

國立臺灣大學共同教育中心
運動設施與健康管理碩士學位學程



碩士論文

Master Program of Sport Facility Management and Health Promotion
Center for General Education

National Taiwan University

Master's Thesis

攀岩者上肢力量特徵與攀登等級之多元迴歸分析

A Multiple Regression Analysis of Upper Limb Strength

Characteristics and Climbing Grades in Climbers

蕭妤瑄

Hsiao, Yu-Xuan

指導教授：李恆儒 博士

Advisor: Lee, Heng-Ju, Ph.D.

共同指導教授：林信甫 博士

Co-Advisor: Lin, Hsin-Fu, Ph.D.

中華民國 114 年 7 月

July 2025

口試委員審定書



國立臺灣大學碩士學位論文 口試委員會審定書

攀岩者上肢力量特徵與攀登等級之多元迴歸分析
A Multiple Regression Analysis of Upper Limb Strength
Characteristics and Climbing Grades in Climbers

本論文係蕭好瑄君(學號 R12H42013)國立臺灣大學運動
設施與健康管理碩士學位學程完成之碩士學位論文，於民國
114 年 06 月 16 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特
此證明。

口試委員：

李冠儒

(簽名)

(指導教授)

林信甫

王欣怡

謝辭



首先要感謝所有參與檢測的受試者，因為有你們，這項研究才得以完成。接著要感謝我的指導教授李恆儒老師，在研究過程中給予我自由探索的空間，並適時地提供指引，推動我往前，讓我在思考與實作上能更加紮實。也感謝口試委員林信甫老師與王國鎮老師，無論是在計畫口試或學位口試的階段，都提供了具體而實用的建議，讓我能從更深入的角度審視自己的研究。

感謝礎豪學長與明樹教練在實驗設計初期提供了實務上的經驗與建議，以及 Nicolay Stien 博士慷慨分享檢測方法與相關工具。也謝謝實驗室的夥伴們，小綠學姊、千惠學姊與朱寧學姊無私分享研究資源。林旻、瑞澤、茗漢、承洋、詠涵、正彥與小包在每次 meeting 中交流與回饋，讓實驗室變成一個共同成長的場域。雖然認識的時間不長，但一起相處的時光都很珍貴，很榮幸能成為這個團隊的一份子。

回顧這段旅程，我在不同階段吸收養分，一步步建立起自己的思考脈絡。從運動醫學到肌力體能訓練與運動科學研究的過程，我對實務與理論之間的連結有了更清晰的理解。人容易因為背景、信念與知識上的限制無意識地產生認知偏誤，而科學的價值在於辨識、驗證並補足經驗與直覺的侷限，讓我們得以在信念與事實之間保持清醒與彈性。最後，感謝一路走來的自己。願未來仍能繼續往前邁進，探索未知的邊界。

蕭好瑄

中華民國一一四年七月一日

攀岩者上肢力量特徵與攀登等級之多元迴歸分析

2025年7月

研 究 生：蕭好瑄
指 導 教 授：李恆儒
共同指導教授：林信甫

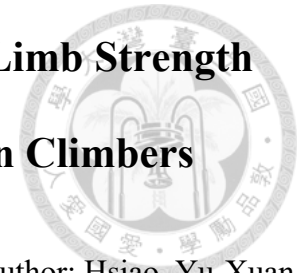
摘要

目的：本研究旨在探討攀岩者上肢力量特徵與攀登等級之間的關係，進一步建立多元線性迴歸模型，以解釋攀登表現之變異，提供攀岩體能檢測與訓練計劃規劃的科學化考據依據。**方法：**本研究採橫斷式設計，共招募25名進階水準之男性攀岩者，其年齡平均為31.92歲、攀岩經驗平均為6.58年、IRCRA之自我報告攀登等級平均為19.50。受試者進行人體測量學參數與三項上肢力量檢測，包含雙手最大指握力、最大負重引體向上與最大反覆引體向上。統計方法包括Spearman 相關分析、簡單線性迴歸分析，最終納入四個變項進行多元迴歸分析：雙手最大指握力、最大負重引體向上比值、最大反覆引體向上次數與攀岩經驗。**結果：**四個變項中，僅最大負重引體向上比值能顯著預測攀登等級 ($\beta = 11.88, p < .001$)，多元迴歸模型具高度解釋力 ($R^2 = .778$)。此外，簡單線性分析亦顯示最大指握力、最大反覆引體向上與攀岩經驗皆與攀登等級呈顯著正向關聯。**結論：**研究結果支持最大負重引體向上之相對比值作為進階攀岩者肌力評估與能力分級依據。未來建議擴增樣本規模，並納入女性攀岩者，以提升統計模型的穩定與效度。未來可透過訓練介入設計與客觀表現紀錄，進一步釐清力量變項與攀登表現間之因果關係，提升研究之實務應用價值。

關鍵字：攀岩、上肢肌力、引體向上、指握力、多元線性迴歸

A Multiple Regression Analysis of Upper Limb Strength Characteristics and Climbing Grades in Climbers

July, 2025



Author: Hsiao, Yu-Xuan

Advisor: Lee, Heng-Ju

Co-Advisor: Lin, Hsin-Fu

Abstract

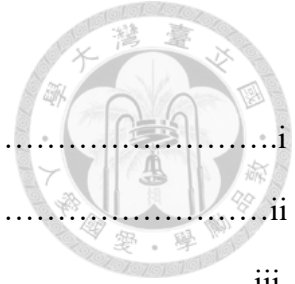
Purpose: The purpose of this study was to investigate the association between upper limb strength characteristics and climbing grades in climbers. In addition, a multiple linear regression model was constructed to account for the variance in climbing performance, thereby offering a scientific foundation for physical fitness evaluation and evidence-based training plan in sport climbing. **Methods:** A cross-sectional design was adopted. Twenty-five advanced male climbers were recruited, with a mean age of 31.92 years, an average climbing experience of 6.58 years, and a mean IRCRA self-reported climbing grade of 19.50. Participants underwent anthropometric assessments and three upper limb strength tests, including maximum bilateral pinch grip strength, one-repetition maximum (1RM) weighted pull-up, and maximum repetition pull-up test. Statistical analyses included Spearman correlation, simple linear regression, and a multiple regression model incorporating four variables: bilateral maximal grip strength, 1RM pull-up relative to body weight, number of pull-up repetitions, and years of climbing experience. **Results:** Among the four variables in multiple regression model, only the 1RM pull-up relative to body weight significantly predicted climbing grade ($\beta = 11.88$, $p < .001$). The overall regression model demonstrated high explanatory power ($R^2 = .778$). Additionally, simple linear regression analyses indicated significantly positive associations between maximal

grip strength, maximum repetition pull-up and climbing experience.

Conclusion: The findings support the use of the relative 1RM weighted pull-up as a practical indicator for strength evaluation and performance classification among advanced climbers. Future studies are encouraged to expand the sample size, include female climbers to enhance model stability and validity. Intervention-based designs and objective performance tracking are also recommended to clarify causal relationships between strength variables and climbing performance, thereby enhancing practical applications.

Keywords: Rock climbing, Upper limb strength, Pull-up, Grip strength, Multiple linear regression

目次



口試委員審定書.....	i
謝辭.....	ii
中文摘要.....	iii
英文摘要.....	iv
目次.....	vi
表次.....	viii
圖次.....	ix

第壹章 緒論.....1

第一節 研究背景.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 研究假設.....	3
第四節 名詞解釋與操作型定義.....	3
第五節 研究範圍與限制.....	5

第貳章 文獻探討.....6

第一節 攀岩表現之相關影響因素.....	6
第二節 運動攀登之競技方式.....	12
第三節 文獻總結.....	13

第參章 研究方法.....14

第一節 研究對象.....	14
第二節 實驗設計.....	14

第三節	研究器材.....	15
第四節	實驗流程與說明.....	16
第五節	再測信度評估.....	19
第六節	心理狀態.....	19
第七節	資料處理.....	19
第八節	統計分析.....	20
第肆章	結果.....	22
第一節	受試者基本資料.....	22
第二節	各變項與攀岩表現之相關性分析.....	23
第三節	簡單線性迴歸分析.....	24
第四節	多元迴歸分析.....	27
第伍章	討論.....	28
第一節	受試者基本資料與攀岩表現之相關性分析.....	28
第二節	上肢力量變項與攀登等級之相關性分析.....	29
第三節	各變項與攀岩表現之簡單線性迴歸分析.....	30
第四節	上肢力量特徵與攀岩表現之多元迴歸分析.....	34
第陸章	結論.....	36
參考文獻.....		37
附錄.....		44
附錄一、自我報告攀岩等級換算表.....		44
附錄二、研究參與者知情同意書.....		45

表 次



表 1 握力相關研究.....	8
表 2 指力相關研究.....	9
表 3 引體向上相關研究.....	10
表 4 研究器材.....	15
表 5 受試者背景資料.....	22
表 6 所有變項與攀岩等級之 Spearman 相關分析結果.....	23
表 7 簡單線性迴歸分析結果.....	24
表 8 多元迴歸分析結果.....	27

圖 次



圖 1 文獻搜索流程圖.....	7
圖 2 實驗架構圖.....	14
圖 3 實驗流程圖.....	16
圖 4 最大反覆引體向上檢測示意圖.....	18
圖 5 雙手平均最大指握力與攀登等級之簡單線性迴歸結果圖.....	25
圖 6 最大負重引體向上相對負重比與攀登等級之簡單線性迴歸結果圖.....	25
圖 7 最大反覆引體向上次數與攀登等級之簡單線性迴歸結果圖.....	26
圖 8 攀岩經驗與攀登等級之簡單線性迴歸結果圖.....	26

第壹章 緒論

第一節 研究背景



在 1970 年代以前，攀岩隸屬於登山運動的一部分，目的是為了克服登山過程中的困難地形，隨著技術進步和裝備的改良，攀岩逐漸從登山中分化出來，成為一項獨立的活動。自 1983 年人工岩場發明後，攀岩不再受環境與氣候的限制，安全性也相對提升，國際之間開始建造以及使用人工模擬岩牆來進行比賽，法國首先開始發展「運動攀登」(Sports Climbing)，以攀爬預先設計好的路線為特徵，大幅降低了攀爬過程中的危險，促使攀岩逐漸演變為一項獨立的競技運動（中華奧林匹克委員會，2024）。

近年來，運動攀登在競技與休閒的領域中獲得了越來越廣泛的關注，根據國際運動攀登總會 (International Federation of Sport Climbing, IFSC) 於 2024 年的統計，全球約有 4450 萬人定期從事攀岩活動。運動攀登的蓬勃發展促使其進入奧林匹克運動會，2020 年東京奧運會首次引入了「三項全能」賽事，奧委會將運動攀登的三個子項目一同納入競賽計分，分別為抱石、先鋒攀登與速度攀登。其中，抱石在高度低於 5 公尺的牆面上進行，在一場比賽中會需要攀爬四到五條變化多樣的路線，稱為「課題 (problem)」，每個課題通常由 8 到 10 個高強度動作組成，選手身上不帶任何裝備，以軟墊為確保方式，在固定的時間內不斷重複嘗試該課題直到成功；先鋒攀登則會在高度超過 10 公尺的牆面上進行，包含多個連續的攀爬動作，選手需穿著攀岩吊帶並帶著快扣 (quickdraw)，一邊攀爬一邊將快扣扣入路線上的保護環 (bolt)，並以人工方式進行先鋒確保。速度攀登會在高度 15 公尺的標準化牆面上，以最快時間完成既定的路線為目標，選手以機器作為自動確保，攀爬過程為一系列岩點之間的垂直跳躍，世界最快紀錄從 2021 年東京奧運的 5.45 秒，在 2025 年印尼世界盃中被刷新為 4.64 秒。

現代運動攀登的比賽風格與過去相比亦有顯著的變化。過往的路線設計強調力量與控制，而近年在賽事制度越發完備以及 IFSC 的推動下，現代賽事路線朝向更加動態、多樣與具觀賞性的方向發展，在抱石項目中尤為明顯，展現出攀岩運動在競技場域與文化上的變化 (Inside Climbing, 2024)。

隨著攀岩運動越來越專業化以及複雜需求，導致越來越多的教練和運動員尋找基於證據的訓練指南，制定專門的檢測方式和訓練計畫的重要程度也隨之提升 (Langer et al., 2023)。現代攀岩者的技術和體能水準不斷提高，有研究指出，當代的休閒攀岩者在技術能力和體能水準上已經可與 1990 年代的世界盃的菁英選手相媲美 (Giles et al., 2021)。然而，攀岩表現本身難以直接量化，目前多數研究採用「自我報告之最高攀登級數」作為指標，並將其轉換為統一評分標準以利分析 (Draper et al., 2011)。現有文獻多以可能預測該表現的生理變項為探討對象，上肢肌肉力量為較容易以標準化的方式進行測量，並且被多數研究確認其是攀岩運動表現的關鍵因素之一 (Stien et al., 2023)。

近年來對運動員的訓練狀況與表現水準進行定期評估已經成為許多運動領域的標準做法，但在攀岩文獻中卻很少被討論 (Saeterbakken et al., 2024)。目前已有多項針對攀岩的體能測試被引入，例如握力、指力、引體向上檢測等，但現有文獻多著重於單一變項與表現之間的相關性探討 (Bergua et al., 2018; Draga & Krawczyk, 2023; Gabriano et al., 2020; Giles et al., 2021; Levernier et al., 2018, 2020; Macdonald & Callender, 2011; Ozimek et al., 2017; Söderqvist et al., 2024; Stien et al., 2019, 2021; Vereide et al., 2022)，不同體能指標對於攀岩表現的解釋力以及測試方法的標準化與一致性有待進一步建立。

第二節 研究目的

本研究旨在探討攀岩者上肢力量特徵與自我報告攀登等級之相關性，並進一步建立多元線性迴歸模型，以評估不同體能變項對攀登表現的預測效果與整體解釋力，提供體能評估與週期化課表安排之依據。

第三節 研究假設

根據研究目的，本研究提出以下假設：

- 一、攀岩者的上肢力量特徵與其自我報告之攀登等級具有顯著正向關聯。
- 二、個別上肢力量特徵變項可透過簡單線性迴歸分析，有效預測攀登等級。
- 三、整合多項上肢力量特徵變項所建立之多元線性迴歸模型，可有效預測攀登等級。

第四節 名詞解釋與操作型定義

一、抱石 (Bouldering)

抱石運動員在設有軟墊的地面上進行攀爬，以軟墊確保安全。抱石的路線通常較短，岩牆的高度具介於 4 至 5 公尺，需要在短時間內完成高強度的路線，動作包含水平以及垂直方向的動作，動作通常需要較大的力量與爆發力，並以「V 難度系統」進行分級。

二、先鋒攀岩 (Lead Climbing)

先鋒運動員在攀爬過程需要將繩子掛入固定於岩牆上的保護點作為確保方式，此類攀岩路線較長，競賽牆面的高度通常在 15 至 20 公尺之間，考驗運動員的耐力、體能以及策略，競賽過程中在適當的岩點處穩定的擺放身體重心位置稍作休息。先鋒攀岩的難度通常依照美國五級分級系統 (Yosemite Decimal System, YDS)，例如 5.10a 至 5.15 等級來分類。

三、自我報告攀登等級 (Self-reported Climbing Grade)

攀岩運動表現的量化通常依據攀岩者可完成的路線難度進行分級，而各地區所採用的分級系統有所不同，例如：YDS(Yosemite Decimal System) 為美國難度分級系統；V 系列 (Vermin Font) 則為抱石分級系統，且先鋒攀登可再進一步以紅點 (red-point) 或即席 (on-sight) 完攀方式作為區隔：在已嘗試過路線並再次嘗試的狀態下完攀稱作紅點先鋒攀登；而沒有練習過該路線且無任何路

線相關資訊的狀況下憑藉路線觀察，並於第一次嘗試就完成路線則稱為即席先鋒攀登 (Limonta et al., 2020)。目前大多數研究者採用了國際攀岩研究協會 (IRCRA) 所提出的 1-32 的數字評分 (附錄一)，使跨研究的比較成為可能。自我報告攀登等級在文獻中已被廣泛使用並被證實是對實際攀岩能力的準確代表 (Draper et al., 2008)。

四、最大指握力 (Maximal Grip Strength)

指單次指握力測試中所能達到的最大力量，本研究參考 Gabriano 等人 (2020) 研究方法，以攀岩手法「捏 (pinch)」的方式：食指到小指這四根指頭在拇指對側的握法，以握力測力器進行測量，作為上肢力量特徵的指標之一。

五、最大反覆引體向上 (Maximum Repetition Pull-ups)

指在無休息時間內所能連續完成的最大引體向上次數。動作標準依國際攀岩研究協會 (International Rock Climbing Research Association, IRCRA) 描述之標準引體向上姿勢執行：上升過程下巴超過槓面，並下降至完全伸展手臂，動作持續至無法再完成符合標準之重複次數為止。此項測驗用以評估上肢肌耐力，並作為上肢力量特徵的指標之一。

六、功率 (Power)

功率定義為力量與速度的乘積，代表單位時間內完成的機械作工作量，常用於評估動作中力量與速度的綜合表現 (Cormie et al., 2011)。

七、功率衰退 (Power Decay)

指在一系列反覆動作中，隨著動作次數增加，個體所產生的峰值功率 (Peak Power) 逐漸下降的現象。本研究測量每次引體向上反覆動作的峰值功率，計算功率衰退公式如下：功率衰退率(%)=[(初始三次測量的平均功率值-最後三次測量的平均功率值)÷初始三次測量的平均功率值]×100。藉由量化反覆動作中功率的下降幅度，評估運動員的動態力量耐力特性，作為上肢力量特徵的指標之一。

八、最大負重引體向上 (Maximum Weighted Pull-up)

指可執行一下反覆之最大負重引體向上，以漸進的方式增加負重，測試直至無法再完成符合標準的動作 (Muñoz-López et al., 2017)，該項測量用於評估上肢最大肌力，作為上肢力量特徵的指標之一。



第五節 研究範圍與限制

一、其他運動表現影響因子限制

本研究僅探討最大指握力、最大引體向上反覆次數、最大負重引體向上負重等肌肉生理指標，其它影響攀岩運動表現之相關因素，例如：動態協調能力、選手對路線的判讀能力等，不在本研究的討論範圍內。

二、攀登表現評估方式潛在誤差

本研究採用自我報告方式收集受試者的最高攀登等級，作為攀岩運動表現的依據，該方式雖已有文獻支持其效度，亦為目前多數研究中常用之攀岩能力評估指標，但仍可能因受試者自我評估偏誤或不同場館路線標準之影響。

第貳章 文獻探討



本章旨在回顧與本研究主題相關之理論與實證文獻，釐清影響攀岩表現的主要生理指標與體能變項，其次，整理目前國際運動攀登賽事之競賽制度、計分方式以及不同子項目之競賽特性，說明不同項目對選手體能需求之差異。

第一節 攀岩表現之相關影響因素

攀岩是由不同的路線風格、抓握點和難度水準等諸多因素組成的複雜運動項目，其表現取決於多種生理和心理能力的相互作用 (Saeterbakken et al., 2024)，受到運動員的耐力和活動度等因素相互作用影響，也包含手指和上半身的肌肉力量 (Stien et al., 2023)。抱石與先鋒在競賽特徵上，無論是持續時間、嘗試次數或是在靜態位置的停留間均存在顯著的差別。亦有學者指出抱石和先鋒運動員在身體能力需求上存在顯著差異，與先鋒相比，抱石選手表現出更大的力量輸出並且更有爆發力；而先鋒在較抱石選手則在手指屈肌表現出更好的氧化代謝能力以及更快速地恢復效率 (Fanchini & Maffiuletti, 2012)。

在人體測量學特徵上，過去的研究發現身高和體重對於影響攀岩表現的相關性較小，亦有有文獻量測了髖關節活動度以及下肢肢段長度，但並沒有觀察到與表現水準之間的顯著相關 (Giles et al., 2021)。過去研究發現較高的臂展指數 (Ape Index, 臂展與身高的比值) (Laffaye et al., 2014) 和較低的體脂百分比 (Söderqvist et al., 2024; Vereide et al., 2022; Giles et al., 2021; Stien et al., 2021; Fanchini et al., 2012) 為精英選手的人體特徵。此外，可經由訓練提升的生理變項例如：手指力量、引體向上反覆次數對攀岩表現亦有高度相關 (Gabriano et al., 2020; Baláš et al., 2014; Ozimek et al., 2017; Bergua et al., 2018; Giles et al., 2021; Vereide et al., 2022; Stien et al., 2021; Levernier et al., 2020)；而反向跳 (Countermovement Jump)、等長大腿中段拉 (Isometric Mid-Thigh Pull) 以及最大單次臥推重量 (1-RM Bench Press) 等常見的體能測驗，與攀岩動作的相關程度

低，過去研究顯示其與攀岩表現的關聯性亦較低 (Laffaye et al., 2014)。

本章搜尋來自 PubMed 及 Google Scholar 資料庫之文獻，使用以下關鍵字組合進行檢索：“climbing” OR “rock climbing” OR “climber*”) AND (“sports performance” OR “performance” OR “power” OR “strength” OR “RFD” OR “testing” OR “assessment”) 檢索範圍截至 2025 年 2 月之文獻，搜索流程如下

圖 1。

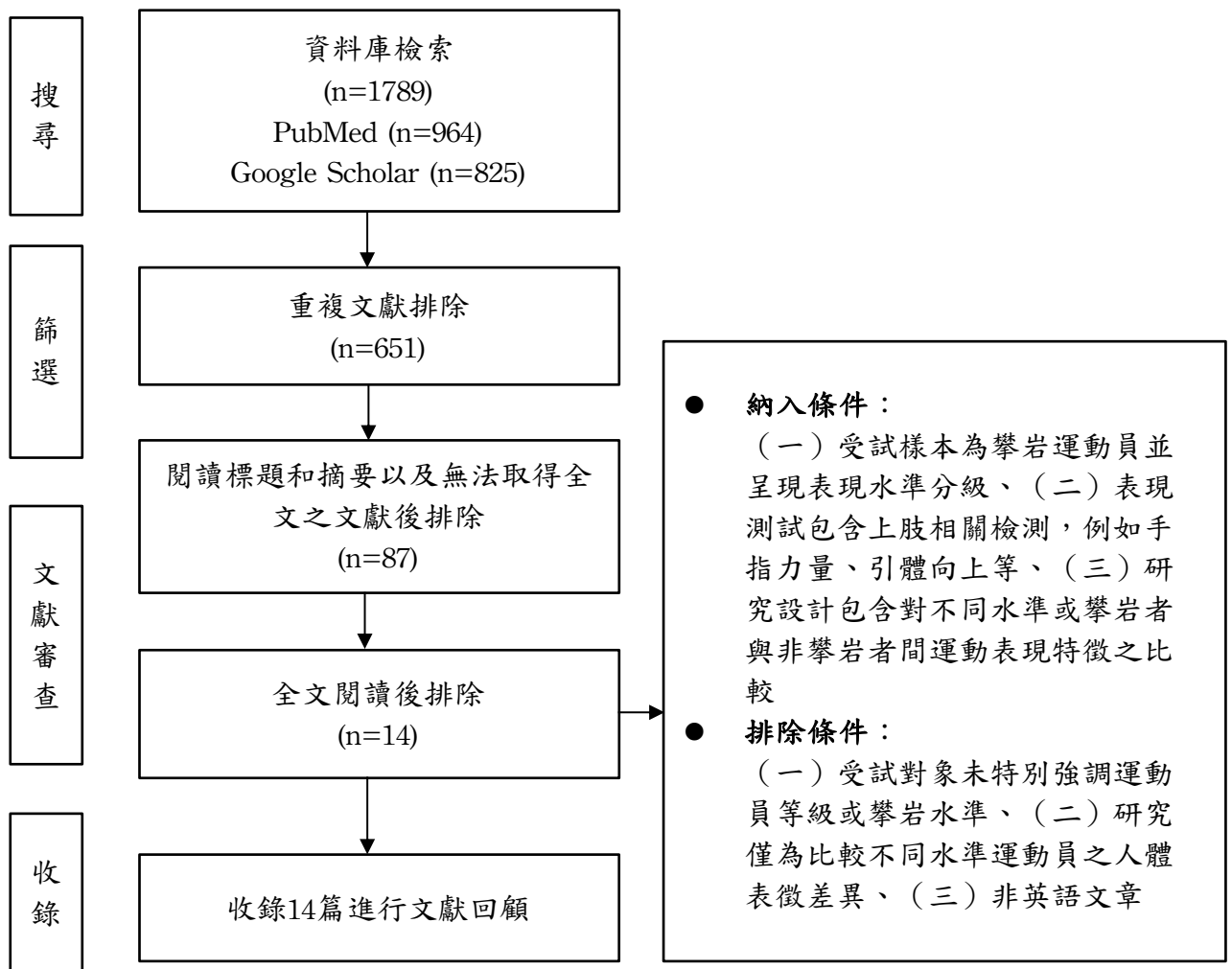


圖1

文獻搜索流程圖

針對收錄的 14 篇文獻，分別以手指力量、引體向上測試等生理變項對攀岩表現的影響，使用 PICO 之架構進行整理，整理架構如下：研究對象 (Population)、檢測方法 (Intervention)、比較指標 (Comparison)、結果 (Outcome)。

運動攀登中，常用來抓握岩點的手法分別有以下四種：搭 (open)、口袋 (poc-ket)、捏 (pinch) 和摳 (crimp)，其中使用「捏」和「摳」手法所測量出來的手指力量已被多數研究證實與攀岩表現相關 (Watts, 2004)。在捏岩點時，食指到小指這四根指頭會在拇指對側，與測量「握力 (handgrip strength)」時使用握力測力器方式類似，而過去研究發現「握力」、「握力與體重比」均能區分出攀岩者與非攀岩者 (Macdonald & Callender, 2011)，也能區分出不同水準的攀岩者 (Gabriano et al., 2020)，以下為針對握力的相關研究文獻整理：

表1

握力相關研究

作者 (年份)	研究對象	檢測方法	比較指標	結果
Gabriano 等 (2020)	初階：11男、7女 進階：7男、7女	使用握力計測量 最大握力3次，每 次間格30秒到60 秒，取最大值	初階組與進階 組的握力與體 重比	進階組左、右 手握力與體重 比，均顯著高 於初階組
Macdonald & Callender (2011)	12位菁英男性抱石 者、12位有氧運動 人士	使用Takei握力計 測量最大握力	菁英抱石者與 非攀岩者的握 力表現	握力與體重比 與攀登表現呈 顯著正相關

過去研究常探討的另一個岩點抓握手法為「摳 (crimp)」。與捏握不同，摳的手法只有使用大拇指以外的其餘四指與岩點接觸，排除了大拇指的力量，接觸面積通常落在 6 至 40 毫米的深度之間 (Bergua et al., 2018)，主要由近端指間

關節屈曲出力。根據國際攀岩研究協會 (IRCRA, 2015) 建議之指力測量方法，使受測者將手指置於木條或指力板上，計算能拉起的最大重量即為「最大指力 (Maximal finger strength)」。過去研究指出「指力」、「指力與體重比」均與攀登表現呈顯著正相關 (Baláš et al., 2014; Ozimek et al., 2017; Bergua et al., 2018; Giles et al., 2021)，以下為針對指力的相關研究文獻整理：

表2

指力相關研究

作者 (年份)	研究對象	檢測方法	比較指標	結果
Söderqvist等 (2024)	32位男性進階 與更高水準的 抱石者	以六種不同的攀岩 技術抓握方式測量 最大等長手指力量	進階與精英組 最大等長手指 力量	最大等長力量 在進階與精英 組之間均有顯 著差異
Draga & Krawczyk (2023)	27位男性菁英 攀岩者	使用15mm木條懸吊 進行雙手與單手最 大負重測驗	攀岩等級與最 大指力相對值 之間的相關	單手負重與攀 岩等級呈顯著 正相關；雙手 具正向趨勢但 未達顯著水準
Giles等 (2021)	55位女性進階 與菁英攀岩者	以單手手指於20mm 木條懸掛之瞬間最 大力量	進階與菁英組 瞬間最大力量	指力與攀登表 現呈顯著正相 關
Levernier等 (2018)	31位初階、進 階與精英抱石 者	測力計測量兩種攀 岩特定握法之最大 力量和發力率	進階與精英組 最大力量與發 力率	在兩種握法的 最大力量和發 力率在不同抱 石水準的組別 之間均有顯著 差異

Bergua等 (2018)	18位菁英與22 位進階攀岩者	在雙手懸吊於可懸 吊40秒之最淺深度 木條測量可持續懸 吊5秒之最大附加重 量	菁英與進階組 最大附加重量 與體重比	菁英組之指力 與體重比顯著 高於進階組
Ozimek等 (2017)	6位菁英與14 位進階攀岩者	雙手懸吊於25mm木 條3秒可附加之最大 重量	菁英與進階組 最大附加重量 與體重比	指力、指力與 體重比均與攀 登表現呈顯著 正相關

在運動攀登中，抱石項目每條路線可進行嘗試的時間為四分鐘，而先鋒比賽時長則為六分鐘，在攀爬過程中，運動員需要在承受自身體重的狀態持續抓握岩點 (IFSC, 2024)，除了指力以外，上半身肌力對於表現的影響亦相當重要。在過去研究中發現，上半身肌力量與攀登表現有關，代表的檢測項目為引體向上，Levernier 等人於 2021 年的研究指出了在精英運動員中，引體向上的功率輸出分別在各項攀岩子項目：抱石、先鋒和速度三者之間存在顯著差異，此一發現支持了上半身功率在攀岩表現中的重要性。引體向上的測驗方法為受試者抓握指力板之大把手點或圓形金屬條，根據 IRCRA 所定義之標準引體向上動作規範，測驗起始於手臂完全伸展、身體懸掛於槓下的位置，動作過程需上拉至下巴明顯超過槓面，隨後控制下放回至起始位置，測驗至受試者疲勞為止，以下為針對引體向上的相關研究文獻整理：

表3

引體向上相關研究

作者 (年份)	研究對象	檢測方法	比較指標	結果
Vereide等 (2022)	28位中階組、30 位進階組與20位 精英組男性	在23mm的木條上 以半握 (half-crimp) 方式進行等長引體	進階與精英 組最大力量 和發力率	菁英組在最大力 量和發力率的表 現顯著優於另外

		向上，雙手間距自選，手肘角度固定90°	兩個層級的攀岩者	
Stien等 (2021)	57位初階、進階、菁英男性攀岩者	在23mm的木條上以半握方式進行等長引體向上，雙手間距自選，手肘角度固定90°	初階與進階組最大自願等長收縮力量與發力率	精英組最大自願等長收縮力量與發力率顯著高於另外兩組
Giles等 (2021)	55位女性進階與菁英攀岩者	在45mm深、半徑12mm的木條上進行爆發式向上 (power slap) 測試	進階與菁英組power slap距離	power slap距離與攀岩水準顯著相關
Gabriano等 (2020)	新手：11男、7女 進階：7男、7女	直臂懸吊在兩個2-3cm的握點上進行爆發式引體向上動作	進階組最大發力率	進階組的最大發力率顯著優於新手
Levernier等 (2020)	24位男性高菁英水準攀岩者：11位抱石、8位先鋒和5位速度	以不同自身體重百分比 (0%、30%、45%、60% 和 70%) 在40mm引體向上橫桿上完成2次爆發式引體向上	抱石、先鋒與速度組最大功率、平均功率與最大速度值	抱石者和速度與先鋒者相比，最大功率、平均功率與最大速度值有顯著差異
Stien等 (2019)	15位男性、1位女性抱石者；13位男性、2位女性先鋒者	在23毫米深的木條上以半握方式進行動態引體向上	抱石與先鋒組爆發力	抱石選手的爆發力顯著高於先鋒選手

引體向上測試頭過各種工具與評估指標，在運動攀登項目的檢測中被廣泛地的應用，Vereide 等 (2022) 和 Stien 等 (2021) 皆指出，引體向上的等長收縮力量與發力率可有效區分不同水準的攀岩者，精英選手通常具備較高的上肢最大力量與發力能力。此外，Gabriano 等 (2020) 及 Levernier 等 (2020) 研究顯示爆發式的引體向上表現與攀岩水準高度相關，Giles 等 (2021) 的研究亦支持動態上肢力量對攀岩表現的重要性，其研究檢測 power slap 與攀岩等級之間的相關，power slap 為單手由靜止狀態向上爆發拍擊牆面的檢測方式，結果亦顯示自我報告攀登等級較高的女性攀岩者具備了較強的瞬間爆發力。

引體向上測驗透過不同的方式作為衡量上肢肌力與耐力的重要指標，可有效區分不同類型、層級的攀岩運動員，是有效評估訓練與競技表現的依據。

第二節 運動攀登之競技方式

本節參考國際攀登總會 (IFSC, 2025) 所公布之競賽規則，說明目前運動攀登中「抱石」與「先鋒攀登」兩項目之競技方式、計分制度與表現特性，並進一步探討其對運動員體能發展之潛在影響。

一、抱石的競技方式

抱石比賽的計分方式由過去的排名制改為積分制，計分方式採用積分制。在比賽中，選手需在限定時間內嘗試完成多條抱石路線，每條路線均設有特定的難度級別。

(一) 完攀 (Top)

選手完成該條路線，即可獲得25分。

(二) 得分點 (Zone)

得分點為抱石比賽中每條路線設置的中段評分點，通常位於路線約二分之一至三分之二處，作為區分選手表現的第二評分依據，選手雙手穩定控制得分點即可獲得10分。

(三) 嘗試未成功

選手每次未成功完成路線的嘗試均會被扣除0.1分，反映動作效率與策略選擇的重要。

二、 先鋒攀岩的競技方式

先鋒攀登比賽中僅有一條路線，選手需在限定的6分鐘內，盡可能爬高並完成，路線的高度約為15至20公尺，通常包含30至50個攀登動作。在攀爬過程中，選手需一邊攀爬一邊掛快扣，並以人工先鋒確保的方式確保安全。

(一) 嘗試次數

選手僅有一次嘗試機會，若在攀爬過程中掉落，則依照其穩定控制的岩點編號進行計分。

(二) 計分方式

若選手均成功完成該路線，則會根據完成時間的長短進行排名。這項競賽強調耐力、肌耐力及穩定的控制能力，並且重視選手在長時間內維持高效表現的能力。

第三節 文獻總結

綜上所述，攀岩為一項高度依賴特定肌群與技術整合的運動，與其表現高度相關的因素涵蓋了手部與上肢肌力、耐力、爆發力等。現有研究指出，已不同抓握方式所測得之指力表現，與自我報告之攀岩等級高度相關，亦為區分不同水準攀岩者的重要依據。此外，引體向上測驗作為上肢綜合力量與耐力之評估指標，在攀岩選手的體能測試中具代表性。研究人員透過不同工具與檢測方式針對動態功率輸出、等長收縮、反覆次數等指標進行評估。目前國內針對攀岩之表現與肌力特徵之研究仍屬不足，不同身體能力對攀岩表現的預測亦尚未建立模型與應用架構。本研究欲依據過去文獻中已發現之與攀岩相關之變項，透過多元迴歸模型探討上肢力量特徵對攀登等級的預測能力，進一步釐清各變項在實務訓練與選材應用，作為科學化訓練與評估之參考依據。

第參章 研究方法



本章分為八節，第一節為研究對象；第二節為實驗設計；第三節為研究器材；第四節為實驗流程與說明；第五節為再測信度評估；第六節為心理變項控制；第七節為資料處理；第八節為統計分析。

第一節 研究對象

本研究招募25名具有經驗的攀岩者作為研究對象，符合以下納入條件：

(一) 從事攀岩運動至少兩年、(二) 每週訓練時數至少五小時、(三) 自報近三個月內最高級數換算 IRCRA Scale 須達進階水準以上。排除條件為：(一) 無法完成十下符合 IRCRA 標準之引體向上者、(二) 測驗前三個月內曾發生上肢重大骨骼肌肉損傷者，受試者透過網路表單與攀岩館宣傳進行招募。

第二節 實驗設計

本研究採橫斷式設計，經網路表單調查基本背景資料後篩選符合條件之受試者，於國立臺灣大學體育館二樓運動科學實驗室進行人體測量學參數測量與上肢力量表現檢測，實驗架構如圖1。

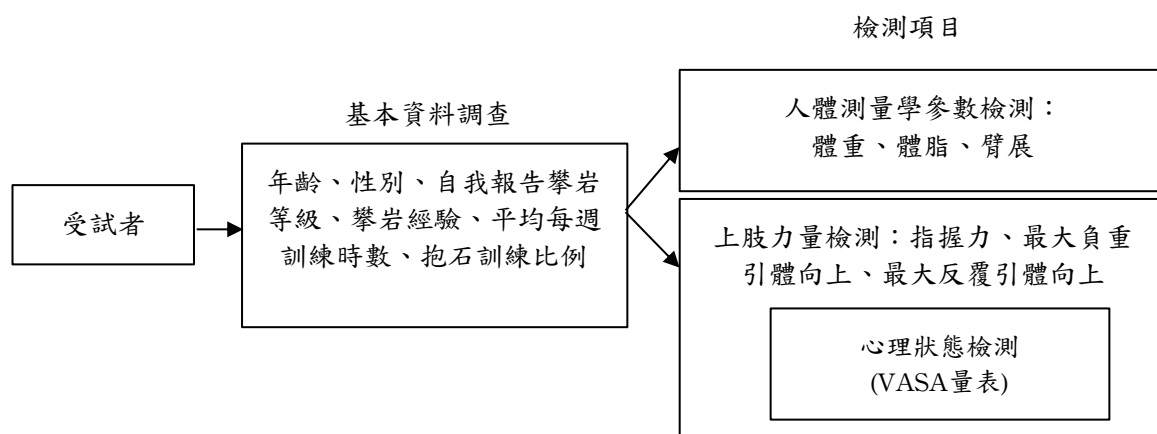


圖2

實驗架構圖

第三節 研究器材

本研究之實驗儀器呈現，如表4：

表4

研究器材

實驗儀器/量表	說明	圖示
Omron四點式體脂計 (HBF-702T, Omron Corporation, Kyoto, Japan)	測量體重及體脂。測量最小範為0.1公斤，體脂率以%呈現。最大可秤重範圍為150公斤。	
NUOMI 軟捲尺	測量臂展。測量最小刻度0.1公分，最長可測量範圍為300公分。	
Camry握力器 (EH101, Camry Industries Company Ltd., California, USA)	以捏握 (Pinch) 之方式測量慣用手與非慣用手之最大指握力。測量最小範圍為0.1公斤，最大可測量範圍為90公斤。	
引體向上橫桿	測量引體向上最大反覆次數以及最大負重引體向上。橫桿握把直徑為25毫米，符合IRCRA(2016)之建議檢測標準。	
攀岩吊帶 (Momentum Harness, Black Diamond, USA)	用以連接受試者與線性速度傳感器。	
TENDO Unit (TENDO Sports Machines, Slovak Republic)	線性速度傳感器，可輸入使用者體重以量測使用者在運動過程中的速度，進而計算得出力量與功率。本	

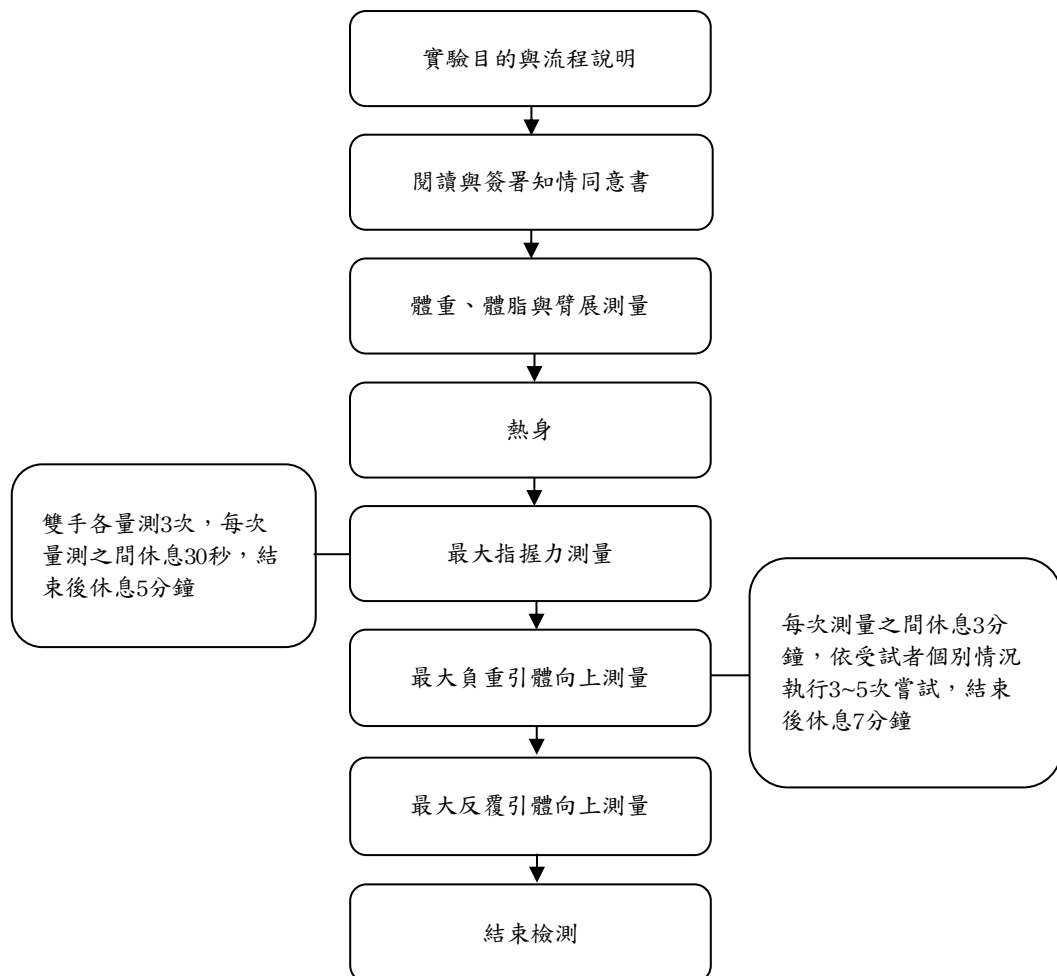
研究使用該裝置評估引體向上測驗
中的峰功率 (單位：瓦特,W)。



第四節 實驗流程與說明

一、 實驗流程

實驗步驟依序如下：實驗目的與流程說明、填寫研究參與者知情同意書、體重與體脂測量、臂展測量、最大指握力檢測、最大負重引體向上檢測、最大反覆引體向上檢測。本實驗參考美國國家肌力與體能協會 (National strength and Conditional Association, NSCA) 建議運動表現檢測順序安排檢測流程，實驗流程如圖3：



*受試者於每項上肢力量檢測前與檢測後皆填寫VASA量表

圖3
實驗流程圖

二、 實驗內容說明

(一) 實驗說明

研究人員詳細解說實驗目的與流程，受試者閱讀研究參與者知情同意書 (附錄二) 並完成簽署。

(二) 體重及體脂測量

受試者脫鞋、脫襪，並取下身上所有金屬飾品與電子裝置後，站上體脂計進行測量。體重測量單位為公斤，登記至小數點後一位；體脂率以百分比呈現，登記至小數點後一位。

(三) 臂展測量

受試者站立，雙臂水平外展並面對牆壁，以軟捲尺測量左手中指尖至右手中指尖之間的最遠距離，重複測量兩次，單位為公分，登記至小數點後一位。

(四) 熱身

受試者自主執行熱身流程，針對上肢完成約十分鐘輕至中等強度熱身。

(五) 焦慮狀態測量

在進行後續每項上肢力量表現檢測前與檢測結束後，受試者均將需要完成VASA量表 (0-100) 以評估焦慮狀態。

(六) 最大指握力測量

受試者進行雙手指握力測量。檢測前將握力計把柄調整至舒服握姿。請受試者呈站立姿勢，自然垂放手臂於腰側，以食指到小指這四根指頭在拇指對側的握法，按壓五秒，左手與右手分別各執行三次，每次測驗間隔三十秒。測量完畢後休息五分鐘。



(七) 最大負重引體向上測量

受試者採雙手正握 (即掌心朝前)，以與肩略寬的握距握住引體向上橫桿，身體呈自然懸垂狀態，上拉至下巴過槓後下放至起始位置為完整動作，過程可依照個人習慣選擇是否將雙腳交叉或打直，不可使用腿部借力或腿部擺盪。以腰帶懸掛額外負重，視受試者狀況以2.5公斤或5公斤之槓片為單位增加負重，每次嘗試之間休息三分鐘後，在三至五次嘗試機會中根據受試者能力逐步加重直到再也無法拉起重量為止，測量完畢後休息七分鐘。

(八) 最大反覆引體向上測量

受試者採雙手正握 (掌心朝前)，以與肩略寬的握距握住引體向上橫桿，搭配30bpm之節拍器執行最大反覆次數引體向上測試，以攀岩吊帶將力量感測器TENDO Unit連接至受試者腰部之攀岩吊帶記錄每下反覆之功率，於結束後紀錄其自覺努力程度數值。測驗正式開始前會使受試者聆聽節拍器，並且給予3次搭配節拍的練習。檢測終止的條件為：1.連續兩次無法跟上節拍、2.連續兩次下巴未超過槓面或雙手手肘未完全伸、3.受試者主觀表示無法繼續並紀錄以下數值：1.反覆次數、2.每下反覆次數之峰值功率、3.受試者RPE。研究人員在過程對每位受試者均給予相同的口頭指導與鼓勵。檢測示意圖如圖4。

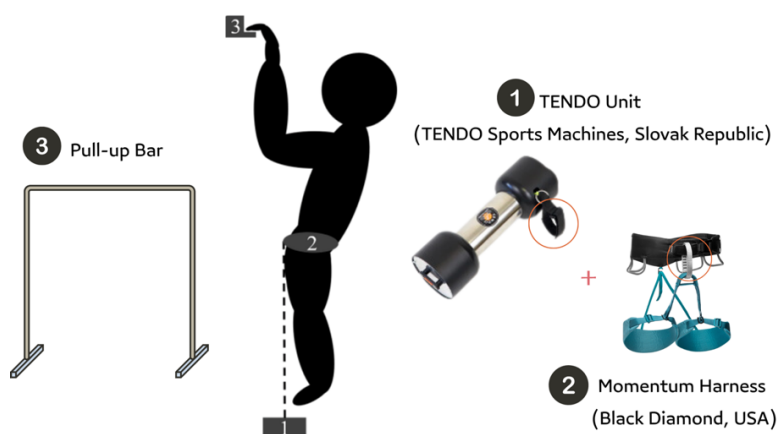


圖4

最大反覆引體向上檢測示意圖

第五節 再測信度評估

本研究安排 8 位受試者於首次測驗後第五日返場執行再測，檢測項目包括最大指握力、最大負重引體向上與最大反覆引體向上，流程與規範皆與初測相同。再測數據以類內相關係數 (Intraclass Correlation Coefficient, ICC) 分析測驗一致性，結果顯示最大負重引體向上相對負重比 $ICC(2,1)=0.957$ ，屬於極高信度；左手指握力 $ICC(2,1)=0.789$ 、右手指握力 $ICC(2,1)=0.775$ ，屬於良好信度；最大反覆引體向上次數 $ICC(2,1)=0.702$ 、功率衰退率 $ICC(2,1)=0.618$ ，屬中等信度 (Koo & Li, 2016)，再測樣本數僅為 8 人，僅作為本研究測驗流程一致性之初步參考。

第六節 心理狀態

為排除主觀心理狀態對力量檢測結果可能帶來之潛在干擾，本研究於三項上肢力量表現檢測前後均施測視覺類比焦慮量表 (Visual Analog Scale for Anxiety, VASA) (McCormack, Horne, & Sheather, 1988)。在三項上肢力量表現檢測：左右手最大指握力、最大負重引體向上與最大反覆引體向上檢測前與檢測後之 VASA 變化量與對應力量變項間皆無顯著相關 ($p > .05$)，顯示在本研究樣本中焦慮變化與力量表現之間未呈現統計上的關聯性。

第七節 資料處理

一、體重測量

單位為公斤，數值取至小數點後第一位。

二、體脂測量

單位為%，數值紀錄取至小數點後第一位。

三、臂展測量

單位為公分，平均兩次測量之數值，數值紀錄取至小數點後第一位。

四、指握力測量

單位為公斤，分別取左右手之三次測量中最佳成績，數值紀錄取至小數點後第一位，在統計分析中取雙手最佳值之平均，以雙手平均最大指握力呈現。

五、最大負重引體向上測量

最大負重為受試者額外負重，單位為公斤，紀錄取至小數點後第二位，在統計分析中，將所得之重量數值除以受試者體重以標準化，以最大負重引體向上相對負重比呈現。

六、最大反覆引體向上測量

單位為次。

七、功率衰退計算

輸入受試者體重，紀錄所顯示之功率數據 (W)，將初始三下與最後三下引體向上動作之功率相加取平均，以下列公式計算功率衰退：

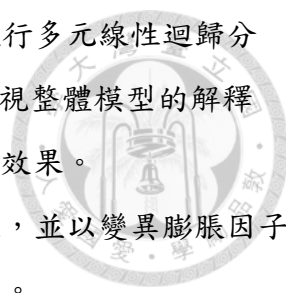
$$[(\text{初始三次測量的平均功率值} - \text{最後三次測量的平均功率值}) \div \text{初始三次測量的平均功率值}] \times 100 (\%) \quad [\text{公式一}]$$

第八節 統計分析

本研究所得結果以 R 語言 (R version 4.0.0) 進行統計分析，顯著水準訂為 $\alpha = .05$ 。所有數據以描述性統計 (平均值 $\pm$ 標準差) 呈現，並以 Shapiro-Wilk 檢查其是否呈現常態分布。

統計分析依研究假設分別進行如下：

- (一) 以 Spearman 相關分析檢驗所有變項與自我報告攀登等級之間的相關性。
- (二) 針對與自我報告攀登等級具顯著相關之變項，進一步進行簡單線性迴歸分析，檢驗該變項是對攀登等級具有預測能力。

- 
- (三) 根據簡單線性迴歸結果，選取具解釋力的變項進行多元線性迴歸分析。使用 Enter 法將變項同時納入模型中，以檢視整體模型的解釋力，並評估各變項在控制其他變項下的獨立預測效果。
- (四) 進行共線性診斷以檢驗模型是否存在多重共線性，並以變異膨脹因子 (Variance Inflation Factor, VIF) > 5 作為判斷標準。
- (五) 使用 Durbin - Watson 統計量檢查殘差項之自相關情形，以判斷模型是否符合誤差項獨立性假設。

第肆章 結果

第一節 受試者基本資料

受試者基本資料彙整如表 5 所示。各變項均進行 Shapiro - Wilk 常態性檢定，顯著水準設為 $\alpha = .05$ 。結果顯示，體重、攀岩經驗與抱石訓練比例三項變項不符合常態分配假設，於表中以 † 註記。

表5

受試者背景資料 ($N=25$)

	平均值 ± 標準差
年齡 (歲)	31.92 ± 4.58
體重 (公斤) †	65.47 ± 5.67
體脂 (%)	12.88 ± 4.26
臂展 (公分)	176.88 ± 5.59
攀岩經驗 (年) †	6.58 ± 4.44
訓練時數 (小時)	8.83 ± 5.65
等級 (IRCRA Scale)	19.50 ± 1.92
抱石訓練比例†	0.740 ± 0.276

註：† 表示經 Shapiro - Wilk 常態性檢定不符合常態分配假設 ($p < .05$)

第二節 各變項與攀岩等級之相關性分析

本節以Spearman 相關分析各變項與攀岩等級之相關性，結果如表 6 所示。

表 6

所有變項與攀岩等級之 Spearman 相關分析結果

變項	ρ 值	p 值
年齡 (歲)	-.131	.535
體重 (公斤)	.050	.818
體脂 (%)	-.111	.604
臂展 (公分)	.077	.717
攀岩經驗(年)	.596**	.006
訓練時數 (小時)	.160	.446
抱石訓練佔比	.263	.211
雙手平均最大指握力 (公斤)	.550**	.004
最大負重引體向上相對負重比	.842***	<.001
最大反覆引體向上 (次)	.624*	.014
功率衰退 (%)	.070	.741

註：* $p < .05$ ； ** $p < .01$ ； *** $p < .001$ 。

在所有變項中，最大負重引體向上相對負重比與攀登等級之間呈現最強之正相關 ($\rho = .842$, $p < .001$)。最大反覆引體向上次數 ($\rho = .624$, $p = .014$) 亦為高度正相關，攀岩經驗 ($\rho = .596$, $p = .006$) 與雙手平均最大指握力 ($\rho = .550$, $p = .004$) 呈中度正相關，上述變項皆達顯著水準 ($p < .05$)。其餘變項如年齡、體重、體脂、臂展、訓練時數、抱石訓練比例與功率衰退等與攀登等級之間皆未呈現顯著相關 ($p > .05$)。

第三節 簡單線性迴歸分析

本節針對前一節中與自我報告攀登等級達顯著相關之四個變項，包括雙手平均最大指握力、最大負重引體向上相對負重比、最大反覆引體向上次數與攀岩經驗進行簡單線性迴歸分析。結果顯示，上述四項變項皆能顯著預測自我報告攀登等級，解釋力介於 .301 至 .502，迴歸係數皆為正，顯示變項提升與等級之間呈正向變化。

其中，以最大負重引體向上相對負重比之預測效果最佳 ($R^2 = .502$ ， $B = 11.277$ ， $p < .001$)，其餘三項變項亦達統計顯著水準 ($p < .01$)。各變項的迴歸結果列於表 7，圖 5 至圖 8 呈現對應之散佈圖與迴歸趨勢線，顯示資料落點與線性分布。

表 7

簡單線性迴歸分析結果

變項	B	SE	t值	p值	R ²
雙手平均最大指握力(公斤)	0.301*	0.097	3.105	.000	0.415
最大負重引體向上相對負重比	11.277***	1.544	7.304	.000	0.502
最大反覆引體向上次數 (次)	0.471**	0.125	3.678	.001	0.301
攀岩經驗 (年)	0.283***	0.069	4.087	.005	0.422

註：* $p < .05$ ；** $p < .01$ ；*** $p < .001$ 。各模型皆為簡單線性迴歸。

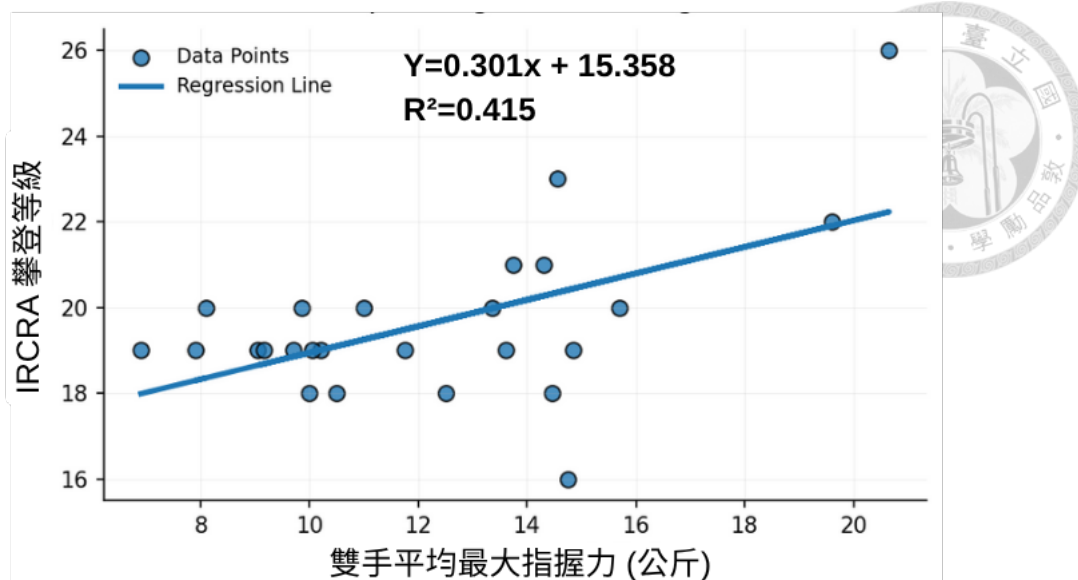


圖5

雙手平均最大指握力與攀登等級之簡單線性迴歸結果圖

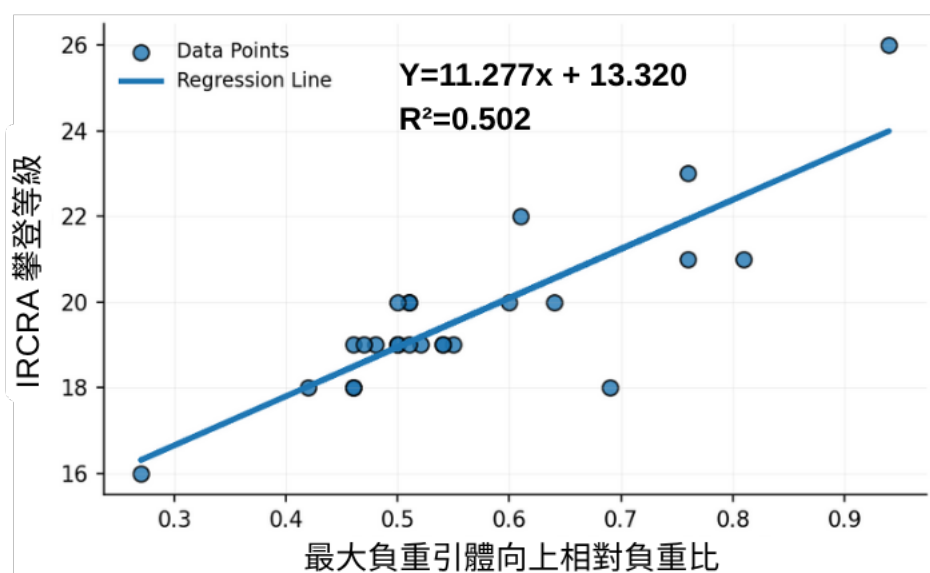


圖6

最大負重引體向上相對負重比與攀登等級之簡單線性迴歸結果圖

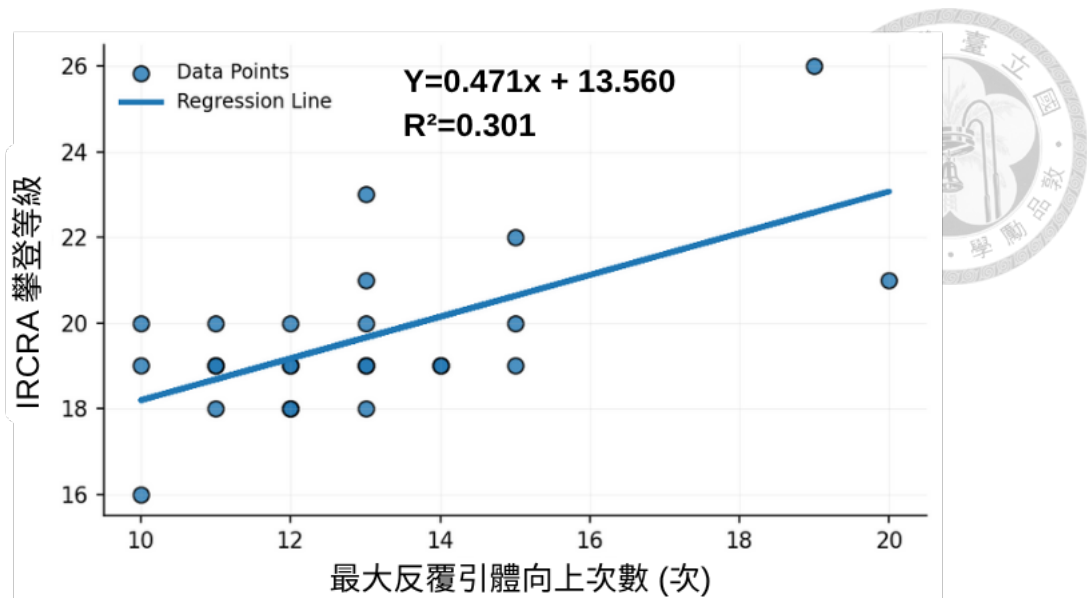


圖7

最大反覆引體向上次數與攀登等級之簡單線性迴歸結果圖

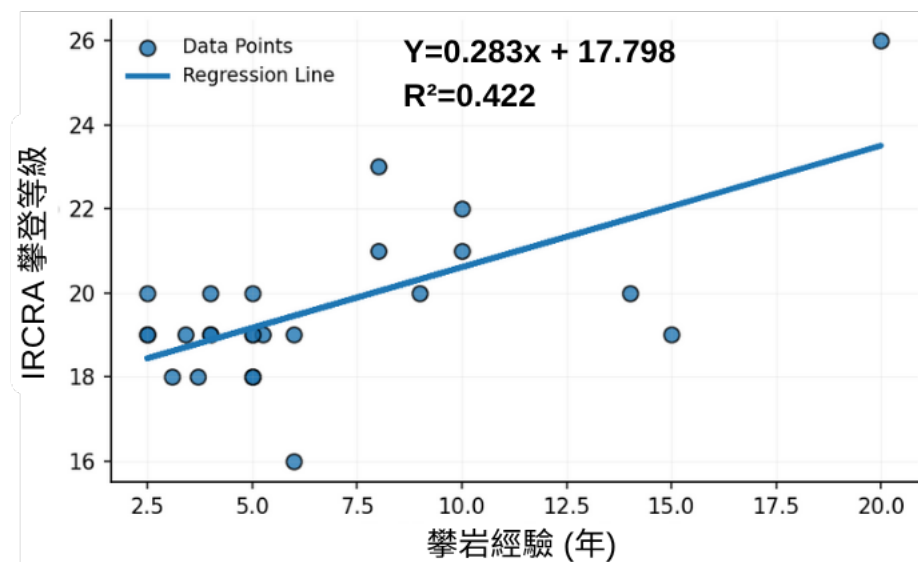


圖8

攀岩經驗與攀登等級之簡單線性迴歸結果圖

第四節 多元迴歸分析

承上節，本節進一步選取雙手平均最大指握力、最大負重引體向上相對負重比，以及最大反覆引體向上次數三項指標，並納入攀岩經驗，進行多元迴歸分析，以探討上肢力量特徵對攀登等級的解釋效果。模型總體解釋力 $R^2 = 0.778$ ，調整後 $R^2 = 0.734$ ， $F(4, 20) = 17.54$ ， $p < .001$ ，迴歸係數與檢定結果如表 7 所示：

表8

多元迴歸分析結果

變項	B	SE	t值	p值	VIF值
雙手平均最大指握力(公斤)	0.013	0.078	0.167	.869	1.61
最大負重引體向上相對負重比 (倍)	8.768***	2.209	4.322	< .001	1.65
最大反覆引體向上次數 (次)	0.066	0.12	0.547	.590	1.39
攀岩經驗 (年)	0.117	0.066	1.772	.092	1.3
常數項	12.928	1.366	9.464	< .001	-

註：* $p < .05$ ；** $p < .01$ ；*** $p < .001$ 。

在四個預測變項中，僅「最大引體向上額外負重比」為達統計顯著水準之預測因子 ($\beta=8.768$, $p < .001$)，其餘變項僅呈正向趨勢，未達顯著水準。

多元迴歸公式為：等級=12.928 + 0.013×雙手平均最大指握力 + 8.768×最大引體向上額外負重比 + 0.066×最大反覆引體向上次數 + 0.117×攀岩經驗

模型之變異數膨脹因子 (Variance Inflation Factor, VIF) 值皆低於 2，檢驗無多重共線性；Durbin - Watson 統計量為 1.527，殘差間無明顯自相關，整體迴歸假設條件成立。

第五章 討論

第一節 受試者基本資料與攀岩表現之相關性分析

為釐清攀登等級與受試者基本特徵之間的關聯性，本節首先分析基本資料變項與自我報告攀登等級之間的相關性。本研究一共納入 25 名男性攀岩者，平均年齡 31.92 歲，攀岩經驗 6.58 年，每週訓練時數 8.83 小時，自我報告攀登等級為 19.50，具有穩定的訓練經驗以及進階等級的表現水準，可排除初學者適應期可能帶來的生理變異。根據 Spearman 相關分析結果，受試者背景資料中僅「攀岩經驗」與攀登等級呈顯著正相關，其餘變項：年齡、體重、體脂、臂展、訓練時數與抱石訓練比例皆未與等級呈顯著關聯。

相較過去文獻探討上肢力量與攀岩表現之相關研究 (Vereide et al., 2022; Stien et al., 2021; Giles et al., 2021; Levernier et al., 2020; Gabriano et al., 2020)，本研究之樣本平均年齡略高，且多數非競技攀岩運動員，樣本平均體脂 12.88%，臂展平均 176.88 公分，符合過去對進階攀岩者之研究 (Draga, et al., 2025; Saul et al., 2019)，在本研究結果中，這些變項與攀登等級之間未有顯著相關性，推測身體組成與體型可能為進階攀岩者的基礎門檻，但不足以進一步區分相似訓練背景下的等級差異。過往文獻中人體特徵對攀登等級的預測效果亦呈現高度不一致，此一發現與 Mermier 等人 (2000)、Laffaye 等人 (2014) 以及 Faggian 等人 (2024) 之研究相符：相較於身高、臂展等不可透過訓練改變之形態變項，可透過訓練改變之變項例如手指力量、特定神經適應與上肢肌肉力量可解釋約 46% 至 58.9% 的攀岩表現變異。本研究受試者為已具備一定專項經驗之攀岩者，推測動作執行效率與神經肌肉控制能力等可訓練變項可能較靜態體型條件具更高的相關性。

訓練時數與抱石訓練比例皆未與自我報告攀登等級呈現顯著關聯。由於上述變項皆為受試者自我報告，樣本之間在訓練品質、強度認知以及訓練型態上

的差異，均可能影響其準確程度與代表性，進而導致上述變項未能充分反映其與攀登表現之間的關聯。

綜合上述，雖本研究樣本已具備進階水準之身體條件與訓練背景，但與攀登等級表現具顯著關聯者仍以「可訓練特徵」為主。下一章節將接續討論各項上肢力量變項與攀登等級之間的相關性。

第二節 上肢力量變項與攀登等級之相關性分析

根據 Spearman 相關分析結果，三項上肢力量變項：雙手平均最大指握力、最大負重引體向上相對負重比、最大反覆引體向上次數皆與自我報告之攀登等級呈現顯著正相關 ($\rho = .550 \sim .842, p < .05$)，而功率衰退率則無顯著相關 ($\rho = .070, p = .741$)。部分支持本研究所提出之假設一，亦符合過去文獻對上肢肌力與攀登表現之間關聯性的觀察(Gabriano et al., 2020; Vereide et al., 2022; MacKenzie et al., 2020)。

本研究為了標準化最大反覆引體向上測試中的動作品質與節奏，減少受試者之間速度落差對測驗結果之干擾，並提高受試者間結果之可比較性與測驗信度，使用 30 bpm 固定節奏進行測驗。此一測驗方式並非法多數受試者所熟悉，可能進而影響實際表現結果。此外，多數受試者同時從事抱石與先鋒攀岩訓練，訓練的專項特性不一，亦可能造成功率衰退表現上的差異。功率衰退率與自我報告攀登等級之間未呈顯著相關，此結果與受試者的從事抱石或先鋒攀登比例以及其對測驗方式之熟悉程度相關，建議未來研究可針對不同攀登專項進行分組分析，並進一步評估該測驗於不同族群中的信效度與實用性。

Spearman 相關分析結果顯示，即使在進階攀岩者中，上肢力量能力仍與攀登等級呈現顯著相關。為了進一步釐清各項上肢力量變項對攀登等級的個別解釋力與預測效益，下一節將呈現簡單線性迴歸分析結果之探討。

第三節 各變項與攀岩表現之簡單線性迴歸分析

根據簡單線性迴歸分析結果，三項上肢力量特徵：雙手平均最大指握力、最大負重引體向上相對負重比與最大反覆引體向上次數皆能顯著預測攀登等級，支持本研究假設二。此結果顯示在進階攀岩者中上肢力量特徵能作為區分表現水準的指標。此外，根據相關統計分析結果，本研究亦檢視攀岩經驗與攀登等級之關係，其結果同樣呈現顯著正向關聯。以下將分項進行說明與討論：

一、指握力與攀岩等級

簡單線性迴歸分析結果顯示，雙手平均最大指握力可顯著預測攀岩等級 ($\beta = 0.301, p < .001$)，解釋力達 41.5%，此結果與過往研究觀察的趨勢一致：指力為攀岩表現的關鍵基礎能力之一 (Saul et al., 2019; Laffaye et al., 2015; Macdonald & Callender, 2011; Watts et al., 1993)。

Gabriano 等人 (2020) 比較初階與進階攀岩者時發現，兩組在絕對指握力上並無顯著差異；然納入體重後，進階組之相對指力顯著較高，顯示相對力量指標更能具鑑別不同水準攀岩者。相較之下，本研究樣本皆為進階水準以上之攀岩者，攀岩能力差異較可能來自肌力表現而非體型因素。因此，即使僅使用絕對指握力作為預測變項，亦能解釋攀登等級之變異，顯示在進階群體中，絕對力量仍具實質的預測價值。

此外，本研究採用一般握力計進行測量，受試者以手臂自然下垂、單次捏握方式測得最大指握力，而根據 IRCRA(2015) 及 Giles 等人 (2021) 之建議，使用指力板進行懸吊測試，並以懸吊負重或等長施力之體重比值作為指力評估指標，更能反映實際攀岩過程中對手指力量的需求 (Bergua et al., 2018; Ozimek et al., 2017; Draga & Krawczyk, 2023)。因此未來研究建議可採用指力板進行等長懸吊或負重測試並搭配相對體重作為評估手指力量能力的指標，以增加與專項表現之間的對應。然而，在資源有限或無法進行專項測試的場域中，傳統握力計仍具備一定應用價值，可作為進階攀岩者初步評估指握力之工具。

二、最大引體向上額外負重比與攀登等級

簡單線性迴歸分析結果顯示，最大引體向上額外負重比與自我報告之攀岩等級具有高度且顯著的正向關聯 ($\beta = 11.277, p < .001$)，為預測力最強的變項，解釋力達 50.2 %。此結果對應 Saeterbakken 等人 (2024) 提出之觀點，針對肩背部肌群的最大肌力訓練能有效提升指力與引體向上能力，進一步增加發力速率 (Rate of Force Development, RFD)，提升攀岩動作中的穩定性與爆發力，與整體攀岩表現的提升呈顯著關聯。

此結果亦呼應阻力訓練與運動表現關聯性之文獻，Sands 等人 (2007) 指出發展高功率輸出能力與高水準的最大肌力密切相關，最大肌力為神經肌肉系統於單次收縮中所能產生的最大張力，通常以一次最大反覆作為評量方式，對應本研究中受試者於最大負重引體向上測驗中所能拉起之最大額外重量，即為其最大肌力表現之指標。在以下肢移動為主要運動方式的項目中，Seitz 與 Haff (2016) 指出，最大肌力與多項運動表現指標具高度關聯，包括功率輸出、發力率、垂直跳、衝刺、改變方向與技術動作穩定性，文獻亦進一步建議在訓練規劃中應優先建立最大肌力，作為後續爆發力與速度導向訓練的基礎。而在攀岩相關的文獻中，Stien 等人 (2019) 指出最大肌力可作為區分高階與中階攀岩者的關鍵指標，而 Macdonald 等人 (2011) 發現尤其在抱石項目中，對於需要動作控制與快速動態輸出的技術表現有更高程度的相關。Vereide 等人 (2022) 也發現，精英攀岩者於最大力量與發力率表現優於其它層級選手，且無論攀岩經驗水準如何，最大肌力與快速發力能力皆與攀岩表現呈現中至高度的相關性。

過往文獻雖廣泛地使用引體向上作為上肢力量與攀岩表現的指標，但多以等長收縮的形態進行測試 (Stien et al., 2021；Vereide et al., 2022)，或爆發性測試 (Giles et al., 2021；Levernier et al., 2020) 為主，本研究採用最大負重引體向上的相對負重比進行統計分析，結果顯示該指標與自我報告之攀登等級具有高

度正相關，顯示此評估方式具備潛在應用價值。最大負重引體向上測驗結合背部、肩帶與核心肌群之整體出力能力，在本研究結果展現出顯著預測力，而攀岩作為需長時間抵抗自體重量的運動型態，此能力可視為攀岩表現的基礎條件之一。然而本研究之樣本皆為進階男性攀岩者，未能觀察不同性別、層級、訓練狀態或週期下的變化，亦未納入技術層面的量化指標。未來建議可進一步擴大樣本並涵蓋不同性別之攀岩者、納入動作影像分析、力量-時間曲線等指標；亦可進行訓練介入研究，並驗證負重引體向上能力的提升是否伴隨攀登等級實際進展。

三、最大反覆引體向上與攀登等級

簡單線性迴歸分析結果顯示，最大反覆引體向上次數與自我報告之攀岩等級具有顯著正向關聯 ($\beta = 0.471, p = .001$)，解釋力達 30.1%，顯示此項指標可部分預測攀登等級之表現。MacKenzie、Smith 與 Jones (2020) 針對 73 為攀岩運動員進行研究，指出連續引體向上的次數是是中階到高階攀岩選手表現的重要預測指標，與本研究結果相符，推測具備良好上肢肌耐力的攀岩者，較能應對攀岩路線中反覆牽引與動作維持所需之能量需求。

引體向上屬多關節動作，其執行仰賴背部、肩帶等肌群協同收縮。在以體重作為主要負荷來源的條件下，能夠有效反映攀岩者對自身體重的控制能力與局部肌耐力表現。過去文獻指出，提升局部肌肉耐力的常見訓練策略包括大於 15 下高重複次數與低於 60% 1RM 強度的阻力訓練，此一方式在模擬並提升先鋒攀岩過程中長時間懸吊與反覆牽引的身體能力已廣泛應用於攀岩相關的評估與訓練計畫 (Langer et al., 2023)。

本研究以固定節奏 30 bpm 執行反覆引體向上測驗，主要目的在於評估受試者在重複收縮下的功率衰退情形，作為疲勞狀態的指標，雖有助於提升測驗一致性，然而受試者對於節奏固定的檢測方式的熟悉程度不一，對高爆發力受試者而言可能產生限制，進而影響測驗結果的代表性。建議未來研究可同時納入

節奏控制與自由節奏兩種測驗條件，探討其對攀岩者表現之差異，並比較不同節奏之測驗方式與實際攀岩能力之間的關聯，以建立更符合專項情境的評估方式。



四、攀岩經驗與攀登等級

簡單線性迴歸分析結果顯示，攀岩經驗年數與自我報告之攀岩等級具顯著正向關聯 ($\beta = 0.283$, $p = .002$)，解釋力達 42.2%。此結果支持過去文獻的觀察 (Söderqvist et al., 2024 ; Vereide et al., 2022 ; Giles et al., 2021 ; Stien et al., 2021)，經驗的累積有助於攀岩者更熟悉動作執行、路線判讀與能量分配策略，進而提升整體表現效率與穩定性。

Mermier 等人 (2000) 指出，在各類運動表現的研究中，重複練習與長期參與往往有助於經驗的累積，提升動作效率與策略運用。在此研究中，訓練經驗對於攀岩表現的影響程度顯著高於人體測量學參數與柔軟度等變項。此外，過去研究結果亦顯示，重複練習與穩定訓練已被證實能有效提升攀岩表現：一項納入 189 位攀岩者的分析指出，每週穩定的訓練頻率可有效減少墜落次數，並提升爬行時間與控制力量輸出 (Seifert et al., 2018)。持續的專項訓練能透過肌肉肥大與肌耐力增加，使攀岩者能挑戰更高難度的路線，尤其對手指屈肌與肱橈肌等高活化部位的專項訓練，可以增進力量輸出且使動作更流暢。

本研究僅以受試者自我報告之攀岩經驗作為評估指標，個體之間的訓練頻率、強度與技術品質均可能造成潛在影響。建議未來研究可以採用縱貫性設計，多時間點追蹤訓練過程與表現變化，亦可結合客觀數據，例如是否參加代表性的賽事，或舉辦模擬比賽，並以成績作為經驗或表現能力的指標的參考。

第四節 上肢力量特徵與攀岩表現之多元迴歸模型

根據 Spearman 與簡單線性回歸分析結果，多元迴歸模型納入四項變項：雙手平均最大指握力、最大負重引體向上相對負重比、最大反覆引體向上次數，與控制變項攀岩經驗，進行多元迴歸分析。模型整體具顯著預測力 ($R^2 = .778$ ，調整後 $R^2 = .734$ ， $p < .001$)，具有高度解釋力，此一結果支持本研究假設三：整合多項力量變項所建立之多元迴歸模型，具備顯著預測力，且能有效解釋變異。

雖然四項上肢力量變項於簡單線性迴歸中皆呈現顯著預測效果 (R^2 介於 .301 至 .502)，但在多元迴歸模型中，僅「最大負重引體向上相對負重比」為一達顯著水準之預測因子 ($B = 8.768$ ， $p < .001$)，顯示其具備獨立解釋力。其餘三項變項雖在簡單線性迴歸中皆與攀登等級呈顯著正相關，然於多變項條件下未達顯著，僅保留正向趨勢。

針對個別變項，指握力雖為動作支撐基礎，在本研究中係以等長靜態抓握的形式進行測量，與攀岩過程中實際動態抓握的情境可能存在一定落差，故在控制其他變項後，其預測力有限。而最大反覆引體向上次數為評估上肢肌耐力的常用測驗，雖與先鋒攀登中長距離動作表現具一定關聯，但因本研究採用固定節拍的測驗方式，檢測結果易受到受試者節奏控制能力的影響，推測其在模型中解釋變異性可能因此而被影響。

攀岩經驗在多元迴歸模型中雖未達顯著水準 ($p = .92$)，但其迴歸係數為正，與簡單線性迴歸中的趨勢一致，顯示攀岩經驗對攀登等級可能具潛在貢獻。然而本研究僅以「年數」作為經驗量化指標，可能無法涵蓋動作精熟度、策略選擇與路線判讀等多重面向，故解釋力亦可能受限。

綜合上述結果，可推論「最大負重引體向上相對負重比」作為單一能力指標時，具備穩定且獨立的預測效力。此變項反映了攀岩者能否有效運用相對力量完成垂直移動，對於神經肌肉控制、結構穩定性與力量輸出均具指標性，亦與攀岩運動中「對抗自身體重完成高難度動作」之核心要求相符。

從共線性指標觀察，自變項之 VIF 值均低於 2，顯示各變項間無顯著多重共線性，自變項相對獨立，迴歸係數估計具穩定性。儘管如此，上肢力量變項

間可能在實際運動表現上涵蓋相似能力，而導致其預測效益在多變項條件下被稀釋。另外，Durbin - Watson 檢驗之數值為 1.527，模型殘差之間無明顯自相關，顯示整體迴歸模型符合基本假設，估計結果具統計有效性。

本研究所建立之多元迴歸模型顯示，最大負重引體向上相對負重比為唯一顯著且穩定的預測變項，且具備高度解釋力，建議可作為實務上區分攀岩者攀登等級的參考指標，也可以應用在進階攀岩者的肌力監控與表現評估。其餘變項雖未具顯著預測力，仍具有一定的參考價值。未來可進一步探討這些變項之間是否存在交互作用，以釐清各項測驗在體能監測、能力分級與訓練規劃中的定位。

未來研究可進一步擴充樣本數量，並涵蓋不同性別。此外，亦可以建立體能常模，例如依攀岩等級分級之肌力體能水準及建議，提供量化的參考標準。另外，未來亦可採用訓練介入之研究設計，檢驗實際訓練形式對攀登等級的影響，並評估將相對最大肌力納入常規檢測項目之可行性，以利於訓練期間進行持續追蹤與回饋，強化訓練決策之實證基礎。

第陸章 結論



本研究旨在探討攀岩者的上肢力量特徵對自我報告攀登等級的預測力，並建立多元線性迴歸模型以解釋其變異。鑑於攀岩運動在國際賽事中蓬勃發展，以科學化方式評估運動表現與訓練成效，已成為攀岩體能訓練的課題。

研究結果顯示，最大負重引體向上相對負重比為解釋力最高的變項，其於簡單與多元迴歸分析中皆達統計顯著水準；其它上肢力量變項：雙手平均最大指握力、最大反覆引體向上次數，以及攀岩經驗，在多元迴歸模型中雖未達統計顯著，但仍呈現正向趨勢。整體迴歸模型解釋力達 $R^2 = .778$ ，顯示所納入之上肢力量特徵與經驗變項能有效預測受試者之攀登表現水準，整體結果支持本研究提出之三項假設。

本研究為國內少數針對臺灣攀岩族群建立量化力量預測模型之研究，提供以客觀檢測結果評估攀岩表現的依據。研究結果可應用於選才判斷、訓練進展監控與體能基準建立，亦可作為設計個別化訓練計畫之參考。然而本研究樣本數量僅為 25 人，且僅涵蓋男性受試者，可能限制統計檢定力。此外，攀岩表現採自我報告攀登等級之方式，未能納入客觀賽事成績與技術層面等變項，亦為研究限制之一。

未來研究建議擴大樣本規模，並納入女性受試者與不同等級的選手，進一步建立更穩定且具普遍適用性的預測模型。亦可透過訓練介入的設計，驗證特定力量特徵提升是否伴隨攀登能力進展，建立更具因果性與實證力的訓練指引。

參考文獻

中華奧林匹克委員會 (2024)。運動攀登。取自中華奧林匹克委員會網站

<https://www.tpenoc.net/sport/sports-climbing/>

Inside Climbing. (2024). *Routesetting for the very best: Boulder & lead routesetting at the Budapest OQS*. <https://www.inside-climbing.com/2024/08/03/routesetting-for-the-very-best-boulder-lead-routesetting-at-the-budapest-oqs/>

Giles, D., Barnes, K., Taylor, N., Chidley, C., Chidley, J., Mitchell, J., Torr, O., Gibson-Smith, E., & España-Romero, V. (2021). Anthropometry and performance characteristics of recreational advanced to elite female rock climbers. *Journal of Sports Sciences*, 39(1), 48–56. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1804784>

Draper, N., Dickson, T., Blackwell, G., Priestley, S., Fryer, S., Marshall, H., Shearman, J., Hamlin, M., Winter, D., & Ellis, G. (2011). Sport-specific power assessment for rock climbing. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(3), 417–425.

Stien, N., Riiser, A., Shaw, M. P., Saeterbakken, A. H., & Andersen, V. (2023). Effects of climbing- and resistance-training on climbing-specific performance: a systematic review and meta-analysis. *Biology of Sport*, 40(1), 179–191. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2023.113295>

Saeterbakken, A. H., Stien, N., Pedersen, H., Langer, K., Scott, S., Michailov, M. L., Gronhaug, G., Baláš, J., Solstad, T. E. J., & Andersen, V. (2024). The Connection

Between Resistance Training, Climbing Performance, and Injury Prevention. *Sports Medicine - Open*, 10(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00677-w>



Bergua, P., Montero-Marín, J., Gómez Bruton, A., & Casajús, J. A. (2018). Hanging ability in climbing: An approach by finger hangs on adjusted depth edges in advanced and elite sport climbers. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(3), 437–450. <https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1486115>

Draga, P., & Krawczyk, M. (2023). Importance and monitoring of strength preparation in sport climbing. *Science & Sports*. Advance Online Publication. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2022.09.012>

Gabriano, E., Swanson, J., Luna, V., Harris, J., Shagena, B., Banez, N., Shaw, T., Wong, E., Clark, J., & VanHaitsma, T. A. (2020). Physiological and psychological differences between novice and advanced boulderers. *Journal of Kinesiology and Wellness – Student Edition*, 9(2), 1–12.

Levernier, G., & Laffaye, G. (2018). *The rate of force development: A new biomechanical key factor in climbing*. <https://www.academia.edu/73029093/>

Levernier, G., Samozino, P., & Laffaye, G. (2020). Force-velocity-power profile in high elite boulder, lead, speed, climbers competitors. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(7), 1012-1018. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0437>

Macdonald, J. H., & Callender, N. (2011). Athletic profile of highly accomplished boulderers. *Wilderness & Environmental Medicine*, 22(2), 140–143.

<https://doi.org/10.1016/j.wem.2010.11.012>



Ozimek, M., Rokowski, R., Draga, P., Ljakh, V., Ambroży, T., Krawczyk, M., Ręgwelski, T., Stanula, A., Görner, K., Jurczak, A., & Mucha, D. (2017). The role of physique, strength and endurance in the achievements of elite climbers. *PloS One*, 12(8), e0182026. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182026>

Söderqvist, K., Ideteg, F., Zimmerman, J., Senorski, E. H., Sansone, M., & Hedelin, H. (2024). Validity and Reliability of Finger-Strength Testing in 6 Common Grip Techniques for the Assessment of Bouldering Ability in Men. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 19(3), 290–298. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2023-0129>

Stien, N., Vereide, V. A., Saeterbakken, A. H., Hermans, E., Shaw, M. P., & Andersen, V. (2021). Upper body rate of force development and maximal strength discriminates performance levels in sport climbing. *PloS One*, 16(3), e0249353. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249353>

Stien, N., Saeterbakken, A. H., Hermans, E., Vereide, V. A., Olsen, E., & Andersen, V. (2019). Comparison of climbing-specific strength and endurance between lead and boulder climbers. *PloS One*, 14(9), 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222529>

Vereide, V., Andersen, V., Hermans, E., Kalland, J., Saeterbakken, A. H., & Stien, N. (2022). Differences in Upper-Body Peak Force and Rate of Force Development in Male Intermediate, Advanced, and Elite Sport Climbers. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 888061. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.888061>

Limonta, E., Fanchini, M., Rampichini, S., Cé, E., Longo, S., Coratella, G., & Esposito, F. (2020). On-sight and red-point climbing: changes in performance and route-finding ability in male advanced climbers. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 902. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00902>

International Rock Climbing Research Association. (2016). *IRCRA test battery for climbing research: Test manual (Version 1.6)*.

https://fliphtml5.com/dukmw/zhlr/IRCRA_Test_Manual_-_Version_1.6/31/

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1-biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 41(1), 17–38. <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>

Muñoz-López, M., Marchante, D., Cano-Ruiz, M. A., Chicharro, J. L., & Balsalobre-Fernández, C. (2017). Load-, Force-, and Power-Velocity Relationships in the Prone Pull-Up Exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(9), 1249–1255. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0657>

Fanchini, M., Violette, F., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2013). Differences in climbing-specific strength between boulder and lead rock climbers.

Journal of Strength and Conditioning Research, 27(2), 310–314.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182577026>



Laffaye, G., Collin, J. M., Levernier, G., & Padulo, J. (2014). Upper-limb power test in rock-climbing. *International Journal of Sports Medicine*, 35(8), 670–675.

<https://doi.org/10.1055/s-0033-1358473>

International Federation of Sport Climbing (IFSC). (2025). *Competition Rules*.

<https://www.ifsc-climbing.org/index.php/world-competition/rules>

Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>

McCormack, H. M., Horne, D. J., & Sheather, S. (1988). Clinical applications of visual analogue scales: a critical review. *Psychological Medicine*, 18(4), 1007–1019.

<https://doi.org/10.1017/s0033291700009934>

Draga, P., Trybek, P., Baran, P., Pandurevic, D., Sutor, A., & Grønhaug, G. (2025). Morphology of male world cup and elite bouldering athletes. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1588414. <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1588414>

Saul, D., Steinmetz, G., Lehmann, W., & Schilling, A. F. (2019). Determinants for success in climbing: A systematic review. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 17(3), 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2019.04.002>

Mermier, C. M., Janot, J. M., Parker, D. L., & Swan, J. G. (2000). Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British Journal of Sports Medicine*, 34(5), 359–366. <https://doi.org/10.1136/bjism.34.5.359>



Faggian, S., Borasio, N., Vecchiato, M., Gatterer, H., Burtscher, M., Battista, F., Brunner, H., Quinto, G., Duregon, F., Ermolao, A., & Neunhaeuserer, D. (2024). Sport climbing performance determinants and functional testing methods: A systematic review. *Journal of sport and health science*, 14, 100974. Advance Online Publication. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2024.100974>

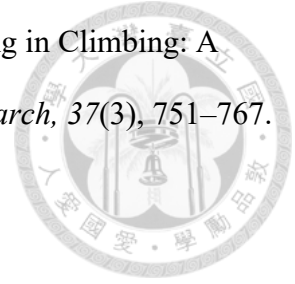
Watts, P. B., Martin, D. T., & Durtschi, S. (1993). Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers. *Journal of Sports Sciences*, 11(2), 113–117. <https://doi.org/10.1080/02640419308729974>

Sands, W. A., Stone, M. H., & Stone, M. E. (2007). *Principles and practice of resistance training*. Human Kinetics. <https://doi.org/10.5040/9781492596875>

Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 46(2), 231–240. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0415-7>

MacKenzie, R., Monaghan, L., Masson, R. A., Werner, A. K., Caprez, T. S., Johnston, L., & Kemi, O. J. (2020). Physical and physiological determinants of rock climbing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(2), 168–179. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0901>

Langer, K., Simon, C., & Wiemeyer, J. (2023). Strength Training in Climbing: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(3), 751–767. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004286>



Seifert, L., Orth, D., Mantel, B., Boulanger, J., Héroult, R., & Dicks, M. (2018). Affordance Realization in Climbing: Learning and Transfer. *Frontiers in Psychology*, 9, 820. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00820>

附錄一、自我報告攀岩等級換算表 (IRCRA Scale)



Climbing Group	Vermin	Font	IRCRA Reporting Scale	YDS	French/sport	British Tech	Ewbank	BRZ	UIAA	Metric UIAA	Watts
Lower Grade (Level 1) Male & Female			1	5.1	1		2	4	I sup	I	1.00
			2	5.2	2			6	II	II	2.00
			3	5.3	2+	3		8	II sup	III	3.00
			4	5.4	3-				III	III+	3.50
			5	5.5	3			10	IV	IV	4.00
			6	5.6	3+		4	12	V	IV+	4.33
			7	5.7	4				V-	V-	4.66
			8	5.8	4+			14	V	V	5.00
	VB	< 2	9	5.9	5	5a		16	V sup	V+	5.33
			10	5.10a	5+				VI-	VI-	5.66
			11	5.10b	6a		5b	18	VI	VI	6.00
Intermediate (Level 2) Female	V0-	3	12	5.10c	6a+			19	VI+	VI+	6.33
	V0	4	13	5.10d	6b	5c		20	VI sup	VII-	6.66
	V0+	4+	14	5.11a	6b+			21	7a	VII	7.00
	V1	5	15	5.11b	6c		6a	22	7b	VII+	7.33
Advanced (Level 3) Female	V2	5+	16	5.11c	6c+			23	7c	VIII-	7.66
	V3	6A	17	5.11d	7a			24	8a	VIII	8.00
	V4	6B	18	5.12a	7a+	6b		25	8b	VIII+	8.33
	V5	6C	19	5.12b	7b			26	8c	IX-	8.66
Advanced (Level 3) Male	V6	6C+	20	5.12c	7b+			27	9a	IX	9.00
	V7	7A	21	5.12d	7c		6c	28	9b	IX+	9.33
	V8	7B	22	5.13a	7c+			29	9c	X-	9.66
	V9	7B+	23	5.13b	8a			30	10a	X	10.00
Elite (Level 4) Female	V10	7C	24	5.13c	8a+			31	10b	X	10.33
	V11	7C+	25	5.13d	8b	7a		32	10c	X+	10.66
	V12	8A	26	5.14a	8b+			33	11a	XI-	11.00
	V13	8A+	27	5.14b	8c			34	11b	XI	11.33
Higher Elite (Level 5) Male	V14	8B	28	5.14c	8c+		7b	35	11c	XI+	11.66
	V15	8B+	29	5.14d	9a			36	12a	XII-	12.00
	V16	8C	30	5.15a	9a+			37	12b	XII	12.33
		8C+	31	5.15b	9b			38	12c	XII	12.66
			32	5.15c	9b+						6.50



國立臺灣大學行為與社會科學研究倫理 委員會研究參與者知情同意書

歡迎您參與本研究！此份文件名為「研究參與者知情同意書」，它將詳述您本研究之相關資訊及您的權利。在研究開始進行及您簽署本同意書之前，研究主持人或研究人員會為您說明研究內容，並回答您的任何疑問。

研究計畫

中文：抱石與先鋒攀岩在上肢力量表現之差異分析

英文：Analysis of Differences in Upper Body Strength Performance Between Bouldering and Lead Climbing

一、研究目的

運動攀登(Sports Climbing)中，抱石(Bouldering)和先鋒攀岩(Lead Climbing)在競賽制度上無論是對於肌力特質與能量系統需求均存在顯著差異。本研究欲透過上肢肌力檢測評估兩類攀岩子項目運動員在力量表現上之差異，進一步分析不同指標與兩類子項目能力之相關性。

二、參與研究之條件與限制：(研究參與者之納入或排除條件)

本研究計畫預計分別招募11位抱石與11位先鋒攀岩者參加實驗。

1.納入條件(參加本試驗/研究的條件):

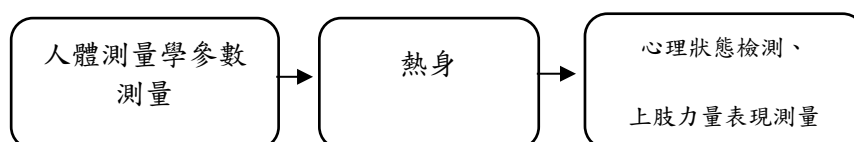
- (1)從事該攀岩子項目運動大於兩年(含)以上。
- (2)於近三個月內每週從事該項目訓練時間大於五小時(含)以上。
- (3)自報攀岩等級達國際攀岩研究協會(IRCRA)定義進階(Advance)以上。

2.排除條件(若您有下列任一情況，您將無法參加本試驗/研究):

- (1)可執行最多之反覆引體向上次數小於10下(含)以下。
- (2)每週從事其他上肢主導運動(例如划船、龍舟)大於四小時(含)以上。
- (3)測驗前三個月內曾發生上肢重大肌肉損傷者。
- (4)曾有上肢骨折病史者。

三、本試驗/研究方法及相關程序：

本實驗為一次性檢測，預計耗時25~30分鐘，一共分為三個階段：



一、第一階段(人體測量學參數測量)

研究者首先將您安排至國立臺灣大學綜合體育館運動科學實驗室，說明實驗流程以及如何進行測試。當您在閱讀過實驗須知並簽署受試者同意書後，將接受體重體脂以及臂展之測量。

(1) 體重體脂測量

您將赤腳站上體重體脂計(圖一)，確保雙腳腳尖與腳跟分別對齊感應電極，身體自然放鬆，雙手握住握把，手指均接觸感應電極，手臂往前平舉平行地板，保持姿勢靜止15~20秒，過程中請勿說話或移動。



圖一、體重體脂計

(2) 臂展測量

研究人員將透過軟捲尺(圖二)為您進行臂展測量，您將處於站立姿勢，雙臂水平外展並面對牆壁，將量測您左手中指尖至右手中指尖之間的最遠距離，重複測量兩次。



圖二、軟捲尺

二、第二階段(熱身)

以您自身日常訓練前習慣執行之熱身流程，完成約十分鐘輕至中等強度熱身。

三、第三階段(心理狀態檢測、上肢力量表現測量)

您將進行雙手之握力、最大負重引體向上以及最大引體向上反覆次數之測量。為避免不同檢測之間的疲勞影響測驗結果，參考美國肌力體能協會建議之運動表現檢測順序安排流程，以下為各上肢力量表現之檢測項目說明：

(1) 焦慮狀態測量

在進行後續每項上肢力量表現檢測前與檢測結束後，研究人員將請您填寫 VASA 視覺類比量表(圖三)，以評估您的焦慮狀態。

How anxious you feel now with a mark (|) on the line below.



圖三、VASA視覺類比焦慮量表

(2) 握力測量

您將進行雙手的握力測量。研究人員將握力計(圖四)之把柄調整至您認為舒適的握姿，請您呈站立姿勢，將手臂自然垂放手臂於腰側，以食指到小指四根指頭在拇指對側的捏握方法(類似於攀岩中的” Pinch” 手法)，保持按壓五秒，左手與右手分別各執行三次，每次測驗間隔三十秒，測量完畢後休息五分鐘。



圖四、Camry握力計

(3) 最大負重引體向上測量

您將以雙手正握 (即掌心朝前)，以與肩略寬的握距握住引體向上橫桿(圖五)，身體呈自然懸垂狀態，上拉至下巴過槓後下放至起始位置，此為完整動作，過程可依照您個人習慣選擇是否將雙腳交叉或打直，但不可使用下肢借力或腿部擺盪。本實驗將以負重腰帶懸掛額外負重，視您的狀況以2.5公斤或5公斤之槓片為單位增加負重，在每次嘗試之間休息三分鐘後，在三至五次嘗試機會中根據您的能力逐步加重直到再也無法拉起重量為止，測量完畢後休息七分鐘。



圖五、引體向上橫桿

(4) 最大反覆引體向上測量

您將以雙手正握 (掌心朝前)、與肩略寬的握距握住引體向上橫桿，搭配30bpm之節拍器執行最大反覆次數引體向上測試，本實驗將以攀岩吊帶將線性速度傳感器TENDO Unit(圖六)連接至您腰部之攀岩吊帶記錄每下反覆之功率，於結束後以Brog's Scale紀錄您的自覺努力程度數值。測驗正式開始前會聆聽節拍器，並給予3次搭配節拍的練習。此測驗終止的條件為：1.連續兩次無法跟上節

拍、2.連續兩次下巴未超過槓面或雙手手肘未完全伸、3.您主觀表示無法繼續。



圖六、TENDO Unit線性速度傳感器

四、參與研究時之禁忌、限制及應以配合事項：

1. 測驗前48小時內應避免任何高強度的攀岩相關或上半身訓練。
2. 檢測前一日應保持正常飲食習慣以及充足的睡眠。
3. 檢測前4小時應避免飲用含有酒精或咖啡因之飲料。

三、研究潛在風險、發生率及救濟措施：

您可能在檢測過程中產生如肌肉酸痛、疲勞等不適，若有這些情況，通常會在檢測結束後短時間內自行緩解。研究過程全程由具備初級緊急救護技術員 (EMT-1) 與美國國家肌力與體能協會認證體能訓練專家 (NSCA-CSCS) 證照之研究人員執行與監控。若有緊急狀況發生，臺大體育館與運動生理實驗室內備有自動體外心臟去顫器 (AED)，並可立即啟動臺大校園緊急聯絡救助網，可即刻安排至臺大醫院 (台北市中正區中山南路7號) 就醫。所有檢測將安排於上班時間進行，若您於實驗中或事後出現任何不適，也請立即告知研究人員，研究團隊將提供醫療協助與就醫建議，若經醫師評估需休養，則待恢復並取得醫師同意後方可繼續參與。您可以在任何階段自由退出實驗，不會有任何不利後果，且資料將依法予以保密。

六、研究效益與對研究參與者之益處：

(一) 本研究旨在探索抱石與先鋒攀岩運動員在上肢力量表現上的差異，進一步分析兩種攀岩類型的肌力特質及其對運動表現的影響，為攀岩運動中的力量與耐力評估提供科學依據，作為未來肌力訓練規劃與體能測試設計的參考。此研究將有助於建立攀岩運動在生物力學與運動生理學上的基礎知識，支持運動員與教練在制定訓練計畫中的應用。

(二) 本研究的參與者將可以獲得個人上肢力量表現之客觀數據報告，包含最大握力、最大負重引體向上重量、最大引體向上次數、功率衰減率等指標，作為參與者評估自身能力以及安排訓練規劃的參考。

(三) 本研究不提供金錢補助或禮品，參與者可隨時選擇中途退出，若參與者中途退出，其所有已完成的測試數據仍將提供參與者，並於退出日起七天內予以刪除，不會納入後續研究分析，亦不會留存於研究資料庫中，且不影響後續研究進行。

七、研究可能衍生的商業利益及其拓展應用之約定：

無。

八、研究材料保存期限、運用規劃及機密性：

(一) 本研究取得您的個人資訊，在研究期間，依據計畫類型與您所授權的內容，我們將會蒐集與您有關的個人資料、量表等資料與資訊，並以編號來代替您的名字及相關個人資料。本研究所蒐集之紙本資料 (如研究知情同意書) 將統一存放於國立臺灣大學體育館內運動設施與健康管理學程之運動生理實驗室內上鎖櫃體中，且僅限研究計畫主持人經授權後存取；電子資料 (如Excel 檢測數據檔案與分析資料) 將儲存於主持人之具加密保護之研究用電腦中，該電腦採用密碼登入與硬碟加密雙重防護，並由主持人本人管理。這些研究資料與資訊將會保存一年，至 (2026年4月30日)，屆期時將以銷燬處理。

(二) 研究計畫主持人將依法把任何可辨識您身分之紀錄與您個人隱私之資料視同機密處理，絕對不會公開。所收集之資料將僅用於本研究之分析與撰寫，並用於學術論文發表、研討會發表及研究成果報告等學術用途，所有對外發表之資料均以去識別化方式呈現，以保護研究參與者之個人隱私與資料機密性。凡簽署了知情同意書，即表示您同意各項原始紀錄可直接受監測者、稽核者、研究倫理委員會及主管機關檢閱，以確保研究過程與數據，符合相關法律和各種規範要求；上述人員承諾絕對維繫您身分之機密性。

九、損害補償或保險：

研究一定有風險，為確保因為參與研究計畫發生不良反應致造成您的損害時所可能獲得之保障，請您務必詳閱本項說明內容：

(一) 本研究屬低風險性非侵入性運動生理檢測，但仍可能因個人體能差異而出現肌肉痠痛、疲勞等不適情形，若參與者於依本研究計畫執行過程中，發生可歸因於研究操作導致之不良反應或損害，將由本研究全體主持人負補償責任與相關醫療費用處理。若屬同意書中已說明之可預期輕微不適，如暫時性痠痛或疲勞，且未經醫師認定為傷患者，則不在補償範圍內。

(二) 本研究未投保人體試驗責任保險，若您對本風險接受度有所疑慮，請斟酌是否參與。

(三) 您不會因為簽署本同意書而喪失在法律上的任何權利。

十、研究之退出方式及處理：

(一) 您可以自由決定是否參加本研究；研究過程中可隨時撤銷或中止同意。若您希望退出本研究，可隨時告知研究人員表示退出意願，退出研究不需任何理由，且不會引起任何不愉快且不會影響您日後接受之醫療照護或與研究團隊之關係。

(二) 若您選擇退出研究，本研究將刪除已收集之資料。

(三) 當研究執行中有重要的新資訊 (指和您的權益相關或是影響您繼續參與意願)，會通知您並進一步說明，請您重新思考是否繼續參加，您可自由決定，不會引起任何不愉快或影響其日後醫師對您的醫療照顧。

(四) 計畫主持人亦可能於必要時中止整個研究之進行。

十一、研究參與者權利：

(一) 本研究已經過國立臺灣大學行為與社會科學研究倫理委員會審查，審查內容包含利益與風險評估、研究參與者照護及隱私保護等，並已獲得核准。委員會係依規範運作，並通過中央目的事業主管機構查核認證之審查組織。若您於研究過程中有任何疑問，或認為權利受到影響、傷害，可直接與國立臺灣大學研究倫理中心聯絡。

(二) 研究計畫主持人或研究人員已經妥善地向您說明了研究內容與相關資訊，並告知可能影響您參與研究意願的所有資訊。若您有任何疑問，可向研究人員詢問，研究人員亦須具實回答。

(三) 研究計畫主持人已將您簽署之一式兩份同意書其中一份交給您留存。

十二、研究計畫主持人/研究人員簽名

研究計畫主持人或研究人員已詳細解釋有關本研究計畫中上述研究方法的性質與目的，以及可能產生的危險與利益。

研究人員簽名：_____

日期：□□□□年□□月□□日

十三、研究參與者簽名同意

本人已詳細瞭解上述研究方法及其可能的益處與風險，有關本研究計畫的疑問，已獲得詳細說明與解釋。本人同意成為本研究計畫的自願研究參與者。

研究參與者簽名：_____

日期：□□□□年□□月□□日