踝內點之間連線的中點參考。指節高度量測參考人體計測 ISO 7250)。

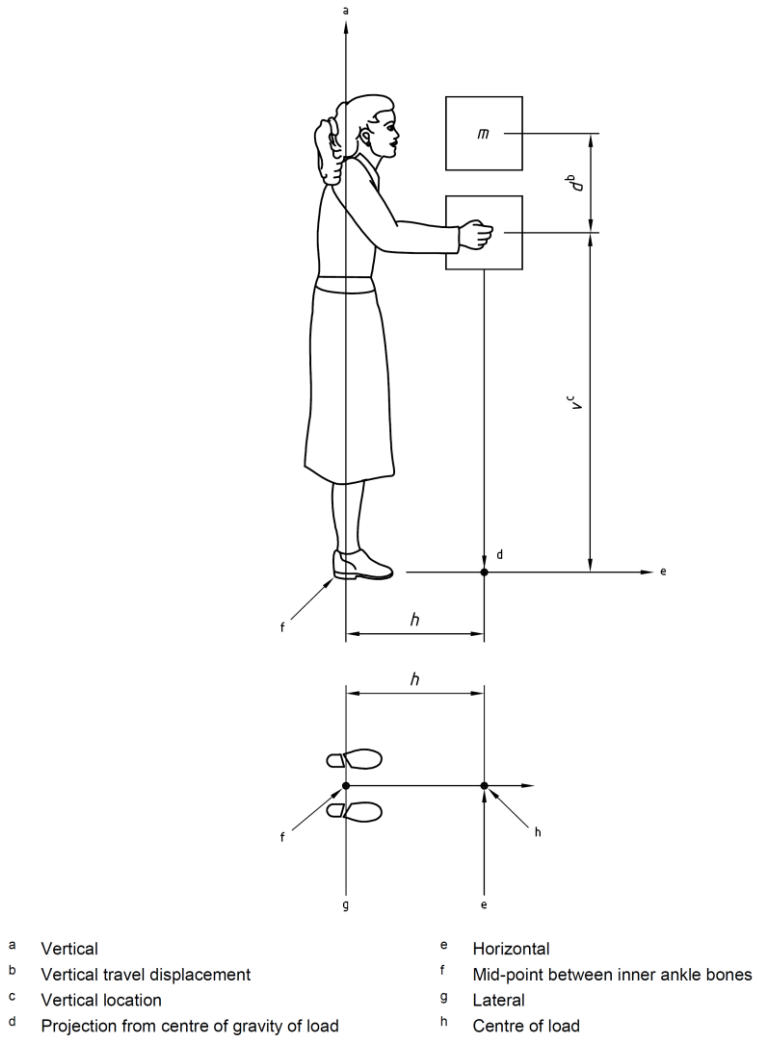


圖2　ISO 11228-1 考量作業變異性

(六) 不佳的工作環境 (unfavorable environmental conditions)：工作環境存在著抬舉或搬運任務風險性，如：太冷或太熱的工作環境、濕滑的地面。

(七) 理想的工作環境 (ideal conditions for manual handling)：提供理想的人工搬運姿勢，手腕以自然姿勢握持於堅固握把等較佳的工作環境。

(八) 重複性搬運(repetitive handling)：每五分鐘超過一次的搬運(handling an object more than once every 5 min)。

(九) 中間矢狀面(mid-sagittal plane)：由前後方向的垂直面將人體分為平均左右兩側的平面。

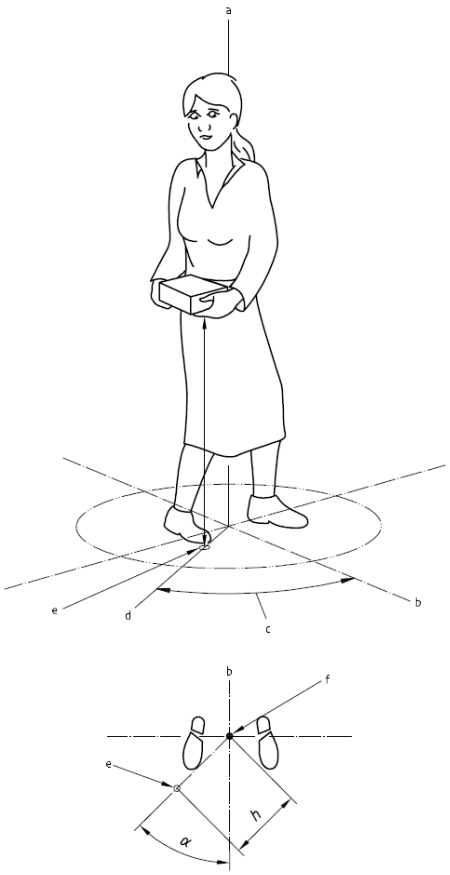
(十) 自然身體姿勢(neutral body posture)：直立站姿雙臂自然下垂於身體兩側。

(十一)不對稱平面(plane of asymmetry)：通過內踝骨間連線中點矢狀方向(即中間矢狀面)和物體質量重心的垂直投影之平面(如圖 3 所示)。

(十二)不對稱夾角(angle of asymmetry)：由中間矢狀面和不對稱平面的交點形成的線之間形成的角度(如圖 3 之 c)。

(十三)參考質量 (reference mass)：用以評估使用者族群危害風險之質量。

(十四)累積質量 (cumulative mass)：搬運重量與搬運頻率的乘績。



a Vertical
b Mid-sagittal plane
c Asymmetry angle (α)
d Asymmetry line
e Projection from centre of gravity of load
f Mid-point between inner ankle bones

圖3　ISO 11228-1 不對稱搬運

ISO 11228-1：2003 規範建議部分，依據下列流程提供抬舉和搬運 (lifting and carrying)危險估計與風險評估(risk assessment and risk evaluation)。根據 ISO 14121，EN 1005-2 和 ISO / IEC 指南 51 進行風險評估包括四個階段：危險識別(peril recognition)、危害定義(hazard identification)、風險估計(risk estimation)和風險評估(risk evaluation)，評估步驟與流程如圖 4 所示。

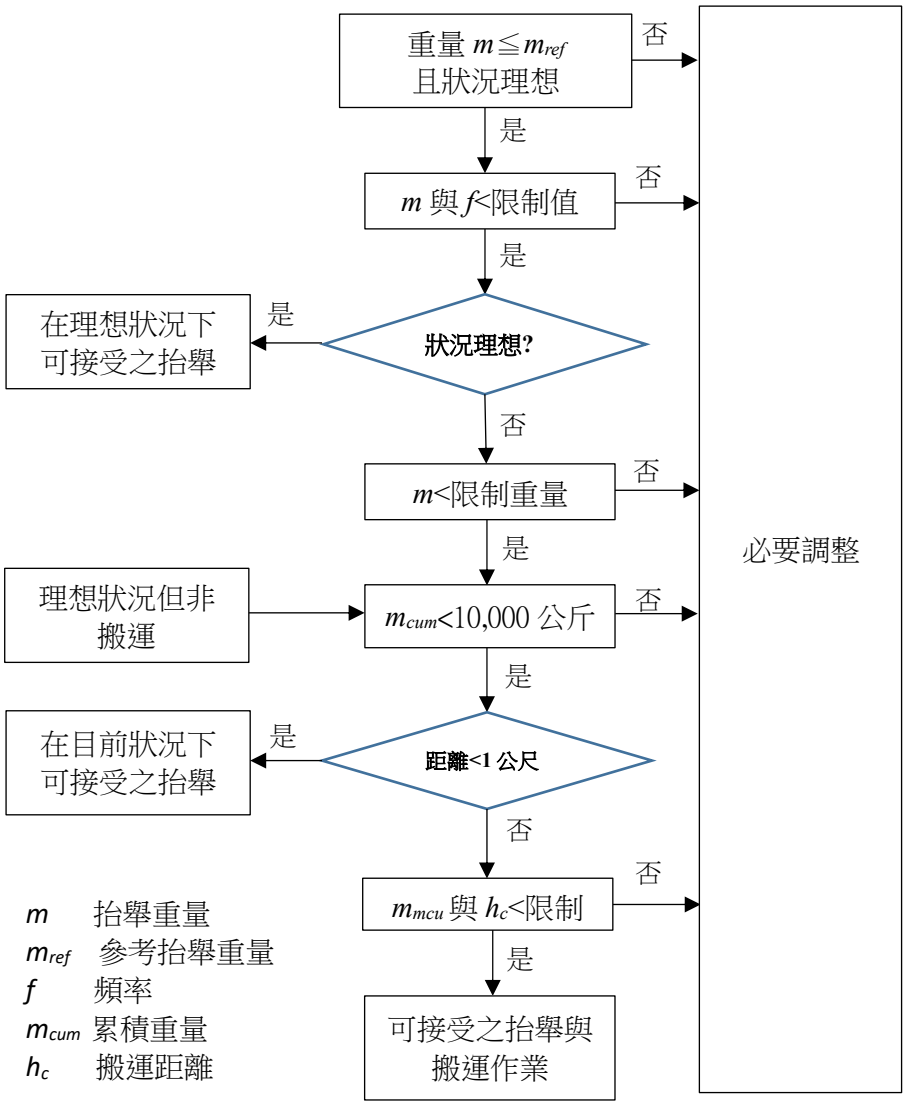


圖4 ISO 11228-1 抬舉與搬運風險評估流程

對於非重複性搬運建議重量限制如下表 1 所示，若為重複性搬運則要同時參考搬運重量與頻率，詳細計算方式請參考 ISO11228-1 中 A.7.2 風險評估模型方程式計算。為了降低工作人員受傷風險尤其是身體能力較弱的人，建議搬運重量限制不得超過 15 公斤，這可以使得保護族群百分比達 95%。對於非重複性的提升任務，應避免過重搬

運重量以及不良工作姿勢，例如彎曲或扭曲軀幹或過長距離搬運，在建議的搬運重量與頻率於重複性搬運在理想搬運情況下，同時考慮搬運重量與頻率可以參考下圖 5 所示。圖 5 呈現每天工作連續搬運小於 1 小時或 1~2 小時間的建議搬運重量與頻率，最大搬運頻率為 15 次/每分鐘，以此搬運頻率連續搬運時間小於 1 小時，每次重量不得超過 7 公斤。

表1 ISO 11228-1 非重複性搬運建議重量限制

<table>
<tr><th rowspan="2">應用領域</th><th rowspan="2">參考重量
(m_{ref}, Kg)</th><th colspan="3">保護族群百分比</th><th rowspan="2">族群</th><th rowspan="2"></th></tr>
<tr><th>男性與女性</th><th>女性</th><th>男性</th></tr>
<tr><td rowspan="2">非專業</td><td>5</td><td colspan="3">不適用</td><td>兒童與高齡</td><td rowspan="2">全體族群</td></tr>
<tr><td>10</td><td>99</td><td>99</td><td>99</td><td>一般民眾</td></tr>
<tr><td rowspan="6">專業</td><td>15</td><td rowspan="4">95</td><td rowspan="4">90</td><td rowspan="4">99</td><td rowspan="4">一般工作族群，包括年輕人與老年人</td><td rowspan="5">工作族群</td></tr>
<tr><td>20</td></tr>
<tr><td>23</td></tr>
<tr><td>25</td><td>85</td><td>90</td><td>95</td><td>成人工作族群</td></tr>
<tr><td>30</td><td colspan="3" rowspan="3">特殊情況備註</td><td rowspan="3">專業工作族群</td><td rowspan="3">專業工作族群與特殊環境</td></tr>
<tr><td>35</td></tr>
<tr><td>40</td></tr>
<tr><td colspan="7">備註：儘管應盡一切努力避免人工物料搬運或將風險降低到最低，但在某些特殊情況下，參考重量可能會超過 25 公斤（例如，技術發展或乾預措施不夠先進）。在這些特殊情況下，必須對個人進行教育和培訓（例如，有關風險識別和風險的專門知識），需要更多的關注和考量於主要工作條件和個人能力。</td></tr>
</table>

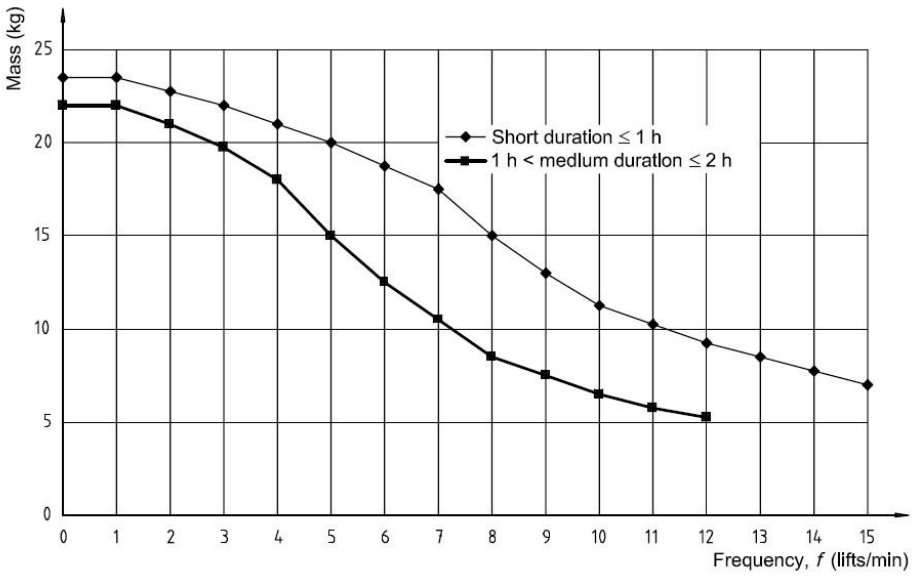


圖5 ISO 11228-1 搬運重量與頻率建議

二、歐盟人工物料搬運規範(EN1005-2，2003)

歐盟人工搬運標準(EN 1005-2)是由歐洲聯盟標準委員會(European Committee for Standardization, CEN)下之人因工程小組生物力學工作群(CEN TC122 WG2 “Biomechanics”)所發展出來。該歐洲標準於 2003 年 2 月 13 日獲得 CEN 的批准。規範 EN 1005-2 由人因工程技術委員會(CEN / TC 122) 編寫，包括五個部分[9]：

第一部分：術語和定義

第二部分：在機械和部分機械操作的徒手搬運

第三部分：機械操作的建議力量限制

第四部分：評估與操作機械有關的工作姿勢和運動

第五部分：高頻重複處理的風險評估

在危害定義(hazard identification)、風險估計(risk estimation)、風險評估(risk evaluation)以及通過設計降低風險(recommendations for risk reduction by design)的建議，有以下幾點：

(一) 搬運物體

1. 重量：參考表 2 所示。
2. 穩定度：搬運物品重心是否穩定
3. 尺寸：雙手搬運物品時，物品寬度不超過肩寬(約 60 公分) ；深度不超過 50 公分(建議 35 公分內為佳) ；高度不影響搬運者視線，讓物品儘量靠近搬運者。
4. 手把/握把：應提供穩定握把益於抓握，握把位置與物品中心一致，握把形狀要能讓手腕呈現自然姿勢，握把直徑應在 2~4 公分間；若為切洞式手把(cut-out) ，寬度至少 12.5 公分讓穿戴手套時亦可以使用，高度至少 7 公分，讓手指可以有活動空間。

(二) 操作者-機器介面

1. 水平位置與距離：搬運物品雙手與腳踝中線距離應小於 25 公分。
2. 垂直位置與位移：垂直握把位置應在 60-90 公分之間(以中指指節距地面距離計之)，垂直位移距離小於 25 公分。
3. 搬運頻率：應同時考量重量與頻率，參考風險評估計算。
4. 避免不良工作姿勢。

5. 徒手搬運距離：小於 2 公尺。

6. 單手搬運：應該避免。

7. 雙人協同搬運：雖然可以減輕重量但是造成額外風險，應該避免。

8. 旋轉物品：應該避免。

9. 額外體能需求：應該避免。

10. 複合條件：不佳的複合情況如手與握把間或腳與地面間複合效應應該避免。

(三) 環境因子：包括震動、氣候、溫度、照明、濕滑地面、噪音或化學因素等。

表2 歐盟 EN 1005-2 人工物料搬運重量建議

應用領域	參考重量 (m_{ref}, Kg)	保護族群百分比 男性與女性	女性	男性	族群	
非專業 [a]	5	不適用			兒童與高齡	全體族群
	10	99	99	99	一般民眾	
一般專業 [b]	15	95	90	99	一般工作族群，包括年輕人與老年人	工作族群
	25	85	70	90	成人工作族群	
特殊專業 [c]	30	不適用			專業工作族群	特工作族群
	35					
	40					

a 設計機器時，在風險評估中應使用 10 公斤做為一般重量參考。如果使用族群包括兒童與老年人則參考重量應降至 5 公斤。
b 設計專業用途的機器時，重量不應超過 25 kg。
c 儘管應盡一切努力避免進行徒手搬運或將風險降低到最低程度，但可能重量可能超過 25 公斤的特殊情況（例如技術發展還不夠先進）。 在這些特殊條件下，還必須採取其他措施來控制風險。
EN 614-1（例如，針對目標操作員組的技術幫助，說明和/或特殊培訓）。

三、美國人工物料搬運規範

從 1970 年由美國職業安全衛生署 (Occupational Safety and Health Administration, OSHA)關注人工物料搬運對肌肉骨骼的傷害，開始制定相關規範職業安全法確保工作安全，OSHA 負責制定相關法令、頒布標準或指引，並協助地方政府落實法令，所制定的規範範圍較大多為原則性建議，雇主必須提供不讓員工遭受嚴重危害的工作場所，危害包含肌肉骨骼傷病以及人因工程學範圍所定義的危害，並沒有針對人工物料搬運提供細部的限制。另一方面，美國職業安全和健康研究所(NIOSH)從 1981 年致力於人工物料搬運規範制定，綜合流行病學、生物力學、工作生理與心理物理學等方面研究資

料，針對雙手對稱人工抬舉作業提出規範與建議，設定兩項指標在 1991 年修訂了「人工抬舉作業的規範」[10]，為近年來最常廣泛地應用在各式抬舉作業安全評估之重考文獻與依據。

徒手物料搬運人因工程指引(ergonomic guidelines for manual material handling)，有五項危險因子造成人工物料搬運的物理性風險，如果重複或長時間執行這些任務，則可能導致疲勞和受傷。

(一) 不良的工作姿勢 (彎曲或扭轉身體)

(二) 高重複性動作 (反覆頻率高)

(三) 過度出力 (負重過重)

(四) 接觸壓力

(五) 靜態姿勢

所在實務工作執行中出現這些物理性危險因素，容易造成與工作相關肌肉骨骼傷害(musculoskeletal disorder, MSDs)，此外不理想的工作環境條件，例如高溫、寒冷，噪音和照明不佳的作業環境可能會增加出現其他類型問題的機會。

在解決實務工作場域人工物料搬運狀況，有以下幾個步驟：

(一) 尋找問題線索

1. 看工作紀錄 (review written records)
2. 觀察作業活動內容 (observe work activities)
3. 善用評估工具 (use assessment tools)

(二) 選擇優先改善作業

(三) 介入

(四) 持續追蹤

其中在善用評估工具部分，可以使用評估工具或是更加專業量化的方法。評估工具包括：

(一) NIOSH manual material handling checklist

(二) NIOSH hazard evaluation checklist for lifting, pushing, or pulling

(三) The awareness worksheet: looking for clues

(四) Ergonomics checklist - material handling

專業量化方法包括：

(一) NIOSH lifting equation

(二) American conference of governmental industrial hygienists (ACGIH) threshold

(三) limit values (TLVs) for manual lifting

(四) University of Michigan 3D static strength prediction program

(五) Ohio state university lumbar motion monitor

(六) Snook's psychophysical tables

在專業量化方法，針對人工物料搬運對於全身性與下背部的影響可以使用不同工具，對於下背部腰椎受力限制，常使用 NIOSH 抬舉公式(lifting equation)在本研究第三節詳細說明。

四、各國人工搬運規範比較

相較於國外，國內也有相關的法規來明訂相關徒手物料搬運作業重量，認定標準中規定未滿十八歲勞工從事持續性工作不得超過 8 公斤；斷續性工作不得超過 12 公斤；女性操作員從事持續性工作重物不得超過 20 公斤，斷續性的工作不得超過 30 公斤。而在職業安全衛生設施規則第 155 條則亦明定在 40 公斤以上之物品，以人力車輛或工具搬運為原則(職業安全衛生設施規則，2020)。

各國人工搬運規範簡要說明如下:

(一) 德國

在德國相關工作安全與衛生系統由聯邦政府、聯邦各州和事故保險機構之間的聯盟組成，該聯盟也稱為國家職業安全與健康會議 (National Occupational Safety and Health Conference, NOSHC)，而 NOSHC 屬於柏林的聯邦職業安全與健康研究所(Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BAuA)，因此，德國大部分有關人工物料搬運規範(人因工程風險評估以及有關提舉、搬運、推拉作業指引)均由 BAuA 制定。BAuA 發展 Leitmerkmalmethode 用來提供實務現場應用、設計與改善的規範與參考。Leitmerkmalmethode 是一種簡化的人因工程風險評估程序，可以幫助快速在人工物料搬運進行風險評估，包括兩個部分 (1)抬舉、握持與搬運指引；(2)推拉作業指引。理想情況下最大抬舉重量(理想值負重常數)男性為 40 公斤；女性為 25 公斤 [13]。

(二) 法國

有關人工物料搬運的法律和規範為法國勞動法和法國規範 NF X35-109，有兩種不

同的規範來制定人工物料搬運閾值(建議的重量限制)。法國勞動法第 R4541-9 條與 AFNOR 規範 NF X35-109，後者規範較嚴格，實務現場大多數亦建議傾向於遵循更嚴格的版本。法國勞動法第 R4541-9 依照年齡與性別訂立建議重量限制，16-17 歲男性最大抬舉重量為 20 公斤；女性為 10 公斤，18 歲以上男性最大抬舉重量為 55 公斤；女性為 25 公斤。AFNOR 規範 NF X35-109 則無年齡與性別之差異，每次最大抬舉重量為 15 公斤，每天累積重量每人不超過 7.5 頓，推拉最大可接受值為 200 公斤[14]。

(三) 義大利

義大利有數幾個機構共同負責維護職業安全與衛生體系。最重要的機構之一是國立工作意外保險研究所(National Institute for Insurance Against Accidents at Work, istituto nazionale per l'Assicurazione contro gli infortuni sul lavoro)，也是 OSHA 聯絡單位。在規範人工物料搬運依據法律 D.Lgs 81/08，其中包含歐盟指引 90/269 / EEC (徒手搬運指引)，並以 ISO 11228 標準作為要遵循的技術指南。在理想情況下進行人工物料搬運作業，對於不頻繁的抬舉和搬運(每 5 分鐘少於一次操作)的抬舉重量限制，18-45 歲男性為 25 公斤；女性為 20 公斤，18 歲以下或 45 歲以上男性搬運限制重量 20 公斤；女性為 15 公斤。在搬運頻率限制，在 7 公斤重量下，每分鐘不超過 15 次搬運，持續時間不超過 1 小時為限制。INAIL 在徒手搬運風險評估工具使用 NIOSH 之 RNLE 估算[11]。

(四) 加拿大

加拿大職業健康與安全中心(Canadian Centre for Occupational Health and Safety, CCHST)是促進工作場所健康與安全的主要機構，提供評估工作場所中的危害風險並實施各種預防計劃。有人工物料搬運規範制定依據加拿大職業健康與安全條例(Canada Occupational Health and Safety Regulations, SOR/86-304)，更多人工物料搬運執行細項在 PART XIV Materials Handling, DIVISION III 說明，兩大原則為(1)若以任何方式發現人工物料搬運作業對員工的健康和安全構成威脅時，應儘量避免人工物料搬運作業；(2)雇主應該主動估計相關風險，特別是針對作業內容需要有頻繁操作與持續時間的要求[15]。在最大搬運重量規範以 23 公斤為限，當搬運重量大於 10 公斤時，需事先考慮個人能力與健康狀況同時提供相關課程訓練，若搬運重量大於 45 公斤，雇主必須記錄相關抬舉方式與員工身心狀況，該資料至少保留 2 年。在推拉作業規範，使用手推車每次最多乘載 200 公斤為限；使用起重機每次最多 700 公斤。徒手搬運風險評估工具亦

使用 NIOSH 之 RNLE 公式估算。

(五) 丹麥

丹麥工作環境管理局(Danish Working Environment Authority, Arbejdstilsynet)是負責確保國民職業健康和安全（包括人工操作）法規的主要機構。丹麥工作環境局亦為歐盟職業安全與衛生機構(European Union Information Agency for Occupational Safety and Health, EUOSHA)的主要聯繫窗口。有關人工物料搬運由 Løft, træk og skub. At-vejledning D.3.1 規範[16]，在理想狀況下最大抬舉負重建議：

1. 近距離搬運(當物品重心非常靠近身體重心)：50 公斤
2. 中距離搬運(當物體中心距離身體重心為前臂長度時/約 30 公分)：30 公斤
3. 遠距離搬運(當物體中心距離身體重心為 3/4 手臂長度時/約 45 公分)：15 公斤
4. 近距離搬運總累積負重(人/日)：10 頓 (單日)
5. 中距離搬運總累積負重(人/日)：6 頓 (單日)
6. 遠距離搬運總累積負重(人/日)：3 頓 (單日)

又將抬舉狀態以三種綠、黃、紅等顏色做警示等級區別，分別為安全、注意及危險 (如圖 6 所示) 搬運。

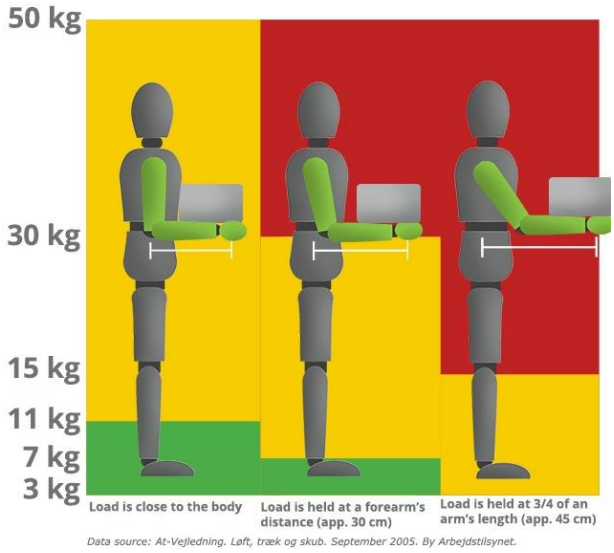


圖6　丹麥抬舉狀態與警示分類[16]

此外針對人工物料搬運危險因素應特別注意：

1. 抬舉物品特性 (形狀、尺寸、把手狀況等)
2. 用力狀況 (生理壓力與能量消耗、姿勢、身體扭轉、工作速度與抬舉高度等)

3. 工作環境 (障礙與限制、有限空間、不平地面、溫度與照明等等)

4. 其他工作狀況 (搬運頻率、不預期或不穩定搬運、震動等等)

(六) 挪威

挪威勞動監察局 (Norwegian Labour Inspection Authority, Arbeidstilsynet)責承建立國家職業安全與衛生法規，依據挪威工作環境法(Norwegian Working Environment act, Arbeidsmiljøloven)，雇主對其員工的責任和義務為確保擁有良好而有意義的工作環境，同時保護員工的安全和健康，避免或減少職業危害的風險。在最大搬運重量規範，在理想狀況下男性為 25 公斤；女性為 15 公斤，在大多數的環境下搬運 3 公斤以下被認為是安全的[17]。理想搬運狀況包括：站立、物品高度為髖高、物體中心距離身體重心為前臂長度(約 30 公分)，若非理想狀況下搬運則必須減少搬運重量。將各國人工搬運最大負重建議值整理如表 3 所示。

表3 各國人工搬運最大負重建議值

國家		最大負重建議 (每次公斤)		
		性別	年齡(歲)	重量
台灣	職業安全衛生設施規則	在 40 公斤以上之物品，以人力車輛或工具搬運為原則。		
	妊娠與分娩後女性及未滿十八歲勞工禁止從事危險性或有害性工作認定標準	未滿十八歲勞工從事持續性工作不得超過 8 公斤；斷續性工作不得超過 12 公斤；女性操作員從事持續性工作重物不得超過 20 公斤，斷續性的工作不得超過 30 公斤。		
英國		男		2~25
		女		3~16
德國		男	-	40
		女	-	25
法國	R4541-9	男	16-17	20
		男	18<	55
		女	16-17	10
		女	18<	25
	AFNOR:NF X35-109			15
義大利		男	<18 or 45<	20
		男	18-45	25
		女	<18 or 45<	15
		女	18-45	20
加拿大				23
丹麥	近距離搬運			50
	中距離搬運			30
	遠距離搬運			15
挪威		男	-	25
		女		15

第二節 肌肉骨骼傷病危害風險評估工具

在工作期間維持安全工作姿勢對於健康維護是重要的。在許多發展與發展中國家中，因為人工物料搬運(manual material handlings, MMH)暴露特殊危害增加工作相關肌肉骨骼傷害(work-related musculoskeletal disorders, WMSDs)比例逐年增加。常見的搬運形態包括：抬舉(lifting)、卸下(lowering)、推(pushing)、拉(pulling)、提攜(carrying)或是用手及身體移動過重物品，這些都是造成 WMSDs 發生的可能因素。在工作現場如何於不干擾工作活動情況下，以觀察為基礎 (observation-based assessment) 的評估方式來早期預測 WMSDs 發生風險，能有效預防、減少肌肉骨骼傷害發生。Kadikon 與 Rahman [18]從電子文獻資料庫中收集了 1991 到 2015 年間有關以現場觀察為基礎的人工物料搬運風險評估方法文獻，整理出 11 種工作現場觀察評估工具，能對幫助早期評估人工物料搬運與工作相關肌肉骨骼傷害(work-related musculoskeletal disorders, WMSDs)的關係，其中工作姿勢(posture)、搬運力量(force)、搬運頻率(frequency)、時間(duration)與環境(environment)均為人工物料搬運作業中風險因素。以上 11 種能對幫助早期評估人工物料搬運與工作相關肌肉骨骼傷害(work-related musculoskeletal disorders, WMSDs)的關係的評估工具整理如下表 4 所示，說明如下：

一、Liberty mutual Snook psychophysical table

此量表由 Snook 與 Ciriello (1991)發展用於輔助工廠評估與設計人工物料搬運作業，使用心理物理法(psychophysical approach)去認定抬舉(lifting)、卸下(lowering)、推(pushing)、拉(pulling)作業時最大可接受重量(maximum acceptable weights)，在 Snook 表格中有依據試驗數據來建議搬運重量。

二、Guidance on the manual handling operation regulation (L23)

此人工物料搬運量表由英國職業安全衛生署(Health and Safety Executive, HSE)發展，此量表著重個人特質在人工物料搬運時安全執行方式，避免有害的人工物料執行方式與實務的合理應用性。

三、Revised NIOSH Lifting Equation (RNLE)

此 RNLE 評估法為 NIOSH 從 1981 開始發展的估算公式，於 1991 年進階版同時考慮工作姿勢、力量與時間。此公式為實驗室方法用於計算建議重量限制(recommended weight limit, RWL)與使用抬舉指數(lifting index, LI)作為危險程度判斷。

若抬舉指數大於 1 則視為高風險搬運。此公式計算主要考量是背部的受力，然而在發展過程中缺乏實驗過程，目前沒有正式研究針對此公式進行信、效度分析。

四、A guide of manual material handling

可以對於不同百分比的男性、女性在使用單手或雙手進行人工物料搬運時提出建議，可以提出建議重量/力量限制與對多項工作因子提出設計建議。使用比較工作評比(work rate, R)做指標，若 R<1 則工作環境必須重新設計。然而目前沒有正式研究針對此指引進行信、效度分析。

表4 人工物料搬運對肌肉骨骼傷病危害風險評估工具比較

評估方法	目的	功能與部位	評估危險因子
Liberty Mutual has updated the manual material handling tables (Snook and Ciriello, 1991)	提供人工物料搬運指引	全身性與下背	力量、工作姿勢、頻率與性別差異
Guidance on the Manual Handling Operation Regulation (L 23)	從指導組織觀點減少人工物料搬運危害	與徒手物料搬運相關肌肉骨骼傷害的規範	力量、環境與個人因素
Revised NIOSH lifting equation (RNLE) (Waters et al., 1993)	評估重複性抬舉作業下背部傷害	下背部危險因子	力量、姿勢、重複性與時間
A Guide of Manual Material Handlings (Mital, 1997)	提供在各種工作環境下重量與力量限制	建議有關徒手物料搬運設計	力量、頻率、重量與握把設計
ARBOUW guideline	提供指導穰各種職業在建構過程能提升工作環境	下背	姿勢、力量、頻率與時間
Manual Handling Risk Assessment (MAC)	協助健康與安全檢查人員評估在抬舉、搬運與群體搬運時常見危害因子	評估與工作相關肌肉骨骼危害因子	力量、頻率、姿勢、握把設計與時間
Manual Task Risk Assessment (ManTRA)	協助檢查人員在各種場域評估人工物料搬運相關之肌肉骨骼傷害暴露危險因素。	全身性評估、下肢、背、肩頸與手臂、	時間、重複性、姿勢、震動、速度與力量
ACGIH-TLV for lower back risk	發展指引與評估重複性搬運作業	下背與肩部	姿勢與力量
Manual material handling task (MHAC) (Batish and Singh, 2008)	發展評估工具用以分析人工物料搬運作業	快速篩選工作族群並檢視肌肉骨骼風險暴露	力量、姿勢、個人與環境
Back-Estimate Sample Time (Back-EST) (Village et al., 2009)	發展與評估使用於觀察人工物料搬運與全身性震動對於下背部風險	評估物理性下背受傷危害因子	力量、姿勢與環境
Key Indicator Method- Manual Handling Operation (KIM-MHO) (Steinberg, 2012)	快速評估人工物料搬運風險	快速篩選人工物料搬運作業風險	力量、姿勢、頻率與環境

五、ARBOUW guidelines

此 Arbouw 指引整合 NIOSH 搬運公式與荷蘭 Arbouw 基金會發展的營造業人工物料搬運規範，只評估三項人工物料搬運變數：抬舉重量、水平移動距離跟重複性抬舉。抬舉指數(lifting index, LI)的風險評估是由 ARBOUW 而來，因此 Arbouw 抬舉規範可視為 NIOSH 搬運公式精簡版。

六、Manual handling risk assessment (MAC)

此評估工具由英國職業安全衛生署(Health and Safety Executive, HSE)發展，以檢核表方式幫助健康安全檢查員評估常見人工物料搬運作業的危險因素。一共有 11 項觀察評核項目，分數加總分客被分為四個風險等級。

七、Manual task risk assessment (ManTRA)

此評估工具是由昆士蘭(澳洲)徒手作業諮詢標準發展而來，協助檢查人員在各種場域評估人工物料搬運相關之肌肉骨骼傷害暴露危險因素。評核項目包括持續時間、重複性、用力程度、不良工作姿勢與震動，評核分數越高表示發生肌肉骨骼傷害風險越高。

八、ACGIH- TLV for lower back risk

由美國政府工業衛生學家會議 (American Conference of Governmental Industrial Hygienists , ACGIH)發展 ACGIH- TLV，提供安全的搬運指引是 ACGIH-TLV 的主要考量。TLVs 估算從物體重心相對於腳踝中點位置、暴露時間、頻率、每日工作時間與人體計測搬運高度，透過 TLVs 工作場所搬運情況建議可以降低下背與肩部肌肉骨骼傷害

九、Manual material handling task (MHAC)

由 Batish 與 Singh (2008)發展評估人工物料搬運項目包括：負重、頻率、上肢不對稱時身體負荷、不良姿勢、手部負荷、搬運者能力、地面狀況、搬運距離、是否有障礙物等環境因素。評核分數可以了解危害風險並進一步提供環境改善與人因工程介入。

十、Back-estimate sample time (Back-EST)

由 Village 等人 (2009)發展來評估物理性背部傷害危險因子，在發展之初由 53 個相關暴露因子簡化為 20 項目，包括：工作姿勢、力量與全身性震動等部分，依據試驗目的決定每個項目的抽樣觀察時間。

十一、 Key indicator method- manual handling operation (KIM-MHO)

2007 年聯邦職業安全與健康研究所(BAuA)發展新評估工作條件方法，為關鍵指標方法徒手搬運操作(KIM-MHO) (草案)與現有的「關鍵指標評估法：人工物料搬運」(KIM-LHC)和「關鍵指標評估法：推拉作業」(KIM-PP)相似。 KIM-MHO 發展目的在填補徒手搬運流程風險評估的不足之處，因為現有的原先 KIM 僅處理人工物料搬運負荷[19]。

一、KIM（Key indicators method）

關鍵指標評估法(Key indicators method, KIM)檢核表是由德國所發展出來的，經由北歐如挪威、丹麥、瑞典等各國近年來經驗證後陸續採納使用，2001、2002 年分別發表「人工物料搬運 (LHC)」、「推拉作業 (PP)」評估法，德國聯邦職業與安全協會(Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BAuA)與職業安全衛生委員會(LASI)將 KIM 認定為職業安全與健康的基準。

人工物料處理檢核表(KIM LHC)使用上容易上手，常適合現場快速診斷評估。KIM LHC 適用於抬舉、握持和運送三項全身性的作業，評估過程有三個步驟，評估內容為決定四項評級項目，分別為：時間評級、與荷重評級、姿勢評級、工作情況評級。時間評級依作業種類分成抬舉 (L: lifting)、握持(H: holding)和搬運(C: carrying)；荷重評級、姿勢評級、工作情況評級則依照表格敘述和經驗判斷評分。風險值是以時間評級乘以荷重評級、姿勢評級與工作情況評級三者加總之乘積求得。最後根據計算所得之風險值，可查表對應風險等級。若有數個不同的活動皆具有相當的生理壓力，這些作業必須分別進行評估 [20, 21]。

風險值 = 時間評級×(荷重評級 + 姿勢評級 + 工作狀況評級) (1)

若將上式乘開可知 KIM LHC 風險值是由長時間過度施力、長時間不良姿勢、長時間不良工作狀況所組成，上述風險值組成如下所示：

長時間過度施力風險值 = 時間評級×荷重評級 (2)

長時間不良姿勢風險值 = 時間評級×姿勢評級 (3)

長時間不良工作狀況風險值 = 時間評級×工作狀況評級 (4)

其中荷重評級、姿勢評級、工作狀況評級三種評級之計算互相獨立，而此三種評

級分別與時間評級相依，KIM LHC 風險值評估是以「長時間」暴露危害因子發生危害為基礎所制定之評估方法。KIM LHC 詳細評估步驟如下：

步驟一：先依作業特性，於下方表格 5 中選擇「抬舉或放置作業」、「握持作業」、「運送作業」其中的一欄，並於該欄中選擇適當的作業次數/時間/距離，並對照讀取表中相對應的時間評級點數。

表5 KIM LHC 時間評點級數

抬舉或放置作業(<5s)		握持作業(>5s)		運送作業(>5m)	
工作日總次數	時間評級點數	工作日總時間	時間評級點數	工作日總距離	時間評級點數
<10	1	<5 min	1	<300 m	1
10 to <40	2	5 to 15 min	2	300 m to <1km	2
40 to <200	4	15 min to <1 hr	4	1 km to <4 km	4
200 to <500	6	1 hrs to <2 hrs	6	4 to <8 km	6
500 to <1000	8	2 hrs to <4 hrs	8	8 to <16 km	8
≥1000	10	≥4 hrs	10	≥16 km	10
範例：砌磚，將工件置入機器，由貨櫃取出箱子放上輸送帶送帶		範例：握持和導引鑄鐵塊進行加工，操作手動研磨機器，操作除草機		範例：搬運家具，運送鷹架至建築施工現場	

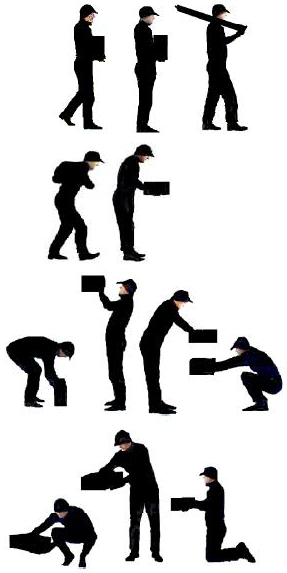
步驟二：依序於下表中決定荷重 (表 6)、姿勢(表 7)與工作狀況 (表 8)評級點數。

表6 KIM LHC 荷重評點級數

男性實際負荷 1)	荷重評級點數	女性實際負荷 1)	荷重評級點數
< 10 kg	1	< 5 kg	1
10 to < 20 kg	2	5 to <10 kg	2
20 to < 30 kg	4	10 to <15 kg	4
30 to < 40 kg	7	15 to < 25 kg	7
≥ 40 kg	25	≥ 25 kg	25

1)“實際負荷”代表移動負荷所需的實際作用力，此作用力並不代表施力對象的質量大小。例如，當傾斜一個紙箱時，僅有 50%的質量會影響作業人員，而當使用手推車時僅有 10%。

表7 KIM LHC 姿勢評級

典型姿勢與荷重位置	姿勢與荷重位置	姿勢評級點數
	上身保持直立，不扭轉。 當抬舉、放置、握持、運送或降低荷重時，荷重靠近身體。	1
	軀幹稍微向前彎曲或扭轉。 當抬舉、放置、握持、運送或降低荷重時，荷重適度地接近身體。	2
	低彎腰或彎腰前伸。 軀幹略前彎扭同時扭轉。 負荷遠離身體或超過肩高。	4
	軀幹彎曲前伸同時扭轉。 負荷遠離身體。 站立時姿勢的穩定受到限制。 蹲姿或跪姿。	8

2)決定姿勢評級點數時必須採用物料處理時的典型姿勢。例如，當有不同的荷重姿勢時，需採用平均值而不是偶發的極端值。

表8 KIM LHC 工作狀況評點級數

工作狀況	工作狀況評級點數
具備良好的人因條件。例如：足夠的空間，工作區中沒有物理性的障礙物，水平及穩固的地面，充分的照明，及良好的抓握條件。	0
運動空間受限或不符合人因的條件。例如：1、運動空間受高度過低的限制或工作面積少於 1.5 m^2 ; 2、姿勢穩定性受地面不平或太軟而降低。	1
空間/活動嚴重受限與/或重心不穩定的荷重。例如：搬運病患	2

步驟三：將與此活動相關的評級點數輸入計算式中，評估該項作業之風險值：

(荷重評級 ＋ 姿勢評級 ＋ 工作狀況評級)×時間評級 ＝ 風險值 (對照表 9) (5)

隨著評級點數的增加，肌肉骨骼系統超載的風險也會增加，但由於個人的工作技巧和績效差異，風險等級之間的界限是模糊的，風險的分類只能輔助，更精確的分析需仰賴人因工程專家的專業知識。根據於計算所得之風險值，可依下表進行粗略的評估。

表9 KIM 人工物料處理檢核表之風險等級

風險等級	風險值	說明
1	<10	低負荷，不易產生生理過載的情形。
2	10 ≤ <25	中等負載，生理過載的情形可能發生於恢復能力較弱者 3)。針對此族群應進行工作再設計。
3	25 ≤ <50	中高負載，生理過載的情形可能發生於一般作業人員。建議進行工作改善。
4	≥50	高負載，生理過載的情形極可能發生。必須進行工作改善 4)。

3)恢復能力較弱者在此所指為 40 歲以上或 21 歲以下，新進人員或有特殊疾病者。
4)改善的需求可參考表中評級點數來決定，以降低重量、改善作業狀況、或縮短負荷時間可避免作業壓力的增加。

二、EAWS（Ergonomic assessment worksheet/ European assembly worksheet）

EAWS（Ergonomic assessment worksheet 又稱 European assembly worksheet）是被開發用來篩選生物力學負荷超載危害風險的評估工具，以提供一個完整的風險評估，能夠涵蓋操作者在一個工作任務中暴露的所有生物力學危害。在某種程度上，EAWS 也可以作為分析工具，可以提供工作重新設計必要的資訊[22]。

EAWS 評估系統是由以下四個部分的評估所構成：

(一) 低負荷（30-40N 或 3-4 公斤）之工作姿勢與動作

(二) 全身或手－手指系統的施力

(三) 人工物料搬運

(四) 上肢重複性載荷

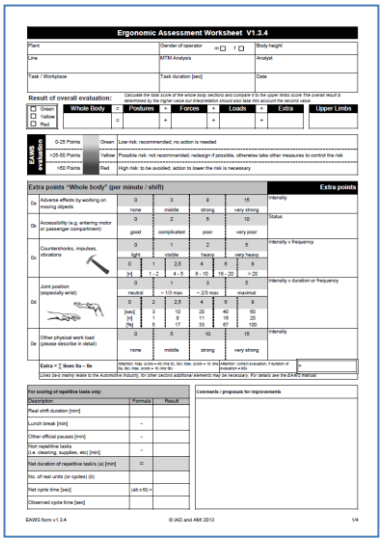
以下即簡單介紹 EAWS 各部分的評估內容：

(一) 第一頁表格用於記錄一般資訊：內容主要包括識別工作站、顯示作業/工作站分析的總體評估結果、標示不能在其他地方評估的額外生理負荷、提供記錄建議和改善的空間、記錄與上肢重複性負荷有關的時間資訊 (圖 7-a)。

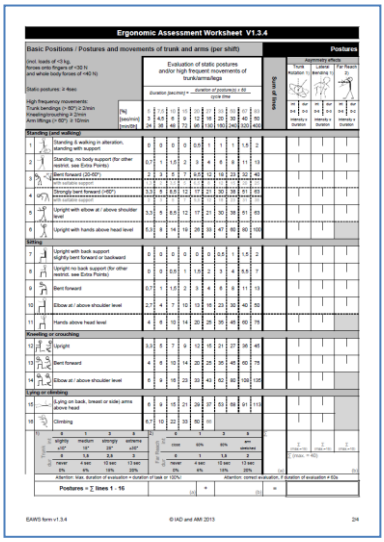
(二) 第二頁表格用於評估工作姿勢：內容用於估計靜態工作姿勢和高頻率的動作(低施力負荷，<30-40 N 或 3-4 kg)。先進行對稱的工作姿勢 (站立、坐、跪、蹲、躺、攀爬) 進行評定；在考慮不對稱姿勢的影響(如軀幹旋轉、側彎、和遠伸，圖 7-b)。在表格中以點線、虛線或點劃線所區分的格位之間的數值可以使用內插法估計。

(三) 第三頁表格用於評估施力與人工物料搬運：前半部內容用於評定超過 30-40 N 的施力，它涵蓋整個身體的力量以及手-手指系統的力量，總分是由施力強度和施力時間/頻率相乘得出。施力的強度是以在該施力方式下的最大施力百分比，可以透過作業人員訪談或參考 EAWS 表中所附的施力輿圖。後半部表格用於評定負載超過 3-4 公斤的人工物料搬運(如圖 7-c)。

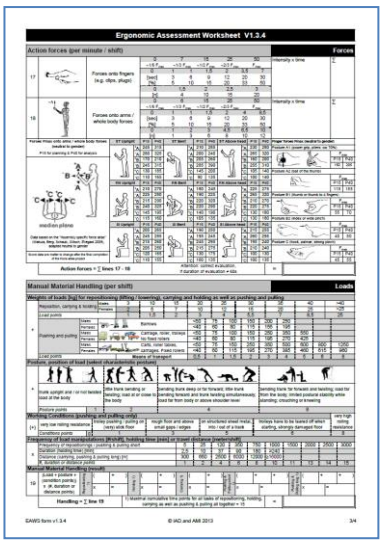
(四) 第四頁用於評估上肢重複動作：評估內容包括手部施力與其頻率或持續時間、抓握的方式、上肢姿勢、和其他因素、重複動作的持續時間、以及休息暫停、和工作組織等 如圖 7-d)。



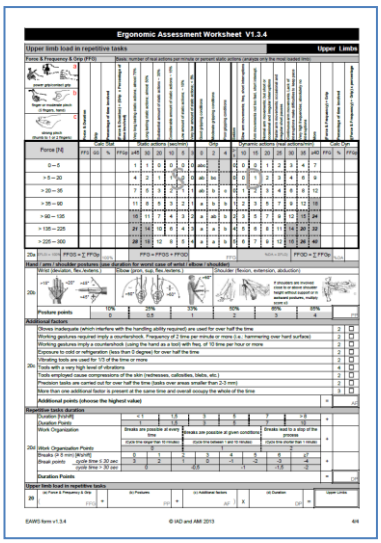
(a)基本資料、總風險計算與重複性作業時間相關資訊等



(b)低施力工作姿勢評估



(c) 人工物料搬運評估



(d) 重複性負荷評估

圖7 EAWS（2013）風險評估系統各評估表

EAWS 共計四頁評分表格，在負荷大小評估是以負荷大小乘以負荷的持續時間或頻率的結果，沒有考慮到負荷發生的順序，因此，軀幹維持靜態向前彎曲的姿勢 12 秒，等同於軀幹進行 2 次 6 秒彎曲或 3 次 4 秒彎曲。如果人工物料搬運或施力發生在不同的重量/力量水準，則分別於搬運/施力部分將相關的搬運/施力次數加總，並計算重量/施力的平均加權級別。這種設計方便實際的應用，但主要應用領域侷限於短週期的工作（最多 5 分鐘），而忽略了長時間持續負荷所造成的疲勞以及負荷峰值存在的狀況。

EAWS 最終的評估結果代表該作業對「全身」或「上肢」最壞的情況，其評分系統將風險分級粗略分為 3 個等級(如圖 8 所示) 「全身」與「上肢」之風險評估則採用相同的分級尺度。

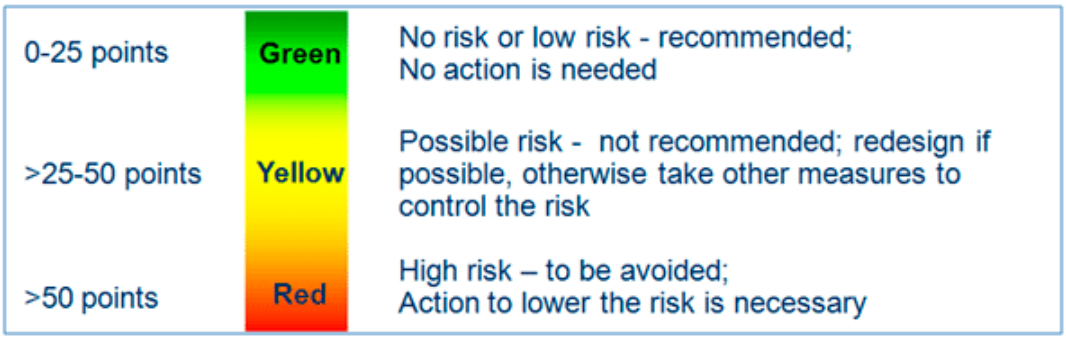


圖8　EAWS 風險等級分類

第三節　下背 L5~S1 肌肉骨骼分析方法

下背痛與腰椎職業疾病的發生常與過多或不正常的腰椎受力負荷有關，不良的工作姿勢、頻繁彎腰或過重負重等都會增加脊柱壓力並且造成脊柱受力不均而造成傷害。許多研究致力於估算在工作時下背部 L5~S1(或 L4~L5)的受力而發展出生物力學推估方式，起初發展為 2D 靜態生物力學模式，利用肢段重量及負荷品物重，推算人體關節作用力及力矩，假設人體在進行抬舉作業時左右對稱，探討人體於矢狀面上(sagittal plane)關節作用力及力矩。隨著科技進步，精密量測儀器可以用來取得更準確的資料，生物力學模式由 2D 空間逐漸發展至 3D 空間，靜態演變為動態生物力學模式。動態生物力學模式利用動作分析系統所量取反光球標記空間位置與時間關係，推算人體肢段之加速度與角加速度來推估關節作用力與力矩。以下就幾種常見的下背受力肌肉骨骼分析方法作介紹。

一、NIOSH 下背受力模式估計

NIOSH1994 抬舉公式是一個綜合考量施力、工作頻率、工作姿勢、與工作難易度以評估抬舉工作的風險程度。人工物料搬運的問題中，因為搬運的工作狀況差異很大，各種作業條件下的「最大可接受抬舉重量」也是一個很重要的議題。如果員工常常搬運過重的物料，很容易導致下背部傷害。美國國家職業安全衛生署(NIOSH)集合了生物力學法、心理物理法、以及生理衡量法，在 1994 年修訂的「人工抬舉作業的規範」已經被證實有良好的衡量正確性。所以，近年來經常可以見到它被應用在抬舉作業的安全評估。一種抬舉作業條件需收集兩組數據，一組是根據搬運的起始位置，另一組是根據搬運的目的位置，收集的數據包含：水平距離 (H)、垂直距離 (V)、垂直位移 (D)、搬運頻率 (F)、不對稱角度 (A)和握持介面的好壞 (C)。再經過計算轉換成介於 0 到 1 的抬舉乘數，命名為 HM、 VM、DM、AM、FM 和 CM，接著計算推薦重量極限值(recommended weight limit, RWL)與抬舉指標 (Lifting Index, LI)，計算方程式如下[10]：

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

$$= 23 \times (25/H) \times (1-0.003 \times |V-75|) \times (0.82+4.5/D) \times (1-0.0032A) \times FM \times CM \quad (6)$$

HM：水平距離乘數（multiplier）

VM：起始點的垂直高度乘數

DM：抬舉的垂直移動距離乘數

AM：身體扭轉角度乘數

CM：握持乘數

FM：抬舉頻率乘數

水平乘數：

$$HM = 25 / H \text{ (單位：公分)} \quad (7)$$

(一) 若 H≦25 公分，HM＝1, 若 H＞63 公分，HM＝0。

(二) 0.4≦HM≦1。

垂直乘數：

$$VM = 1 - 0.003 \mid V - 75 \mid \text{ (單位：公分)} \quad (8)$$

(一) 0≦V≦75 公分, 若 V＞175 公分，VM＝0。

(二) 0.7≦VM≦1，在 V＝0 時，VM＝0.78。

抬舉的垂直移動距離乘數：

$$DM = 0.82 + (4.5 / D) \quad \text{(單位：公分)} \tag{9}$$

(一) 25≦D≦75 公分, 若 D＜25 公分，DM＝1；若 D＞175 公分，DM＝0。

(二) 0.85≦DM≦1。

身體轉動乘數的計算(為身體扭轉角度相對於矢狀面，sagittal plane)：

$$AM = 1 - 0.0032A \text{ (單位：度)} \tag{10}$$

(一) 0≦A≦135 度, 若 A＞135 度，AM＝0；若 A＝90 度時，AM＝0.71。

(二) 0.57≦AM≦1。

握持乘數：CM 依據握把、手部握持狀態與起始點的垂直高度來查表得知(如表 10)

表10　　握持乘數

手部握持狀態	V<75	V>75
良好	1.00	1.00
普通	0.95	1.00
不良	0.90	0.90

抬舉頻率乘數：FM 依據抬舉頻率、持續工作時間與起始點的垂直高度來查表得知 (如表 11)。

收集抬舉頻率時，為了求得較具代表性的數據，必須隨機抽樣數個工作區域，連續觀察數個工作天，完整地記錄人員在各種機台間抬舉或搬運物料的次數；同時也要收集必要的抬舉姿勢與位置的資料，以期得到這些作業條件下建議的抬舉重量，最後再將其與目前的抬舉物料的重量做比較。

表11　　頻率乘數數值

頻率 (次/分鐘)	持續工作時間					
	≤ 1h		≤ 2h		≤ 8h	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
0.2	1.00	1.00	0.95	0.95	0.85	0.85
0.5	0.97	0.97	0.92	0.92	0.91	0.91
1	0.91	0.91	0.88	0.88	0.75	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
>15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

抬舉指標(LI)來評估抬舉作業是否有引發下背痛的可能性，LI 的計算方式如下：

$$LI = Load\ Lifted / RWL \tag{11}$$

LI 是實際抬舉的負荷與 RWL 的比值。當 LI 值小於 1 時，表示該作業安全；當 LI 值大於 1 時，表示該工作引發下背痛(LBP)可能性很大，該工作應予改善，當 LI＞3 將使下背部受傷機率大為增加，然而搬運指數(LI)與下背痛發生機率之間的關係目前無法確知。

二、下背部受力生物力學模擬

生物力學分析方法是所有評估方式的理論基礎，不論肢體的活動範圍、最佳活動角度的訂定、最大負重等，皆常以此法分析之結果作為標準。但是生物力學分析法只規範瞬間最大出力的危害，無法用於評估低標出力的長期累積所造成的危害，除了無法運用在長時間持續性工作上，使用不方便，同時也必須要受過專業訓練的專家才能正確使用，這也就是為什麼必須衍生出許多簡化的評估改善方式以利實務上的推行。目

前常見的下背受力分析軟體有密西根大學發展出的工作姿勢軟體模擬(3D static strength prediction program/3D SSPP, university of Michigan)和 JACK 的 3D 動態模型、計算軟體。密西根大學 3DSSPP 動態模型計算各個關節肢段，頸、肩、腕、髖、膝、與 L5/S1 的負荷，再與關節受力能力比較，其中以 L5/S1 的壓力最為重要(3400 與 6400N)。依據 NIOSH(1991) 建議當腰椎脊柱受壓超過大約 3400 N 時，則下背部受傷風險增加。工作姿勢軟體模擬可以依據個人特性(人體計測值、性別等)、模擬工作情境(貨架高度、搬運距離等)、搬運負重、貨品形狀等工作特性，評估工作姿勢與腰椎(L4/L5 與 L5/S1)受力情況量化腰椎肌肉骨骼負荷。透過軟體將可以產生數位虛擬人型(digital virtual humans)於虛擬工作場所(virtual workplace)工作的姿勢；也可以建立些 3D 物件。調整虛擬人的肢體所在位置(如圖 9)、動作姿勢、工作期間以及肢體所承受的重量等，進行人因風險因子的鑑別與評估，可評估生物力學項目包含：下背部脊椎受力分析(low-back spinal force analysis tool)、數個關節力矩與靜態力預測(static strength prediction tool)等。使用生物力學模式(model 或套裝模組) ，可以同時考慮個人特質(身高、體重、性別、年齡等)、工作特性與工作環境，透過模擬搬運姿勢，計算出各個作業姿勢對於下背和脊椎的壓力影響和數值，如圖 10 所示，可由計算結果得知風險值，分析該動作姿勢對下背部及脊椎壓力是否對人下背部造成肌肉骨骼的傷害。

在現場工作姿勢分析，目前亦有許多應用軟體可以協助現場工作姿勢紀錄(拍照或攝影)，其中 Kinovea 應用軟體已廣泛應用於運動選手競賽或訓練時，運動軌跡紀錄、速度與加速度分析等，在探討使用影片拍攝方式來動態分析關節角度量測之信、效度亦有許多研究進行討論，Elwardany 等人(2015)討論使用 Kinovea 軟體拍攝並量測頸椎在矢狀面(cervical range of motion in sagittal plane)關節活動度之信、效度分析，分析 64 位物理治療實習生使用傳統臨床關節角度量測法與 Kinovea 軟體，計算頸椎前屈與後伸角度之受試者間與受試者內信、效度。結果顯示，在受試者間(intrarater)信度分析組內相關係數(ICC)範圍約 0.920~0.995；受試者內(interrater)組內相關係數(ICC)範圍約 0.988~0.997，指出 Kinovea 量測頸椎在矢狀面(cervical range of motion in sagittal plane)關節活動度具有良好的信度[23]。Puig-Diví′等人(2019)進一步討論使用 Kinovea 在不同角度與距離下拍攝角度計算之信、效度，透過標準化 AutoCAD 軟體繪製標準化版模並模擬人下肢在行走時的關節角度變化，在固定距離 5 米處分別使用四個角度(90°, 75°,

60˚ and 45˚)收集下肢關節資料，結果指出使用 Kinovea 分析角度在拍攝距離 5 公尺內，拍攝角度範圍為 90˚~45˚之間有良好的信、效度表現，然而，為了達到角度估算最小誤差值，建議拍攝角度為 90°角，即矢狀面有較穩定的角度估算[24]。

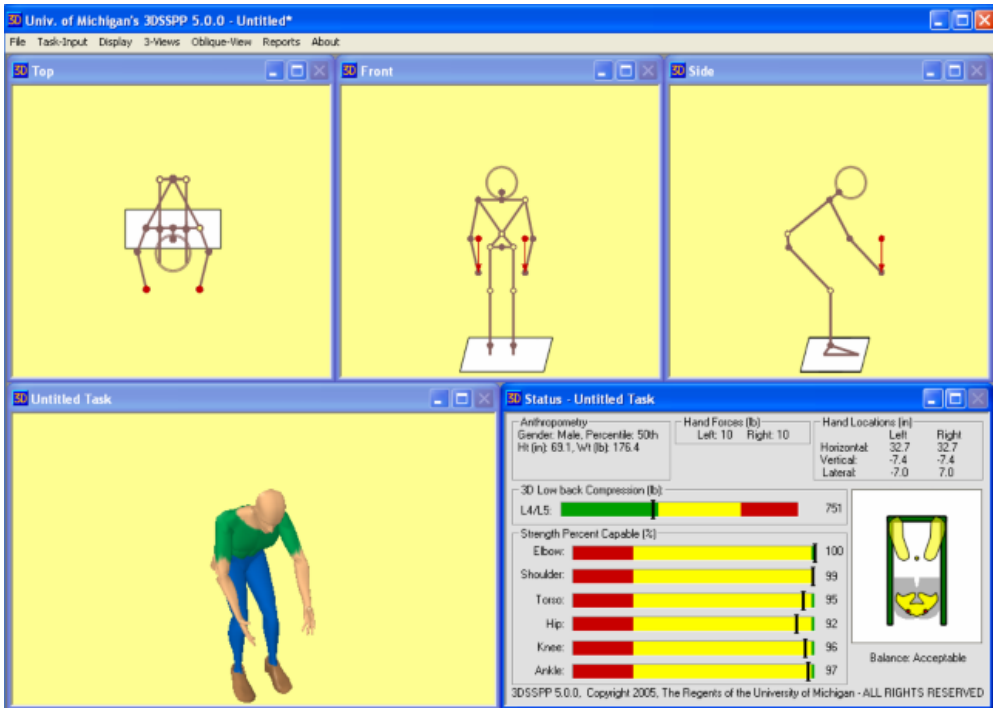


圖9　工作姿勢模擬

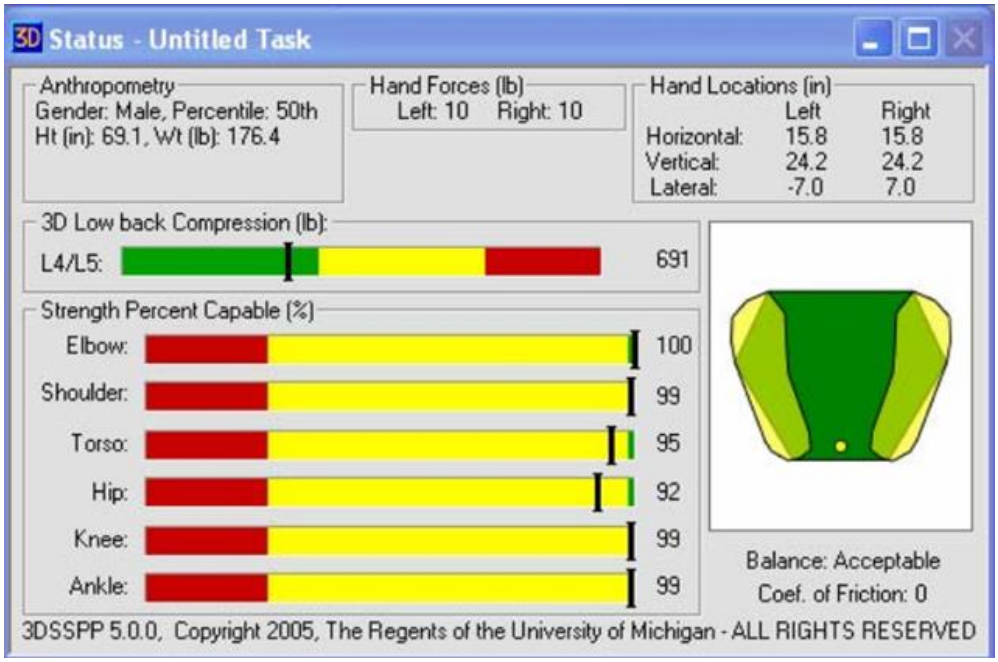


圖10 分析下背部與關節受力

三、下背部受力累積量計算(Mainz Dortmund Dose Model, MDD)

德國從 1999 年開始發展 Mainz-Dortmund 劑量模型(Mainz dortmund dose model, MDD)，對於特定工作負荷期間，發展腰薦部區域受力的生物力學估計模型。這個模型在德國脊柱研究 EPILIFT 的努力下於 2002 年至 2007 年進行研究，收集包括來自德國四個地區的 915 名職業暴露受試者和 901 名對照組，透過三種方法的生物力學模型計算，針對每個特定作業，利用搬運重量和負荷密集的姿勢，計算出腰薦椎間盤在使用壽命期間的負重壓力(compression force)。在累計腰椎負荷的計算中，重量負荷使用 5 kg 或更重物體負重以及軀幹傾斜度為 20°或更大的姿勢的所有徒手搬運姿勢分析。根據這項研究顯示，累積腰椎負荷與男女椎間盤突出和椎間盤狹窄均呈正相關[25]。腰椎間盤突出症的診斷必須通過斷層掃描(computed tomography, CT)或核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)進行確認；腰椎間盤狹窄的診斷主要基於放射線判讀，並將職業的負重暴露標準與下背痛疾病整理如下表 12 所示。

表12　　下背痛疾病負重暴露 (Berufskrankheit Nr. 2108)

作業	女性	男性
雙手抬舉	10	20
單手抬舉	5	10
雙手傳遞重物 (理想狀態)	20	30
單手傳遞重物 (理想狀態)	5	10
雙手近距離搬運 (靠近肩或背部)	20	30
單側搬運	15	25
拉	250 (N)	350 (N)
推	300 (N)	450 (N)

(單位：公斤)

MDD 值並非職業性腰椎椎間盤突出的法定容許強度，但可作為個案診斷認定的參考值。MDD 估算 L5/S1 的累積負荷，公式如下[26, 27]：

公式 1：雙手抬舉

$$Fi = 1{,}800\ N + 75\ N/kg \times weight\ of\ object\ i\ (kg) \quad (12)$$

公式 2：前方或側身側身搬運

$$Fi = 1{,}000\ N + 85\ N/kg \times weight\ of\ object\ i\ (kg) \quad (13)$$

公式 3：雙手近距離搬運 (靠近肩或背部)

$Fi = 1{,}000\ N + 60\ N/kg \times weight\ of\ object\ i\ (kg)$ (14)

搬運時身體向前傾：Fi = 1,700 N

累積一年暴露量 = 工作天數×$(8\ h \times \Sigma\ Fi\ 2 \times ti)^{1/2}$ (15)

工作天數 = 每年工作天數 (16)

ti=平均每日抬舉或搬運時間

累積長年工作期間暴露量：

總累積估暴露量 = 該工作年資×每年暴露量 (17)

第一與第二版 MDD 只計算 L5/S1 腰椎受力累積負荷量，依據搬運姿勢，從單次搬運重量估算單次 L5/S1 受力，乘上每天連續搬運時間來估算單日工作累積負荷；再乘上每年工作日估算一年下背部工作累積受力；再乘上工作年資估算總工作下背部累積劑量值。因此，MDD 計算以單次搬運重量及連續搬運時間來估算單日工作下背受力累積量。在下背部受力計算部分，工作時單次動作姿勢對腰部至少產生 3400 N 的負荷，即男性單次搬運 MDD 超過 3.2 kN (千牛頓)；女性單次搬運超過 2.5 kN (千牛頓)；一生累積劑量至少 25×10^6 Nh (牛頓小時)，即男性累積量達 25 MNh、女性累積量達 17 MNh (百萬牛頓小時)，有可能造成下背部傷害發生，而當估算值低於參考值的 1/2 時，即男性 12.5 MNh 、女性 8.5 MNh ，可以不考慮為職業病。當估算值男性介於 12.5~25 MNh 之間；女性介於 8.5~17 MNh 之間時，必須綜合其他工業衛生與職業醫學證據作為個案考量[27]。

表13 與性別相關的年齡相關最大腰椎負荷風險參考值

修正後 Dortmund 建議值 (單位：kN)		
年齡 (歲)	女性	男性
20	4.1	5.4
30	3.8	5.0
40	3.1	4.0
50	2.4	3.1
≥60	1.8	2.2

MDD 亦考慮到年齡與性別因素，男性與女性的腰椎最大負荷量應該有所不同，對於年齡而言越大的年紀對於腰椎的負荷量應要下修。Jäger (2018)提出修正建議值，

如上表 13 所示，依照性別與年齡修正單次動作姿勢對於 L5/S1 腰椎負荷風險參考值，修正後 Dortmund 的得出範圍是 20 歲男性，單次搬運負荷為 5.4 kN，60 歲以上男性，單次搬運負荷為 2.2 kN。相應的女性建議極限，20 歲女性單次搬運負荷為 4.1 kN 和 60 歲以上女性單次搬運負荷為 1.8 kN，當超出這些數值時長久下來則有機會產生腰椎間上的病變[28]。

Hung 等人(2020)透過一項回顧性研究，將台灣各式人工物料搬運作業抬舉暴露量估算，收集受試者共 553 名(252 名男性和 301 名女性)，記錄其工作特性，透過核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)評估腰部椎間盤突出狀況，將判讀結果與生物力學下背部受力暴露量計算討論。在其研究當估算累積抬舉暴露量(cumulative lifting exposure)，以生物力學模擬軟體(3D static strength prediction program/3D SSPP, university of Michigan)模擬單次搬運時下背部受力。估算公式同時考量單次搬運負重與姿勢來估算該次搬運對 L5/S1 造成的受力，其中姿勢又細分為抬起(lifting)、行走(walking)與放下(unloading)受力，各個姿勢受力乘以各個搬運時間來估算單次搬運下背部受力。單次搬運下背受力值乘上每日搬運次數(件數)估算日累積抬舉暴露量，由日抬舉暴露量乘上年工作天數估算一年工作下背部受力抬舉暴露量；由年工作下背部抬舉暴露量乘上工作年資估算搬運作業對下背總累積抬舉暴露量(cumulative lifting exposure) [29]。

結果顯示，NOISH 單次抬舉搬運 L5/S1 椎間盤受力 3400 牛頓閾值對台灣族群而言可能超過，對台灣男性而言，單次抬舉搬運 L5/S1 椎間盤受力 3000 牛頓；對女性而言，單次抬舉搬運 L5/S1 椎間盤受力 2800 牛頓是可能是較佳的。此外，對於工作特性對其下背部受力累積抬舉暴露量，配合醫學理學檢查，如：核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)結果，將工作者單次物料搬運姿勢使用下背受力估算軟體(如：3DSSPP, Michigan)估算 L5/S1 椎間盤單次搬運受力，並依照工作年資累加估算總累積抬舉暴露量，將累積暴露量分為高暴露量 ($\geq 8.9\times10^6$ Nh)；中暴露量($\geq 4.9\times10^5$ Nh；$\leq 8.9\times10^6$ Nh)與低暴露量($\leq 4.9\times10^5$ Nh)，發現當下背部累績受力暴露量越高發生腰椎退化(lumbar disc degeneration, LDD)比例風險亦越高，然而此結論並非標準規範僅由試驗結果提出建議[29]。

第四節 國內外物流業肌肉骨骼傷病及評估

2016 年至 2019 年勞動部統計資料顯示，我國勞工保險現金給付職業病在 19 類大行業中，製造業的職業病給付為第一位(平均為總職業病給付 34%；平均 8967 人次)，其次為營建工程業(平均為總職業病給付 23%；平均 6528 人次)；批發及零售業位居第三位(平均為總職業病給付 14%；平均 3981 人次)；其他服務業為第四位(平均為總職業病給付 8%；平均 1834 人次)；運輸及倉儲業為第五位(平均為總職業病給付 8%；平均 709 人次) 。此外，在職業病給付每年平均約 709 人次，其中最常見的職業病成因包括：手臂頸肩疾病(約 47~49%)，職業性下背痛(約 13~16%)，礦工塵肺症及其併發症(約 13~18%)與腦心血管疾病(8~13%) (勞動部統計處，2020)。對於工作環境安全衛生狀況認知調查資料顯示，對所有行業之從業人員調查過去一年身體痠痛情形，其中 60.76%的受僱者至少有一項痠痛情形，痠痛比例最高前三項依序為肩膀(69.60%)、脖子(56.98%)及下背或腰部(53.04%)，以行業區分，營造業(68.84%)、農/林/漁/牧業(67.07%)、運輸及倉儲業(64.26%)比例為前三高，在個人疲勞程度嚴重，以運輸及倉儲業(9.40%))比例較高[30]。由 2008 年至 2013 年之職業病通報資料顯示，職業性腰椎椎間盤突出症之行業別分布，以製造業(30.3%)、營造業 (23.7%)及運輸及倉儲業(21.8%)最多，其中職業性腰椎椎間盤突出症之人因危害因子分析以搬運重物及姿勢不自然為常見因素[31]。在韓國對 319 位倉儲工作人員進行肌肉骨骼不適調查，結果顯示有 37.6%的人員有肌肉骨骼不適狀況發生，從相關性分析發現工作姿勢會導致疲勞或疼痛；重複性工作有較高的工作壓力總分是許多身體部位肌肉骨骼症狀的危險因素[32]。菲律賓在 2013 年運輸倉儲和郵政快遞業發生肌肉骨骼疾病占職業病的 56.76%，對 75 位倉儲快遞服務業人員進行調查，結果顯示因為人工物料搬運作業造成上背與下背肌肉骨骼不適的比例高達 39.3%與 48.9% [33]。

貨物配送外勤場所和倉庫現場作業，工作環境常見以徒手方式進行人工物料搬運包括：抬舉(lifting)、卸下(lowering)、推(pushing)、拉(pulling)、充填(filling)、傾倒(emptying)、攜帶(carrying)或握持(holding)物品，牽涉身體不同程度力量使用(force exertions)、不自然姿勢(awkward postures)及重複性動作(repetitive motions)，這些要素的暴露使得物流配送員成為職業性肌肉骨骼傷害的重要因素。運輸業員工常發生的累積性肌肉骨骼傷病症狀及易發生身體疼痛部位為下背部、頸、肩、腕關節、手；發生的疾病傷害，在下背

痛常見的種類有坐骨神經痛、椎間盤突出；肩頸疼痛常見有肌筋膜疼痛症候群、頸神經根病變；肩關節疼痛常見有夾擠症候群、旋轉肌腱炎、五十肩；肘關節疼痛常見有肱骨外上髁炎(又稱網球肘)，肱骨內上髁炎(又稱高爾夫球肘)；肘關節疼痛常見有腕隧道症候群、板機指等[34]。在一項調查北部某家貨運搬運人員(255 名)肌肉骨骼不適情況，年齡分布多數約為 25-44 歲間，每日工作時間 13-14 小時，結果發現半年內有肌肉骨骼疼痛部位其比例為：下背/腰部占最高(41.2%)；脖子疼痛、酸麻或不適其次(45.1%)；肩膀兩側占第三 (42.3%)[34]。

江妤柔(2007)針對南部地區兩種不同體系的貨運公司(連鎖大型貨運與宅急便公司)共 252 名物流業配送員進行調查，結果顯示有 50%物流配送員每日工作時數超過 12 小時以上；工作中每次休息時間主要分佈在 30~60 分鐘之間。在搬運狀況，連鎖大型貨運配送員搬運每件貨品平均重量主要集中 10~25 公斤(59.7%)；平均每日搬運件數 100~200 件(77.9%)；貨品平均搬運高度在胸部(63.6%)。在宅急便公司貨運配送員搬運每件貨品平均未滿 10 公斤(53.0%)；平均每日搬運件數 50~100 件(61.2%)；貨品平均搬運高度以腰部為多數(64.3%)。而在兩種體系物流業駕駛肌肉骨骼不適之盛行率，均以下背部(59.7%與 48.9%)肌肉骨骼不適比例為最高；其次為肩頸部位不適[35]。

張原道(2008)對國內一家貨運宅配公司進行調查，研究對象為宅配員(震動暴露和人工搬運)和理貨員(人工搬運)合計共 545 位物流業員工進行資料收集，結果顯示宅配員平均職業駕駛經驗為 8.6 年，每天平均駕駛時數為 9.6 小時，平均休息時間為 1.4 小時，每天搬運貨物以 4~8 小時為主，宅配員早上出車前將貨物連續搬運至宅配車上所花的時間約為 1~2 小時；晚上卸貨連續搬運時間則以 2~3 小時為主。搬運物品的重量方面，宅配員與理貨員以 15~25 公斤為主，物品體積方面以 3~5 才為主。宅配員肌肉骨骼痠痛不舒服部位前三名為：下背/腰部(79.7%)、右肩膀(45.8%)和頸部(45.1%)；理貨員前三名則為：下背/腰部(58.5%)、左、右肩膀(31.1%、29.2%)[36]。

由以上文獻整理可知，目前國內外各國對於人工搬運負重限制仍以 NIOSH 與 ISO 11228 為主，其亦提供較詳盡之規範與參考，有些國家負重限制同時考量性別、年齡差異；有些規範在搬運頻率限制下提供每次最大負重建議限制；有些規範則同時考量搬運距離與姿勢下每次最大負重建議值，整體而言，對於物流業配送員工作特性之物料搬運重量限制，並沒有明確限制重量建議規範。此外，在相關肌肉骨骼風險評估工具部

分，現行有許多實務現場工作姿勢風險評估工具，如：關鍵指標方法徒手搬運操作(KIM-MHO)與人因工程評估表(ergonomic assessment worksheet, EAWS)可以用快速篩選人工物料搬運作業對生物力學負荷危害風險，然而，對於相關下背部受力與相關累積負荷力學資料，卻無法提供參考數值與範圍。在生物力學分析法，可以透過 NIOSH 下背受力模式或工作姿勢軟體模擬 (3DSSPP, university of Michigan)依據個人特性(人體計測值、性別等)、模擬工作情境(貨架高度、搬運距離等)、搬運負重、貨品形狀等工作特性，評估工作姿勢與腰椎受力情況量化腰椎肌肉骨骼負荷，然而，對於物流業配送人員人工物料搬運相關下背部受力模式資料仍十分缺乏。物流業人員的工作內容包括高重複性搬運貨物與長時間暴露於全身性震動工作環境，可能因為抬舉搬運姿勢不正確，過度用力、推拉物件、工作環境的變異性大，增加身體或肌肉受傷的機會，加上運送過程長時間開貨車，成為與職業相關下背部肌肉骨骼傷害高危險族群之一。

第三章 研究方法

為了達成上述之研究目的，本研究之架構如下圖 11 所示。分三個階段執行，說明如下：

一、第一階段：透過文獻整理進行物流業配送員工作內容問卷設計並進行問卷內容確認。

(一) 文獻收集與資料整理內容，包括：國內肌肉骨骼傷病的評估方法、各國人工搬運規範介紹及肌肉骨骼風險評估工具等重要參考依據。

(二) 問卷內容設計發展，依據工作特性與肌肉骨骼不適調查來擬訂「物流配送人員下背部肌肉骨骼不適調查」問卷。

(三) 問卷內容擬訂過程，透過專家會議諮詢、收集專家意見、回饋作為問卷設計與問卷內容編排的重要參考。

(四) 內容修訂確認版本進行數次試填，確保文字通順易懂、避免會錯文意，作為最終施測版本。

二、第二階段：透過問卷發放與現場工作資料收集，深入瞭解物流配送人員工作特性與下背部肌肉骨骼不適情況。

(一) 依物流配送員工作場域、工作內容特性進行分層抽樣，發送問卷並回收問卷資料。

(二) 回收有效問卷調查結果，進行資料整理與分析，萃取物流配送人員工作特性分析(搬運姿勢、頻率、方法等)。

(三) 初步分析結果進行第二次專家會議，討論並確認物流配送人員工作內容中與工作相關之肌肉骨骼傷害重要考量參數與因子。

(四) 經由實驗設計與規劃，依據物流配送人員與工作相關肌肉骨骼傷害重要因子進行生物力學模式分析。使用模擬工作姿勢軟體或生物力學分析軟體(3D static strength prediction program /3D SSPP, university of Michigan)，模擬物流配送員數種常見工作情境、搬運負重作業等工作特性，評估物流業配送員腰椎(L5/S1)受力情況，量化腰椎肌肉骨骼負荷。

三、第三階段：將下背部肌肉骨骼生物力學分析結果與「職業性腰椎椎間盤突出認定參考指引」進行比較，對於物流業配送員搬運作業提出具體健康管理措施與參考建議。

(一) 將從模擬工作姿勢的下背部(L5/S1)分析結果與「職業性腰椎椎間盤突出認定參考指引」進行比較。

(二) 對於物流業配送人員工作姿勢與工作環境提出健康管理措施與改善建議。

(三) 本計畫各項工作所完成之成果彙整後，合併分析與討論結果完成期末報告。

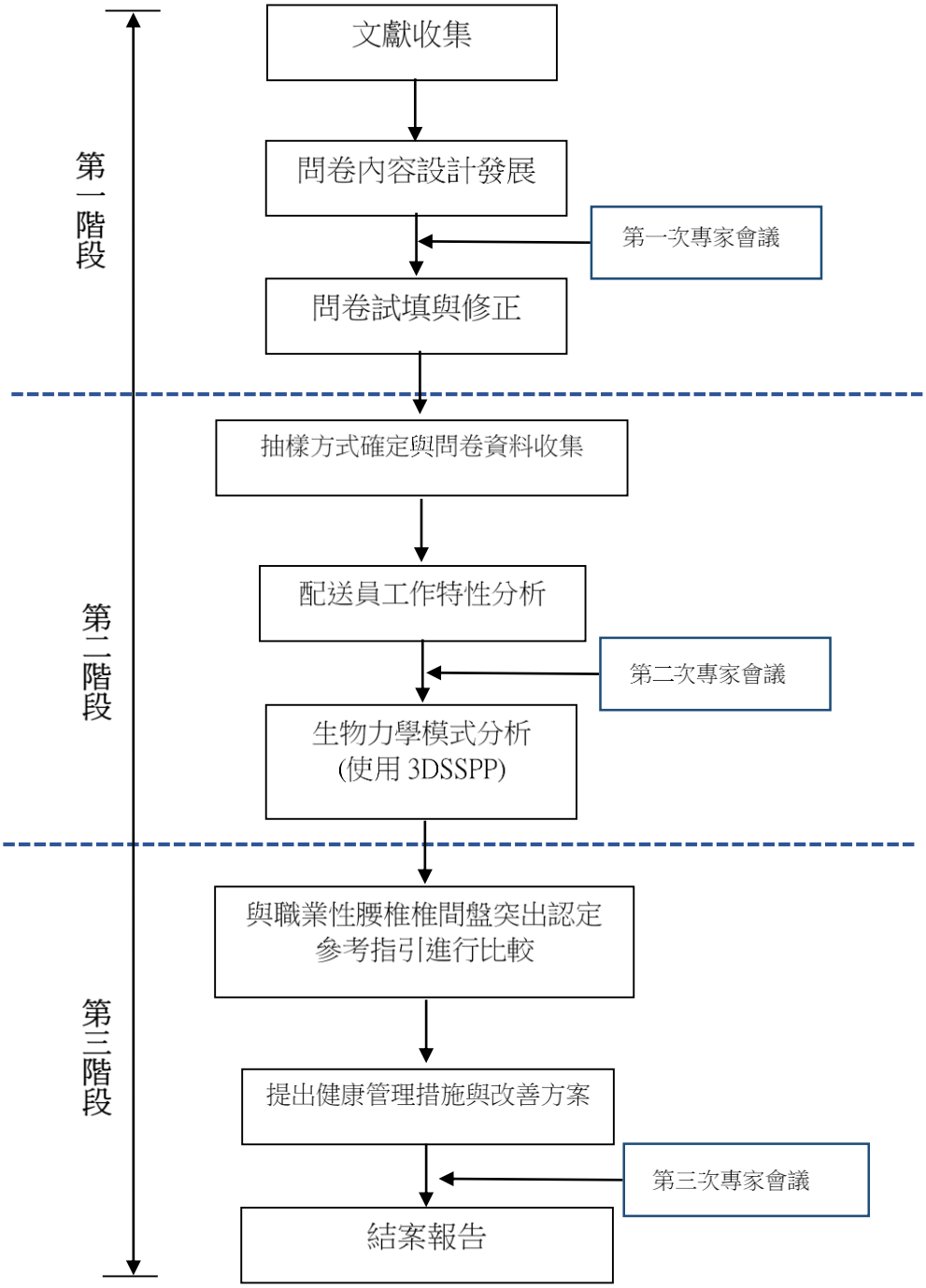


圖11 計畫執行內容與架構

第一節 物流配送人員工作內容與肌肉骨骼健康調查

一、問卷設計

問卷內容設計透過先前文獻資料整理，內容分為三大部分包括：基本資料、工作內容與目前肌肉骨骼不適狀況調查，內容包括：

(一) 個人基本資料：年齡、性別、身高、體重、工作年資、工作經歷、健康狀況、生活與運動習慣等。

(二) 工作內容：物流型態、類別、服務部門、主要工作項目、內容、時間、搬運抬舉姿勢、物品尺寸、重量、頻率、高度、工作環境、距離、搬運工具使用習慣與時機等。

(三) 目前肌肉骨骼不適狀況調查 (部位、病史、就醫情況與主觀疼痛認知等)：問卷內容基本上以「修改過的北歐肌肉骨骼不適問卷」為範本，主要調查肌肉骨骼不適狀況：將工作場所中常見的肢體不適部位分成頸部、肩膀、上背、手肘、下背/腰部、手/手腕、臀/大腿、膝蓋、小腿/腳踝九大部位，由受訪者依實際自覺症狀填寫。

(四) 初步內容擬訂後進行多次試行填寫，確保文字通順易懂，避免語意不清誤導填答者因會錯意而錯誤填答。

二、召開第一次專家會議

第一次專家會議目的為對初步草擬之「物流配送人員下背部肌肉骨骼健康調查」問卷進行內容討論，邀請職業病醫師、富經驗人因工程專家與職業衛生專家共計 5 名參與會議，就逐題題項進行討論並擬具共識，修正後問卷包括三大部份：

第一部分為工作狀況：包括工作年資、工作經歷、工作內容 (物流型態、類別、服務部門、主要工作項目、內容、時間、搬運抬舉姿勢、物品尺寸、重量、頻率與搬運工具使用習慣與時機等)。其中在主要工作項目又細分：進貨作業、入倉儲存作業、盤點作業、撿(補)貨作業、出貨搬運作業與配送作業等六項作業，並依據此六項作業收集各個作業工作時間、搬運秒數、次數、件數、工作姿勢、重量、物件尺寸與輔助搬運工具使用狀況等。

第二部分為肌肉骨骼健康調查：依據北歐肌肉骨骼不適問卷為範本修改，調查目

前身體 14 各部位調查了解最不舒適部位，並依據近 6 個月內全身各部位不舒適情況進行調查，包括部位症狀、疼痛程度、發生時間、症狀持續頻率、處理方式與症狀持續至今時間等，了解目前物流配送員在肌肉骨骼不適情況。

第三部份基本資料：收集相關受試者年齡、身高、體重、生活與運動習慣等資料。

三、研究倫理程序申請

由於問卷發放與內容填寫部份涉及人類研究參與者之研究倫理，所可能牽涉的倫理議題，如：對人類個人或群體之個人資料、行為、心理、文化資訊的調查、蒐集與運用，因此本研究資料收集程序、問卷內容與試驗設計執行程序送相關研究倫理委員會審查，通過後方可執行，確保研究進行的同時，盡最大努力保護人類研究參與者及受試者之權益與身心健康。本研究之試驗流程、受試者同意書、調查問卷內容等相關文件已通過簡易審查，在資料收集部分讓受試者填寫：1.受試者同意書一式兩份與 2. 物流配送人員下背部肌肉骨骼健康調查，並於拍攝工作姿勢過程中，依法把任何可辨識受測者的身分之紀錄與受測者的個人隱私資料視為機密來處理，確實保障受試者權益(研究倫理通過審查結果參考附錄二)。

第二節 物流配送人員工作特性分析

一、問卷發放與資料收集

(一) 問卷發放對象選定：

1.抽樣方式：立意抽樣為主要資料收集方式，同時考量願意配合調查之物流業者與物流型態、類別或特性(例如：便利店零售業物流、包裹郵寄物流、電子商務物流、生鮮產品物流…)至少區分為三類；並依不同作業內容(例如：進貨、儲存、盤點、撿/捕貨、配送、搬運/出貨、陳列…等)作為抽樣之參考。

2.預計發放份數：至少 50 份有效問卷回收。

(二) 問卷發放、收集與資料處理分析：

1.問卷填寫：問卷的發放、填寫方式為工作現場發給受測人員填寫，而問卷發放員需在一旁，當受測人員填寫問卷遇到有疑問時，能適時的給予解釋，當受測人員忙於工作無時間填寫問卷時，則由問卷發放員以詢問的方式填寫，填寫完畢後再確認一次是否有疑問，最後由問卷發放員記錄問卷之編號、日期、簽名。

2.資料處理：問卷填答資料整理、問卷的編碼、資料建檔、資料核對…等等。

3.資料統計：使用 Excel 軟體將基本資料以及作業人員肌肉骨骼不適情形做統計分析，並以圖表呈現。

二、配送員工作特性分析

藉由問卷回收與資料整理來深入了解物流配送人員工作特性，問卷調查結果將物流型態、類別或特性(例如：便利店零售業物流、包裹郵寄物流、電子商務物流、生鮮產品物流…)區分成三類，了解不同物流型態之配送員肌肉骨骼不適與工作負荷的差異性，此外依配送員按不同作業(例如進貨、儲存、盤點、撿/捕貨、出貨搬運、配送、…等)分類，並記錄對應之抬舉姿勢及重量，將上述物流配送員之工作特性搭配設計不同高度之搬運作業，作為下階段靜(動)態生物力學試驗重要實驗規劃參數設定依據。

三、召開第二次專家會議

第二次專家會議目的為對於「物流配送人員下背部肌肉骨骼健康調查」問卷調查果進行結果呈現，並進一步就物流業配送員工作特性進行討論。就各項議題進行討論並擬具共識：

對於「物流配送人員工作內容與肌肉骨骼健康調查」結果討論，不同物流業依其特性，分工內容與工作姿勢差異很大，冷鏈物流業配送員在肩頸不舒適比例高，因其內容多為推拉作業；一般與大型物流業配送員則在肩膀、手腕不舒適比例高，因其貨物尺寸大小差異大。整體而言，物流業配送員中/下背部肌肉骨骼不適比例最高。

國內外搬運作業對腰椎與下背受力規範較少針對短時間高頻率搬運作業提出具體規範，缺少短時間、高頻率暴露量計算。此外，對於物流業工作人員，依照不同貨物屬性、公司規模分工內容差異頗大。規模較小公司，配送員可能要分擔進貨、入倉、撿(補)貨、理貨與出貨等作業；公司規模大公司傾向於細分工，各作業項目包括：進貨、入倉、盤點、撿(補)貨都有專職的倉儲管理人員或撿貨員協助，物流配送員僅需處理出貨與配送作業。

物流業配送員對路線與貨物等作業孰悉程度影響其作業時間與速度。有經驗的配送員會透過許多工作技巧代償來減低疊貨負擔，如：依據貨物重量來決定堆疊高度(低重；高輕)，因此在後續生物力學試驗前加入對於物流業配送員工作之定性描述。

後續生物力學試驗之實驗設計與規劃部分，建議依據出貨、貨車內疊貨與配送三大部分為主要描述，模擬四種情境，說明如下：

(一) 出貨作業：

情境 1：依據現場拍攝 17 位物流配送員(分為三種物流型態：一般、大型與冷鏈物流)工作姿勢與搬運重量，進行下背部受力計算。

情境 2：依據現場拍攝物流配送員工作姿勢與搬運重量，改為「直背屈膝」方式搬運工作姿勢，進行下背部受力計算。

(二) 貨車內之疊貨作業：

情境 3：依據車廂高度、搬運物品尺寸與重量，模擬車廂內堆疊貨物時工作姿勢，進行下背部受力計算。

(三) 配送作業：

情境 4：依據車廂高度、搬運物品尺寸與重量，模擬到客戶端時，由車廂高度搬運貨物至地面(或)推車之搬運姿勢，進行下背部受力計算。此部分模擬由 3.5 與 7.5 噸貨車卸下物品之工作姿勢進行分析。

四、模擬工作姿勢對下背部腰椎肌肉骨骼負荷

使用靜態受力預測模式(3D static strength prediction program, 3DSSPP,university of Michigan)軟體模擬至少三種常見工作情境(貨架高度、搬運距離等)、搬運負重、貨品形狀等工作特性，評估物流業配送員工作姿勢與腰椎(L5/S1)受力情況，量化腰椎肌肉骨骼負荷。透過軟體將可以產生數位虛擬人型(digital virtual humans)於虛擬工作場所(virtual workplace)工作的姿勢；也可以建立些 3D 物件。調整虛擬人的肢體所在位置、動作姿勢、工作期間以及肢體所承受的重量等，進行人因風險因子的鑑別與評估，可評估生物力學項目包含：下背部脊椎受力分析(low-back spinal force analysis tool)、數個關節力矩與靜態力預測(static strength prediction tool)等。生物力學試驗之實驗設計與規劃部分，依據物流業配送員主要搬運作業，出貨、貨車內疊貨與配送作業三大部分為主要描述，模擬四種情境分別為：出貨作業、出貨直背搬運姿勢、車廂內疊貨作業與配送搬運作業，使用生物力學模式(model)或套裝軟體(如 3DSSPP 等)，將依照配送員工作特性與搬運作業時常出現的搬運姿勢，進行每類作業 3 次以上分析，以計算下背在無搬運輔具作業時腰椎(L5/S1)受力情況，藉以評估可能的作業負荷。

第三節 物流配送員下背受力模式分析

一、與「職業性腰椎椎間盤突出認定參考指引」進行比較

經由軟體分析模擬物流配送員工作姿勢對下背部腰椎肌肉骨骼負荷數值，與目前「職業性腰椎椎間盤突出認定參考指引」進行比較，討論不同物流型態之配送員工作特性，其下背部腰椎受力的影響是否為造成職業性腰椎椎間盤突出認定風險，同時使用德國下背受力累積量值(mainz dortmund dose model, MDD)與 Hung 等人於 2020 年提出的下背累積抬舉暴露量(cumulative lifting exposure)值計算。其中 MDD 計算以搬運重量累積值為主要參考，所估算出數值亦為臨床職業醫學科醫師判斷下背受力與疾病關係之重要參考；在下背累積抬舉暴露量(cumulative lifting exposure)值計算則以單次下背部 L5/S1 受力(由 3DSSPP 模擬計算)乘以搬運時間與搬運次數之累計量來估算下背部抬舉暴露量(cumulative lifting exposure)。

二、召開第三次專家會議

第三次專家會議目的為對於物流業配送員搬運作業腰椎與下背部受力結果，進行結果呈現，並進一步就可能提出對業界管理改善措施進行討論。就各項議題進行討論並擬具共識：

(一) 物流業配送員搬運作業腰椎與下背部受力結果討論

(二) 依據四項工作情境(出貨搬運、建議出貨搬運姿勢、車廂理貨與配送/卸貨)，腰椎與下背受力情況結果討論。

(三) 從生物力學估算下背受力結果與「職業性腰椎椎間盤突出認定參考指引」進行比較，提出健康管理措施與改善方案討論。

三、提出健康管理措施與改善方案

計畫執行過程透過文獻資料彙整、物流配送人員下背部肌肉骨骼不適調查、評估物流業配送員腰椎(L5/S1)受力情況量化腰椎肌肉骨骼負荷等資訊整，對於物流業配送人員之搬運方法、工作姿勢、搬運工具或搬運重量提出具體健康管理措施與改善建議，落實物流業配送人員之職場工作安全與健康。

四、研究限制

(一) 工作姿勢收集及下背部力學估算以出貨作業(短時間高頻率搬運)為主；在配送端

僅模擬出貨搬運作業，對於長時間低頻率搬運時對下背部受力估算並未考量。

(二) 以生物力學軟體估算下背受力以抬舉姿勢、物品重量為主要參數設定，並未考慮到握把設計、物品重心位置等因素，所有下背受力估算均以雙手平衡抬舉物品姿勢模擬，累積量計算可能造成差異。

(三) 在配送過程，由貨車搬運後運送至顧客端過程中，可能環境因素、搬運姿勢、提攜距離等因素造成背部受力影響未被考量。

(四) 在此研究無論使用總累積抬舉暴露量(cumulative lifting exposure)或 Mainz-Dortmund 劑量模型估算下背部受力模式，都只就雙手抬舉搬運姿勢來估算，然而，實際現場觀察到工作姿勢受工作環境影響很大，許多搬運姿勢多變如：轉身堆疊、單手拋疊、雙手非平衡搬運、推拉作業等姿勢對下背所造成受力在此研究中無法估算。

(五) 配送員將近一半工作時間在貨車上，車行進間震動因素對下背部受力影響亦未被考量。

(六) 冷鏈物流配送員工作環境低溫因素對肌肉骨骼影響未被考量。

因此，建議未來研究規劃可提供更全面工作觀察與紀錄，以個案研究方式深入探討上述相關議題。

第四章 結果與討論

於實務現場收集物流配送員問卷調查資料來了解物流配送人員工作特性，將問卷調查結果依照物流型態、類別或特性分成三類，分別為一般物流、大型物流與冷鏈物流，討論不同物流型態之配送員肌肉骨骼不適與工作負荷的差異性，進一步透過物流配送員現場工作姿勢紀錄、進一步了解不同環境之搬運作業，將工作內容、作業特性與工作姿勢等資訊，作為下階段生物力學模擬重要實驗規劃參數設定依據。

第一節 物流配送員工作特性分析

一、人口學基本資料

收集四家物流業配送員相關問卷與工作姿勢資料，共發放 60 份問卷，有效回收問卷 50 份(回收率 83%)，物流業配送員基本資料如下表 14 所示。

表14　物流業配送員基本資料

項目		人次	比例(%)	備註
慣用手	右手	44	88	
	左手	6	12	
抽菸狀況	抽菸	24	47	平均一天 20 支 (SD=8.7)
	未抽菸(已戒菸)	26	53	
喝酒情況	無	26	53	
	每月 1 次	13	25	
	每周 1 次	2	4	
	每周 2-3 次	6	12	
	每周>4 次	3	6	
提神飲料	無	20	41	
	每月 1 次	2	4	
	每周 1 次	5	10	
	每周 2-3 次	6	12	
	每周>4 次	17	33	
目前生活品質	極差	3	6	
	尚可	32	63	
	佳	12	24	
	極佳	3	8	
平常運動習慣	無	23	47	
	偶爾	12	24	
	每周 1 次	4	8	
	每周 2-4 次	9	18	
	每周 5-7 次	2	4	

此次資料收集物流配送員平均年齡為 36.7 (SD=8.9)歲，其中男性佔 94%；女性為 6%，平均身高 170.4 (SD=5.6)公分，平均體重 67.3(SD=11.2)公斤。如表 14 所示，約有 53%物流配送員未抽菸(含已戒菸)及未喝酒情況，有 41%沒有喝提神飲量或咖啡習慣；但亦有 33%物流配送員每周至少喝 4 次以上提神飲料，6 成以上認為目前生活品質尚可；將近 1/4 覺得目前生活品質佳，71%物流配送人員沒有或是偶爾有平常運動習慣。

二、物流配送員工作特性分析

在物流類型，一般宅配佔 28% (人數 14)；大型(電商)貨運宅配 24% (人數 12)，而冷鏈物流為 48% (人數 24)。物流配送員平均目前工作年資為 5.9(SD=6.5)年，平均每天工作時間為 10.6 (SD=2.4)小時，平均每月工作天數為 23.7 (SD=3.5)天。將三種物流業依搬運作業時間整理如下表 15 所示，工作平均年資以一般宅配物流配送員年資最長 11.8 (SD=8.4)年，整體而言，物流配送員每月工作天數約 23~24 天，每日工作中休息次數為 2~3 次；每次約 20~30 分鐘之間。

表15　三種物流類型工作時間

工作時間	一般宅配 (n=14)		大型宅配 (n=12)		冷鏈物流 (n=24)	
	平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差
工作年資 (年)	11.8	8.4	3.2	3.9	3.9	3.9
每月工作天 (天)	24.3	1.6	23.8	2.1	23.4	4. 7
每天工作時 (時)	12.1	1.9	12.8	1.	8.8	1.6
工作休息次數 (次)	2.1	1.4	2.7	1.3	2.3	1.3
工作休息分 (分)	26.9	17.3	26.3	17.	20.8	16.7

表 16 整理物流業配送員每日工作項目與工作時數(時)，依據各個物流業公司配置與物流站別規模大小，工作項目差異很大。規模較小的站別，部分物流配送員需要協助進貨與部分撿(補)貨作業；規模較大之物流業，將工作細分依據進貨員、理貨員與配送員所負責工作內容跟項目有所分隔。一般而言，物流配送員主要工作內容為出貨與配送作業(高達 82%)，在出貨工作時間有 32%者每日需完成大於 5 小時出貨作業；在配送部分，有 54%物流配送員每日配送時間大於 5 小時；其中有些中小型物流站，部分物流配送員需要協助進貨與撿(補)貨作業，每日約小於兩小時時間，搭配協助進貨作業(40%)與撿(補)貨(42%)作業。

表16　　物流業配送員每日工作項目與工作時數(時)

類別	工作時間	一般宅配 (n=14)	大型宅配 (n=12)	冷鏈物流 (n=24)	人數	比例 (%)
進貨	無此作業	3	5	22	30	60
	0~1	0	1	1	2	4
	1~2	4	1	0	5	10
	2~3	2	0	0	2	4
	3~4	2	2	0	4	8
	4~5	1	3	0	4	8
	>5	1	0	1	2	4
入倉	無此作業	10	6	24	40	80
	0~1	1	1	0	2	4
	1~2	2	0	0	2	4
	2~3	0	3	0	3	6
	3~4	0	1	0	1	2
	4~5	1	1	0	2	4
	>5	0	0	0	0	0
盤點	無此作業	8	7	24	39	78
	0~1	3	1	0	4	8
	1~2	2	2	0	4	8
	2~3	1	1	0	2	4
	3~4	0	1	0	1	2
	4~5	0	0	0	0	0
	>5	0	0	0	0	0
撿貨	無此作業	7	3	19	29	58
	0~1	2	2	0	4	8
	1~2	4	2	0	6	12
	2~3	0	2	0	2	4
	3~4	0	2	0	2	4
	4~5	0	0	0	0	0
	>5	1	1	5	7	14
出貨	無此作業	3	0	6	9	18
	0~1	1	1	4	6	12
	1~2	7	1	1	9	18
	2~3	1	1	1	3	6
	3~4	0	3	1	4	8
	4~5	0	1	2	3	6
	>5	2	5	9	16	32
配送	無此作業	2	1	6	9	18
	0~1	0	0	0	0	0
	1~2	1	0	0	1	2
	2~3	0	2	0	2	4
	3~4	3	2	0	5	10
	4~5	3	2	1	6	12
	>5	5	5	17	27	54

表 17 整理物流配送員每日工作項目與搬運件數，約八成二物流配送員主要工作項目為出貨與配送作業，最多每日出貨與配送搬運件數約 200~300 件；其次為 100~200 件，少部分大於 300 件，協助進貨作業搬運次數最多者也介於 200~300 件之間。

表17　　物流業配送員工作項目與搬運件數(件)

類別	搬運件數	一般宅配 (n=14)	大型宅配 (n=12)	冷鏈物流 (n=24)	人數	比例 (%)
進貨	無此作業	3	5	22	30	60
	1~50	2	0	0	2	4
	50~100	1	0	0	1	2
	100~200	4	2	0	6	12
	200~300	3	4	2	9	18
	>300	1	1	0	2	4
入倉	無此作業	10	6	24	40	80
	1~50	1	3	0	4	8
	50~100	0	1	0	1	2
	100~200	3	1	0	4	8
	200~300	0	1	0	1	2
	>300	0	0	0	0	0
盤點	無此作業	8	7	24	39	78
	1~50	1	2	0	3	6
	50~100	0	0	0	0	0
	100~200	4	1	0	5	10
	200~300	0	2	0	2	4
	>300	1	0	0	1	2
撿貨	無此作業	7	3	19	29	58
	1~50	1	3	0	4	8
	50~100	0	0	0	0	0
	100~200	2	0	0	2	4
	200~300	3	5	5	13	26
	>300	1	1	0	2	4
出貨	無此作業	3	0	6	9	18
	1~50	1	1	3	5	10
	50~100	1	0	1	2	4
	100~200	3	2	3	8	16
	200~300	4	7	10	21	42
	>300	2	2	1	5	10
配送	無此作業	2	1	6	9	18
	1~50	2	0	4	6	12
	50~100	1	0	1	2	4
	100~200	4	3	3	10	20
	200~300	4	6	9	19	38
	>300	1	2	1	4	8

表 18 整理物流配送員工作項目與每次搬運重量(公斤)，在每日出貨搬運物品重量以 10~20 公斤為主；其次為 20~30 公斤，極少部分大於 30 公斤，協助進貨作業搬運重量最多者也介於 10~20 公斤之間。

表18　　工作類別與搬運重量(公斤)

類別	搬運重量	一般宅配 (n=14)	大型宅配 (n=12)	冷鏈物流 (n=24)	人數	比例(%)
進貨	無此作業	3	5	22	30	60
	<5	0	1	0	1	2
	5~10	0	1	1	2	4
	10~20	7	4	1	12	24
	20~30	3	0	0	3	6
	30~40	1	1	0	2	4
	>40	0	0	0	0	0
入倉	無此作業	10	6	24	40	80
	<5	1	0	0	1	2
	5~10	0	1	0	1	2
	10~20	0	2	0	2	4
	20~30	3	2	0	5	10
	30~40	0	1	0	1	2
	>40	0	0	0	0	0
盤點	無此作業	8	7	24	39	78
	<5	0	0	0	0	0
	5~10	1	1	0	2	4
	10~20	2	2	0	4	8
	20~30	1	1	0	2	4
	30~40	2	1	0	3	6
	>40	0	0	0	0	0
撿貨	無此作業	7	3	19	29	58
	<5	0	0	0	0	0
	5~10	1	1	1	3	6
	10~20	3	6	4	13	26
	20~30	2	1	0	3	6
	30~40	1	1	0	2	4
	>40	0	0	0	0	0
出貨	無此作業	3	0	6	9	18
	<5	0	1	0	1	2
	5~10	1	3	2	6	12
	10~20	3	6	14	23	46
	20~30	5	1	2	8	16
	30~40	2	2	0	4	8
	>40	0	0	0	0	0
配送	無此作業	2	1	6	9	18
	<5	0	0	0	0	0
	5~10	1	3	4	8	16
	10~20	2	7	10	19	38
	20~30	8	0	3	11	22
	30~40	1	1	1	3	6
	>40	0	0	0	0	0

綜合以上資訊，物流業配送員主要工作內容以出貨與配送作業為主，54%物流配送員每日至少 5 小時以上配送作業；每次每車裝載 200~300 件貨品為多；每件以 10~20 公斤為主。在搬運尺寸部分，由於物流業特性差異大，部分一般宅配與大型宅配會依客戶包裝形狀為主，而冷鏈物流業備有標準物流箱使用(依照冷藏生鮮、冷凍產品有不同尺寸)。一般狀況下，物流業配送員為單人配送作業，因此貨品尺寸與大小以單人能搬運尺寸為主，人工搬運尺寸介於為 1~2 才之間(以單人搬運為主)。高達九成九以上物流配送員的物流車上均備有輔助搬運工作 (台車、輪車尺寸不一)，大多數物流配送員可以選擇是否使用搬運輔助估協助配配送。在出貨碼頭現場，依據每輛車每次出貨量大小，有籠車、推高機與棧板車可以依出貨量需求協助搬運出貨。在出貨方式，部分物流業以滑軌設置協助運配送品，減少搬運行走時間與次數；部分業者以多人合作方式協助快速上貨出貨配送；部分業者以輪子板台堆疊貨物後，直接以拖拉方式使整排貨物直接多上車；亦有部分業者，在撿(補)貨即透過理貨員將出貨商品放置籠車，物流配送員僅需要推拉貨單上之籠車及可裝載完畢貨車出貨配送。

在現場工作姿勢與工作觀察部分，將作業內容細分為進貨作業、入倉儲存作業、盤點作業、撿(補)貨作業、出貨搬運與配送作業等六項常見物流業配送員工作項目與常見工作姿勢，整理如表 19 所示。在此六項工作內容中，物流配送員多以出貨與配送兩項作業參與為多(占約八成工作內容)，部分可能需要協助進貨與撿(補)貨作業等，在出貨與配送作業最常使用姿勢分別為彎腰、蹲下與扭轉身體，此外彎腰堆貨物也為較出現之工作姿勢等。

在現場工作觀察部分，透過手機拍攝記錄現場進貨作業與出貨搬運(集貨碼頭區)，一共拍攝四家物流業共計 17 位物流配送人員工作姿勢。同時記錄現場工作環境與使用輔具搬運工作情況。一般狀況，每輛貨車均會配置一摺疊式台車或推車，供物流配送員使用，然而，每次卸貨箱數則依配送地點不同而有所差異。將各家物流業常使用貨車尺寸、滿載件數、平均物件重量與貨車車廂高度、卸貨可能搬運高度範圍整理如表 26 所示，多數情況每次平均搬運重量大約 12 公斤左右，使用工作環境紀錄做為模擬流配送員進貨、配送與卸貨時工作環境參數，來估算下背受力累積暴露量。

表19　　物流業配送員工作項目與常見工作姿勢

工作姿勢 作業型態		蹲下	彎腰	扭轉身體	舉物過肩	物品遠離身體	彎腰推貨物	後傾拉貨物
		人數	人數	人數	人數	人數	人數	人數
最常使用	進貨	8	10	2	0	0	0	0
	入倉	2	4	3	0	0	1	0
	盤點	5	3	1	1	0	1	0
	撿貨	10	9	2	0	0	0	0
	出貨	18	9	6	0	0	6	2
	配送	18	10	5	3	0	5	0
第二常使用	進貨	0	9	1	5	2	2	1
	入倉	2	4	2	0	1	0	1
	盤點	0	6	4	0	1	0	0
	撿貨	0	9	8	0	1	0	3
	出貨	2	20	9	2	2	3	3
	配送	2	20	12	0	2	3	2
第三常使用	進貨	3	0	7	1	2	5	2
	入倉	1	0	1	1	0	4	3
	盤點	2	1	3	1	0	2	2
	撿貨	3	1	4	4	1	7	1
	出貨	6	3	15	4	4	6	3
	配送	8	3	12	3	4	7	4

三、物流配送員肌肉骨骼健康狀況

物流配送員肌肉骨骼健康狀況調查部分，目前身體各部位最疼痛部位整理如下表 20 所示。依據三種物流業特性最疼痛部位有些許差異，以冷鏈物流業出貨與配送過程均以使用台車推拉作業為主，加上在貨車車廂內偶而需要有疊貨作業(依據配送地點稍微整理順序)，因此在肩膀(37.5%)與中下背部(37.5%)最為疼痛與不舒適，一般宅配與大型宅配業，配配送物形狀大小不一，需要較密集的手部持物與搬運作業，在手腕(16.7%)、前手臂(14.3%)與中下背部(37.5~41.7%)最為疼痛與不適部位，如圖 12 所示。整體資料顯示，物流業配送員肌肉骨骼不適部位以中下背部最高(38%)，其次為肩膀不舒適比例為 20%，部分為頸部與手腕不適。

表20　　目前最疼痛部位與比例

部位	一般宅配 (n=14)		大型宅配 (n=12)		冷鏈物流 (n=24)		整體 (n=50)	
	人數	%	人數	%	人數	%	人數	%
無症狀	1	7.1	0	0.0	1	4.2	2	4
眼	0	0.0	0	0.0	1	4.2	1	2
頸部	1	7.1	0	0.0	1	4.2	2	4
肩膀	0	0.0	1	8.3	9	37.5	10	20
上背	1	7.1	1	8.3	0	0.0	2	4
上手臂	1	7.1	0	0.0	1	4.2	2	4
肘	1	7.1	0	0.0	0	0.0	1	2
前手臂	2	14.3	0	0.0	0	0.0	2	4
手腕	0	0.0	2	16.7	2	8.3	4	8
手掌/手指	1	7.1	1	8.3	0	0.0	2	4
中下背	5	35.7	5	41.7	9	37.5	19	38
臀部	0	0.0	1	8.3	0	0.0	1	2
大腿	0	0.0	1	8.3	0	0.0	1	2
小腿	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
膝	1	7.1	0	0.0	0	0.0	1	2
腳	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0

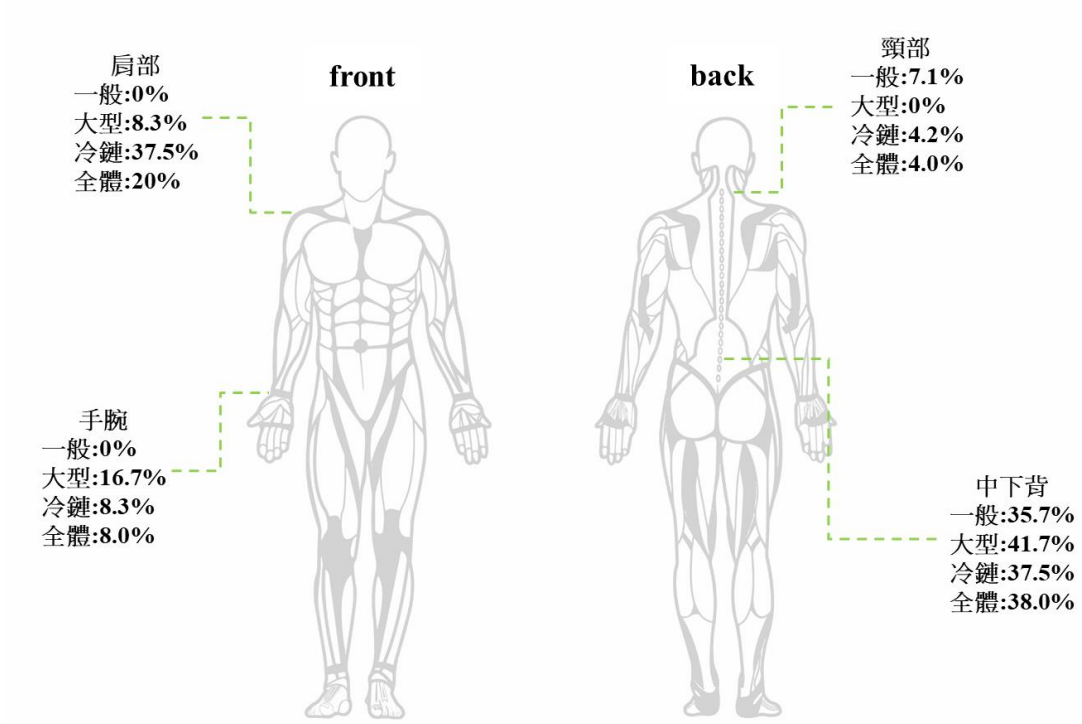


圖12 物流業配送員肌肉骨骼最疼痛部位

在疼痛程度部分(以 0~10 分表示/ 0 分完全不痛；10 分非常疼痛)，肩膀疼痛評比為 4.3 分(SD=1.8)；前手臂與手腕疼痛評比為 5.8 分(SD=3.9)；中下背部疼痛評比為 4.3 分(SD=2.18)，前手臂與手腕因為搬運作業頻繁為最疼痛部位，部分物流業配送員會穿戴護腕等護具來保護穩定手腕，避免使用不正姿勢搬運增加疼痛。表 21 整理近六個月各部位疼痛症狀，由表 21 可知，雖然目前最疼痛部位為下背部，但在近六個月有高達一半以上的物流業配送員出現肩膀痠痛與疼痛(54%)；亦有高達一半以上的物流配送員出現中下背部痠疼痛與刺痛(52%)，有三分之一出現手腕痠痛與疼痛(30%)，表示物流業配送員會因為重複性搬運、環境限制使用不佳搬運姿勢，造成肩膀、中下背與手腕痠痛與疼痛比例較高。

表21 近六個月各部位疼痛症狀

部位	類別	一般宅配 (n=14)	大型宅配 (n=12)	冷鏈物流 (n=24)	人次	比例 %
頸部	無	9	6	17	32	64
	痠痛	4	5	7	16	32
	疼痛	1	0	0	1	2
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	0	1	0	1	2
肩膀	無	9	6	8	23	46
	痠痛	4	6	14	24	48
	疼痛	1	0	2	3	6
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	0	0	0	0	0
上背	無	9	7	17	33	66
	痠痛	4	5	6	15	30
	疼痛	1	0	1	2	4
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	0	0	0	0	0
上手臂	無	9	10	20	39	78
	痠痛	4	2	4	10	20
	疼痛	1	0	0	1	2
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	0	0	0	0	0
肘	無	12	11	20	43	86
	痠痛	1	1	4	6	12
	疼痛	1	0	0	1	2
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	0	0	0	0	0
前手臂	無	10	10	19	39	78
	痠痛	3	2	5	10	20
	疼痛	1	0	0	1	2
	麻木	0	0	0	0	0

表21 近六個月各部位疼痛症狀

部位	類別	一般宅配 (n=14)	大型宅配 (n=12)	冷鏈物流 (n=24)	人次	比例 %
	刺痛	0	0	0	0	0
手腕	無	11	9	15	35	70
	痠痛	2	2	8	12	24
	疼痛	1	1	1	3	6
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	0	0	0	0	0
手掌手指	無	12	7	20	39	78
	痠痛	0	3	4	7	14
	疼痛	1	1	0	2	4
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	1	1	0	2	4
中下背	無	8	4	12	24	48
	痠痛	3	8	10	21	42
	疼痛	2	0	2	4	8
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	1	0	0	1	2
臀部	無	13	9	23	45	90
	痠痛	0	3	1	4	8
	疼痛	1	0	0	1	2
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	0	0	0	0	0
大腿	無	11	8	22	41	82
	痠痛	3	4	2	9	18
	疼痛	0	0	0	0	0
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	0	0	0	0	0
小腿	無	11	9	20	40	80
	痠痛	3	3	4	10	20
	疼痛	0	0	0	0	0
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	0	0	0	0	0
膝	無	10	9	23	42	84
	痠痛	3	3	1	7	14
	疼痛	1	0	0	1	2
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	0	0	0	0	0
	痠痛	1	1	1	3	6
	疼痛	0	2	0	2	4
	麻木	0	0	0	0	0
	刺痛	0	0	0	0	0

表 22 整理近六個月各部位不適就醫處理方式，38%出現肩膀不適卻沒有處理，部分採用中醫、傳統推拿與貼貼布熱敷處理，在手腕不適部分，18%不舒適者採用不處理方式，部分採用西醫、傳統推拿與貼貼布熱敷處理，在中下背部不適部分，超過一半的人會處理中下背不適情況，以採用西醫、中醫、傳統推拿與貼布熱敷處理，亦有 24 % 中下背不舒適者沒有處理。

表22 近六個月各部位不適就醫處理方式

部位	類別	一般宅配 (n=14)	大型宅配 (n=12)	冷鏈物流 (n=24)	人次	比例%
頸部	無症狀	9	6	17	32	64
	中醫	0	0	0	0	0
	西醫	0	0	0	0	0
	傳統推拿	1	0	0	1	2
	貼布熱敷	1	3	2	6	12
	不處理	3	3	5	11	22
肩膀	無症狀	9	6	8	23	46
	中醫	0	0	1	1	2
	西醫	0	0	0	0	0
	傳統推拿	1	0	2	3	6
	貼布熱敷	1	2	1	4	8
	不處理	3	4	12	19	38
上背	無症狀	9	7	17	33	66
	中醫	1	0	0	1	2
	西醫	0	0	0	0	0
	傳統推拿	1	0	1	2	4
	貼布熱敷	0	1	1	2	4
	不處理	3	4	5	12	24
上手臂	無症狀	10	10	17	37	74
	中醫	0	0	0	0	0
	西醫	0	0	1	1	2
	傳統推拿	2	0	2	4	8
	貼布熱敷	1	1	1	3	6
	不處理	1	1	3	5	10
肘	無症狀	12	11	20	43	86
	中醫	0	0	1	1	2
	西醫	0	0	0	0	0
	傳統推拿	0	0	1	1	2
	貼布熱敷	1	0	0	1	2
	不處理	1	1	2	4	8
	貼布熱敷	0	1	0	1	2
	不處理	1	2	0	3	6
前手臂	無症狀	10	10	19	39	78
	中醫	0	0	0	0	0
	西醫	0	0	0	0	0
	傳統推拿	1	0	1	2	4
	貼布熱敷	1	0	1	2	4
	不處理	2	2	3	7	14
手	無症狀	11	9	15	35	70

表22 近六個月各部位不適就醫處理方式

部位	類別	一般宅配 (n=14)	大型宅配 (n=12)	冷鏈物流 (n=24)	人次	比例%
腕	中醫	0	0	0	0	0
	西醫	0	1	1	2	4
	傳統推拿	1	0	1	2	4
	貼布熱敷	0	0	2	2	4
	不處理	2	2	5	9	18
手掌手指	無症狀	12	7	20	39	78
	中醫	0	1	0	1	2
	西醫	1	0	0	1	2
	傳統推拿	0	0	0	0	0
	貼布熱敷	0	2	2	4	8
	不處理	1	2	2	5	10
中下背	無症狀	8	4	12	24	48
	中醫	0	1	1	2	4
	西醫	1	0	1	2	4
	傳統推拿	2	0	2	4	8
	貼布熱敷	1	2	3	6	12
	不處理	2	5	5	12	24
臀部	無症狀	13	9	23	45	90
	中醫	0	0	0	0	0
	西醫	1	0	0	1	2
	傳統推拿	0	0	0	0	0
	貼布熱敷	0	1	0	1	2
	不處理	0	2	1	3	6
大腿	無症狀	11	8	22	41	82
	中醫	0	1	2	3	6
	西醫	0	0	0	0	0
	傳統推拿	1	1	0	2	4
	貼布熱敷	0	0	0	0	0
	不處理	2	2	0	4	8
小腿	無症狀	11	9	20	40	80
	中醫	0	1	2	3	6
	西醫	0	0	0	0	0
	傳統推拿	1	0	1	2	4
	貼布熱敷	1	1	1	3	6
	不處理	1	1	0	2	4
膝	無症狀	10	9	23	42	84
	中醫	0	0	1	1	2
	西醫	0	0	0	0	0
	傳統推拿	0	0	0	0	0
	貼布熱敷	2	1	0	3	6
	不處理	2	2	0	4	8
腳	無症狀	13	9	23	45	90
	中醫	0	0	1	1	2
	西醫	0	0	0	0	0
	傳統推拿	0	0	0	0	0
	貼布熱敷	0	1	0	1	2
	不處理	1	2	0	3	6

由以上資料整理可知，物流業配送員肌肉骨骼不適情況以肩膀、前手臂與手腕與中下背部為主要區域，其中以中下背部不適情況相較於其他部位高。將物流業配送員工作特性與肌肉骨骼不適狀況與先前文獻比較整理如表 23 所示，本計畫收集 50 位物流業配配送員工作特性分析與先前文獻一致性頗高，平均年齡約 30~40 歲為多，年資 3~11 年間；每日工作時間約 8~12 小時；每日搬運物件件數約 200~300 件；搬運物品重量多數為 10~20 公斤之間；搬運姿勢以彎腰、蹲下與扭轉身體為常見，在肌肉骨骼不適部位，以中下背部為最高，其次為肩膀、頸部與手腕等上肢部位最為常見。

表23　物流業配送員工作特性整理與比較

項目	江妤柔(2007)	張原道(2008)	本研究
樣本數(人數)	252	545	50
樣本來源(人數)	A：連鎖大型貨運(154) B：宅急便公司(98)	A：宅配員(439) B：理貨員(106)	A：一般宅配(14) B：大型(電商)貨運(12) C：冷鏈物流為(24)
年齡範圍(歲)	A：33.1 ±7.3 B：30.0 ±9.8	A：35.5 ±7.3 B：40.9 ±9.6	38.2±9.2
平均工作年資	A：71.2±59.0 (個月) B：29.3±15.3 (個月)	A：4.4±4.8 (年) B：7.3±6.1 (年)	A：9.10±7.6 (年) B：3.18±3. 9 (年) C：3.93±3.90 (年)
每日平均休息時間(分鐘/次)	A：44.2±1.4/1.5±0.6 B：35.9±15.0/1.39±0.7	A：1.4±0.8 (小時)	A：34.1±21.9/2.1±1.1 B：26.3±17.1/2.7±1.3 C：20.8±16.7/2.3±1.3
每日平均工作時間(小時)	A：12.5±3.0 B：12.8±1.4	A：13.4±1.7 B：8.1±1.8	A：10.1±2.5 B：12.8±1.1 C：8.8±1.6
每日平均搬運件數(件)	A：100~200 B：50~100	A：221.4±114.2	200~300 件
每日平均搬運重量(公斤)	A：10~25 (59.7%) B：10 以下(53.0%)	A：15~25 公斤(物品體積以 3~5 才)	10~20 公斤為主(物品體積以 1~2 才)
搬運高度或姿勢	A：胸部高(63.6%) B：腰部高(64.3%)	蹲下(47.6%)、彎腰(34.9%)與扭轉身體(25.6%)	彎腰、蹲下與扭轉身體
最常發生肌肉骨骼不適部位	下背部(A：59.7%；B：48.9%) 右肩膀(A：45.4%；B：38.7%) 頸部(A：40.0%；B：42.9%)	下背部(A：79.7%；B：58.5 %) 右肩膀(A：45.8%；B：3.1%) 頸部(A：45.1%；B：29.2%)	A、B：中/下背部(37.5~41.7%)、手腕(16.7%)與前手臂(14.3% C：中/下背部(37.5%)、肩膀(37.5%)

第二節 物流業配送員下背受力分析

一、工作姿勢拍攝與環境資料收集

透過對物流業配送員現場工作觀察與工作內容收集，了解不同規模的物流業在作業分工上有很大的差異，舉凡常見倉儲工作內容，如：進貨、盤點、入倉、撿(補)貨、出貨與配送，並非所有物流業配送員均需要協助倉儲工作，透過前階段問卷資料分析，高達八成二物流配送員主要工作內容為出貨與配送作業，在配送部分，有 54%物流配送員每日配送時間大於 5 小時；其中有些中小型物流站，部分物流配送員需要協助進貨與撿(補)貨作業，每日約小於兩小時時間，搭配協助進貨作業(40%)與撿(補)貨(42%)作業。在現場工作觀察，物流業配送員依路線規劃每日配送一次或兩次，每次出貨由碼頭上裝載配送貨物大約 30 分鐘至 1 小時內裝載搬運完畢，經驗越豐富的配送員通常能快速完成搬運並依照配送先後順序安排貨物位置。因此，出貨作業通常有時間急迫性，為短時間高頻率搬運作業，部分物流業配送員會穿戴護具(護腰、護腕等)，在出貨同時會按照貨物配送地點遠近，進行車廂內疊貨作業(偶而為之)。車廂內疊貨作業常見高舉過肩搬運姿勢，經驗豐富的配送員會依照配送距離遠近，由車廂內往外排列，同一列貨物(配送相同點)由較重大型貨物開始堆疊；輕量小型貨物往上堆疊，固定車廂內貨品後進行配送作業。配送作業時間每日大約 4~6 小時不等，依照配送地點遠近逐一配送，此配送作業特性為長時間低頻率搬運作業，配送員通常一人完成全車配送作業，亦會依據當日配送貨物特性決定攜帶搬運輔助用具，如：推車或台車；再者，配送員會依據當次配送貨品數量與重量決定是否使用推車輔助搬運。下圖 13 為物流配送員工作時間規劃圖示。

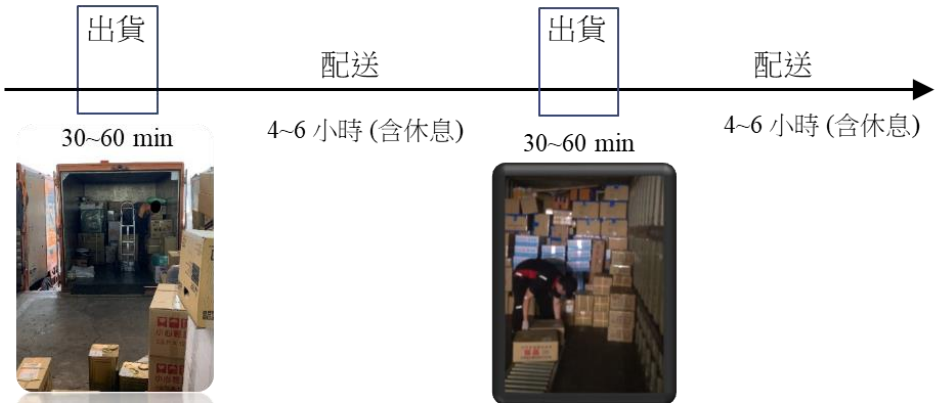


圖13 物流業配送員每日工昨時間規劃

透過現場資料收集紀錄物流配送員工作姿勢與工作內容，收集四家物流業者共 17 名物流配送員之基本資料整理如下表 24 所示，平均搬運重量約 10~18 公斤不等。整體而言，觀察物流配送員平均身高 169.8 公分(66.9 inch)；平均體重 67.1 公斤(148.1lb)；平均搬運重量為 13.8 公斤(30.7lb)，個案基本資料與問卷調查資料相近(問卷族群資料平均身高 170 公分；平均體重 67.3 公斤；多數搬運重量 10-20 公斤/次)。

表24　　觀察記錄物流業配送員基本工作資料

類型	廠商	個案數	身高(cm)		平均體重(kg)		平均搬運重量(kg)
			個案	平均	個案	平均	
一般物流	I	3	170 170 170	170.0	60 76 63.5	66.5	13
大型物流	II	6	172 170 168 165 172 174	170.2	65 70 68 58 80 65	67.7	14
冷鏈物流	III	4	170 164 168 174	169.0	72 60 60 68	65.0	18
一般物流	IV	4	170 173 171 166	170.0	68 76 68 64	69.0	10
小計		17		169.8		67.1	13.8

將工作情境模擬為四個情境，分別為 1.出貨；2.建議出貨(直背搬運姿勢)；3.車廂內疊貨與 4.配送作業，並在實務現場使用手機拍攝記錄物流業配送員之作業姿勢，作為後續資料估算與分析，情境定義與資料收集如下：

1. 碼頭出貨與車廂內疊貨工作情境：在實務工作現場以手機拍攝記錄工作者姿勢，匯入生物力學模擬軟體(3DSSPP)計算下背受力。
2. 建議出貨姿勢：以實務工作現場姿勢匯入生物力學模擬軟體(3DSSPP)，模擬相同條件下以直背屈膝方式搬運時下背 L5/S1 受力。

3. 配送作業姿勢：以常見中型 7.5 噸貨車為模擬配送車輛；以常見 1~2 才搬運尺寸物流箱，搬運重量以各物流業平均搬運重量為模擬，模擬由車廂高搬運至地面推車之動作姿勢，匯入生物力學模擬軟體計算下背受力。

將物流配送員工作內容與環境資訊整理如表 25 所示。最常使用貨車依據不同載量有 3.5、7.5、8.5 與 11 噸貨車；平均滿載貨量為 200 到 360 件之間；平均每次搬運(物箱箱或紙箱包裹)為 10~18 公斤不等，車廂高度為車廂距地面之垂直距離，用以模擬配送時，將貨物由貨車搬運至地面上推車之高度(搬運高度範圍)。

表25　　物流業配送員工作內容與環境資料

廠商名稱	個案人數	貨車(噸)	滿載件數(件)	物件平均重量(公斤)	車廂高度 [a.] (公分)	搬運高度範圍 [b] (公分)	
I	3	7.5	250	13	100	100	0
II	6	3.5	250	14	89	89	17
III	4	11/8.5	360/220	18(冷藏)	115	140	0
		11/8.5	360/290	13(鮮食)	115	127	0
		11/3.5	300/200	16(冷凍)	115	142	0
IV	4	7.5	200	10	83.5	83.5	0

車廂高度為車廂底部到地面之高度差。
搬運高度範圍指卸貨時，貨品由車廂底部搬運至推車(地面)最大範圍。

在拍攝之前首先以白色膠帶貼在物流業配送員身上，做為後續影片判讀角度時關節標示點(landmarker)，將白色點分別貼在肩峰、肱外上髁、尺骨茎突、骨盆髂嵴、膝關節外側與外踝，如圖 14 所示。

將拍攝之搬運工作姿勢匯入 Kinovea 軟體中自動辨識產出關鍵關節角度，在 Kinovea 角度自動辨識判別軟體中定義關節角度，關節角度定義如下圖 15 所示，說明如下：

(1) 肩關節角度：以肩膀(尖峰)水平線到尖峰與手肘外上髁連線的夾角。

(2) 肘關節角度：以手肘外上髁為水平線到手肘外上髁與尺骨連線的夾角。

圖14 關節點之標示點示意

(3) 彎腰角度：由兩部分角度組成，以骨盆外上髁為水平線到尖峰與骨盆外上髁連線的夾角加上以骨盆外上髁為水平線到骨盆外上髁與膝關節外側連線的夾角總和定義為彎腰角度，如圖 15 所示為 136 度，角度越小表示彎腰程度大。

(4) 膝關節角度：以膝關節外側為水平線到膝關節外側與腳踝外上髁連線的夾角。

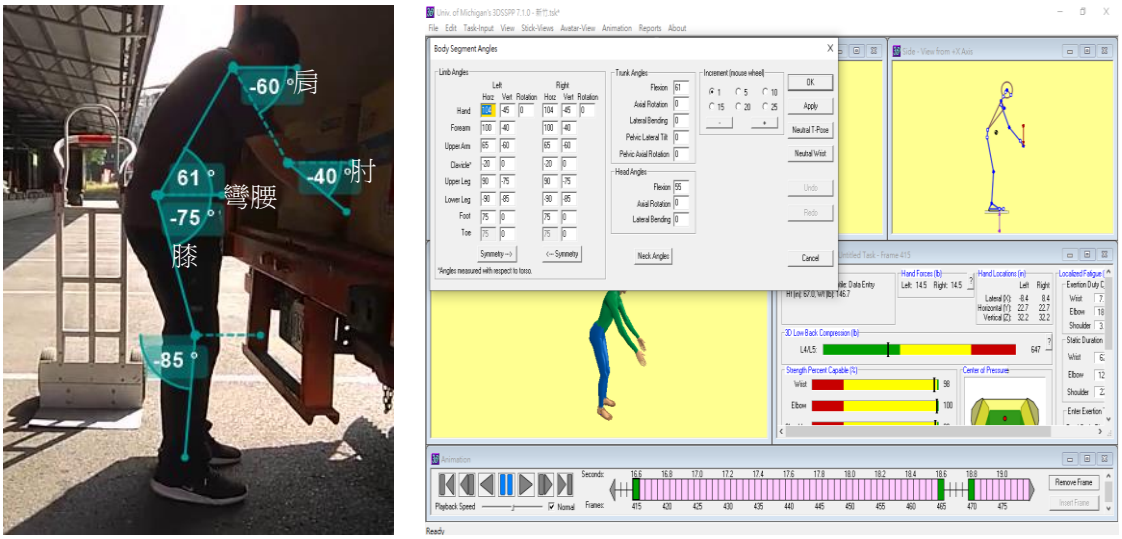


圖15 關節角度定義

將啟始搬運動作(位置)到結束搬運動作(位置)模擬一次搬運過程中各個關鍵關節角度變化值，如圖 16 所示。將物流業配送員在四個工作情境下工作姿勢及關節角度範圍(依生物力學模擬軟體/3DSSPP 定義角度)，整理如表 26 所示，以其中一名受試者一次工作姿勢為範例。

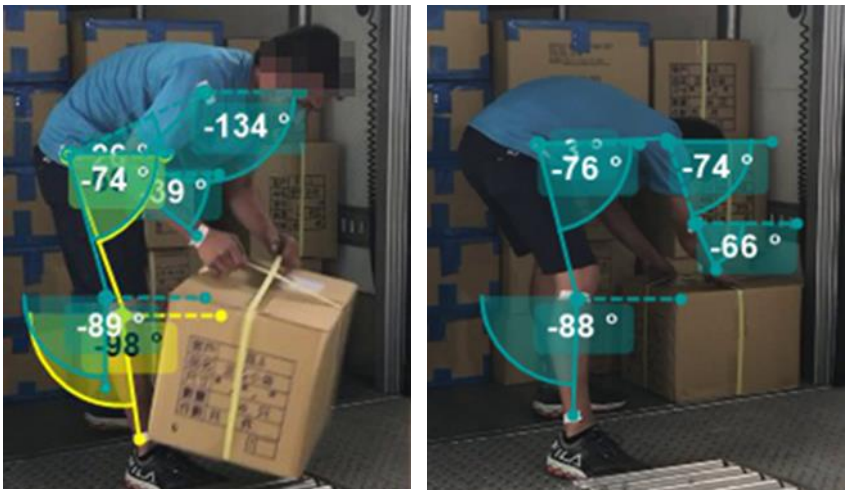


圖16 起始搬運姿勢(左)與結束搬運(右)姿勢示意

出貨作業，多數物流業配送員會使用推車或是其他裝載貨物輔助工具，將貨物由集貨碼頭直接推入車廂內或靠近車廂艙門口附近，依據配送單號快速將待出貨貨品裝載於車廂中，其中多有轉身、彎腰等姿勢出現，搬運垂直高度範圍大約在 30~150 公分左右，大多以彎腰、直膝蓋方式進行搬運，但多數腰彎角度範圍較小，偶而會出現較極端腰部彎曲姿勢。因此，為避免出貨高頻率搬運造成下背部負荷，工作情境二以生物力學分析軟體模擬相同情況下，採直背屈膝姿勢方式，在腰部彎曲角度減少情況下，腰部彎曲角度範圍 10 度內模擬出貨作業。在車廂內疊貨作業，受限於車廂空間狹小，多數搬運都是垂直上、下疊貨作業，模擬搬運垂直高度範圍大約在 27~147 公分，大多以彎腰、直膝姿勢進行搬運。配送作業模擬到客戶端，由貨車高度將貨品卸下至推車，模擬 7.5 噸貨車車廂高度為 97 公分，搬運垂直高度範圍大約在 0~97 公分左右，大多以彎腰、直膝蓋方式進行搬運。

表26　　四種工作情境下工作姿勢與角度範圍

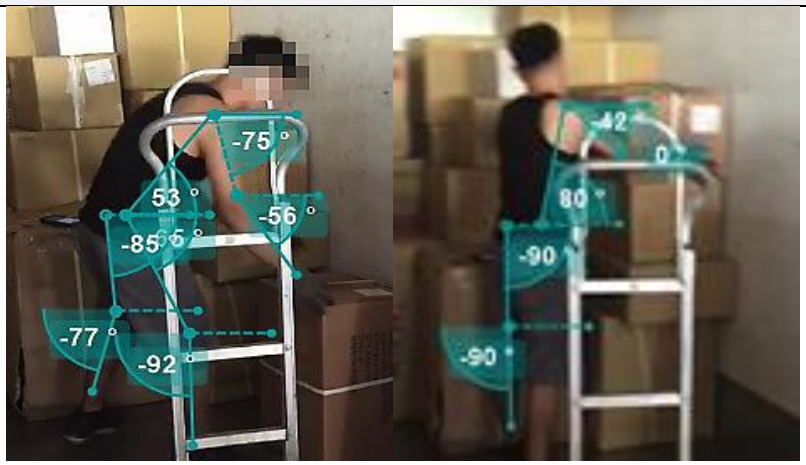
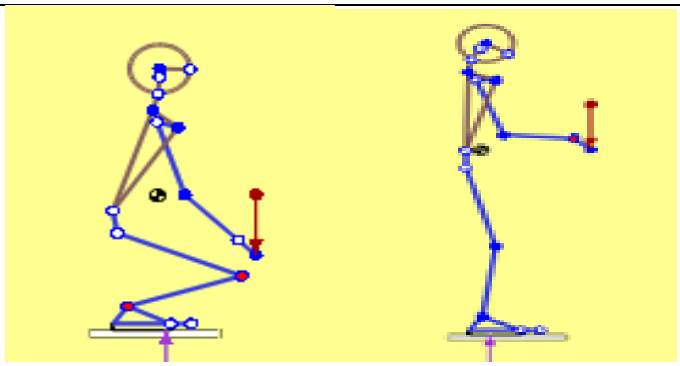
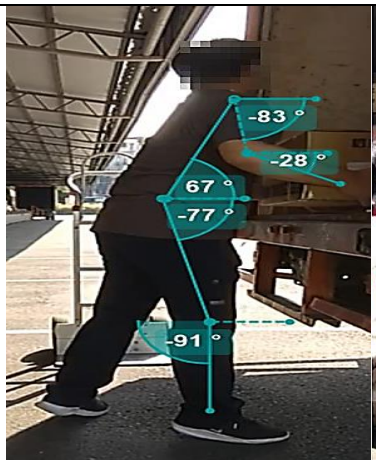
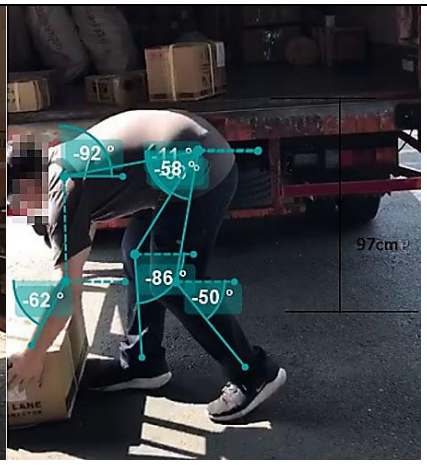
<table>
<tr><th>工作情境</th><th>起始搬運姿勢</th><th>結束搬運姿勢</th></tr>
<tr><td>出貨</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">
<table>
<tr><th>關節</th><th>起始搬運
(度)</th><th>結束搬運
(度)</th><th>範圍
(度)</th><th>搬運高度
(cm)</th></tr>
<tr><td>肩</td><td>-75</td><td>-42</td><td>33</td><td rowspan="4">0~150</td></tr>
<tr><td>肘</td><td>-56</td><td>0</td><td>56</td></tr>
<tr><td>彎腰
前傾</td><td>138</td><td>170</td><td>32</td></tr>
<tr><td>膝</td><td>-92</td><td>-90</td><td>0</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>出貨 (模擬)
(直背姿勢搬運)</td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">
<table>
<tr><th>關節</th><th>起始搬運
(度)</th><th>結束搬運
(度)</th><th>範圍
(度)</th><th>搬運高度
(cm)</th></tr>
<tr><td>肩</td><td>-75</td><td>-42</td><td>33</td><td rowspan="4">0~150</td></tr>
<tr><td>肘</td><td>-56</td><td>0</td><td>56</td></tr>
<tr><td>彎腰
前傾</td><td>170</td><td>175</td><td>5</td></tr>
<tr><td>膝</td><td>-30</td><td>-90</td><td>50</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

表26　　四種工作情境下工作姿勢與角度範圍

工作情境	起始搬運姿勢	結束搬運姿勢
車廂疊貨 (模擬)		

關節	起始搬運 (度)	結束搬運 (度)	範圍 (度)	搬運高度 (cm)
肩	-98	-38	60	27~124
肘	-86	17	69	
彎腰 前傾	94	166	72	
膝	-90	-90	0	

配送 (模擬)		

關節	起始搬運 (度)	結束搬運 (度)	範圍 (度)	搬運高度 (cm)
肩	-83	-92	9	97~0
肘	-28	-62	34	
彎腰 前傾	144	67	77	
膝	-90	-50	40	

將關節角度匯入生物力學模擬軟體(3DSSPP)，調整其他姿勢參數與負重，估算一次搬運時 L5/S1 椎間盤受力負重值(單位牛頓)，關節角度擷取與下背最大受力估算流程，參考圖 17 所示。

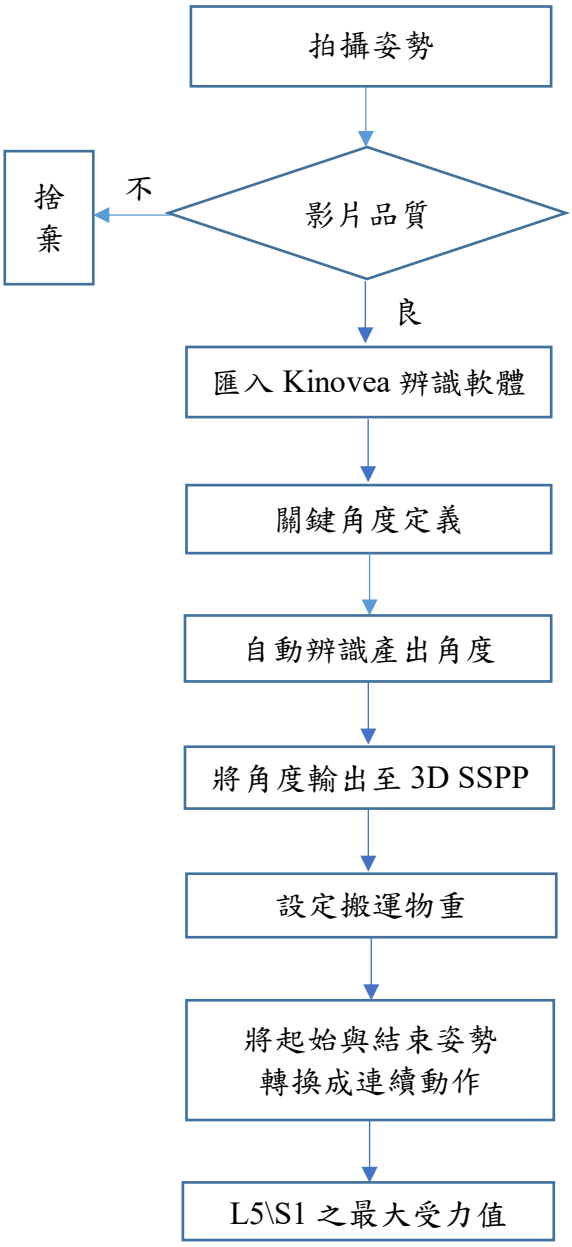


圖17 關節角度擷取與下背最大受力估算流程

二、下背部生物力學受力模式分析

物流業配送員搬運作業腰椎與下背部受力結果，由現場工作影片擷取搬運時工作姿勢與該項作業之完成秒數，透過 3DSSPP 計算從起始搬運到結束搬運動作過程，單次下背 L5/S1 最大受力之平均值，結果整理如下表 27 所示。下背受力計算依照作業情境分為：(1)出貨時下背平均受力、(2)出貨時直背搬運姿勢下背平均受力、(3)車廂內疊貨時下背平均受力與(4)配送時由車廂搬運貨物至地面推車時下背平均受力，部分出貨作業會有搬運物品水平移動之提攜作業(carry)，計算為移動搬運下背平均受力，單位均為：牛頓。

表27　　物流業配送員搬運作業腰椎與下背部受力結果

個案編號	出貨搬運(秒)	移動搬運(秒)	疊貨搬運(秒)	配送搬運(秒)	(1)出貨受力(N)	(2)直背受力(N)	(3)疊貨受力(N)	(4)配送受力(N)
1	1.08	0	2.38	2.14	3618	2031	4516	3750
2	1.08	0	2.38	2.14	3556	1998	4516	3750
3	0.94	0	2.38	2.14	4140	2126	4516	3750
4	1.46	0	1.2	2.14	3918	2296	2385	3833
5	1.02	0	1.2	2.14	3425	2419	2385	3833
6	0.92	0	1.2	2.14	1755	1755	2385	3833
7	0.74	0	1.2	2.14	2660	1878	2385	3833
8	0.70	0	1.2	2.14	2482	2219	2385	3833
9	1.84	0	1.2	2.14	2442	2169	2385	3833
10	2.68	0	2.8	1.26	3362	2679	3876	4324
11	1.36	0	2.8	1.26	3441	2694	3876	4324
12	0.88	0	2.8	1.26	3079	2674	3876	4324
13	0.94	0	2.8	1.26	2948	2312	3876	4324
14	0.82	2.1	2.4	2.14	2947	2178	4170	3464
15	0.82	2.1	2.4	2.14	3428	2115	4170	3464
16	0.82	2.1	2.4	2.14	2884	2188	4170	3464
17	0.82	2.1	2.4	2.14	3389	2334	4170	3464
平均值(標準差)	1.11 (0.50)	-	2.07 (0.68)	1.93 (0.38)	3145 (590.9)	2239 (267.7)	3532 (897.7)	3847 (308.9)

整體而言，四家物流業出貨搬運作業平均下背部受力為 3145 牛頓；模擬出貨作業時採直背搬運姿勢，平均下背部受力為 2239 牛頓；車廂內疊貨作業時平均下背部受力為 3532 牛頓，配送作業搬運時平均下背部受力為 3847 牛頓。雖然出貨作業下背部單次平均受力均小於 3400 牛頓，然而，出貨搬運作業為短時間高頻率搬運(必須在 30 分鐘至 1 小時內完成)，應確保正確工作姿勢避免肌肉骨骼傷害，模擬出貨作業採用直背屈膝方式搬運貨物，下背部單次受力由平均 3145 牛頓降至 2239 牛頓，減少 30%受力，因此在短時間高頻率繁忙的搬運作業時提供正確搬運姿勢，能有效降低單次搬運下背部 L5/S1 最大受力之平均值。在車廂內疊貨與配送作業姿勢參考下圖 18 所示。

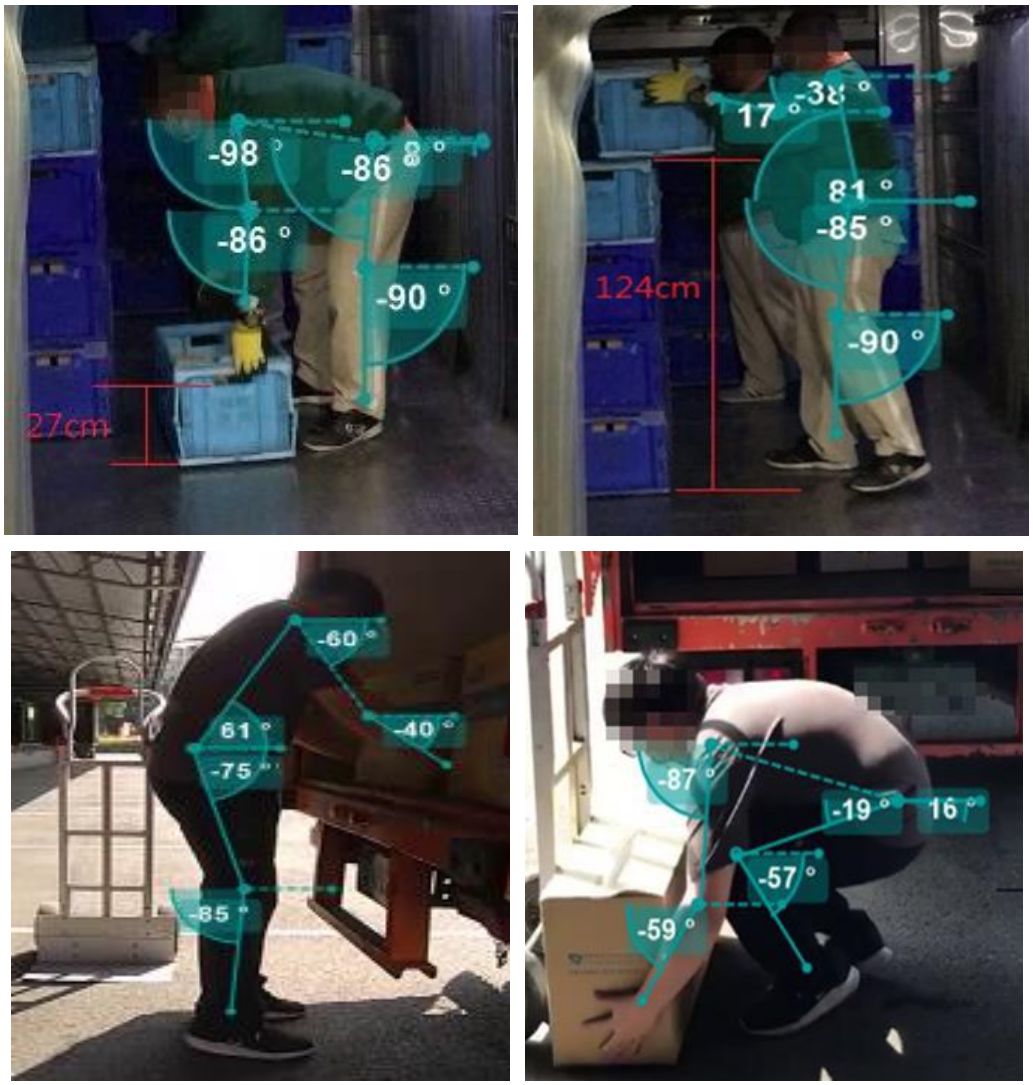


圖18 車廂內疊貨(上)與配送(下)作業搬運姿勢

圖 19 整理三種物流業(一般、大型與冷鏈物流)在不同工作情境下，單次搬運下背受力值。整體而言，多數物流業出貨作業工作地點為出貨碼頭，在碼頭的高度設計與貨車廂內地面高度相近，多數貨車可以直接靠近碼頭減少搬運高度落差，讓貨品裝卸作業更為迅速，在倉庫端亦有許多搬運輔助設備支援，如：堆高機、標準棧板、滾筒裝置、拖車與推車等等，對於短時間高頻率出貨作業，良好工作環境設計與輔助搬運設備的善用有助於減少搬運彎腰姿勢發生，在出貨作業單次下背受力小於 3400 牛頓。

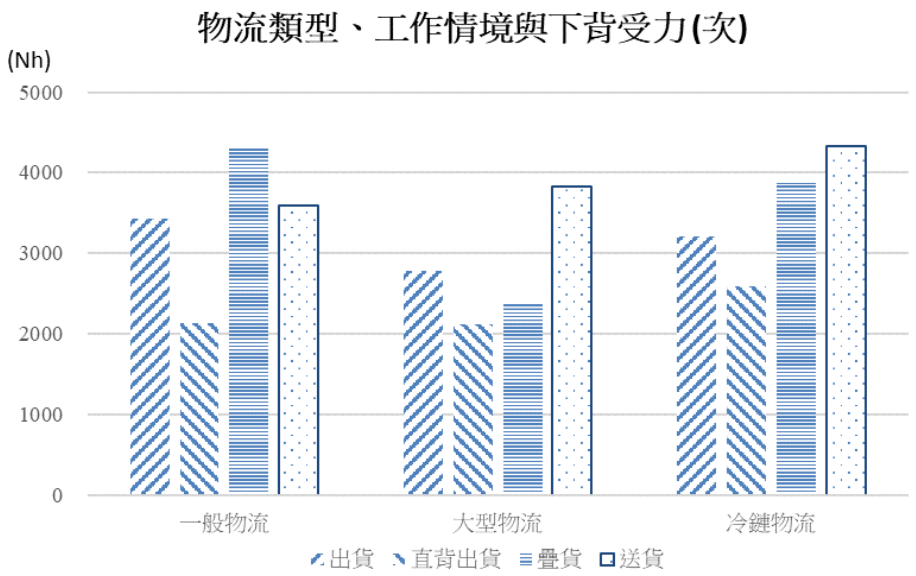


圖19 物流類型、工作情境與單次下背受力

一般與冷鏈物流服務配送員，會依配送路線需求進行車廂內貨物排放高度、位置之調整來提高配送順暢度(送貨地點多；單次下貨量較少)，在車廂內堆疊貨物姿勢，模擬極端姿勢即由車廂內最低(地面)至車廂堆疊最高處(過肩姿勢)，此外，疊貨作業由於車廂內空間狹小有限且通常沒有其他輔助工具協助，由於此項作業搬運過程垂直高度變化大，伴隨著明顯的彎腰姿勢，加上搬運物重超過 10 公斤，因此單次搬運在疊貨作業下背部受力都超過 3400 牛頓，相同的情況亦發生在配送作業，因此工作環境透過環境設計改善並提供適當搬運輔具設備，能有效減少彎腰搬運等不良姿勢發生。

在車廂內疊貨與配送搬運作業，應特別注意搬運垂直距離與物重負荷，由極端姿勢估算當搬運彎腰角度過大貨搬運負荷越重則下背部單次受力越大，應透過現場工作環境改善或提供適當搬運輔助器具減少垂直搬運距離貨減少負重方式，降低此兩項搬運下背受力過高風險。

三、搬運姿勢對下背負荷暴露量分析

在物流業配送員下背部搬運總抬舉暴露量(cumulative lifting exposure)分析，以生物力學模擬軟體(3D static strength prediction program/3DSSPP, university of Michigan)模擬單次搬運時下背部受力，同時考慮負重與姿勢來估算該次搬運對 L5/S1 造成的受力，整理如表 28。個案搬運於各情境時下背單次受力，將單次搬運受力乘以單次搬運時間累加來估算單次搬運下背部受力，再將單次搬運下背受力值乘上每日搬運次數(件數)估算日下背負荷暴露量，由日下背負荷暴露量乘上年工作天數估算年下背負荷暴露量；由年下背負荷暴露量乘上工作年資估算搬運作業對下背部搬運總抬舉暴露量(cumulative lifting exposure)，估算出之總累積暴露量小於 4.9×10^5 Nh(牛頓×小時)為輕抬舉暴露量；大於 4.9×10^5 Nh 但小於 8.9×10^6 Nh 為中抬舉暴露量，當抬舉暴露量大於或等於 8.9×10^6 Nh 為高抬舉暴露量，當抬舉暴露量越高則發生下背或腰椎椎間盤退化(lumbar disck degeneration, LDD)風險則越高[28]，參考公式如下：

$$\text{總累積暴露量(cumulative lifting exposure)}_{(\text{Newtons}\times\text{hours})} = \Sigma\,[(F_{\text{lift-up(Newtons)}} \times t_{\text{lift-up(seconds)}} + F_{\text{transporting (Newtons)}} \times t_{\text{transporting (seconds)}} + F_{\text{unload(Newtons)}} \times t_{\text{unload(seconds)}}) \times 1(\text{minute})/60(\text{seconds}) \times 1(\text{hour})/60(\text{seconds}) \times \text{frequency of lifting/day} \times \text{working days/year} \times \text{working year}] \quad (18)$$

依據上述公式暴露量計算同時考慮(1)搬運姿勢；(2)搬運負重；(3)每次搬運時間與(4)搬運次數(件數)，由個案工作情境與搬運件數估算每個工作情境之日下背負荷暴露量與年下背負荷暴露量，整理如表 28 所示。搬運件數以個案常開貨車尺寸估計滿載件數；疊貨件數以搬運件數之一半估計之，在年累積受力為出貨受力(年暴露量)、疊貨受力(年暴露量)加配送受力(年暴露量)之總和，將年暴露量乘上工作年資為總累積抬舉暴露量。在配送作業年暴露量最高(115798Nh)，其次為出貨作業年暴露量(76550Nh)與疊貨作業年暴露量(59482Nh)，配送作業雖非高頻率重複性搬運作業，然而常因為不良工作姿勢或過度彎腰造成過多下背部受力。

物流配送員的平均一年下背負荷暴露量約 2.5×10^5 牛頓×小時(251830Nh)；工作 10 年估計總下背負荷暴露量為 2.5×10^6 Nh 屬於中度抬舉暴露量，當下背負荷暴露量越高則發生下背肌肉骨骼不適或腰椎椎間盤退化(LDD)風險則越高，在相關下背部肌肉骨骼傷害應同時關注工作年資增加伴隨著生理老化對下背部受力暴露量的影響。

表28　　搬運情境與下背負荷暴露量分析

個案	搬運建數(件)	疊貨件數(件)	年工作日(天)	出貨受力(Nh)	疊貨受力(Nh)	配送受力(Nh)	年累積暴露量(Nh)
1	245	122	245	65153	89231	133802	288186
2	245	122	245	64040	89231	133802	287073
3	245	122	245	64898	89231	133802	287931
4	250	125	245	97329	24349	139555	261233
5	250	125	245	59440	24349	139555	223343
6	250	125	245	27469	24349	139555	191373
7	250	125	245	33490	24349	139555	197394
8	250	125	245	29555	24349	139555	193459
9	250	125	245	76451	24349	139555	240355
10	220	110	245	134910	81245	81570	297726
11	220	110	245	70058	81245	81570	232874
12	220	110	245	40566	81245	81570	203382
13	220	110	245	41486	81245	81570	204301
14	200	100	245	119334	68105	100887	288327
15	200	100	245	130060	68105	100887	299052
16	200	100	245	117919	68105	100887	286911
17	200	100	245	129194	68105	100887	298186
平均值(標準差)	230 (21)	115 (10)	245	76550 (37722)	59482 (27673)	115798 (24918)	251830 (42528)

圖 20 整理物流類型與下背年暴露量，一般物流、大型物流與冷鏈物流業之下背負荷年暴露量分別為 290810Nh、217860Nh 與 234571Nh，一般物流雖然搬運負重沒有比大型物流與冷鏈物流重，但是搬運件數、頻繁的彎腰動作增加單次下背受力值，累積起來的年暴露量是相對其他物流業較高的。在 10 年總下背負荷暴露量，一般物流、大型物流與冷鏈物流業之下背總累積暴露量分別為 2.9×10^6Nh、2.1×10^6Nh 與 2.3×10^6Nh，不同的物流業配送員因平均搬運負重、搬運頻率(件數)與搬運姿勢，在下背受力總暴露量還是有些差異。

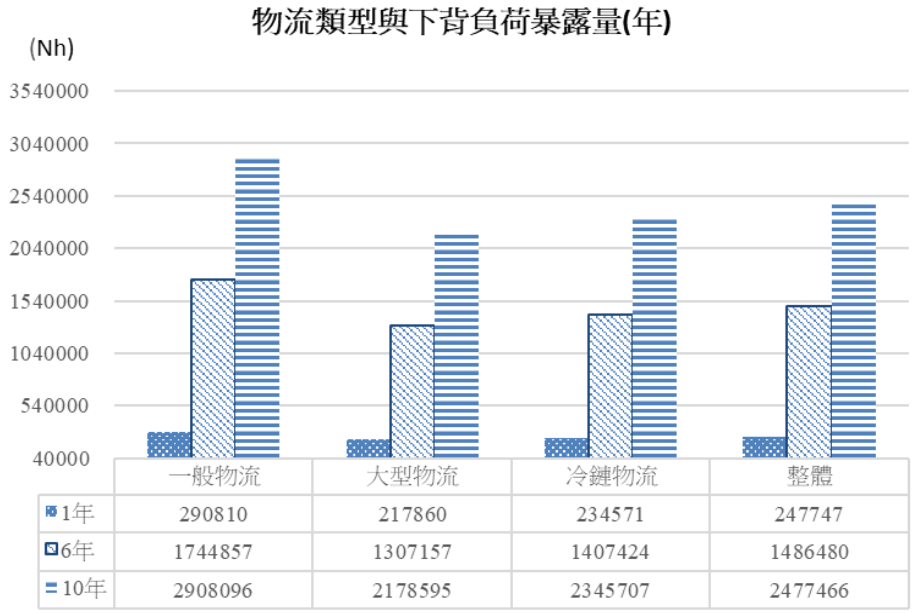


圖20 整理物流類型與下背負荷暴露量

四、搬運負荷對下背累積量分析

德國從 1999 年開始發展 Mainz-Dortmund 劑量模型(Mainz Dortmund Dose Model, MDD)，這個模型延續德國脊柱研究 EPILIFT 於 2002 年至 2007 年大規模數據修正，發展出腰薦部區域受力的生物力學估計模型，依據模型估算出累積腰椎負荷受力值。目前 MDD 計算出下背累積負荷值並非職業性腰椎椎間盤突出的法定容許強度，但可作為個案診斷認定的重要參考。

依據現場觀察物流業配送員出貨搬運姿勢多樣(依據工作與現場使用輔具差異性大)，但是在車廂內疊貨與配送作業，因為抬舉垂直高度變化大多以雙手抬舉方式為主要搬運姿勢。依據 MDD 估算 L5/S1 的累積負荷中使用雙手抬舉公式估算，依物流業配送員搬運重量負荷，估算單次搬運下背受力值(Fi)，公式如下：

單次搬運下背受力 $Fi = 1{,}800\ N + 75\ N/kg \times \text{weight of object i}\ (kg)$ (19)

ti：平均每日抬舉或搬運時間

日累積量= $(8\ hr \times \Sigma\ Fi^{2} \times ti)^{1/2}$ (20)

一年累積量 = 工作天數×日累積量 (21)

工作天數：每年工作天數

累積長年工作期間累積量：

總累積估量 = 該工作年資×每年累積量 (22)

表 29 為三種物流型態在單次搬運下背受力估算值，三種物流型態單次 L5/S1 受力(Fi)介於 2646~3150 牛頓之間；平均為 2882 牛頓(N)均小於 3400 牛頓，因此單次搬運動作對下背部造成受力值並未超過限制建議值。

表29 物流類型與單次搬運下背受力

物流型態	Fi (N)
一般物流	2646
大型物流	2850
冷鏈物流	3150
平均	2882 (253.5)

第一版與第二版 MDD 只計算 L5/S1 腰椎累積負荷量，依據搬運姿勢，從單次搬運重量估算單次 L5/S1 受力(Fi)，乘上每天連續搬運時間(ti)來估算單日工作累積負荷；再乘上每年工作日估算一年下背部工作累積受力；再乘上工作年資估算總工作下背部累積劑量值。因此，MDD 計算以單次搬運重量及連續搬運時間來估算單日工作下背受力累積量。在下背部受力計算部分，工作時單次動作姿勢對腰部至少產生 3400 N 的負荷，即男性單次搬運 MDD 超過 3.2 kN (千牛頓)；女性單次搬運超過 2.5 kN (千牛頓)；一生累積劑量至少 25×10^6 Nh (牛頓小時)，即男性累積量達 25 MNh、女性累積量達 17 MNh (百萬牛頓小時)，有可能造成下背部傷害發生，當然還需綜合性參考其他工業衛生與職業醫學證據。

使用 Mainz-Dortmund 劑量模型(MDD)估算下背累積量計算同時考慮(1)搬運姿勢；(2) 搬運負重與(3)每日抬舉或搬運時間，估算個案的日暴露量與年暴露量，整理如表 30 與 32 所示。表 31 為以每日連續搬運 2 小時計算，平均 1 年下背受力累積量達 2.7×10^6Nh；連續 10 年估算下背受力累積量達 27×10^6Nh 即超過建議限制一生累積劑量之 25×10^6 Nh (牛頓小時)。

表30　　每日連續搬運 2 小時下背受力累積量

個案	平均搬運重量(kg)	日搬運時間(時)	年工作日(天)	單次(Fi)	日累積(Nh)	1 年累積(Nh)	6 年累積(Nh)	10 年累積(Nh)
1	13	2	245	2775	11100	2719500	16317000	27195000
2	13	2	245	2775	11100	2719500	16317000	27195000
3	13	2	245	2775	11100	2719500	16317000	27195000
4	14	2	245	2850	11400	2793000	16758000	27930000
5	14	2	245	2850	11400	2793000	16758000	27930000
6	14	2	245	2850	11400	2793000	16758000	27930000
7	14	2	245	2850	11400	2793000	16758000	27930000
8	14	2	245	2850	11400	2793000	16758000	27930000
9	14	2	245	2850	11400	2793000	16758000	27930000
10	18	2	245	3150	12600	3087000	18522000	30870000
11	18	2	245	3150	12600	3087000	18522000	30870000
12	18	2	245	3150	12600	3087000	18522000	30870000
13	18	2	245	3150	12600	3087000	18522000	30870000
14	10	2	245	2550	10200	2499000	14994000	24990000
15	10	2	245	2550	10200	2499000	14994000	24990000
16	10	2	245	2550	10200	2499000	14994000	24990000
17	10	2	245	2550	10200	2499000	14994000	24990000
平均(標準差)	13.8 (2.9)	2	245	2837 (214)	11347 (857)	2780029 (209886)	16680176 (1259317)	27800294 (2098861)

表 31 為以每日連續搬運 1 小時計算，平均 1 年下背受力累積量達 1.9×10^6Nh；連續 10 年估算下背受力累積量達 19×10^6Nh 即小於建議限制一生累積劑量之 25×10^6 Nh (牛頓小時)。因此，在使用 L5/S1 腰椎累積負荷量(MDD)估算，減少每日連續搬運時間才減低下背受力日累積量，進而減少下背受力年累積量，避免超出建議負荷累積值造成對下背部肌肉骨骼傷害的發生。

表31　　每日連續搬運 1 小時下背受力累積量

個案	平均搬運重量 (kg)	日搬運時間(時)	年工作日(天)	單次 (Fi)	日累積 (Nh)	1 年累積 (Nh)	6 年累積 (Nh)	10 年累積 (Nh)
1	13	1	245	2775	7849	1922977	11537861	19229768
2	13	1	245	2775	7849	1922977	11537861	19229768
3	13	1	245	2775	7849	1922977	11537861	19229768
4	14	1	245	2850	8061	1974949	11849695	19749492
5	14	1	245	2850	8061	1974949	11849695	19749492
6	14	1	245	2850	8061	1974949	11849695	19749492
7	14	1	245	2850	8061	1974949	11849695	19749492
8	14	1	245	2850	8061	1974949	11849695	19749492
9	14	1	245	2850	8061	1974949	11849695	19749492
10	18	1	245	3150	8910	2182839	13097031	21828386
11	18	1	245	3150	8910	2182839	13097031	21828386
12	18	1	245	3150	8910	2182839	13097031	21828386
13	18	1	245	3150	8910	2182839	13097031	21828386
14	10	1	245	2550	7212	1767060	10602359	17670598
15	10	1	245	2550	7212	1767060	10602359	17670598
16	10	1	245	2550	7212	1767060	10602359	17670598
17	10	1	245	2550	7212	1767060	10602359	17670598
平均 (標準差)	13.8 (2.9)	1	245	2837 (214)	8024 (606)	1965778 (148412)	11794666 (892471)	19657776 (1484119)

五、參考「職業性腰椎椎間盤突出認定」指引提出健康管理措施

我國於民國八十五年增列勞工保險職業病種類，在第三類物理性危害引起之疾病及其續發症中，將「長期工作壓迫引起的椎間盤突出」正式納入成為法定職業病之一，在勞工保險部分，被保險人可以依據診斷結果申請急性腰椎椎間盤突出職業傷害或慢性腰椎椎間盤突出職業病，其中工作內容與下背腰椎受力部分參考「職業性腰椎椎間盤突出認定參考指引」[27]。將物流業配送員工作特性、現場工作內容與下背部受力結果與「職業性腰椎椎間盤突出認定參考指引」比較，整理如下表 32 所示。

表32　與相關下背部肌肉骨骼傷害認定參考指引比較

項目	內容	物流業配送員	比較
1.建議物重與施力參考限制 (德國第 2108 職業病的認定參考指引)	雙手抬舉作業物重參考為男性 20 公斤；女性為 10 公斤。理想狀況雙手傳遞重物為為男性 30 公斤；女性為 20 公斤	最常搬運物重量約為 10~20 公斤之間。	在建議範圍內。
	單次搬運下背部受力<3400 牛頓(N)	單次搬運 2882 牛頓(N)	在建議範圍內。
2.搬運頻率與物重 (ISO 11228-1)	持續搬運時間在一小時內，每次搬運重量介於 21~15 公斤(；持續搬運時間在兩小時內，每次搬運重量介於於 16~8 公斤	出貨作業在一小時內完成，平均搬運物件重量介於 10-20 公斤間。	在建議範圍內。
3.每日累積搬運次數與時間 (德國第 2108 職業病的認定參考指引)	每日 250 次或每日 30 分鐘；每年至少工作 220 天，工作至少十年	每日搬運次數合計超過 250 次。在持續搬運時間約 30~60 分鐘。每年工作約 245 天。	超出建議範圍
4. 搬運姿勢 (德國第 2108 職業病的認定參考指引)	極度彎腰(上身前傾 90 度以上)或在 100 cm 高度下工作	部分車廂內疊貨或配送作業出現極度彎腰姿勢	超出建議範圍
5. 累積抬舉暴露量 (cumulative lifting exposure) (Huand et al., 2020)	輕度暴露量< 4.9×10^5 Nh (牛頓×小時)；介於 4.9×10^5 ~ 8.9×10^6 Nh 為中度暴露量；8.9×10^6 Nh≦高度暴露量。	平均抬舉暴露量為 2.5×10^6 牛頓×小時(Nh)	中度累積負荷
6. 下背受力累積量 (Mainz Dortmund Dose Model, MDD)	受力累積劑量 25×10^6 Nh (牛頓×小時)	每日連續搬運 1 小時，連續 10 年估算下背受力累積量 19×10^6Nh。每日連續搬運 2 小時，連續 10 年估算下背受力累積量 27×10^6Nh	連續搬運 1 小時，建議範圍內。 連續搬運 2 小時，超過建議範圍。

在建議物重與施力參考限制參考德國發布第 2108 職業病的認定參考指引[37]，雙手抬舉作業物重參考為男性 20 公斤；女性為 10 公斤，在理想狀況雙手傳遞重物為為男性 30 公斤；女性為 20 公斤。物流業配送員依照物流型態差異，平均搬運物重量為 10~18 公斤不等，單次搬運負重建議物重參考限制範圍內。由搬運姿勢分析三種物流型態在單次搬運下背受力估算值，依三種物流型態單次 L5/S1 受力(Fi)介於 2,646~3,150 牛頓之間；平均為 2,882 牛頓(N)均小於 3,400 牛頓，因此單次搬運動作對下背部造成受力值並未超過限制建議值。

物流業配送員在出貨作業項目為短時間高頻率搬運作業，在出貨作業搬運頻率約於 30 分鐘至一小時內完成 230 件貨物搬運，搬運頻率介於 4~8 次/分鐘，考量持續時間與搬運因素參考 ISO 11228-1 建議，理想的工作環境下進行非重複性的作業，其可接受的搬運物重當低於 25 公斤；當考慮搬運頻率因素時，且每日抬舉活動時間不超過 1 小時，每分鐘搬運頻率愈高，其可接受搬運物重愈低。持續搬運時間在一小時內，每次搬運重量應低於 21 公斤(每分鐘 4 次)或 15 公斤(每分鐘 8 次)；持續搬運時間在兩小時內，每次搬運重量應低於 16 公斤(每分鐘 4 次)或 8 公斤(每分鐘 8 次)，多數出貨作業完成時間在一小時內，平均搬運物件重量介於 10-20 公斤之間在建議範圍內。

此外，德國發布第 2108 職業病的認定參考指引中對於從事搬抬重物工作[37]，例如每日 250 次或每日 30 分鐘，在極度彎腰(上身前傾 90 度以上)或在 100 cm 高度下工作，每年至少工作 220 天，工作至少十年，以上這些條件增加腰椎椎間盤突出的風險。物流業配送員依照物流型態差異，在每日搬運物件數上，出貨作業 200~245 件(230±21)；疊貨作業 100-125 件(115±10)；配送作業 200~245 件(230±21)，在每日搬運次數合計超過 250 次。在持續搬運時間於出貨作業為主，通常出貨作業持續時間約 30~60 分鐘，而疊貨作業為偶發性搬運作業；配送作業為長時間低頻率搬運作業，在出貨作業配合碼頭搬運輔具使用偶而會有極度彎腰姿勢或在 100 公分高度下工作，在配送作業如需使用手推車，貨物從車廂搬出放置於推車上都常在 100 公分高度下，造成單次下背受力會超過 3400 牛頓。在每年工作天數物流業配送員約 245 工作天遠大於 220 天，這些都有可能增加物流業配送員發生職業性下背痛或急性、慢性腰椎椎間盤突出職業傷病發生。

在物流業配送員下背部搬運總累積抬舉暴露量(cumulative lifting exposure)以生物

力學模擬軟體估算搬運姿勢與負重暴露量，在 10 年總暴露量，一般物流、大型物流與冷鏈物流業之下背總抬舉暴露量分別為 2.9×10^6Nh、2.1×10^6Nh 與 2.3×10^6Nh，平均而言估計總抬舉暴露量為 2.5×10^6 牛頓×小時(Nh)屬於中度累積抬舉暴露量範圍，雖然非高度暴露量，然而在相關下背部肌肉骨骼傷害防範，應同時關注工作年資增加伴隨著生理老化對下背部受力暴露量的影響。

使用 Mainz-Dortmund 劑量模型(Mainz Dortmund Dose Model, MDD)估算下背累積量計算同時考慮(1)搬運姿勢；(2) 搬運負重與(3)每日抬舉或搬運時間，估算物流業配送員下背受力累積量。每日連續搬運 1 小時計算，平均 1 年下背受力累積量達 1.9×10^6Nh；連續 10 年估算下背受力累積量達 19×10^6Nh 即小於建議限制一生累積劑量之 25×10^6 Nh (牛頓小時)，若以每日連續搬運 2 小時計算，平均 1 年下背受力累積量達 2.7×10^6Nh；連續 10 年估算下背受力累積量達 27×10^6Nh 即超過建議限制一生累積劑量之 25×10^6 Nh (牛頓×小時)，因此應減少每日連續搬運時間來減低下背受力日累積量，進而減少下背受力年累積量，避免超出建議負荷累積值造成對下背部肌肉骨骼傷害的發生。

在現場工作姿勢與工作觀察部分，物流配送員多以出貨與配送兩項作業參與為多(占約八成工作內容)，在出貨與配送作業最常使用姿勢分別為彎腰、蹲下與扭轉身體，此外彎腰堆貨物也為較出現之工作姿勢等。不同的工作姿勢造成不同部位肌肉骨骼不適發生，以冷鏈物流業出貨與配送過程大多使用台車推拉作業為主，加上在貨車車廂內偶而需要有疊貨作業(依據配送地點稍微整理順序)，因此在肩膀(37.5%)與中下背部(37.5%)最為疼痛與不舒適，一般宅配與大型宅配業，配配送物形狀大小不一，需要較密集的手部持物與搬運作業，在手腕(16.7%)、前手臂(14.3%)與中下背部(37.5~41.7%)最為疼痛與不適部位。整體資料顯示，物流業配送員肌肉骨骼不適部位以中下背部最高(38%)，其次為肩膀不舒適比例為 20%，部分為頸部與手腕不適。

綜合考量物流業配送員工作特性、肌肉骨骼不適狀況部位與下背部受力模式結果，物流配送員在中下背部肌肉骨骼不適最高；其次是上肢與肩頸部位。在下背力學模式估算持續工作 10 年，下背部受力暴露量(cumulative lifting exposure)為中度暴露風險。連續工作 10 年；每天連續搬運 1 小時在下背部受力累積量(Mainz Dortmund Dose Model, MDD)未超過建議限制一生累積劑量(25×10^6 Nh)，然而當每天連續搬運 2 小時，持續時間增加受力累積風險即會超出累積量建議限制值，因此，在不增加負重情況下，減少

連續搬運的持續時間能降低下背受力暴露量與累積量值，避免職業性腰椎椎間盤疾病或傷害的發生。

在良好搬運姿勢避免過多彎腰時，搬運重量介於 10-20 公斤，物流業配送員單次搬運重量不會超過 3400 牛頓建議值；然而在不佳工作姿勢或過多彎腰姿勢下，單次下背受力很容易超過建議值，因此在提供適當腰部護具避免搬運不良姿勢的發生，結合正確的教育訓練提倡穿戴護具的正確性與重要性，能避免單次下背過多受力造成急性職業性腰椎椎間盤傷害的發生。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究透過問卷調查，瞭解物流配送人員工作內容、特性、工作負荷與下背部肌肉骨骼不適情況，問卷調查之平均工作年資、每天工作時間等背景資料，經由實驗設計與規劃，使用模擬工作姿勢軟體或生物力學分析軟體，模擬物流配送員數種常見工作情境，評估物流業配送員腰椎(L5/S1)受力情況，並參考「職業性腰椎椎間盤突出認定參考指引」提出相關建議。本研究結論說明如下：

一、受訪對象工作情形統計結果，物流業配送員主要工作項目為出貨與配送作業，最常使用工作姿勢分別為彎腰、蹲下與扭轉身體，每日工作中休息次數為 2 至 3 次；每次約 20 至 30 分鐘之間，配送作業每日至少 5 小時以上；每次每車裝載 200 至 300 件貨品，每件寄送物品以 10 至 20 公斤為主，物流車上均備有搬運輔具(例如台車、輪車尺寸不一)以輔助搬運工作，大多數物流配送員可以選擇是否使用台車等輔具。

二、受訪對象不舒適情形統計結果，物流業配送員主要肌肉骨骼不適部位以中下背部最高(38%)，其次為肩膀不舒適比例為 20%，部分為頸部與手腕不適，另以物流物品特性區分冷鏈物流業出貨與配送過程，均以使用台車推拉作業為主，加上偶而有疊貨作業，因此肩膀(37.5%)與中下背部(37.5%)最為疼痛與不舒適。一般宅配與大型宅配業，需要較密集的手部持物與搬運作業，在手腕(16.7%)、前手臂(14.3%)與中下背部(37.5%至 41.7%)為最疼痛與不適部位。

三、參考德國發布第 2108 職業病的認定參考指引，單次搬運負重建議物重於限制範圍內，雙手抬舉作業物重參考為男性 20 公斤；女性為 10 公斤。本研究受訪對象問卷資料及現場工作分析結果，物流業配送員依照物流型態差異，平均搬運物重量為 10 公斤至 18 公斤之間，單次搬運動作引起下背之受力值並未超過建議值。

四、參考德國發布第 2108 職業病的認定參考指引，搬運姿勢分析三種物流型態在單次搬運下背受力估算值 L5/S1 受力(Fi)介於 2646 牛頓至 3150 牛頓之間；平均為 2882 牛頓(N)均未超過認定參考指引 3400 牛頓。

五、本研究以 3D SSPP 生物力學系統模擬分析接受調查的物流業配送人員單次搬運姿勢下背部脊椎第 L5 至 S1 間受力值(單位牛頓)，依現場工作分析結果，出貨搬運

作業平均下背部受力為 3,145 牛頓；車廂內疊貨作業時平均下背部受力為 3,532 牛頓，配送作業搬運時平均下背部受力為 3,847 牛頓。

六、本研究以 3D SSPP 生物力學系統模擬分析接受調查的物流業配送人員單次出貨作業姿勢，直背搬運與現況姿勢下背部脊椎第 L5 至 S1 間受力值(單位牛頓)，分析結果：出貨現況姿勢之下背平均受力與直背搬運姿勢，分別為 3,145 牛頓及 2,239 牛頓，顯示現況模擬(曲背)姿勢較直背搬運受力增加 28.81%。

七、本研究分別參考累積抬舉暴露量(cumulative lifting exposure)及下背受力累積量(MDD)等 2 種模型，同時考慮接受調查人員的(1)搬運姿勢；(2) 搬運負重；(3)每次搬運時間與(4)搬運次數(件數)，評估下背受力累積情況，結果如下：

(一) MDD 模型估算考慮上述 4 項因子，每日連續搬運 1 小時計算，平均物重 13.8kg，平均 1 年下背受力累積量達 1.9×10^6Nh；連續 10 年估算下背受力累積量達 19×10^6 Nh，小於建議限制一生累積劑量之 25×10^6 Nh (牛頓小時)。

(二) MDD 模型估算考慮上述 4 項因子，以每日連續搬運 2 小時，平均物重 13.8kg，平均 1 年下背受力累積量達 2.7×10^6 Nh；連續 10 年下背受力累積量達 27×10^6Nh 即超過建議限制一生累積劑量之 25×10^6 Nh (牛頓小時)。

(三) 累積抬舉暴露量(cumulative lifting exposure) 模型估算考慮上述 4 項因子，物流配送員的平均一年下背累積受力值約 2.5×10^5 牛頓小時(251830Nh)；工作 10 年估計總累積抬舉暴露量為 2.5×10^6 Nh，參考累積抬舉暴露量模型屬於中累積抬舉暴露量。

(四) 十年總累積抬舉暴露量(cumulative lifting exposure)，不同的物流業配送員一般物流、大型物流與冷鏈物流業因平均搬運負重、搬運頻率(件數)與搬運姿勢差異下背受力不同，總暴露量累積分別為 2.9×10^6Nh、2.1×10^6Nh 與 2.3×10^6Nh。

第二節 建議

一、本研究建議將來如要修正職業安全衛生設施規則第 155 條，建議可參考各國人工搬運規範，例如世界勞工組織的抬舉與搬運標準(ISO 11228-1)、美國國家職業衛生研究所(national institute for occupational safety and health, NIOSH) 在抬舉工作指引等，將搬運頻率、搬運延時、工作環境等因子納入訂定抬舉重量之風險因子。

二、本研究現況訪視結果顯示，物流業配送員在出貨作業項目為短時間高頻率搬運作業，建議參考 ISO 11228-1 之內容，當考慮搬運頻率因素時，持續搬運時間在一小時內，每次搬運重量應低於 21 公斤(每分鐘 4 次)或 15 公斤(每分鐘 8 次)；持續搬運時間在兩小時內，每次搬運重量應低於 16 公斤(每分鐘 4 次)或 8 公斤(每分鐘 8 次)，物流業配送員多數在一小時內完成出貨作業，在建議範圍內平均搬運物件重量介於 10-20 公斤之間。

三、本研究現況訪視結果顯示，在良好搬運姿勢避免過度彎腰時，搬運重量介於 10 公斤至 20 公斤之間，物流業配送員單次搬運重量不會超過 3400 牛頓建議值；然而在不佳工作姿勢或過多彎腰姿勢下，單次下背受力很容易超過建議值，配送作業為長時間低頻率搬運作業，在出貨碼頭作業配合輔具為配合現場環境，配送員偶而會發生極度彎腰姿勢或在 100 公分高度下工作，造成單次下背受力超過 3,400 牛頓，增加下背受傷風險。建議物流業教育訓練可宣導正確的搬運姿勢，改善工作環境或提供相關腰部護具，配合良好使用教育訓練，確實穿戴護具避免搬運出現過度彎腰等不良姿勢。

後　記

本研究計畫主持人為陳副研究員信宏，並由蕭助理研究員百淳共同參與。

另外感謝國立勤益科技大學工業工程與管理系邱教授敏綺、朝陽科技大學工業工程與管理系吳教授欣潔、中國醫藥大學職業安全與衛生學系羅教授宜文共同協助辦理，並提供諸多建議，使本研究更臻於完善，謹此一併致謝。

參考文獻

[1] 王子娟、徐雅媛，勞工職業肌肉骨骼傷病預防失能模式之先趨研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2011。

[2]全國職業傷病診治網絡職業疾病通報統計概況，勞動部職業安全衛生署，2018。https://www.osha.gov.tw/1106/1113/1114/24256/

[3] Ergonomic guidelines for manual material handling. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), California department of industrial relations, U.S.A., 2007.

[4] Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days away from work, Bureau of Labor Statistics (BLS) , 2015, Available online at: http://www.bls.gov/news.release/pdf/osh2.pdf.

[5] The European Musculoskeletal Conditions Surveillance and Information Network, Musculoskeletal health in Europe report 5.0, 2013, Available online at: http://www.eumusc.net/myUploadData/files/Musculoskeletal%20Health%20in%20Europe%20Report%20v5.pdf.

[6] Musculoskeletal disorders in Great Britain , Health and Safety Executive,. 2013, Available online at: http://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/musculoskeletal/msd.pdf.

[7] 勞動部統計處，2020。https://statfy.mol.gov.tw/statistic_DB.aspx

[8] Manual handling operations regulations 1992, Health and Safety Executive, 2005. https://www.hsa.ie/eng/Publications_and_Forms/Publications/Occupational_Health/Guidance_Manual_Handling.pdf

[9] The European Standard EN 1005-2, Safety of machinery-human physical performance, Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery, European Committee for Standardization (CEN), UK , 2003.

[10] Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A., Applications manual for the revised NIOSH lifting equation, Cincinnati, OH: DHHS (NIOSH) , 1994.

[11] International Organization for Standardization (ISO), Ergonomics-manual handling, Part 1: Lifting and carrying. ISO 11228-1. Geneva: WHO. , 2003.

[12] 潘儀聰、游志雲，重複性肌肉骨骼傷病預防技術指引研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2014。

[13] Stand ArbMedVV, 2019. https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalmethode/pdf/LMM-Heben-Halten-Tragen.pdf?__blob=publicationFile&v=2

[14] Espace Droit de la Prévention. Manutention de charges, 2017. https://www.espace-droit-prevention.com/fiches-pratiques/risques-particuliers/manutention-de-charges/pdf

[15] Canada Occupational Health and Safety Regulations SOR/86-304, 2020. https://www.canlii.org/en/ca/laws/regu/sor-86-304/latest/sor-86-304.html?searchUrlHash=AAAAAQAPbWFudWFsIGhhbmRsaW5nAAAAAAE&offset=8298

[16] At-VEJLEDNING LEDNING ARBEJDETS UDFØRELSE – D.3.1, 2005. https://at.dk/media/1756/d-3-1-loeft-traek-skub20pdf.pdf

[17] Direktoratet for arbeidstilsynet, https://www.arbeidstilsynet.no/tema/ergonomi/manuelt-arbeid/tungt-arbeid/pageAsPdf?showAsImage=true

[18] Kadikon, Y., Rahman, M. N. A.. Manual material handling risk assessment tool for assessing exposure to risk factor of work-related musculoskeletal disorder: A review. Journal of Engineering and Applied Sciences, 2016, 11(10): 2226-2232.

[19] Klussmann, A., Steinberg, U., Liebers, F., Gebhardt, H., Rieger, M. A. The Key indicator method for manual handling operations (KIM-MHO) - evaluation of a new method for the assessment of working conditions within a cross-sectional study. BMC Musculoskeletal Disorder 11, 272, 2010. https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-272

[20]潘儀聰、游志雲，建立作業場所人因工程簡易檢核技術，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2014。

[21]吳欣潔、陳協慶、王家濠、劉正禮，人因工程實驗設計與實習(第二版)，滄海書局出版，2014。

[22]陳協慶，肉骨骼不適與作業負荷評估研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2016。

[23] Elwardany, S. H., El-Sayed, W. H., Ali, M. F., Reliability of Kinovea computer program in measuring cervical range of motion in sagittal plane, Open Access Library Journal, 2: e1916,2015. http://dx.doi.org/10.4236/oalib.1101916

[24] Puig-Divı´, A., Escalona-Marfil, C., Padulle´s-Riu, J.M., Busquets, A., Padulle´s-Chando, X., Marcos-Ruiz, D. Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angles and distances using coordinates in 4 perspectives., 2019. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216448

[25] Laštovková, A., Nakladalová, M., Fenclová, Z., Pavel, U., Petr, G., Tomáš, L., Edvard, E., Petr, R., Jana, H., Alena, B., Paul, P. P. F. M., Igor, B., Stefan M, O-S., Horatiu, M., Lode, G., Ola, L., Giuseppe, C., Manuela, V., Vincent, B., Elisaveta Jasna, S., Daniela, P. Low-back pain disorders as occupational diseases in the Czech Republic and 22 European countries: Comparison of national systems, related diagnoses and evaluation criteria. Central European Journal of Public Health, 2015, 23: 244-251.

[26] Seidler, A., Bolm-Audorff, U., Heiskel, H., Henkel, N., Roth-Küver, B., Kaiser, U., Bickeböller, R., Willingstorfer, W. J., Beck, W., Elsner, G. The role of cumulative physical work load in lumbar spine disease: risk factors for lumbar osteochondrosis and spondylosis associated with chronic complaints. Occupational and Environmental Medicine, 2001, 58:735-746.

[27] 黃百粲，職業性腰椎椎間盤突出認定參考指引，勞動部職業安全衛生署，2018。

[28] Jäger, M., Extended compilation of autopsy-material measurement on lumbar ultimate compressive strength for deriving reference values in ergonomic work design: The revised Dortmund recommendation. EXCLI Journal, 2018, 17:362-385.

[29] Hung, Y. J., Shih, T. F., Chen, B. B., Liou, S. H., Ho, I. K., Guo, Y. L. The roles of lumbar load thresholds in cumulative lifting exposure to predict disk protrusion in an Asian population. BMC Musculoskeletal Disorder, 21(1):169. doi: 10.1186/s12891-020-3167-y, 2020.

[30] 林洺秀、郭智宇，工作環境安全衛生狀況認知調查，勞動部勞動及職業安全衛生研究所,2013。

[31] 潘儀聰、郭育良，肌肉骨骼健康狀態之職場相關因子關聯性探討，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2015。

[32] Lee, J. H., Jung, H. S., Lee, H. J..The Impact on the musculoskeletal symptoms of the warehouse employees' work-related characteristics and job stress. The Korean Journal of Occupational Health Nursing, 2017, 26:133-141.

[33] Estember, R. D., Que, B, The prevalence of musculoskeletal disorders among workers in outlets and warehouses of courier service industry. 2020 International conference on management science and industrial engineering, 296-303, 2020. DOI: https://doi.org/10.1145/3396743.3396797

[34] 徐雅媛、陳志鳴，貨運業搬運人員健康體能推廣成效之研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2009。

[35] 江妤柔，碩士論文，物流業駕駛員肌肉骨骼不適症狀之研究調查，大仁科技大學環境管理研究所，2007。

[36] 張原道，碩士論文，下背痛與全身振動和人工物料搬運相關之探討─以宅配業勞工為例，臺北醫學大學公共衛生學系所，2008。

[37] Verlag W.Berufskrankheiten-Verordnung: Merkblätter zu Berufskrankheiten Oktober Bundesarbeitsblatt Ausgabe Nr. 10 Oktober 2006 Kohlhammer ISSN 0007-5868 E1991.

附錄一　物流配送人員工作內容與肌肉骨骼健康調查

物流配送人員工作內容與肌肉骨骼健康調查

親愛的物流配送人員，您好！

感謝您百忙之中的協助與參與，本問卷欲瞭解您在工作上可能面臨肌肉骨骼危害的風險，請您依實際情況填寫本問卷，您所提供的寶貴資訊將有助於改善物流配送人員的工作環境，增進工作安全與健康。**本問卷所填資料僅供研究統計使用，個人資料絕不對外公開，請您安心據實回答。**謝謝您的合作。調查表填妥後，我們將致贈一份精美小禮物。

敬祝 工作平安 身心愉快

勞動部勞動與安全衛生研究所
中華民國人因工程學會
邱敏綺（國立勤益科技大學）
吳欣潔（朝陽科技大學）
羅宜文（中國醫藥大學）敬上

同意書

本人同意參加「物流配送人員工作內容與肌肉骨骼健康調查」研究，並瞭解所提供的問卷內容與資料**僅供學術研究，不作其他用途**；且絕不會有本人或其他個人姓名等個資或照片出現在最後報告。

員工編號：
受訪者 簽名：
日　期：

第一部份：工作狀況

1. 您服務於本公司前一個職業為：_____，該職業工作年資約_____年。

2. 您自民國 _____年____月進入本公司服務，**目前職務**年資約_____年。

3. 您主要配送項目為：

   □ 冷鏈物流配送　□ 一般宅配配送　□ 大型(電商)貨運配送

4. 您目前在公司每月平均工作_____天；每天平均工作_____小時。

5. 有關**進貨作業：(若無從事此項作業請跳至第 6 題)**

   a. 您平均每天花多久時間在**進貨**(理貨/連續搬運)上(小時)？

      □ 0-1　□ 1-2　□ 2-3　□ 3-4　□ 4-5　□ 5 以上

   b. 搬運一次的時間約 _____秒；每件大約搬運_____次。

   c. 承上題，**進貨**搬運物品件數大約是 (件)?

      □ 1-50 □ 50-100 □ 100-200 □ 200-300 □其他：_____件

   d. 承上題，**進貨**搬運物品時最常使用的三個工作姿勢在□內依序填入 1、2、3。

□蹲下	□彎腰	□扭轉身體	□後傾拉貨物	□彎腰推拉貨物	□物品遠離身體	□舉物過肩

   e. 承上題，**進貨**最常搬運的物品重量約幾公斤(每件公斤)？

      □ 5 以下　□ 5-10　□ 10-20　□ 20-30　□ 30-40　□ 40 公斤以上

   f. **進貨作業**，最常搬運的物品尺寸約為(每件)？_____立方公分。

   g. 有無使用輔助搬運工具(例如：手推車)？ □ 無 ;□有，主要使用：_____

6. 有關**入倉儲存作業：(若無從事此項作業請跳至第 7 題)**

   a. 您平均每天花多久時間在**入倉儲存作業**上(小時)？

      □ 0-1　□ 1-2　□ 2-3　□ 3-4　□ 4-5　□ 5 以上

b. 搬運一次的時間約_____秒；每件大約搬運_____次。

c. 承上題，**<u>入倉儲存作業</u>**搬運物品件數大約是 (件)?

□ 1-50 □ 50-100 □ 100-200 □ 200-300 □其他：_____件

d. 承上題，**<u>儲存</u>**搬運時最常使用的三個工作姿勢在□內依序填入 1、2、3。

□蹲下	□彎腰	□扭轉身體	□後傾拉貨物	□彎腰推拉貨物	□物品遠離身體	□舉物過肩

e. 承上題，**<u>入倉儲存作業</u>**最常搬運的物品重量約幾公斤(每件公斤)？

□ 5 以下 □ 5-10 □ 10-20 □ 20-30 □ 30-40 □ 40 公斤以上

f. **<u>入倉儲存作業</u>**，最常搬運的物品尺寸約為(每件)？_____立方公分。

g. 有無使用輔助搬運工具(例如：手推車)？□ 無 ;□有，主要使用： _____

7. 有關**<u>盤點作業：(若無從事此項作業請跳至第 8 題)</u>**

a. 您平均每天花多久時間在貨物盤點作業上(小時)？

□ 0-1 □ 1-2 □ 2-3 □ 3-4 □ 4-5 □ 5 以上

b. 搬運一次的時間約 _____秒；每件大約搬運_____次。

c. 承上題，盤點作業搬運物品件數大約是 (件)?

□ 1-50 □ 50-100 □ 100-200 □ 200-300 □其他：_____件

d. 承上題，盤點作業時最常使用的三個工作姿勢並在□內依序填入 1、2、3。

□蹲下	□彎腰	□扭轉身體	□後傾拉貨物	□彎腰推拉貨物	□物品遠離身體	□舉物過肩

e. 承上題，盤點作業最常搬運的物品重量約幾公斤(每件公斤)？

□ 5 以下 □ 5-10 □ 10-20 □ 20-30 □ 30-40 □ 40 公斤以上

f. 盤點作業，最常搬運的物品尺寸約為(每件)？_____立方公分。

g. 有無使用輔助搬運工具(例如：手推車)？ □ 無 ;□有，主要使用： _

8. 有關**<u>撿(補)貨作業：(若無從事此項作業請跳至第 9 題)</u>**

a. 您平均每天花多久時間在撿(捕)貨作業上(小時)？

□ 0-1 □ 1-2 □ 2-3 □ 3-4 □ 4-5 □ 5 以上

b. 搬運一次的時間約 _____秒；每件大約搬運_____次。

c. 承上題，撿(補)貨作業搬運物品件數大約是 (件)?

□ 1-50 □ 50-100 □ 100-200 □ 200-300 □其他：_____件

d. 承上題，撿(補)貨作業時最常使用的三個工作姿勢在□內依序填入 1、2、3。

□蹲下	□彎腰	□扭轉身體	□後傾拉貨物	□彎腰推拉貨物	□物品遠離身體	□舉物過肩

e. 承上題，撿(補)貨作業最常搬運的物品重量約幾公斤(每件公斤)？

□ 5 以下 □ 5-10 □ 10-20 □ 20-30 □ 30-40 □ 40 公斤以上

f. 撿(補)貨作業，最常搬運的物品尺寸約為(每件)？_____立方公分

g. 有無使用輔助搬運工具(例如：手推車)？ □ 無 ;□有，主要使用： _____

9. 有關**<u>出貨搬運作業：(若無從事此項作業請跳至第 10 題)</u>**

a. 您平均每天花多久時間在出貨搬運作業上(小時)？

□ 0-1 □ 1-2 □ 2-3 □ 3-4 □ 4-5 □ 5 以上

b. 搬運一次的時間約_____秒；每件大約搬運_____次。

c. 承上題，出貨搬運作業搬運物品件數大約是 (件)?

□ 1-50 □ 50-100 □ 100-200 □ 200-300 □其他：_____件

d. 承上題，出貨作業時最常使用的三個工作姿勢在□內依序填入 1、2、3。

□蹲下	□彎腰	□扭轉身體	□後傾拉貨物	□彎腰推拉貨物	□物品遠離身體	□舉物過肩

e. 承上題，出貨搬運作業最常搬運的物品重量約幾公斤(每件公斤)？

□ 5 以下 □ 5-10 □ 10-20 □ 20-30 □ 30-40 □ 40 公斤以上

f. 出貨搬運作業，最常搬運的物品尺寸約為(每件)？_____立方公分。

g. 有無使用輔助搬運工具(例如：手推車)？ □ 無 ;□有，主要使用： _____

10. 有關**配送作業：(若無從事此項作業請跳至第 11 題)**

a. 您平均每天花多久時間在**配送作業**上(小時)？

□ 0-1 □ 1-2 □ 2-3 □ 3-4 □ 4-5 □ 5 以上

b. 搬運一次的時間約 _____秒；每件大約搬運_____次。

c. 承上題，配送作業搬運物品件數大約是 (件)?

□ 1-50 □ 50-100 □ 100-200 □ 200-300 □其他：_____件

d. 承上題，配送作業時最常使用的三個工作姿勢在□內依序填入 1、2、3。

□蹲下	□彎腰	□扭轉身體	□後傾拉貨物	□彎腰推拉貨物	□物品遠離身體	□舉物過肩

e. 承上題，**配送作業**最常搬運的物品重量約幾公斤(每件公斤)？

□ 5 以下 □ 5-10 □ 10-20 □ 20-30 □ 30-40 □ 40 公斤以上

f. **配送作業**，最常搬運的物品尺寸約為(每件)？_____立方公分。

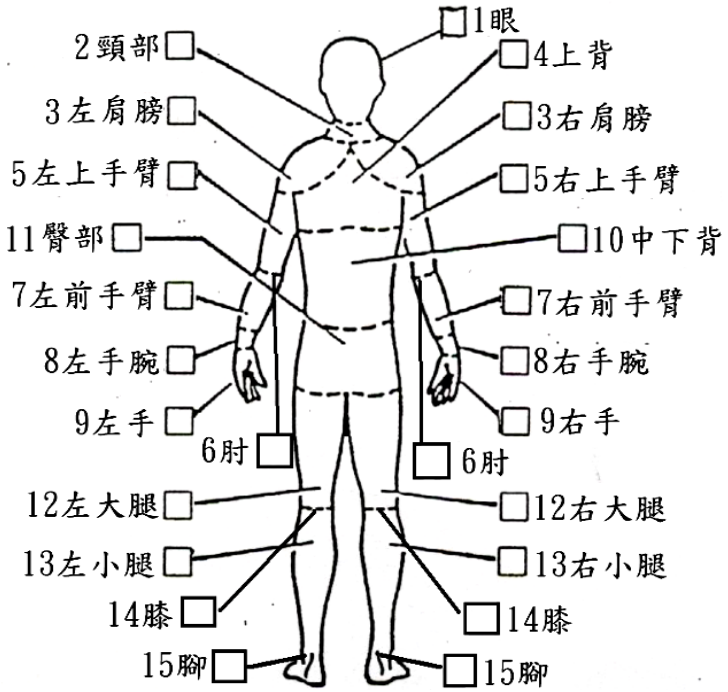
g. 有無使用輔助搬運工具(例如：手推車)？ □ 無 ;□有，主要使用： _____

11. 您一天工作時間內是否有安排休息時間？ □沒有 □有，休息_____次，

每次休息_____分鐘

第二部分： 肌肉骨骼健康調查

1. 您覺得目前那個部位是**最疼痛**的？請於右列圖示中，將疼痛位置及範圍，以筆勾出。

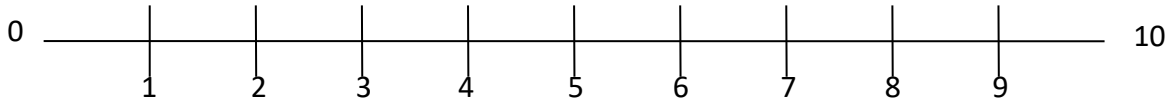


2. 請勾選及填寫最近 6 個月相關疼痛情形：(若無症狀，3~8 項免填)

部位	1.症狀					2.疼痛程度					3.每次發生時間					4.每次持續頻率					5.處理方式					6.症狀發生有時自至今久多少時間
	無症狀	酸痛	疼痛	麻木	刺痛	完全不痛	輕度疼痛	中度疼痛	重度疼痛	無法忍受疼痛	數小時~1天	1至3天	3至7天	7至14天	14天以上	從不	數次/半年	數次/月	數次/星期	幾乎每天	無	看西醫	看中醫	傳統推拿	其他貼布熱敷等	
1.頸																										____年____月
2.肩																										____年____月
3.上背																										____年____月
4.上手臂																										____年____月
5.肘																										____年____月
6.前手臂																										____年____月
7.手腕																										____年____月
8.手掌/手指																										____年____月
9.中下背																										____年____月
10.臀部																										____年____月
11.大腿																										____年____月
12.小腿																										____年____月
13.膝																										____年____月
14.腳																										____年____月

3. 下列橫線『0』表示完全不痛，而『10』表示最嚴重無法忍受的痛。請在標線上

以打勾符號標示出您的疼痛程度：



4. 承上題，疼痛模式為：□連續的 □斷斷續續的 □短暫的 □其他_____

5. 承上題，大部分疼痛時間為：□上午 □中午 □下午 □夜晚 □以上皆是

6. 此疼痛狀況自發生至三個月後，是否已感覺較不疼痛：□不是 □是

7. 是否因上述部位疼痛就醫及經醫師診斷：□沒有 □有，就醫時間約為____年___月起，診斷病名為：_____

8. 此症狀對您的影響？ □仍可正常工作及生活 □稍微降低工作能力 □工作能力明顯降低 □生活都受到影響

9. 您認為造成這些症狀的原因為？ (可複選) □年紀 □工作中休息時間不足 □工作中必須的姿勢/動作 □工作外的操勞□其他：_____

問卷到此結束，請檢查是否有漏填處，非常感謝您的耐心填寫！敬祝 健康 快樂！

附錄二　人體試驗計畫同意書

仁愛醫療財團法人
JEN-AI HOSPITAL

仁愛醫療財團法人大里仁愛醫院人體研究倫理委員會

Tel: 04-24821771　Fax: 04-24821771　大里仁愛醫院：台中市大里區東榮路 483 號

人體試驗計畫同意書

計畫名稱：物流業配送員下背受力分析及輔導
本會編號：109-59
計畫主持人：邱敏綺
試驗機構名稱：國泰洋酒、新竹物流
通過日期：109 年 09 月 01 日
計畫有效日期：110 年 2 月 28 日
計畫書版本：109 年 06 月 23 日第 1 版
受試者同意書版本：109 年 07 月 20 日第 1 版
其他受審文件版本：「物流配送人員工作內容與肌肉骨骼健康調查」問卷 109 年 07 月 16 日第 1 版

依照衛生福利部及 ICH-GCP 規範的規定，臨床試驗每屆滿一年，人體試驗委員會必須定期重新審查。請於**有效期限到期二個月前**檢送期中報告至本會進行審查。

該計畫任何部分若欲更改，需向人體試驗委員會重新提出申請。計畫主持人對受試者任何具有危險而且未能預期之問題，例如：對藥物、放射性元素或對醫療器材產生不良反應等，需立即向研究倫理委員會主任委員提出書面報告。

主任委員

仁愛醫療財團法人大里仁愛醫院 人體研究倫理委員會 台中市大里區東榮路483號

中　華　民　國　一　〇　九　年　九　月　一　日

第 1 頁，共 2 頁

仁愛醫療財團法人
JEN-AI HOSPITAL

仁愛醫療財團法人大里仁愛醫院人體研究倫理委員會

計畫主持人應注意事項

1. 計畫主持人及計畫相關人員應遵守 GCP 相關規定，如 SAE 通報、CRF 記錄及修正。
2. 查驗登記或學術研究案須送行政院衛生福利部核准者，須待衛生福利部核准後始可進行試驗。
3. 原始計畫書應妥善保存不可丟棄。
4. 受試者同意書之簽署日期應在本會核准日期後，不可提前執行。
5. 受試者同意書不可只蓋手印。
6. 計畫修正或預展延計畫結束日期，請向本會申請修正案，通過後才可使用新版本執行。
7. 計畫於完成二分之一收案人數或欲申請延長計畫執行有效期限時，請於有效期限二個月前向本會申請持續試驗案，通過後才可繼續執行。
8. 計畫發生嚴重不良事件，應依照通報原則立即通報本會。
9. 計畫發生試驗偏差事件，應立即通報本會。
10. 計畫完成或提前終止，請向本會申請結案或終止案。
11. 計畫未收案亦不再執行，請向本會申請撤案。
12. 申請經費補助（如科技部、衛生福利部等）之計畫，待經費補助單位通過後請核銷本會審查費；未通過不得執行，請向本會申請撤案。
13. 本會將不定期進行實地訪查。
14. 人體試驗計畫同意書已領取，請妥善保存不予補發。
15. 逾核准期限未繳交期中報告者，本會將暫停受理計畫主持人申請新案，直到計畫主持人繳交持續審查申請。逾期者，主持人應立即停止所有試驗活動，直到通過持續審查後始得繼續執行。若主持人於第三次通知日算起 3 個月內未繳交期中報告，本會得以逕行撤案。
16. 逾核准期限未繳交結案報告者，本會將暫停受理計畫主持人申請新案，直到計畫主持人繳交結案報告申請。逾期者，主持人應立即停止所有試驗活動。若計劃主持人自第三次通知日算起 1 個月內未繳交結案報告，本會得以逕行撤案。
17. 後續定期追蹤：請每□三個月■六個月□十二個月 □其他：____，繳交期中/結案報告。

仁愛醫療財團法人大里仁愛醫院 人體研究倫理委員會 台中市大里區東榮路483號

國家圖書館出版品預行編目資料

應用生物力學試驗調查勞工下背累積負荷之情形 = The workload and biomechanical evaluation of lower back for worksrs/陳信宏, 邱敏綺, 吳欣潔, 羅宜文著. -- 1版. -- 新北市 : 勞動部勞動及職業安全衛生研究所, 民110.06
面 ; 公分
ISBN 978-986-5466-37-4(平裝)

1.勞工衛生 2.勞工傷害

412.53 110005653

應用生物力學試驗調查勞工下背累積負荷之情形
著（編、譯）者：陳信宏、邱敏綺、吳欣潔、羅宜文

出版機關：勞動部勞動及職業安全衛生研究所
22143 新北市汐止區橫科路 407 巷 99 號
電話：02-26607600 http://www.ilosh.gov.tw/
出版年月：中華民國 110 年 6 月
版（刷）次：1 版 1 刷
定價：150 元
展售處：
五南文化廣場
台中市中區中山路 6 號
電話：04-22260330

國家書店松江門市
台北市松江路 209 號 1 樓
電話:02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「研究成果／各年度研究報告」，網址為：https://laws.ilosh.gov.tw/ioshcustom/static-page/page-01#content
- 授權部分引用及教學目的使用之公開播放與口述，並請注意需註明資料來源；有關重製、公開傳輸、全文引用、編輯改作、具有營利目的公開播放行為需取得本所同意或書面授權。

GPN:1011000524
ISBN: 978-986-5466-37-4(平裝)

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR

221新北市汐止區
橫科路407巷99號
TEL 02-26607600
FAX 02-26607732

www.ilosh.gov.tw

ISBN 978-986-5466-37-4
00150
9 789865 466374
GPN : 1011000524 定價:新台幣150元