

履帶車輛保修人因工程改善建議 ——以承載系統為例

作者/黃興泰

審者/馮文陽、蘇盈嘉

提要

- 一、對履帶車輛保修人員而言，採人工方式使用維修工具及搬運裝備總（次）成零附件，是造成工作中身體與心理負擔因素之一。若因不自然的姿勢（彎腰）、重複性作業（操作手工具）、搬抬重物及過度施力（超過體力負荷重量）等，將造成肌肉骨骼傷害，甚至肇生立即性的災害事故。
- 二、本研究首次針對軍事學員執行保修任務進行探討，並運用北歐肌肉骨骼調查問卷（NMQ）、關鍵指標檢核表（KIM）及人因工程肌肉骨骼傷病預防指引等模式，提出人因工程改善建議。
- 三、研究結果顯示在「手動操作液壓千斤頂」車身頂高作業，風險值由28降至5，風險等級由3降為1；「承載輪拆裝作業」兩人徒手搬運，風險值由24降至5，風險等級由2降為1；而「使用大型氣動扳手」拆裝承載輪螺帽風險值由20降至10，雖改善後評估維持在中負載，但在預計風險值可降低50%負載風險，顯示依人因工程指引提出適當改善，可有效降低保修人員肌肉骨骼傷害風險。

關鍵詞：北歐肌肉骨骼調查問卷、關鍵指標檢核表、人因工程

圖片來源：陸軍後勤訓練中心



壹、前言

職業病可區分為物理性、化學性、生物性、人因性及社會心理性等五類危害，其中人因性危害往往造成人員肌肉拉傷、骨骼、韌帶和神經傷害等，經研究指出，人因性肌肉骨骼傷病主要係由重覆性高的動作、過度的施力、長時間不良姿勢、組織壓迫、振動衝擊等五項危害因子所產生，¹ 不僅可能造成立即性危害，更可能影響，甚至是喪失個人工作能力。2022年世界衛生組織（World Health Organization, WHO）則指出，全球超過十七億人患有肌肉骨骼疾病（Musculoskeletal Disorders, MSD），除影響生活或工作之機動性和靈活度外，更降低其工作績效及參與社會的能力，甚至大幅提升提前退休的意願。²

保修人員的主要工作任務，係確保武器裝備能在戰場上發揮最大效力。陸軍裝備所使用的保修工具多為人工操作，然目前國軍現役履帶車輛屬早期購置裝備，在初始設計時並未考量輔以人力之設備，經保修人員反映，修復空間狹

小導致身體須以不自然的姿勢及過度的施力，亦或因修護總成零附件之鈍重性而徒增搬運作業困難等，均將提高保修人員的肌肉骨骼不適之風險，不僅危及人員健康，亦降低修護效率與士氣、增加保險賠償成本及醫療負擔。因此，如何避免作業人員之職業傷病，並加以改善，係國軍應重視之課題。故本研究針對國軍履帶車輛保修作業，探討肌肉骨骼危害風險，以達下列目的：

- 一、透過訪談瞭解保修人員肌肉骨骼不適之盛行率，以及自覺易造成肌肉骨骼不適之作業。
- 二、經保修作業現場觀察、拍照及錄影紀錄，應用人因肌肉骨骼風險檢核表，以辨別身體危害風險暴露程度。
- 三、依上述分析評估結果，提供相關建議作為改善依據，減緩肌肉骨骼傷害的發生。

貳、文獻探討

一、職業性肌肉骨骼傷病

職業性肌肉骨骼傷病（Work-Related

- 1 潘儀聰、游志雲，《人因性危害防止計畫研究》（新北市：勞動部勞動及職業安全衛生研究所，民國104年3月），頁11。
- 2 World Health Organization(14 July 2022)，〈Musculoskeletal health〉，《WHO》，〈<https://www.who.int>〉（檢索日期：民國112年2月17日）。

Musculoskeletal Disorders, WMSD) 係指人員工作時，其工作環境乃暴露在與人因相關的危害因子下，經長時間累積而造成的影響，包含肌肉、肌腱、骨骼、軟骨、韌帶和神經的傷害，從輕微、暫時性的疾病到不可逆轉的致殘傷害，也是罹患率最高、耗費最多、影響最廣的一種職業疾病。³

分析我國勞工保險局106年至110年職業病給付人次相關資料，在110年職業性下背痛的傷病給付人次占總年度21%，手臂頸肩疾病則高達51%，而失能給付件數則占總人次4%至7%。⁴可見罹患手臂頸肩疾病及職業性下背痛之勞工占比高，對罹病勞工之家庭與職場影響甚鉅；因職業性肌肉骨骼傷病盛行率高、恢復期長且造成工作效率下降，是先進國家非常重視的職業安全衛生問題，故需以有效之改善方式，降低傷病發生機率。

造成人因性肌肉骨骼傷病原因，計有「重覆性高的動作」、「過度施力」、

「長時間不良姿勢」、「組織壓迫」及「震動衝擊」等五項危害因子，^{5、6}概述如後：

(一) 重覆性高的動作

係指反複作手臂拉、提、伸出丟擲的動作，通常伴隨高速和高頻率的肌肉收縮，對肌鍵、韌帶及軟骨組織造成壓力，若無充分休息，其發生傷病的機率越高，包含研磨、裝配、物料搬運等。

(二) 過度施力

係指當肌肉的施力因工作需要增加時，肌肉組織的血液循環便會降低，因而加速肌肉的疲勞，若未充分休息，將造成軟組織傷害，常見動作如抬舉/卸下、推/拉、搬運過重物品等。

(三) 不良工作姿勢

係指對肢體位置的固定或限制，在長期暴露下會有肌肉骨骼軟組織與末梢神經疾病產生，常見姿勢有手舉過肩、蹲跪姿、前俯、抬舉同時扭轉身軀等。而在過度施力、重複性動作因素中，多數伴隨不良工作姿勢，亦是造成肌肉骨骼傷病

3 潘儀聰、陳協慶，《重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討》（新北市：勞動部勞動及職業安全衛生研究所，民國104年4月），頁3。

4 〈職業災害統計資料〉，《勞動部勞工保險局》，〈<https://www.bli.gov.tw>〉（檢索日期：民國112年2月17日）。

5 潘儀聰、陳協慶，《上肢重複性作業姿勢分析軟體與施力測量設備開發》（新北市：勞動部勞動及職業安全衛生研究所，民國105年3月），頁8。

6 林玫妍，〈汽車維修業之肌肉骨骼危害評估〉（中山醫學大學國際健康產業經營管理碩士在職專班碩士論文，西元2021年），頁2。

的關鍵因素之一。

(四) 組織壓迫

係指身體組織受到來自工具或工件之尖銳邊角壓迫，造成皮下組織水泡、破皮，甚至引起血液外流、紅腫發炎，最常壓迫的部位包含手掌、手指、膝蓋等。

(五) 震動衝擊

主要區分為全身性與局部性兩類，局部震動常發生在使用動力鑽、鑿、鎚、研磨、氣動與電動震動等震動過大之手工具，同時伴隨「組織壓迫」，如以手掌部施壓於工具上，易發生腕隧道症候群或白指病等。

二、國內相關法令

為保障勞工安全與健康，在職業安全衛生法（以下稱職安法）第六條第2項第1款明定，雇主對重複性作業等促發肌肉骨骼疾病之預防，應妥為規劃及採取必要之安全衛生措施。另在設施規則324-1條規定，為避免作業人員因姿勢不良、過度施力及作業頻率過高等原因促發肌肉骨骼疾病，雇主須採取「分析作業流程、內容及動作」、「確認人因性危害因子」、「評估、選定改善方法及執行」、

「執行成效之評估及改善」、「其他有關安全衛生」等預防措施。⁷

國防部依職安法及其施行細則暨職業安全衛生管理辦法，成立國防事業專責單位，對其所屬生產（保修）機構，成立專責職業安全衛生組織，執行職業安全衛生工作，並將人因工程（長期負重、重複性作業）分類為中度危害風險；就陸軍而言，目前僅陸軍後勤指揮部及五級翻修廠庫設置職業安全管理科，編制職業安全衛生督導作業管理人員，司職風險管理、災害預防及管制作為、教育訓練及推動職場安全健康活動。⁸

由於肌肉骨骼傷病之認定因素眾多且有著複雜的交互關係，因此勞動部職業安全衛生研究所召集專家學者共同編撰「人因工程肌肉骨骼傷病預防指引」，包含長期以蹲跪姿勢工作引起之膝關節半月狀軟骨病變、職業因素罹患肘與橈隧道症候群、職業性腰椎椎間盤突出、職業性頸椎椎間盤突出、職業性肌腱炎等，⁹提供事業單位參考，期能降低罹患風險。

三、履帶車輛保修作業

國軍履帶車輛依作戰需求區分為戰

7 職業安全衛生法（勞動部），民國108年5月5日。

8 方玉龍、鍾玉萍，〈職業安全衛生管理精進探討——以陸軍國防事業單位為例〉，《陸軍後勤季刊》，107年第1期，民國107年2月，頁61。

9 職災勞工保護組，〈職業病認定參考指引——人因性危害〉，《勞動部職業安全衛生署》，〈<https://www.bli.gov.tw>〉（檢索日期：民國112年12月19日）。

車、裝甲人員（彈藥）運輸車、自走砲車及救濟車等類型；另區分保修作業層級為三段五級，即單位段（一、二級），野戰段（三、四級）及基地段（五級），保修人員的專業技術及任務也有所不同。

依職業安全衛生管理辦法各事業分類區分，從事各種車輛維修之行業屬第二（中度）危害風險，且國內外研究均顯示，汽車維修工作是罹患職業性肌肉骨骼疾病高風險職業之一。^{10、11}因此勞動部彙整汽車維修業潛在之危害，包含噪音、有害物、油料皮膚接觸、手工具局部振動、人因危害（機件搬運腰背傷）、物料掉落壓傷等，作為汽車維修業勞工職業危害預防參考。^{12、13}而履帶車輛保修人員與民間汽車維修業所需之工作技能及特性雷同，因

此部門主管應提供職業安全衛生改善技術，以降低保修作業人員危害風險並預防職業傷病的發生。

四、危害風險評估

人因性危害風險評估是肌肉骨骼傷病預防工作中的重要步驟之一，而評估方法依作業的複雜程度分為5個等級，從最簡單的工作者自述、問卷或透過簡易檢核表進行危害確認，到運用複雜的現場量測技術或實驗室控制評估以確定風險因子與生理負荷，作為改善之參據（如圖一）。¹⁴

國內針對肌肉骨骼不適調查採用北歐肌肉骨骼調查問卷（Nordic Musculoskeletal Questionnaire, NMQ），NMQ問卷信度約在77%至100%，效度則約在80%至100%。¹⁵

10 Shukriah Abdullah, Nor Kamaliana Khamis, Jaharah A.Ghani & Rudi Kurniawan(30 Sep 2020), "Posture Evaluation of the Automotive Maintenance Workers:A Case Study," Jurnal Kejuruteraan, Vol. 3, No. 1, pp. 65-70.

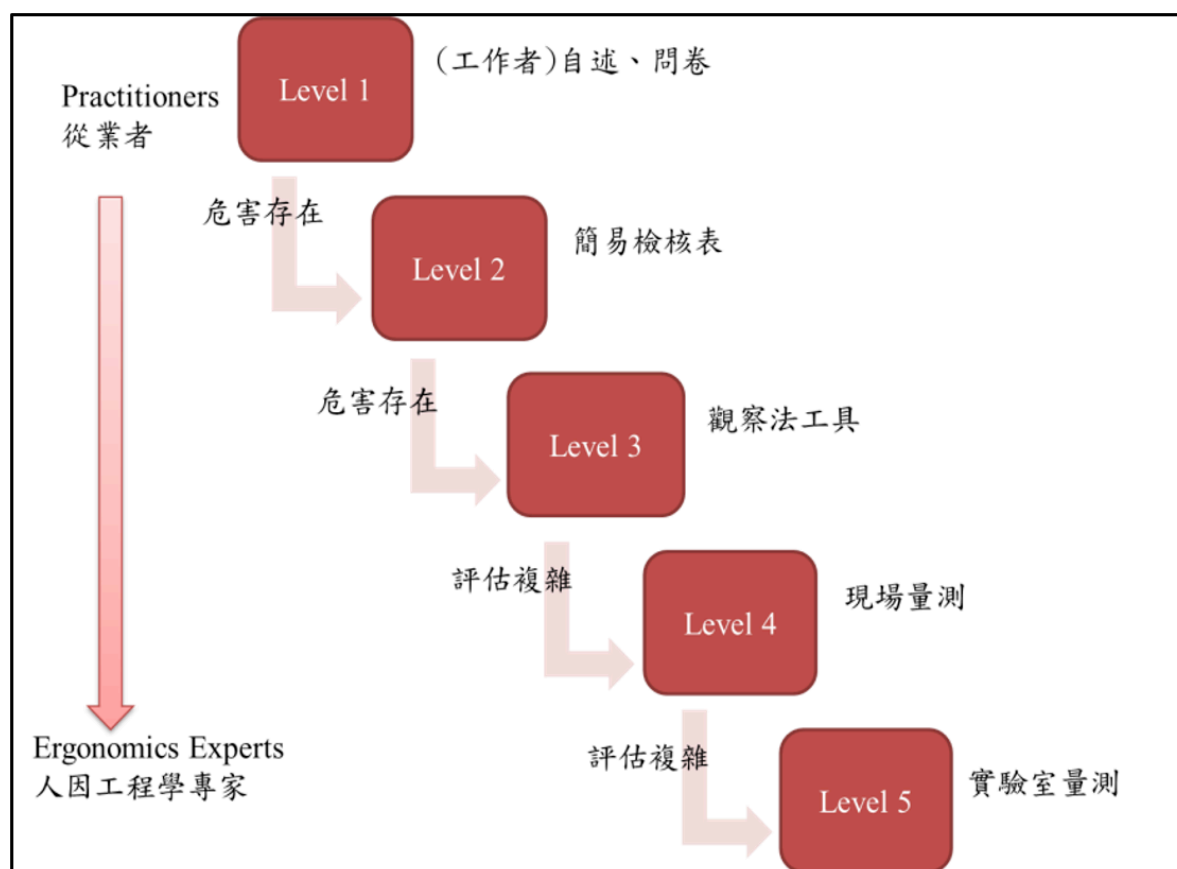
11 謝銘峯，〈汽車修理廠工人裝卸大型輪胎作業有無使用輔具之人因評估〉（華梵大學，工業工程與經營資訊學系碩士班碩士論文，西元2008）年，頁2。

12 Aiggan Tamene, Hailemichael Mulugeta, Tesfaye Ashenafi & Steven M.Thygerson(2020), "Musculoskeletal Disorders and Associated Factors among Vehicle Repair Workers in Hawassa City, Southern Ethiopia," Journal of Environmental and Public Health, p. 11.

13 鐘順輝、錢葉忠，〈汽修職場知多少危害防制先做好〉，《勞動及職業安全衛生簡訊》，第16期，民國106年12月，頁2-3。

14 同註3，頁1。

15 劉立文、郭育良、陳慶忠，〈人因性危害與肌肉骨骼傷病關係研究〉（新北市：勞動部勞動及職業安全衛生研究所，民國105年4月），頁8。



圖一 不同等級之人因危害風險評估方法

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

此表格內容淺顯易懂，配合身體部位圖片輔助說明，可使受測者輕易瞭解問卷涵義，受試者預先針對自覺肌肉骨骼疼痛程度及其症狀是否影響工作，完成初步分級，作為預防肌肉骨骼傷病健康管理策略之參考。¹⁶

而人因性危害風險檢核表區分篩選、分析及專家，可依其評估之部位分為上肢、背部及全身。¹⁷國內外相關研究多數採用專家級別檢核表，透過錄影分析、儀器測量方法與生物力學上的特定技能，因此需更多時間評估分析；然篩選

16 林佑烝，〈輪胎製造業肌肉骨骼傷害風險評估研究〉（大仁科技大學環境與職業安全衛生系環境管理碩士班碩士論文，西元2020年），頁8。

17 陳志勇、劉立文、潘儀聰、游志雲、陳協慶，〈人因工程肌肉骨骼傷病預防指引〉（新北市：勞動部勞動及職業安全衛生研究所，民國103年7月），頁20。

及分析等級的檢核表，則易於學習且不涉及姿勢或力的定量評估，可由現場人員自己使用，故本研究採篩選及分析等級做為評估工具。

五、關鍵指標檢核表 (Key Indicators Method, KIM)

KIM最早是由德國發展的檢核表，近年經北歐、挪威、丹麥、瑞典等各國驗證後採納使用，並於2001、2002年分別針對「人工物料搬運 (Lifting Holding and Carrying, LHC)」、「推拉作業 (Push and Pull, PP)」發表不同版本；2012年德國國家職業安全衛生研究所依「人工物料搬運」、「推拉作業」設計架構，設計適用於評估上肢作業風險的「手工處理操作 (Manual Handling Operation, MHO)」工具。¹⁸

本研究探討之作業多為搬運鈍重物

件，故將運用人工物料搬運評估表 (KIM-LHC) 做為人因危害風險評估工具；另在部分作業所使用工具為人力操作且重量輕，因此採用手工處理操作評估表 (KIM-MHO)，說明如下：¹⁹

(一) 人工物料搬運

透過表格內容說明抬舉 (Lifting)、握持 (Holding) 和運送 (Carrying) 等三項全身性的作業評估要領，而風險值計算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，詳細評估步驟如下：

1. 先依作業特性，於時間評級檢核表格中選擇相符之欄位，並依作業觀察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 (如表一)。

表一 時間評級檢核表

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	<5min	1	<300m	1
10to<40	2	5min to 15min	2	300m to<1Km	2
40to<200	4	15min to<1hr	4	1Km to<4Km	4
200to<500	6	1hr to<2hrs	6	4Km to<8Km	6
500to<1000	8	2hrs to<4hrs	8	8Km to<16Km	8
≥1000	10	≥4hrs	10	≥16Km	10
範例：將工件置入機器、由貨櫃取出總成料件置於架上。		範例：操作除草機或氣動工具、握持和導引輪胎安裝。		範例：搬運家具、運送工具或總成料件至維修現場。	

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

18 同註3，頁25。

19 同註3，頁20。

2. 依序於下表中選定不同性別之作業人員，經實際觀察對照荷重級距、姿勢位置與工作環境狀況之評級點數（如表二至四）：

表二 荷重評級檢核表

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

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

表三 姿勢評級檢核表

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，荷重適度的接近身體。	2
	● 低彎腰或彎腰前伸。 ● 軀幹略前彎曲同時扭轉。 ● 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

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

表四 工作狀況評級檢核表

工作狀況	工作狀況評級點數
● 具良好的人因條件。 如：足夠的空間，工作區中沒有物理性的障礙，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條件。 如：(1) 運動空間受高度過低的限制或工作面積少於1.5m²。 (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。 如：搬運病患、車輛底盤維修。	2

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

3. 將與此活動相關的評級點數輸入計算式中，即可評估該項作業之風險值：

$$(\text{荷重評級} + \text{姿勢評級} + \text{工作狀況評級}) \times \text{時間評級} = \text{風險值}$$

依計算公式所得之風險值可根據風險等級對照表進行評估，而改善的需求可參考各表格中評級點數來決定，透過降低負荷重量、改善作業姿勢（方式）或縮短負荷時間，即可避免作業壓力的增加（如表五）。

（二）手工處理操作

KIM-MHO 檢核表評估風險值計算

是以施力方式評級、抓握條件評級、手/臂位置及動作評級、工作協調評級、工作條件評級與姿勢評級等6項評級的點數加總後乘以時間評級求得。詳細評估步驟如下：

1. 先依下方表格中選擇適當的總作業時間，並對照讀取總持續時間檢核表中相對應的時間評級點數（如表六）。
2. 依序於下表中選定，經實際觀察對照施力方式、抓握條件、手/臂位置與動作、工作協調、工作條件與身體姿勢等6個評級點數（如表七至十二）。

表五 風險等級對照表

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	10to<25	中負載，生理過載的情形可能發生於恢復能力較弱者。針對此族群應進行工作再設計。
3	25to<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。

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

表六 總持續時間檢核表

每次輪班本項活動的總持續時間（達……小時）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
時間評級點數	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

表七 施力評級檢核表

手、手指部位的施力方式		握持				移動					
		平均握持時間 (秒/分)				平均移動次數 (次數/分)					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	4-15	15-30	30-60	> 60
等級	說明，典型的例子	評級點數									
低	力量極低 如：按鈕啟動/換檔/整理。	2	1	0.5	0	0	0.5	1	2	3	
	力量低 如：物料引導/插入。	3	1.5	1	0	0.5	1	1.5	3	5	
	力量中等 如：抓握/使用工具或小工具 裝備小零件。	5	2	1	0	0.5	1	2	5	8	
	力量高 如：旋轉/纏繞/包裝/抓取/握 持或組裝零件/壓入/切割 /操作小動力手工具。	8	4	2	0.5	1	2	4	8	13	
	力量極高 如：涉及以施力進行的切割/ 以小釘槍工作/移動或固 定零件或工具。	12	6	3	1	1	3	6	12	21	
	力量達到峰值 如：鎖緊或鬆動螺栓/分離/ 壓入。	19	9	4	1	2	4	9	19	33	
	捶打：以拇指球、手掌或拳頭。	-	-	-	1	1	3	6	12	21	
高	觀察工作週期並分別標註相關施力 等級的評級點數，再將標註的評級 點數（左右手分開）加總，計算出施 力的評級點數，以其中較高者計算 總評級點數。	施力的評級點數						左手		右手	

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

表八 抓握條件檢核表

力量傳遞/抓握條件	評級點數
良好的力量傳遞/應用/工件容易抓握。 （如：造型握柄、抓握槽）/良好人因抓握設計（握把、按鈕、工具）。	0
受限的力量傳遞/應用/需要更大握持施力/沒有形狀的握把。	2
力量傳遞/應用明顯受阻/工件幾乎難以抓握（滑、軟、鋒利的邊緣）/缺少或僅有不適當的抓握處。	4

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

表九 手部姿勢檢核表

手/臂位置及動作			評級點數
	良好	關節的位置或活動位於中等（放鬆）的範圍/只有罕見的偏離。	0
	受限	關節的位置或活動不定期的達到活動範圍極限。	1
	不良	關節的位置或活動頻繁的達到活動範圍極限。	2
	差	關節的位置或活動固定的位於活動範圍極限/手臂忍受持久靜態握持姿勢且無支撐。	3

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

表十 工作協調檢核表

工作協調	評級點數
負荷情況頻繁變化。 由於----其他活動/多種的工作操作/適當休息的機會。	0
負荷情況鮮少變化。 由於----其他活動/少數的工作操作/休息時間足夠。	1
負荷情況沒有或幾乎沒有變化。 由於----其他活動/每次操作僅有幾樣動作/高生產線平衡，導致高工作速率與（或）高計件工作輸出/不均勻的工作序列，併發高負載峰值/太少或太短的休息時間。	2

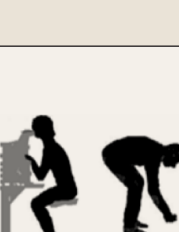
資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

表十一 工作環境檢核表

工作條件	評級點數
良好：安全要素易辨識/無炫光/良好氣候環境。	0
受限：因炫光或細小元件而妨礙作業辨識/通風不良/寒冷/潮濕/髒亂/噪音/不好的握持條件。	1
相應圍在表中提到的特徵也應被納入考量。在極差的條件下可給予2分的評級點數。	

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

表十二 身體姿勢檢核表

身體姿勢			評級點數
	良好	● 坐或站立可交替。站立和行走可交替。可使用動態坐姿。 ● 可視需要使用手臂支撐，無扭轉。 ● 頭部姿勢可變動。無肩膀以上之抓取動作。	0
	受限	● 軀幹與身體輕微傾向工作區域。 ● 以坐姿為主，偶爾站立或行走。 ● 偶爾有肩膀以上之抓取動作。	1
	不良	● 軀幹明顯前傾和（或）扭轉。 ● 以特定頭部姿勢辨識細節。 ● 動作的自由度受限制。 ● 未走動的獨特站立姿勢。 ● 頻繁抓取於肩膀以上高度動作。 ● 頻繁抓取於遠離身體距離之動作。	3
	差	● 軀幹嚴重扭曲和前傾。 ● 身體姿勢被嚴格固定。 ● 工作以放大鏡或顯微鏡進行目視檢查。 ● 頭部嚴重的傾斜或扭曲。經常彎腰。 ● 持續抓握於肩部以上高度動作。 ● 持續抓握於遠離身體距離之動作。	5

資料來源：重複性作業肌肉骨骼傷病評估工具適用性探討

3. 將與此活動相關的評級點數輸入計算式中，即可評估該項作業之風險值：

$$\text{時間評級} \times (\text{施力評級} + \text{抓握條件評級} + \text{手部姿勢評級} + \text{工作協調評級} + \text{工作環境評級} + \text{身體姿勢評級}) = \text{風險值}$$

依計算公式所得之風險值進行評估，而改善的需求可參考各表格中評級點數來決定（如表五）。

參、研究方法與限制因素

本研究針對履帶車輛保修士官高級班112-1期7名學員進行訪談及問卷調查，以瞭解部隊保修現況；問卷調查區分為個人基本資料、參考NMQ問卷以調查各部位痠痛不適盛行率及不適情形人員有無尋求治療及主觀自覺造成可能原因等3個部分；最後則以受訪人員自覺易造

成肌肉骨骼不適之保修作業項目，配合履帶車輛保修課程規劃，針對常見之作業流程進行拍照，並選取動作姿勢進行分析，運用KIM-LHC及KIM-MHO人因工程檢核表進行風險評估，並針對調查結果提出改善建議（如圖二）。考量受研究範圍與設備、環境等，部分限制因素如下：

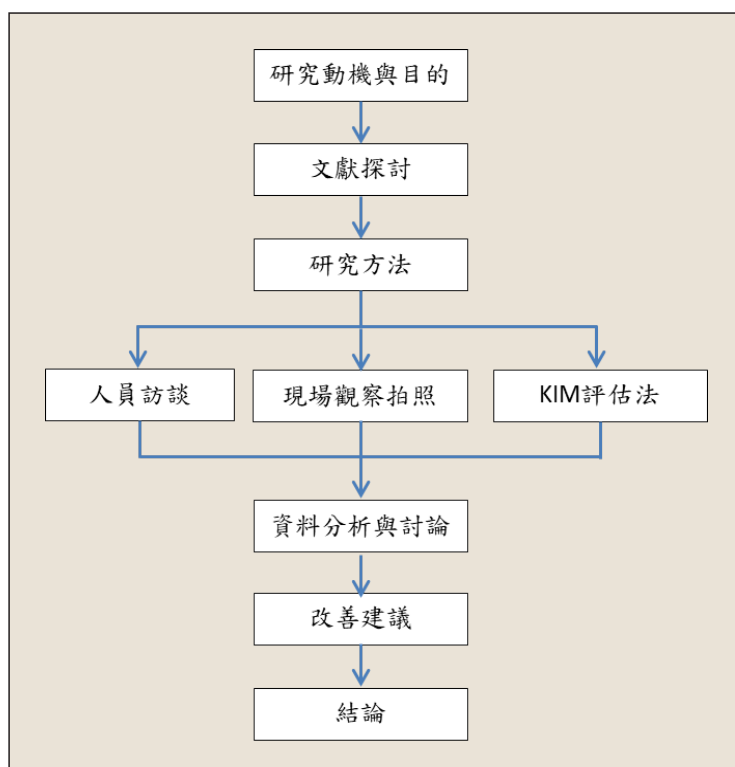
- 一、本研究僅針對保修人員肌肉骨骼不適盛行率調查，故未對問卷實施推論統計分析。
- 二、履帶車輛保修項目眾多，配合課程規劃，僅以工作負荷高之承載系統維修作業進行評估。

三、工作現場安排實作，無法應用客觀之生理數據擷取設備，進行生理訊號實地測量肌電圖（Electromyography, EMG）數據。

肆、描述統計

本研究受訪者計7位，其中男性6位（85.7%），女性1位（14.2%），年齡26至40歲；從事相關工作年資以7至9年3人（42.8%）較高，其次為1至3及4至6年各為2人（28.5%）；保修層級以保修連5人（71.4%）最多，二級廠及翻修廠各1人（14.2%）次之；每日平均作業工時以7至8小時2人（28.5%）較高，其次為3至4小時及1小時以下各1人（14.2%）（如表十三）。

在保修人員自覺身體各部位肌肉骨骼不適之盛行率，以「上背」7人（100%）最多，其次為「下背」、「右肩」及「頸部」6人（85.7%）（如表十四）。自覺肌肉骨骼不適造成日常之影響，以「稍微降低工作能力」4人（57.1%）為最多，其次為「仍可正常工作生活」3人（42.8%），而緩解肌肉骨骼



圖二 研究流程圖

資料來源：本研究繪製

表十三 受訪者基本資料描述統計

基本資料項目	分組	人數	百分比
性別	男	6	85.7%
	女	1	14.2%
年齡	26至30歲	3	42.8%
	31至35歲	3	42.8%
	36至40歲	1	14.2%
工作年資	1至3年	2	28.5%
	4至6年	2	28.5%
	7至9年	3	42.8%
保修層級	單位段（二級廠）	1	14.2%
	野戰段（保修連）	5	71.4%
	基地段（翻修廠）	1	14.2%
平均一天工時 （工作當中均有安排休息時間）	1H以下	1	14.2%
	3至4H	1	14.2%
	5至6H	3	42.8%
	7至8H	2	28.5%

資料來源：本研究整理

表十四 受訪者人員自覺肌肉骨骼不適之盛行率

部位	疼痛人數 (n= 7)	百分比	排序
上背	7	100%	1
下背	6	85.7%	2
右肩	6	85.7%	2
頸部	6	85.7%	2
左肩	5	71.4%	3
右前臂	4	57.1%	4
左前臂	4	57.1%	4
左手腕	4	57.1%	4
右膝	3	42.8%	5
右手腕	3	42.8%	5
左膝	2	28.5%	6
右腳踝	2	28.5%	6
左大腿	2	28.5%	6
左腳踝	1	14.2%	7
右大腿	1	14.2%	7

資料來源：本研究整理

不適，以推拿按摩方式為4人（57.1%）最多（如表十五）。

進一步探討主觀自覺與工作中可能造成之原因，結果以「搬抬重物」、「姿勢不良」、「過度施力」各為6人（85.7%）占比最

高、其次為「重複性作業」5人（71.4%）及「使用手工具」4人（57.1%）；在保修作業相關有4人（57.1%）自覺在從事承載系統檢修作業易造成肌肉骨骼不適。因此本研究針對履帶車輛承載系統檢修實施動

表十五 自覺肌肉骨骼不適造成日常影響與緩解不適之方式

區分		人數	百分比
是否造成日常影響	稍微降低工作能力	4	57.1%
	仍可正常工作生活	3	42.8%
緩解肌肉骨骼不適之方式	推拿按摩	4	57.1%
	未予理會	1	14.2%
	復健治療	1	14.2%
	自行購買成藥	1	14.2%

資料來源：本研究整理

作分析，藉以瞭解保修人員肌肉骨骼傷病風險暴露程度（如表十六）。

伍、評估與討論

一、人因工程評估

（一）車身頂高動作姿勢（手動操作液壓千斤頂）

當保修作業項目為扭力桿、承載臂檢修作業時，須採用配賦簡易式30公噸以上能力之液壓千斤頂（戰車重量約50公噸）；先將千斤頂置於承載臂錨鐵座下

方，操作控制手柄使車身底盤頂高，直至承載輪底部高度超過履帶中央導齒頂端為止，並放置安全枕木防止移動。

作業人員使用扳桿上下來回操作液壓千斤頂，使車輛底盤升高，因受限液壓缸延伸高度無法一次頂高至所需高度，故作業時須配合枕木堆疊，重複上下操作液壓千斤頂。因作業人員手部重複操作液壓千斤頂時，控制手柄施加力量較高，故建議本項作業使用手工處理操作檢核表，以下係評估保修人員重複操作液壓千斤頂之風險暴露程度之步驟（如圖三）：

表十六 自覺肌肉骨骼不適與工作相關之原因

區分		人數	百分比
與工作中可能造成之原因	搬抬重物	6	85.7%
	姿勢不良	6	85.7%
	過度施力	6	85.7%
	重複性作業	5	71.4%
	使用手工具	4	57.1%
與保修作業相關	承載系統檢修	4	57.1%
	燃油系統檢修	2	28.5%
	發動機檢修	1	14.2%

資料來源：本研究整理



圖三 液壓千斤頂操作

資料來源：本研究提供

1. 評估人員使用扳桿上下來回操作液壓千斤頂以控制手柄，使車輛底盤升高及降低車身作業之總計持續時間，合計1小時10分鐘（時間評級點數1）。
2. 評估人員使用控制手柄，手部施力達到峰值並平均頻率在每分鐘達31至60次（施力評級點數19）。
3. 操作扳桿為沒有造型之握把，因此作業時需較大的握持施力（力量傳遞/抓握條件評級點數2）。
4. 手腕（臂）關節頻繁地上下來回操作且活動範圍到達極限位置（手/臂位置及動作評級點數2）。
5. 操作動作沒有變化且施力高負載峰值（工作協調評級點數2）。
6. 工作場地作業空間條件良好（工作條件評級點數0）。
7. 作業時姿勢採蹲姿且軀幹明顯向前傾（姿勢評級點數3）。

8. 評估風險值（ $19+2+2+2+0+3$ ）
 $X1=28$ ，屬中高負載（ $25 \leq X1 < 50$ ）。

（二）承載輪螺帽拆裝動作姿勢（使用大型氣動扳手）

作業人員使用大型氣動扳手拆卸及安裝承載輪10顆固定螺帽；作業時須以左手支撐，右手操作控制，因此氣動扳手重量完全由手部的施力抓握，加上承受氣動扳手操作時震動的力量，並依拆卸螺帽位置，調整身體彎曲及手臂高度。因作業時人員所使用手工具厚重且常以彎腰姿勢，故建議本項作業採用人工物料搬運檢核表，以下係評估保修人員操作大型氣動扳手所需總時間之步驟（如圖四）：

1. 操作人員持大型氣動扳手，拆卸及安裝承載輪10顆固定螺帽，作業時間合計11分鐘（時間評級點數2）。
2. 作業人員為男性，使用大型氣動扳手負荷重量約10至17公斤（荷重評級點數2）。



圖四 大型氣動扳手操作

資料來源：本研究提供

3. 人員作業姿勢採軀幹彎曲前伸，同時扭轉為主，偶爾需蹲下並拆卸下方螺帽（姿勢評級點數8）。
4. 作業場地空間良好（工作狀況評級點數0）。
5. 評估風險值 $(2+8+0) \times 2=20$ ，屬中負載（ $10 \leq 20 < 25$ ）。

（三）承載輪拆裝動作姿勢（兩人徒手搬運）

承載輪共有內外2輪，總重量約72公斤，2名人員作業時須從固定螺帽位置握持卸下與放置承載輪，操作時須注意承載輪移動時不可損壞輪殼螺桿。因承載輪厚

重且作業時人員常以彎腰姿勢，故建議本項作業採用人工物料搬運檢核表，以下係評估人員握持卸下與放置承載輪時間之步驟（如圖五）：

1. 作業人員徒手卸下承載輪與修復完成後安裝，作業時間合計8分鐘（時間評級點數2）。
2. 單一承載輪重量36公斤，作業時2名男性一同施力負荷重量除以2為18公斤（荷重評級點數2）。
3. 作業人員施力時軀幹彎曲前伸同時扭轉，負荷遠離身體（姿勢評級點



圖五 承載輪拆裝作業

資料來源：本研究提供

數8)。

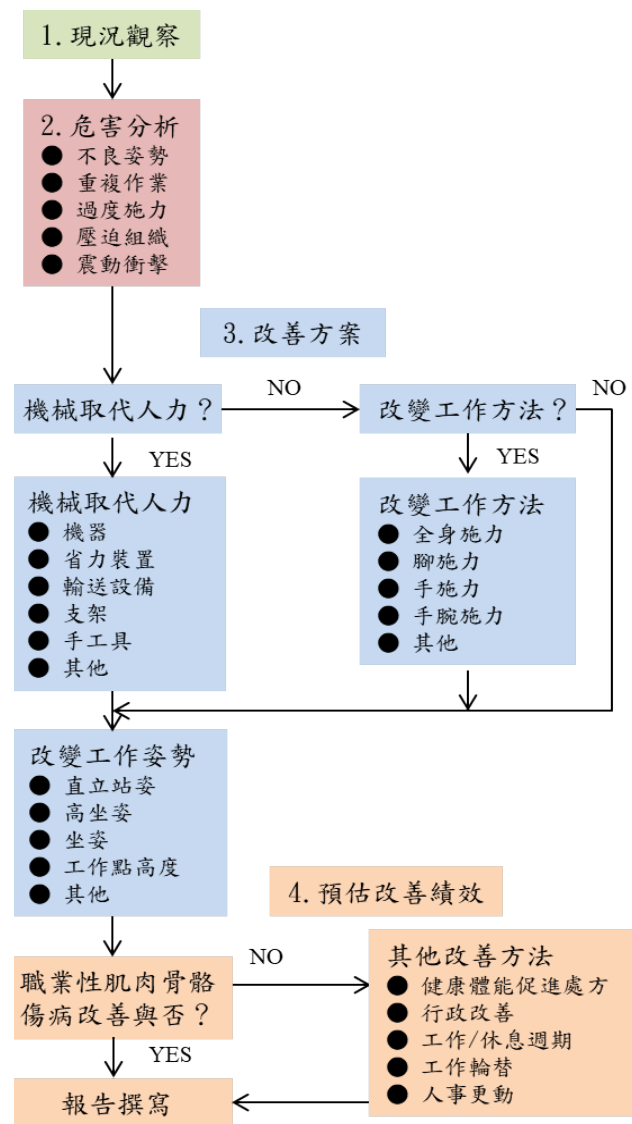
4. 作業人員活動空間受限且履帶與地面高低差使重心不穩(工作狀況評級點數2)。
5. 評估風險值 $(2+8+2) \times 2=24$ ，屬中負載 $(10 \leq 25)$ 。

二、討論

- (一) 評估結果在車身頂高作業，在
手部施力負荷評核分數占總評
級分數的60至70%，顯示出車身
頂高作業中，最大的危害風險
來自手部及肩部上下移動施力
(重複操作手工具)，同時也造
成較高的手部及肩部肌肉骨骼
傷害風險。
- (二) 在承載輪拆裝評估結果，由於係
兩人徒手搬運，因此將荷重負載
降低，惟姿勢與作業活動空間評
級點數皆為最高，占總評級分數
90%，故不自然的姿勢負荷為本
項作業最大的風險。
- (三) 而大型氣動扳手重量約11至17
公斤，且本次為單次一組承載
輪作業評估，若當拆卸第二組
承載輪，負載風險則立刻提升
至40中高負載 $(25 \leq 50)$ ，因
此，危害之風險將伴隨重量負

荷及作業頻率增加而提高。

上述三項作業項目經由評估所得結果均為中等以上負載，本研究依個人工作經驗與「人因工程肌肉骨骼傷病預防指引」改善流程，俾降低人因性危害風險(如圖六)。²⁰



圖六 改善流程圖

資料來源：人因工程肌肉骨骼傷病預防指引

20 同註17，頁49。

陸、改善建議

一、車身頂高動作姿勢（手動操作液壓千斤頂）

建議採用「氣壓控制式油壓千斤頂」，僅需安裝空壓機氣管管路，操作時按壓啟動開關，使液壓千斤頂作動，作業人員無須在車輛底盤下重複操作液壓千斤頂，除降低肌肉骨骼傷害之風險外，也可提高作業安全性及效率。

本次改善評估使用CM32系列八輪甲車配賦之氣動油壓千斤頂（荷重20公噸），因負荷能力未達戰車保修技術手冊作業時建議之30公噸以上能力，故無法實際驗證作業時間，因此本項將模擬使用氣動油壓千斤頂作業時手部施力及姿勢，再利用手工處理操作檢核表評估，以下係評估條件與結果（如圖七）：

（一）因無法實行驗證作業，故以原作業時

間進行模擬評估（時間評級點數1）。

（二）手部施力壓住按鈕握持時間每分鐘達31至60秒（施力評級點數2）。

（三）操控器容易抓握（力量傳遞/抓握條件評級點數0）。

（四）手臂關節活動位於放鬆位置（手/臂位置及動作評級點數0）。

（五）少數的工作操作（工作協調評級點數1）。

（六）周圍工作條件良好（工作條件評級點數0）。

（七）作業姿勢以站立為主，偶爾須蹲下並查看作業高度（姿勢評級點數2）。

（八）評估風險值 $(2+0+0+1+0+2) \times 1=5$ ，屬低負荷（ <10 ）。

二、承載輪螺帽拆裝動作姿勢（使用大型氣動扳手）

建議採用「大型氣動扳手輔具」可減輕作業人員操作工具的重量（如圖八）；²¹



圖七 氣動液壓千斤頂操作

資料來源：本研究提供

21 《穩力精密氣動工具股份有限公司》，〈<https://www.best-power.com.tw/>〉（檢索日期：民國112年2月17日）。

操作工具時，可依拆卸螺帽位置自由調整而降低肌肉骨骼負荷。本次評估因無此項輔具設備無法測得作業時間，故以原作業時間評級點數配合模擬作業，再利用人工物料搬運檢核表評估，以下係評估條件與結果：

- (一) 因無法實行驗證作業，故以原作業時間進行模擬評估（時間評級點數2）。
- (二) 男性負荷重量小於10公斤（荷重評級點數1）。
- (三) 握持重量降低且低彎腰姿勢，偶爾需蹲下姿勢拆卸下方螺帽（姿勢評級點數4）。
- (四) 作業空間良好（工作狀況評級點數0）。
- (五) 評估風險值 $(1+4+0) \times 2=10$ ，屬中負載（ $10 \leq \text{值} < 25$ ）。

三、承載輪拆裝動作姿勢（兩人徒手搬運）

因承載輪直徑與大型車輛不同，作業時仍有履帶置於地面，作業空間受限，故無法使用大型車輛輪胎搬運車作業，因此本研究建議依大型車輛輪胎搬運車為參考構型，自製「配重式手動搬運輔具」，使搬運架不受地面履帶阻擋，支架仍可延伸至內側承載輪位置，配合液壓千斤頂調整上升下降高度維持平衡，以



圖八 大型氣動扳手輔具

資料來源：穩力精密氣動工具股份有限公司

避免損壞輪穀螺桿，取代保修人員抬舉、握持的負荷，俾提升工作安全與效率（如圖九、十）。

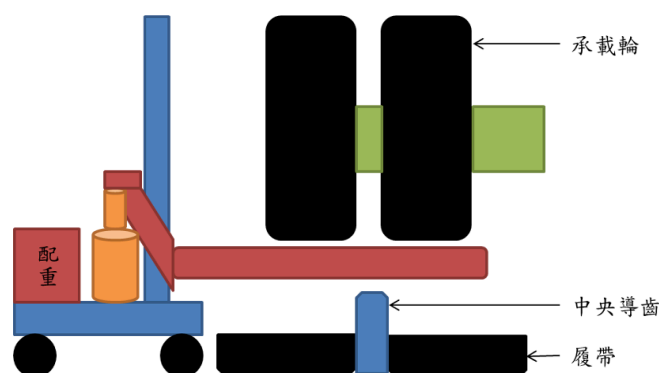
本次評估僅比較徒手上下搬運承載輪與使用輔助工具風險之差異，故未將作業前後之程序納入評估，再利用人工物料搬運檢核表評估，以下係評估條件與結果：

- 步驟1：無須抬舉卸下與安裝承載輪時間合計小於5分鐘（時間評級點數1）。
- 步驟2：男性負荷重量小於10公斤（荷重評級點數1）。
- 步驟3：握持重量降低且軀幹微向前彎曲，偶爾需低彎腰（姿勢評級點數4）。
- 步驟4：作業活動空間良好（工作狀況評級點數0）。



圖九大型車輛輪胎搬運輔具

資料來源：CM32八輪甲車技術手冊



圖十 自製配重式手動搬運輔具示意圖

資料來源：本研究繪製

步驟5：評估風險值 $(1+4+0) \times 1=5$ ，屬低負載 (<10)。

四、預估改善效益

本次研究皆以機械設備取代人力方式改善，在KIM-MHO、KIM-LHC人因工程檢核表評估中，三項承載系統檢修作業經由改善後對效益評估（如表十七），在車身頂高及承載輪拆裝等二項作業，風險值均降至5（低負荷），而承載輪螺帽拆裝風險等級雖維持在中負載，在透過氣動扳手輔具後，評估風險值由20降至10，減少50%負載風險。

柒、結論與建議

一、結論

本研究採北歐肌肉骨骼調查問卷（NMQ）、關鍵指標檢核表（KIM）及人

因工程肌肉骨骼傷病預防指引等模式，以探討軍事學員執行任務之人因工程改善建議。

經統計受訪者肌肉骨骼不適之盛行率，以上背、下背、右肩及頸部之盛行率最高，雖僅稍微降低工作能力，多數仍需以推拿按摩方式緩解不適，並自覺於承載系統檢修作業中搬抬重物、姿勢不良、過度施力易造成肌肉骨骼不適情形。

另本研究針對履帶車輛承載系統檢修作業，透過KIM檢核表評估結果，經改善後，不論是手臂重複性動作、搬抬重物或腰部負荷，從人因工程評估表風險等級結果來看均為顯著；此外，評估大型氣動扳手作業使用輔具，經改善後，作業風險等級雖仍維持中度風險，惟風險數值大幅下降約50%，顯示依人因工程肌肉骨骼傷病預防指引提出適當改善，仍可有效

表十七 改善效益評估

作業項目	現況評估	風險等級	改進方式	預期效益	風險等級
車身頂高動作姿勢 (手動操作液壓千斤頂)	28 (中高負載)	3	機械設備取代人力 (氣動液壓千斤頂)	5 (低負荷)	1
承載輪螺帽拆裝動作姿勢 (使用大型氣動扳手)	20 (中負載)	2	機械設備取代人力 (大型氣動扳手輔具)	10 (中負載)	2
承載輪拆裝動作姿勢 (兩人徒手搬運)	24 (中負載)	2	機械設備取代人力 (自製配重式手動搬運輔具)	5 (低負荷)	1

資料來源：本研究整理

降低保修人員肌肉骨骼傷害發生。

許多探討肌肉骨骼之研究係以常態性工作型態為主，而履帶車輛保修人員除裝備修護工作外，仍須肩負戰備訓練、值勤、專案任務、業務等工作，而承載系統保修多屬重負荷體力作業，亦是認知危害風險最高的作業，故除重視保修人員立即危害暴露風險程度，應培訓保修人員瞭解肌肉骨骼危害風險意識，採用關鍵指標檢核表(KIM)作為人因危害風險評估參考依據，藉以減少或消除罹患疾病的風險因素；另執行中高風險作業時，身體應採取正確工作姿勢，配合使用輔助設備並辦理相關教育訓練，依職安法及其施行細則積極落實各項預防作為，建構良好作業環境。

二、建議

本研究以軍事學員為研究對象，探討履帶車輛保修人員肌肉骨傷病風險暴露程度，惟因研究受限對象人數、時間、

設備等，故建議說明如後：

- (一) 配合班隊受訓流路，擴充不同保修層級的受訪對象及課程並納入探討，因受訪樣本數增加建議導入統計分析、支持研究分析，相關成果屆時可供職安業管參考運用。
- (二) 未來若可納入即時生理訊號分析儀器，蒐集作業時各部位肌肉負荷反應訊號，使實驗分析內容更為詳細及具參考意義，研究成果可供納入軍陣醫學參考運用。

作者簡介

黃興泰雇員，中原大學工業與系统工程學系碩士畢業。汽基處技勤預備士官班87年班、軍備局士正班93年班。曾任助教、廠士官督導長、教官，現為陸軍後勤訓練中心保修組雇員教官。