

投稿類別：各類議題

篇名：

怎樣拔才會贏？——八人制拔河不同關節角度和隊形對拉力的影響

作者：

溫文韶。壽豐國中。八年義班

高愈雉。壽豐國中。八年義班

林朝揚。壽豐國中。八年仁班

指導老師：

邱以正老師

莊明錡老師

壹●前言

一、研究動機

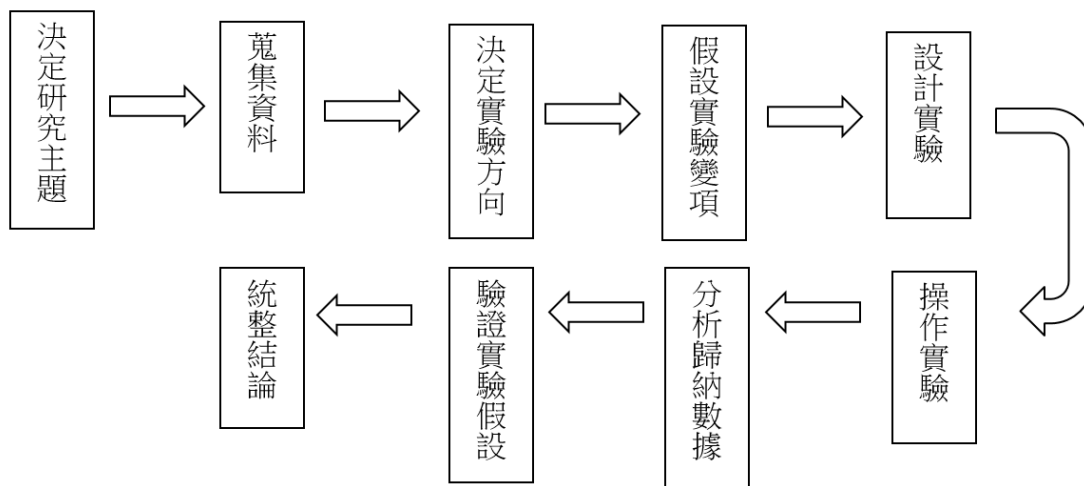
在我們的隊伍中，有兩位隊員是壽豐國中拔河隊成員，而且從就讀豐裡國小三年級、參加拔河隊開始，就一直練習到現在，累積了許多比賽的經驗，曾經輸過，也曾經贏過。這讓我們好奇，拔河到底是純粹用力量來決定輸贏？還是有不為人知的技巧，會影響比賽輸贏？例如：關節角度或隊形，對拔河的拉力有沒有影響？而且，因為教練從來沒有跟我們提過豐裡國小或壽豐國中拔河隊的由來，所以我們想要了解自己拔河隊的歷史。例如：拔河隊是什麼時候創立的？為什麼要創立拔河隊？

所以，我們希望藉由這次研究，訪問拔河隊教練，來了解壽豐國中拔河隊的歷史；找我們拔河隊的成員做拔河實驗，來驗證那些拔河技巧對拉力的影響，作為拔河隊訓練時的參考，讓我們拔河隊，在未來的比賽中更容易獲勝！

二、研究目的

- (一) 了解壽豐國中拔河隊的歷史
- (二) 了解不同關節角度對個人拔河拉力的影響
- (三) 了解不同隊形對團體拔河拉力的影響

三、研究流程圖



圖一 研究流程圖

四、研究方法

本研究採實驗研究法。研究假設、研究對象及實驗設計，說明如下：

(一) 研究假設

假設 1：個人採髖關節大角度拔河姿勢，比起採慣用拔河姿勢，有較大拉力。
假設 2：個人採髖關節小角度拔河姿勢，比起採慣用拔河姿勢，有較小拉力。
假設 3：個人採膝關節大角度拔河姿勢，比起採慣用拔河姿勢，有較小拉力。
假設 4：個人採膝關節小角度拔河姿勢，比起採慣用拔河姿勢，有較大拉力。
假設 5：團體採身高由高到矮排列隊形，比起比賽隊形，有較大拉力。
假設 6：團體採身高由矮到高排列隊形，比起比賽隊形，有較小拉力。
假設 7：團體採體重由重到輕排列隊形，比起比賽隊形，有較大拉力。
假設 8：團體採體重由輕到重排列隊形，比起比賽隊形，有較小拉力。

(二) 研究對象

本研究以八位壽豐國中拔河隊成員為受試者。受試者資料說明如下：

表 1 受試者基本資料

| 項次 | 姓名 | 年齡 | 身高 | 體重 | 訓練年資 |
|----|-----|----|-------|------|------|
| 1 | 徐○家 | 15 | 171.0 | 61.2 | 6 |
| 2 | 高○勳 | 13 | 171.9 | 57.2 | 4 |
| 3 | 林○揚 | 14 | 169.6 | 52.4 | 3 |
| 4 | 游○恩 | 14 | 169.1 | 53.5 | 4 |
| 5 | 徐○晨 | 13 | 158.6 | 47.4 | 5 |
| 6 | 蔡○碩 | 14 | 156.0 | 48.4 | 4 |
| 7 | 黃○宏 | 14 | 156.0 | 52.8 | 5 |
| 8 | 溫○韶 | 13 | 163.5 | 58.0 | 5 |

(資料來源：壽豐國中保健室 110 學年度第 1 學期身高體重視力檢測表)

(三) 實驗設計

1. 實驗準備

(1) 實驗設備

我們實驗會使用到的儀器與設備，包括：汎信公司專利「油壓式拔河訓練模擬機」和拔河繩，用來測試拉力值；攝影機，拍攝影片，記錄受試者採拔河姿勢時的關節角度和隊形；筆記型電腦，用來分析影片，先從影片截圖，再用網路量角器分析關節角度；體操墊和護具，用來保護受試者，避免滑倒受傷。

(2) 實驗場地布置

我們在實驗之前的場地布置，包括：先把木製拔河道擦拭乾淨，再讓受試者穿拔河鞋和的護具進行測試；在拔河道旁放置體操墊，防止受試者受傷；先將拔河機的顯示數字歸零；在受試者的肩關節、髖關節、膝關節、踝關節處黏貼圓形標籤貼紙，以方便定位；調整攝影機鏡頭，距離受試者 2 公尺，高度為 60 公分，然後才進行拍攝。

2. 實驗流程

(1) 實驗一：不同關節角度對個人拔河拉力的影響。

本實驗採用「不等組前後測準實驗設計」。實驗對象是六位拔河隊成員；實驗變項有「髖關節」和「膝關節」兩個變項，而每個變項，分別有「大角度」和「小角度」兩個層次。實驗作法，是以身高、體重相近的隊員兩兩一組，共分為 A、B、C 三組。分別測量拉力，先由 A 組第一位當實驗組，採拔河姿勢，針對實驗變項，在不出力的自然狀態下，拉住拔河機上的拔河繩，由研究者記錄拔河機上顯示的拉力值數據，做三次實驗，取平均值；再由 A 組第二位當對照組，重複同樣流程，由研究者記錄；最後，用網路量角器測量髖關節、膝關節角度，並分析實驗數據。B、C 兩組的流程，依此類推。

(2) 實驗二：不同隊形對團體拔河拉力的影響。

本實驗採用「單一組前後測前實驗設計」。實驗對象是八位拔河隊成員；實驗前，進行前測，由受試者根據教練依個人肌力、穩定度所調整的比賽隊形，採拔河姿勢，在不出力的自然狀態下，拉住拔河機上的拔河繩，由研究者記錄拔河機上顯示的拉力值數據，做三次實驗，取平均值。實驗中，實驗變項有「身高」和「體重」兩個變項，其中「身高」變項，分成「由高到矮排列」和「由矮到高排列」兩個層次；「體重」變項，分成「由輕到重排列」和「由重到輕排列」兩個層次。實驗作法，是在不出力的自然狀態下測量拉力，由八位拔河隊員依序採取「由高到矮排列」、「由矮到高排列」、「由輕到重排列」及「由重到輕排列」隊形，由研究者記錄拔河機上顯示的拉力值數據，分別做三次實驗，取平均值。最後，分析實驗數據。

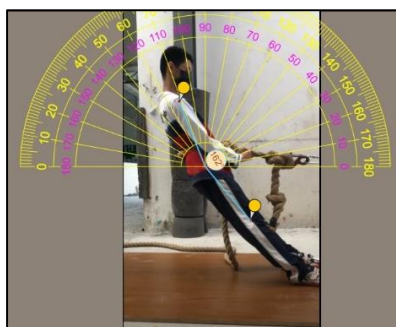


圖 2 實驗一
髖關節角度實驗組示意圖

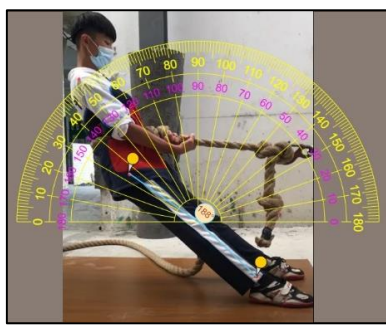


圖 3 實驗一
膝關節角度對照組示意圖



圖 4 實驗二
膝關節角度對照組示意圖

貳●正文

一、拔河運動與壽豐國中拔河隊簡介

(一) 拔河的歷史與規則

世界上拔河的歷史悠久。中國的拔河，根據《墨子·魯問》的記載，最早是春秋戰國時代（西元前 770 年～221 年）的水戰方式「鉤強」，用來鉤住敵船，讓敵船無法逃脫。後來，演變成南朝梁宗懔《荊楚歲時記》的「施鉤之戲」，成為一種軍事訓練活或娛樂活動。到了唐代，封演的《封氏聞見記》中正式出現「拔河」的名稱，歷經宋代、元代到清代，在民間一直都有拔河。

現代拔河比賽，可分為傳統拔河和新式八人制拔河，傳統拔河比賽只要雙方人數相同就好，無人數規範，也無體重限制（歐文銘，2014）。後來，隨著時代進步，國際上慢慢發展出新式八人制拔河，制定了較詳細的規則，例如「後位」、「鎖繩犯規」等規則，另外，對於比賽繩的尺寸、比賽鞋的規格等，也有明確的規定（中華民國拔河運動協會，2019）。我國知名的拔河隊，有台北市景美女中拔河隊、台中市神圳國中拔河隊、高雄市甲仙國小拔河隊，及宜蘭縣蓬萊國小拔河隊等。

(二) 壽豐國中拔河隊簡介

花蓮縣壽豐國中拔河隊，成立於民國 103 年。它的前身是民國 98 年成立的花蓮縣豐裡國小拔河隊，國小老師因為小孩頑皮，所以用拔河運動來消耗他們的體力。這些小學生畢業後，想繼續練習拔河，所以才有了壽豐國中拔河隊。

拔河隊成立已歷經八屆，累計隊員約 50 餘名。平時在平日放學後到鄰近的豐裡國小，與國小學弟妹一起鍛鍊肌耐力，並輪流使用油壓式拔河訓練模擬機練習。早期因經費不足，曾就地取材，以鐵框架與鐵片製作簡易拔河機，跟其他學校募款購買拔河鞋，克難練習。後來因成績優異，獲得獎學金，再加上地方媒體報導，以及跟教育部申請計畫經費，才更換設備和裝備。

從民國 98 年至今，歷屆教練分別是：劉彥、劉道一、廖彥宏、黃致翔及高峻暉。目前由豐裡國小黃致翔主任及高峻暉老師擔任教練。在訓練方面，由教練依隊員的身高、體重、肌力等身體素質，來鍛鍊肌力、安排隊形、調整姿勢及規劃戰術。

在國小拔河訓練的基礎上，近年來，壽豐國中拔河隊在全國與花蓮縣的拔河賽中屢獲佳績，逐漸嶄露頭角，累積名氣。目前最佳成績，曾在「教育部體育署 109 年度全國各級學校室外拔河比賽」中，榮獲全國國中男子乙組第一名。

拔河隊的孩子，質樸、踏實、樂觀、開朗，兼顧日常課業與拔河練習，在苦練中鍛鍊出堅忍意志，並培養出絕佳默契，展現同甘共苦、互相扶持的團隊合作精神，是壽豐國中引以為傲的瑰寶。

二、影響拔河拉力的力學因素

（一）拔河的力學原理

我們在文獻資料上讀到，影響拔河拉力的因素，主要和物理學的力學原理有關，會用到合力、分力、力矩、力臂等知識。「合力」是指很多人的力氣合在一起，拔河的合力，是把八位隊員的力氣合在一起；「分力」是指每一個力都可以分解成兩個互相垂直的力，拔河的分力，是每一位隊員的力，都可分為向後的拉力，和向下的重力；有一個力學公式是「力矩=力 X 力臂」，「力矩」是指用力讓一個物體旋轉的物理量，「力臂」則是從支點到力的延長線的垂直距離。

舉例來說，在拔河運動中，如果我方隊伍的拉力越大，或重力臂越長，力矩就會越大，讓我們產生一個旋轉向下的力矩，讓整個隊伍向後仰，把對方隊伍拉過來，而對方隊伍則產生一個旋轉向上的力矩，讓整個隊伍向前傾。

（二）關節角度和拔河拉力的關係

文獻提到，拔河時，身體後仰的姿勢，以及髖關節和膝關節的角度，會影響拔河的拉力。拔河選手以雙腳為支點，在身體後仰時，會讓身體和地面形成的角度變小，讓重力臂（重力和支點的距離）變長，會產生較大的重力矩，來對抗對手的拉力，比較不會被對手拉走（徐玉齡、張立羣，2008）。另外，拔河選手的髖關節角度介於 101 到 133 度、膝關節角度介於 101 到 136 度時，會有最大拉力值（涂瑞洪、王金成、蔡三雄，1997）。

（三）隊形和拔河拉力的關係

文獻提到，拔河隊形依身高由高到矮排列，在拔河過程中，拉力向斜下，可降低整體隊伍的重心，加大整體的重力矩，不易向前翻轉（林雅涵、陳子晴，2017）；根據山本博男、中鳥芳邦的研究，青少年拔河隊身高從高到低隊形的拉力表現，會超越從低到高隊形，但原因有待探討（劉家呈，2008）。另外，根據郭昇、林良俊、陳膺成、謝和龍的研究，依選手體重進行出賽排序時，一般會把體重最重的選手，安排在第一位和第八位，且第一位體重較重時，獲勝機會較大（劉家呈，2008）。

三、不同關節角度對拉力的影響

（一）髖關節角度對個人拔河拉力的影響

由表 2 可知，在所有實驗組（A1、B1、C1）和對照組（A2、B2、C2）中，實驗組的前後測有明顯差異，對照組則否。在三組實驗組中，A、B 兩組髖關節大角度的實驗結果一致，髖關節大角度的拉力平均值，大於慣用拔河姿勢的拉力平均值，而 C 組的實驗結果則相反，因此可部分驗證研究假設 1。A、

B、C 三組髖關節小角度的實驗結果一致，髖關節小角度的拉力平均值，都小於慣用拔河姿勢的拉力平均值，可驗證研究假設 2。

髖關節大角度、慣用拔河姿勢和拉力之間的關係，A、B 兩組呈現一致性：A1、B1 髖關節角度在大於慣用拔河姿勢髖關節角度的情況下，有較大拉力，但 C1 則相反，C1 不一致的現象，還需要進一步釐清原因。

髖關節小角度、慣用拔河姿勢和拉力之間的關係，A、B、C 三組呈現一致性：A1、B1、C1 髖關節角度在小於慣用拔河姿勢髖關節角度的情況下，有較小拉力。

表 2 髖關節角度對個人拉力影響的實驗結果

| 組別 | 前測 | | 實驗組後測 | | | | 對照組後測 |
|-----|----------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| | 慣用拔河姿勢髖關節角度(°) | 慣用拔河姿勢拉力值(kg) | 髖關節大角度角度(°) | 髖關節大角度拉力值(kg) | 髖關節小角度角度(°) | 髖關節小角度拉力值(kg) | 慣用拔河姿勢拉力值(kg) |
| A1 | 144 | 73 | 167 | 61 | 138 | 49 | — |
| | 143 | 68 | 158 | 70 | 139 | 54 | — |
| | 149 | 57 | 151 | 77 | 133 | 49 | — |
| 平均值 | 146 | 66.0 | 159 | 69.3 | 137 | 50.7 | — |
| A2 | 152 | 54 | — | | | | 53 |
| | 139 | 50 | — | | | | 48 |
| | 136 | 47 | — | | | | 49 |
| 平均值 | 142 | 50.3 | — | | | | 50.0 |
| B1 | 160 | 31 | 172 | 36 | 145 | 32 | — |
| | 163 | 34 | 170 | 36 | 145 | 31 | — |
| | 166 | 34 | 171 | 35 | 146 | 29 | — |
| 平均值 | 163 | 33.0 | 171 | 35.7 | 145 | 30.7 | — |
| B2 | 154 | 34 | — | | | | 35 |
| | 145 | 35 | — | | | | 32 |
| | 159 | 31 | — | | | | 33 |

| | | | | | | | |
|-----|-----|-------------|-----|-------------|-----|-----------|------|
| 平均值 | 153 | 33.3 | - | | | | 33.3 |
| C1 | 135 | 34 | 196 | 22 | 156 | 25 | - |
| | 145 | 34 | 183 | 25 | 152 | 28 | - |
| | 140 | 33 | 186 | 26 | 155 | 28 | - |
| 平均值 | 140 | 33.7 | 188 | 24.3 | 154 | 27 | - |
| C2 | 146 | 37 | - | | | | 38 |
| | 153 | 37 | - | | | | 36 |
| | 150 | 35 | - | | | | 36 |
| 平均值 | 150 | 36.3 | - | | | | 36.6 |

(二) 膝關節角度對拉力的影響

由表 3 可知，在所有實驗組（A1、B1、C1）和對照組（A2、B2、C2）中，實驗組的前後測有明顯差異，對照組則否。在三組實驗組中，A、B 兩組膝關節大角度、小角度的實驗結果一致，拉力平均值都大於慣用拔河姿勢的拉力平均值，而 C 組的實驗結果則相反，可部分驗證研究假設 3 和研究假設 4。

膝關節大角度、慣用拔河姿勢和拉力之間的關係，A、B、C 三組呈現不一致性：A1 膝關節角度在大於慣用拔河姿勢膝關節角度的情況下，有較大拉力；B1 膝關節角度在等於慣用拔河姿勢膝關節角度的情況下，有較大拉力；C1 膝關節角度在小於慣用拔河姿勢膝關節角度的情況下，有較小拉力。這些不一致的現象，需要進一步釐清原因。

膝關節小角度、慣用拔河姿勢和拉力之間的關係，A、B 兩組呈現一致性：A1、B1 膝關節角度在小於慣用拔河姿勢膝關節角度的情況下，有較大拉力；C1 膝關節角度在小於慣用拔河姿勢膝關節角度的情況下，有較小拉力，C1 不一致的現象，還需要進一步釐清原因。

表 3 膝關節角度對個人拉力影響的實驗結果

| 組別 | 前測 | | 實驗組後測 | | | | 對照組後測 |
|----|----------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| | 慣用拔河姿勢膝關節角度(°) | 慣用拔河姿勢拉力值(kg) | 膝關節大角度角度(°) | 膝關節大角度拉力值(kg) | 膝關節小角度角度(°) | 膝關節小角度拉力值(kg) | 慣用拔河姿勢拉力值(kg) |
| A1 | 155 | 73 | 167 | 82 | 151 | 68 | - |

怎樣拔才會贏？—八人制拔河不同關節角度和隊形對拉力的影響

| | | | | | | | |
|-----|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|------|
| | 155 | 68 | 173 | 94 | 151 | 65 | — |
| | 173 | 57 | 174 | 95 | 153 | 71 | — |
| 平均值 | 161 | 66.0 | 171 | 90.3 | 152 | 68.0 | — |
| A2 | 140 | 54 | — | | | | 54 |
| | 136 | 50 | — | | | | 52 |
| | 137 | 47 | — | | | | 46 |
| 平均值 | 138 | 50.3 | — | | | | 50.6 |
| B1 | 180 | 31 | 180 | 37 | 153 | 39 | — |
| | 181 | 34 | 182 | 37 | 154 | 39 | — |
| | 182 | 34 | 181 | 38 | 154 | 40 | — |
| 平均值 | 181 | 33.0 | 181 | 37.3 | 154 | 39.3 | — |
| B2 | 145 | 34 | — | | | | 33 |
| | 142 | 35 | — | | | | 35 |
| | 151 | 31 | — | | | | 34 |
| 平均值 | 146 | 33.3 | — | | | | 34 |
| C1 | 140 | 34 | 187 | 29 | 140 | 27 | — |
| | 147 | 34 | 188 | 30 | 143 | 28 | — |
| | 148 | 33 | 188 | 30 | 149 | 32 | — |
| 平均值 | 145 | 33.7 | 188 | 29.7 | 144 | 29.0 | — |
| C2 | 154 | 37 | — | | | | 37 |
| | 154 | 37 | — | | | | 35 |
| | 154 | 35 | — | | | | 36 |
| 平均值 | 154 | 36.3 | — | | | | 36.0 |

四、不同隊形對拉力的影響

(一) 依身高排列隊形對團體拔河拉力的影響

由表 4 可知，比賽隊形的拉力平均值，大於由高到矮隊形、由矮到高隊形的拉力平均值，可推翻研究假設 5，但可驗證研究假設 6。由此可見，兩種依身高排列的隊形，比起比賽隊形，都有較小拉力。另外，比賽隊形的拉力平均值，和由矮到高隊形的拉力平均值相比，有明顯差異。

表 4 隊形依身高排列對團體拔河拉力影響的實驗結果

| 項次 | 前測 | 後測 | |
|-------|---------------|-----------------|-----------------|
| | 比賽隊形的拉力值 (kg) | 由高到矮隊形的拉力值 (kg) | 由矮到高隊形的拉力值 (kg) |
| 第 1 次 | 410 | 420 | 370 |
| 第 2 次 | 415 | 408 | 378 |
| 第 3 次 | 418 | 409 | 377 |
| 平均值 | 414.3 | 412.3 | 375 |

(二) 依體重排列隊形對團體拔河拉力的影響

由表 5 可知，比賽隊形的拉力平均值，大於由輕到重隊形、由重到輕隊形的拉力平均值，可推翻研究假設 7，但可驗證研究假設 8。由此可見，兩種依體重排列的隊形，比起比賽隊形，都有較小拉力，另外，比賽隊形的拉力平均值，和由輕到重隊形的拉力平均值相比，有明顯差異。

表 5 隊形依體重排列對團體拔河拉力影響的實驗結果

| 項次 | 前測 | 後測 | |
|-------|---------------|-----------------|-----------------|
| | 比賽隊形的拉力值 (kg) | 由輕到重隊形的拉力值 (kg) | 由重到輕隊形的拉力值 (kg) |
| 第 1 次 | 410 | 368 | 400 |
| 第 2 次 | 415 | 363 | 403 |
| 第 3 次 | 418 | 374 | 361 |
| 平均值 | 414.3 | 368.3 | 388.0 |

參●結論與建議

一、研究結論

民國 103 年，以豐裡國小拔河隊為基礎，所成立的壽豐國中拔河隊，至今已八屆。目前在豐裡國小黃致翔主任、高峻暉老師兩位教練帶領下，在花蓮縣及全國的室內外拔河賽，累積了許多比賽經驗，有亮眼的成績。拔河隊在訓

練時，由教練依隊員的身高、體重、肌力等身體素質來調整姿勢及安排隊形。

本研究的研究者多為拔河隊員，在閱讀研究文獻後，為了進一步了解關節角度和隊形對拔河拉力的影響，而進行實驗。實驗結論如下：

- (一) 採取髖關節大角度，比起慣用拔河姿勢，不一定有較大個人拉力
- (二) 採取髖關節小角度，比起慣用拔河姿勢，有較小個人拉力
- (三) 採取膝關節大角度，比起慣用拔河姿勢，不一定有較大個人拉力
- (四) 採取膝關節小角度，比起慣用拔河姿勢，不一定有較大個人拉力
- (五) 比賽隊形，比起依身高或體重排列隊形，都有較大團體拉力

二、研究建議

本研究得到較明確的結論是：採取髖關節小角度，比起慣用拔河姿勢，有較小個人拉力。因此，可以建議我們的拔河隊員，在比賽時盡量把身體後仰，避免因為髖關節角度較小，而造成個人拉力較小的情況，或許較有機會在比賽中獲勝。另外，未來若有時間，希望能做更多次實驗，蒐集更多、更完整的數據，透過分析討論，來得出更明確且對拔河隊有幫助的結論。

三、研究限制

本研究沒有控制好控制變項。在測量膝關節角度時，本來是想藉由彎曲膝蓋、打直膝蓋，區別角度小和角度大，來觀察拉力的差異。但是，在實驗過程中，我們發現上半身的傾斜角度也會影響拉力，而我們沒有控制好每次測量時的上半身角度，所以才導致每次實驗結果差異較大，讓實驗結果呈現不一致現象，讓我們較難分析，有待進一步分析原因。

肆●引註資料

林雅涵、陳子晴（2017）。**繩力超人-以物理的角度分析拔河運動**。全國高級中等學校小論文比賽得獎作品。

徐玉齡、張立羣（2008）。八人制拔河運動之啟動步動作分析。*華人生物運動力學期刊*。

涂瑞洪、王金成、蔡三雄（1997）。拔河靜態姿勢下肢伸展肌群蹬力之彈性特徵探討。*體育研究*，3，137-150。

歐文銘（2014）。**國小室內八人制拔河持續水平拉力最佳體角之研究**。國立臺東大學教育學系學校行政碩士在職專班碩士論文。

劉加呈（2008）。八人制拔河團隊隊形比賽起始階段之運動學分析。國立臺灣師範大學體育學系在職進修碩士班碩士論文。

中華民國拔河協會（2019）。國際拔河運動比賽規則。取自

<https://student.hlc.edu.tw/action/file/179/20210926141923364.pdf>

中華民國拔河運動協會網站。http://www.tugofwar.org.tw/?page_id=1463