



靜宜體育

Providence University, Physical Education

第十六期 2026



目 錄

王文忠

結構化重複練習對大學生籃球罰球表現之影響：動作一致性與 表現穩定性之觀點-----	1
--	---

謝佑欏¹、謝雅仁²、黃怡仁^{3*}

排球規則「持球」定義之再思考：析論國際排球總會規則修訂 趨勢-----	8
--	---

陳奐希^{1*}、李元宏²、曾沈連魁³

合作學習教學模式運用在大學體育課的教學成效-----	22
----------------------------	----

李東壕¹、曾玫蕙^{2*}

甜菜根補充對耐力計時賽運動表現之影響：文獻回顧-----	33
------------------------------	----

結構化重複練習對大學生籃球罰球表現之影響：動作一致性與表現穩定性之觀點

王文忠

國立體育大學體育研究所

國立體育大學體育學院

通訊作者：王文忠

地址：333325 桃園市龜山區文化一路 250 號

電話：0978-152503

E-mail：a982159177169@gmail.com

摘要

目的：本研究旨在從動作控制觀點出發，探討結構化重複練習對大學生籃球罰球表現之影響，並分析動作一致性與表現穩定性之變化機制。**方法：**以 138 名大一男學生為研究對象，採準實驗設計，進行三回合罰球測驗，每回合連續投擲 11 球。透過單組重複量數變異數分析 (one-group repeated measures design) 檢驗不同練習回合間命中表現之差異，並分析其變化趨勢。**結果：**結果顯示，隨著練習回合增加，罰球命中數呈現顯著上升趨勢 ($F(2, 268) = 7.16, p < .001, \eta^2 p^2 = .05$)。事後比較顯示第三回合顯著優於第一回合 ($p < .01$)，顯示結構化重複練習具有明確之學習效果。**結論：**本研究結果支持動作控制理論中「動作變異收斂」之觀點，顯示重複練習能有效促進動作一致性並提升表現穩定性。即使為非專業運動員，透過適當設計之練習模組，仍可在短時間內產生顯著技能提升。本研究補足過去多以群體差異為主之研究缺口，從縱向變化角度說明技能學習歷程，並提供大學體育教學具體且可操作之訓練設計依據。

關鍵字：籃球罰球、重複練習、表現穩定性、動作變異、動作學習

壹、前言

罰球 (free throw) 是籃球競賽中少數不受防守干擾的得分機制，其穩定性直接影響比賽結果。根據研究，罰球得分在現代籃球比賽總得分中佔 25%至 30% (吳承祐等, 2022; 梁嘉音、卓俊伶, 2012)。對一般大學生而言，罰球表現往往因缺乏一致的動作節奏與心理穩定性，導致命中率起伏甚大。因此，探討如何透過有效的教學模組建立穩定的動作模式，是體育教學的核心議題。

運動控制理論指出，技能表現的優劣取決於個體對動作變異性的控制能力。高水準選手能透過長期訓練，發展出具備高度動作一致性(movement consistency)的投籃技術(Ogawa et al., 2019)。一致性不僅體現在球體釋放的角度與速度，更源於對全身關節協調的穩定掌握。當學習者能減少釋放參數的變異數(variance)，即可提升表現的預測性與成功率(Coves et al., 2020)。

在結構化練習情境中，學習者透過反覆執行任務產生動作優化，即為學習效果(learning effect)。在籃球罰球表現中，影響命中率的因素包括動作節奏、出手一致性與身體協調控制等。相較於認知或視覺策略，本研究更聚焦於動作執行層面的穩定性，特別是透過重複練習所形成的動作節奏(rhythm)與例行動作(shooting routine)，以解釋一般大學生在短時間內產生表現變化的機制。

綜合上述，本研究從動作控制理論與動作變異觀點出發，探討結構化重複練習對大學生籃球罰球表現之影響，特別聚焦於動作一致性與表現穩定性之變化歷程。不同於多數以群體差異為主之研究，本研究關注同一學習者在短時間內經由重複練習所產生之縱向變化，藉此檢視動作變異是否隨練習歷程逐步收斂，並進一步提升投籃表現穩定性，預期隨著結構化重複練習回合增加，受試者之罰球命中數將呈現逐步提升趨勢。

貳、研究方法

一、研究對象

本研究對象為北部某大學 138 位大一男學生(平均年齡 21.01 ± 2.04 歲)，皆

參與同一門體育必修課程，確保教學條件之同質性。

二、實驗設計與流程

本研究採單組重複量數設計(one-group repeated measures design)，並以單因子重複量數變異數分析(one-way repeated measures ANOVA)進行資料分析，所有測驗皆於標準室內籃球場進行。受試者在正式測驗前先進行約 5 分鐘全身熱身並完成 5 次試投，以熟悉罰球動作與場地環境；隨後進行三回合罰球測驗，每回合連續投擲 11 球，且每回合結束後安排 3 分鐘休息以降低疲勞干擾。為維持出手節奏一致性(shooting rhythm consistency)，研究要求受試者接球後須於 5 秒內完成出手，整體流程均由同一位教師與助理監督與記錄。

三、統計分析

本研究採用單因子重複量數變異數分析(one-way repeated measures ANOVA)，以檢驗不同練習回合之表現差異。本研究重點分析「回合」之主效果與趨勢分析，以驗證學習效果。顯著水準設定為 $\alpha = .05$ 。

參、結果與討論

一、罰球練習回合之學習效果

相關描述統計與平均命中數變化如表 1 與圖 1 所示，重複量數變異數分析結果顯示，不同練習回合之罰球命中數達顯著差異， $F(2, 268) = 7.16, p < .001, \eta p^2 = .05$ 。事後比較顯示，第三回合顯著高於第一回合($p < .01$)，第二回合則介於兩者之間，顯示罰球表現隨練習回合呈現顯著線性上升趨勢。

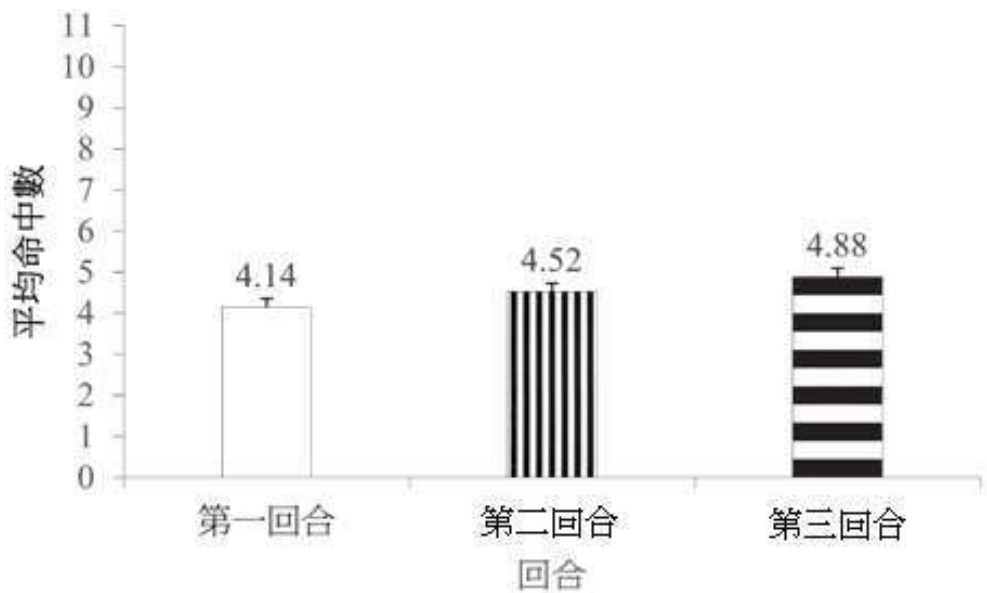
此結果顯示，在相同學習條件下，短時間內的重複練習可能促進動作表現之漸進改善。

表 1

不同練習回合之罰球命中數變化表

	第一回罰球 (11 球)	第二回罰球 (11 球)	第三回罰球 (11 球)
平均數	4.14	4.52	4.88
標準差	2.10	2.07	2.18

圖 1
不同練習回合之罰球平均命中數變化圖



二、綜合討論：動作穩定性之機制意涵

本研究結果顯示，隨著結構化重複練習回合增加，罰球命中表現呈現穩定提升趨勢，顯示短時間內之練習歷程可能涉及動作控制系統之調整。

從動作控制觀點而言，此現象可由「動作變異收斂」加以解釋。在初始階段，學習者之動作輸出具有較高變異性，導致表現不穩定；然而隨著重複執行，個體逐漸形成較穩定之動作參數配置，包括出手節奏、力量控制與動作協調模式，使整體表現趨於一致(Ogawa et al., 2019)。此結果支持動作學習理論中「變異性降低 → 穩定性提升」之基本假設，此結果間接支持 Schmidt 動作程式理論所強調之動作規則化歷程。

此外,「11 球一組」之結構化設計提供高密度重複回饋,使學習者得以在短時間內進行錯誤修正與動作調整,進而形成暫時性動作穩定狀態(temporary motor stabilization)。

值得注意的是,本研究對象為一般大學生,在未接受專業訓練情境下仍呈現顯著學習趨勢,顯示人類動作系統具備高度適應性,亦支持體育教學中結構化重複練習之實務價值。

肆、結論與建議

一、結論

本研究結果顯示,在相同學習條件下,結構化重複罰球練習可能有助於提升大學生之投籃表現,並呈現逐步改善趨勢。

此現象可從動作變異降低與動作一致性提升之角度加以解釋,顯示短時間重複練習可能影響動作控制穩定性。本研究補足過去以群體比較為主之研究設計,提供動作學習歷程之縱向觀察證據。

二、研究限制與建議

本研究仍存在若干限制。首先,研究對象僅限大一男性學生,樣本外推性有限。其次,本研究未直接量測動作運動學參數(如出手角度與速度),因此對動作一致性之推論仍屬間接推估。

未來研究可結合動作捕捉或生物力學分析,以更精確驗證動作變異與表現穩定性之關係。

參考文獻

吳承祐、陳南福、張淳皓、何金山 (2022)。籃球運動投籃之相關文獻探討。 *中原體育學報*, (18), 18-27。 [https://doi.org/10.6646/CYPEJ.202207_\(18\).0003](https://doi.org/10.6646/CYPEJ.202207_(18).0003)

梁嘉音、卓俊伶 (2012)。籃球罰球投籃準確性的前況效應。 *大專體育學刊*, 14(1),

24-31。 <https://doi-org.ntsuiidm.oclc.org/10.5297/ser.1401.003>

Coves, A., Caballero, C., & Moreno, F. J. (2020). Relationship between kinematic variability and performance in basketball free-throw. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(6), 1-12.

<https://doi.org/10.1080/24748668.2020.1820172>

Ogawa, M., Hoshino, S., & Fujiwara, M. (2019). Relationship between basketball free-throw accuracy and other performance variables among collegiate female players. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 8(3), 127-136.

<https://doi.org/10.7600/JPFMSM.8.127>

Effects of Structured Repetitive Practice on Basketball Free-Throw Performance in College Students: A Perspective on Movement Consistency and Performance Stability

Wen-Zhong Wang

Graduate Institute of Physical Education, National Taiwan Sport University, Taoyuan

College of Kinesiology, National Taiwan Sport University, Taoyuan

Corresponding Author: Wen-Zhong Wang

E-mail: a982159177169@gmail.com

Abstract

Purpose: This study aimed to examine the effects of structured repetitive practice on basketball free-throw performance among university students from a motor control perspective, with a focus on movement consistency and performance stability. **Methods:** A total of 138 male freshmen participated in this quasi-experimental study. All participants performed three rounds of free-throw practice, with 11 consecutive shots per round. This study adopted a one-group repeated measures design to analyze differences in shooting performance across practice rounds. **Results:** The results indicated a significant improvement in free-throw performance across rounds, $F(2, 268) = 7.16, p < .001, \eta^2 p^2 = .05$. Post hoc comparisons revealed that performance in the third round was significantly higher than that in the first round ($p < .01$), demonstrating a clear practice effect. **Conclusion:** The findings support the motor control perspective that repeated practice reduces movement variability and enhances performance stability. Even among non-expert performers, structured practice can facilitate rapid skill improvement. This study extends previous research by focusing on within-subject longitudinal changes rather than between-group comparisons, and provides practical implications for physical education instruction design.

Keywords: basketball free-throw, repetitive practice, performance stability, movement variability, motor learning

排球規則「持球」定義之再思考：析論國際排球總會規則修訂趨勢

謝佶欏¹、謝雅仁²、黃怡仁^{3*}

¹ 國立體育大學體育研究所

² 國立臺中科技大學體育室

^{3*} 長庚科技大學通識中心

通訊作者：黃怡仁

地址：333324 桃園市龜山區文化一路 261 號

電話：(03)211-8999#5695

E-mail：yzhwang@gmail.com

摘要

目的：排球運動自 1895 年創立以來，即以「擊球」作為核心技術原則。然而，在實際比賽中，就「擊球」的特性而言，是否構成「持球」的界線則長期仰賴裁判主觀意識的即時判斷，屬於排球規則的模糊地帶。本文旨在釐清「持球」的定義，並分析排球運動的發展趨勢。**方法：**本文透過國際排球規則的文本分析與競賽實務的觀察，檢視「持球」概念的規則演變與於運動場域的規範功能，並分析國際排球總會近年規則修訂所反映的發展趨勢。**結果：**排球運動的「持球」規則已逐漸由維持高度技術水準的規範工具，轉變為平衡運動競賽流暢度、裁判判決尺度與觀賞性的治理機制。**結論：**未來國際排球規則的修訂將綜合評估運動全球化發展下之趨勢，在不違反排球運動的本質精神下，強化裁判僅以「明顯犯規」進行判決，反映現代運動對於娛樂性與比賽流暢性的提升趨勢。

關鍵字：運動規則、運動裁判、運動全球化、運動治理、裁判教育

壹、緒論

排球運動自 1895 年創立以來，已逐漸發展為制度化且全球普及的競技運動，並為奧運項目之一。排球運動由威廉·摩根 (William G. Morgan) 所創立，原始名稱為「Mintonette」，其設計此運動的初衷是希望用一種比籃球較為溫和且身體接觸較少的團體運動，使不同年齡層均能參與，後來該運動的進行方式則要求必須使球體在空中來回擊打 (volley)，而被正式命名為「volleyball」(Jabbarov, 2024; Reeser, 2003)。因此，「擊球」(hit) 成為排球運動重要的核心。而對排球規則有所了解，才能保障運動員能在公平競賽的條件下，合法地進行各種動作(溫良財，2007)。

排球規則對於球的處理有明確限制。依據國際排球總會 (Fédération Internationale de Volleyball, FIVB) 最新修訂頒佈的官方規則 (2025-2028)，9.2.2 規定「球必須擊打，不可持球或拋球，球可反彈至任何方向」(Fédération Internationale de Volleyball [FIVB], 2025)。此一規定對於擊球的特性 (characteristics of the hit) 即有明確規範，並於 9.3.3 指出擊球的犯規 (faults in playing the ball) 包括「持球」(catch) 在內，亦即「球被持球、拋球而非被打擊反彈回去」(FIVB, 2025)。

儘管排球規則對於持球犯規已有原則性規定，但在實際排球競賽中，裁判對於持球犯規的判決仍為最具爭議性的判決之一。丹麥哲學家祁克果 (Søren Aabye Kierkegaard) 曾言：「所有哲學問題都是定義問題」(轉引自林佳和，2015，頁 139)，對於持球的定義也不例外。研究者 (本文第一作者為資深排球裁判，第二作者曾任排球國家代表隊選手，通訊作者為大專排球聯賽控制委員) 以自身實務經驗觀察，由於排球規則並未對觸球時間或控制程度提供明確的量化標準，則持球犯規的判斷並非單純依賴規則文本，而是裁判於執法時，依據球員動作、球體反彈狀態與比賽情境即時進行判斷。Dix 等 (2023) 即指出，持球犯規的判決高度仰賴比賽的臨場情境，且常涉及裁判主觀判斷。此外，在高壓且快速變動的競

賽情境中，裁判判決可能會受到壓力與心理因素影響，使判決結果具有一定程度的不確定性 (Hancock & Pizzera, 2025; Klatt et al., 2025)。因此，不同裁判在相似情境下卻可能作出不同判決，此一現象即涉及「裁判判決一致性」的問題。尤其在舉球 (setting)、防守救球 (dig) 或快速組織進攻等情境下，球與手部的接觸時間極為短暫，更加難以辨識，促使「持球」與「合法擊球」的界線變得更加模糊。在「快速、不可測」的競賽過程中，需要仰賴裁判高度的專業能力、敏銳度與臨場經驗 (李晨鐘，2017)。然而，在比賽的過程中，常見球隊必須「適應」裁判的執法尺度 (黃建松、江欣惇，2005)。儘管有研究指出國內排球裁判對自己的專業表現感覺良好 (李晨鐘，2010)，Baleh 與 Scott (2007) 則指出運動員、教練及觀眾對於裁判均抱持負面評價。

隨著運動全球化的發展，在媒體轉播、跨國賽事市場與商業贊助體系的推動下，現代運動已從單純競技活動轉變為高度商業化的運動文化和產業發展，運動規則的設計亦因此受到電視轉播需求與觀眾偏好的影響 (蘇麗婷、吳燕珊，2003; Maguire, 1999; Rowe, 2004)。近年排球規則修訂即以提升比賽流暢性與精彩程度為核心目的 (FIVB, 2021)。FIVB 為了提升比賽的流暢性、簡化排球規則，同時提升球迷的理解與參與度，於 2026 年 2 月 27 日公布將對於當年度的國際賽事進行測試的一系列新規則。然而，在多數傾向放寬的趨勢下，裁判針對攻擊時的擊球犯規尺度卻可能更加嚴格，對於「推球、持球、接球、擲球、吊球」等擊球動作，要求「球不可被抓住或投擲，攻擊動作包括帶球轉向、雙手攻擊、推球、張開手推球製造攔網出界 (open-hand block outs) 以及持球」，只允許接觸時間極短的「吊球」 (tipping) 動作 (FIVB, 2026)。此一作法突顯 FIVB 在排球運動發展上的矛盾，對於持球的「規範嚴謹性」，將使排球規則傾向「流暢性」的趨勢陷入膠著狀態。

綜合上述脈絡可知，「持球」已成為排球規則修訂的重要焦點之一。其不僅為技術性規範，更涉及裁判判決意識、規則文本解釋與運動全球化的發展等多重面向。排球規則的修訂通常與提升比賽流暢度、保護運動員安全及增加觀賞性等

目標密切關連 (Uluöz, 2017)。規則修改亦可能影響比賽技術與戰術結構，例如網高或場地尺寸調整會直接改變比賽節奏與技術選擇 (Palao et al., 2024)。因此，排球運動的發展並非單純的技術進步，而是由運動規則、競賽制度、技術演變與社會文化因素共同構成的歷史過程。排球規則除了是技術規範的工具外，更是運動治理的重要制度工具 (Geeraert, 2018)。然而，究竟應如何定義排球規則中的「持球」概念？如何構成持球犯規？裁判在實際比賽中應如何判決？是否存在特定條件使判決趨於一致而非模糊？FIVB 對於排球規則的修訂又將有何種發展趨勢的可能？仍尚待釐清。過去排球相關學術研究多集中於運動技術分析、心理學或其他運動科學領域 (陳政達等，2002；蕭政毅等，2013)，對於排球規則本身及其制度意義之探討仍相對不足。因此，有必要從規則文本的解釋與競賽實務的角度，重新檢視「持球」犯規的規範內涵與於競賽制度上的功能。故而，本文研究目的即在於釐清排球規則「持球」的定義，並分析排球運動的發展趨勢。

貳、研究方法

本文旨在分析排球運動中「持球」規則的定義、裁判判決及其發展趨勢，涉及規則文本、裁判主觀意識與商業化發展的考量。因此，在研究取徑上係以文本分析為主，並以研究者對於競賽實務的觀察，建構對於「持球」犯規判斷的參考建議。

在文本分析層面，乃蒐集並比較 FIVB 近年國際排球規則修訂的部分，同時檢閱「裁判技術手冊」(Refereeing Guidelines and Instructions) 及「排球案例手冊」(Volleyball Casebook)。期能透過系統性整理與分析，釐清持球的定義和排球規則演變的脈絡，並進一步對持球的概念釋義。另一方面，則透過研究者實際觀察裁判於排球比賽的判決，分析規則在實務運作的邏輯。準此，有助於驗證規則文本與裁判執法實務是否造成落差，提供社群中的行動者對於「持球」應秉持的正確觀念 (黃建松、江欣惇，2005)。

此外，由於沙灘排球及其他類型的排球規則，與本文聚焦的「室內」排球在

制度上差異較大，故未納入本文研究範圍。

參、結果與討論

一、排球比賽擊球的特性

「擊球」是比賽中球員觸球的任何動作。各隊均賦予最多三次的擊球機會將球擊回對區，若超過就構成四擊球犯規。對於比賽中的擊球犯規，只有第一裁判有權鳴笛，其他裁判人員如果發現有擊球犯規的情況，只能以手勢提醒（即第二裁判）第一裁判注意。而在判斷是否構成擊球犯規，應以視覺觀察為主；因此，第一裁判的視線應隨球體移動，注意球員與球接觸的部位，判斷擊球的瞬間，其動作是否犯規，絕對不可以受球員擊球前、後的身體姿勢或擊球聲音而影響對於擊球的判斷（FIVB, 2024a）。

擊球時，可以用身體任何部位觸球，但球必須擊打，不可持球或拋球，球可反彈至任何方向。球觸及身體數個部位時，必須同時觸及，但於球隊第一次擊球時，只要是發生在同一動作中，球可以連續觸及身體多處部位（FIVB, 2025）。而所謂「球隊第一擊球」則包括接發球（The service reception hit）、接攻擊球（The attack reception hit）、接對方攔網反彈回來的球（The hit of the ball coming from opponent's block）及接同隊隊友攔網後彈起的球（The hit of the ball coming from the team's own block）（FIVB, 2024a）；其中，「攻擊球」（attack hits）則是指「除發球及攔網外，一切將球擊向對方場地的動作」；在攻擊時允許吊球，但必須乾脆地打球，且球沒有被捉住或拋擲的情形（FIVB, 2025）。FIVB 於 2026 年對於新規則的測試，即是針對攻擊時的擊球犯規嚴格限制，這當中就包括「持球」在內。

從排球規則對於擊球特性的規範精神可知，排球運動的核心技術在於瞬間擊球與快速反應，因此有必要限制球員控制與球體接觸的時間。另一方面，擊球的特性有助於維持比賽節奏；如果允許球員長時間控制球體，則將降低比賽速度並改變運動本質。因此，排球規則透過限制球體接觸時間，使比賽維持高度且快速

二、「持球」犯規的概念與判斷

根據規則 9.3.3, 所謂「持球」是指球被持球、拋球而非被打擊反彈出去 (FIVB, 2025); 而根據「裁判技術手冊」規則解析 9.3 的說明, 「持球應包含兩個動作, 即抓住再將球拋出, 而擊球應為球體自接觸點彈出」 (FIVB, 2024a)。由此可知, 持球的意涵並不具體, 而是由不同的裁判對於自身素養的認知去評斷持球的標準, 造成不同比賽的裁判, 對於持球的尺度大不相同。準此, 第一裁判不得過於倉促地鳴笛, 除非能很明確地看見球被抓住及 (或) 拋出。此外, 根據研究者觀察, 於當今奧運的比賽中幾乎很少看見第一裁判鳴笛持球犯規, 可見近年來國際上對於持球的尺度有放寬的趨勢。甚至球員有單手舉球的動作時, 擊球必須藉由接觸的球質來判斷「球的反彈是柔性或硬性」、「球是否被抓住和/或拋出」 (FIVB, 2024b)。因此, 第一裁判執法時應了解此精神, 當球短暫完全靜止停留於身上任何部位, 或隨著身體接觸部位, 尤其是手上, 移動一段距離時才可能構成持球犯規。於此, 就運動技術的性質而言, 或可以網球抽球的概念來理解排球運動中的「持球」(李文良、許成源, 2005; 陳志榮, 2014); 於網球抽球時, 當球觸及球拍面, 再將球擊出時, 在動作上必須帶動, 因此會有一段時間, 應用在排球持球的概念上, 即可作相同理解。

排球規則對於持球的規定並沒有明文限制球員在某種身體姿勢, 或使球保持在某個部位的情況下擊球即構成持球犯規。球在身體偏左或偏右、偏高或偏低的情況下, 雖然容易造成持球犯規, 但不一定是持球。因此, 常見球員用單手或雙手的手指或掌心救球時, 被誤認屬於持球犯規。然而, 在判斷時, 本不應受球員擊球時身體所表現的姿勢而影響, 應把注意力集中在擊球瞬間的動作上, 這樣才能比較精準地判斷是否構成持球犯規 (黃建松、江欣惇, 2005)。

第一裁判如果想要準確判定持球, 應先建立正確的持球觀念與一致的持球尺度。前者有賴對於持球定義的瞭解以及對力學原理的分析; 後者則力求拿捏平

穩、寬嚴合理。針對第一裁判吹判的尺度而言，應該根據不同的對象與比賽的性質而有尺度上寬嚴的區別，讓球員能在合理範圍內藉由自身的發揮，在不違背規則精神下，讓球的運行能夠流暢。此外，對於球員接強力扣球、救球及處理各種難度較高的球，其持球尺度的拿捏上，為了鼓勵球員並增加比賽的精彩性，應可比較放寬，只有明顯的犯規才應該鳴笛犯規。例如：(一) 舉球員於跑動中擊球，或反應時間不足，或跳起來欲處理近網球時；(二) 在觸及攔網或是另一球員後，球員被迫於跑動中，或是在反應時間不足的情形下擊球；(三) 除了造成持球，球隊第一次擊球犯規的判罰可較寬鬆；(四) 球員可在紀錄台的完整範圍內將球擊回場區，包括位於球網另一側的任何部分 (FIVB, 2024a)。然而，最重要的是，第一裁判的尺度必須一致，不但只是對待雙方一致，而且各局均應一致，否則球員將無所適從。

基於上述的判斷原則，第一裁判還必須注意球員觸球時的穩定性，特別是使用佯攻（「吊球」）時改變球體方向。在攻擊過程中如果未造成持球的現象，「吊球」是被允許使用的；此處所稱的「吊球」是指（在球體完全高於球網時）球員使用單手或手指輕緩地執行攻擊。準此，第一裁判必須仔細觀察「吊球」的動作，如果球體在接觸之後未立即彈出，而是黏在手上或抓住，即構成持球犯規 (FIVB, 2024a)；在判斷上，即吊球時，手腕是否將球往反方向擊出。此外，如果球員的攔網動作不是單純攔截對方來球，而是抓住球（或是提、推、帶、丟、黏球），則構成持球犯規，但這種犯規不應被過度放大 (FIVB, 2024b)。

此外，在球隊第一次擊球時，如果球員是用手指進行傳球，當球在手指上停留一段時間後再彈出時，可以判定為持球犯規；但在目前 FIVB 主辦的比賽中，研究者亦觀察到，第一裁判通常只有當「球在手上或身體其它部位有完全靜止後再彈出時」，才判定為持球犯規。相反地，如果球停留在球員身體任何部位的時間較短，且動作連貫，球未完全停住靜止，即使球有倒轉，也不構成持球，此同樣適用於球隊的第二次擊球及第三次擊球。

三、國際排球規則修訂趨勢

排球規則因現實的需要而重新被修訂，以往修改規則的需求多源自於比賽中遇到的問題，常見者諸如比賽時間的掌控、進攻與防守的失衡現象；然而，現今規則的修訂大部分是為了提升比賽的觀賞性、提高運動員競技及生活水準，及使贊助商達到廣告及行銷效果而帶動商機，更重要的是透過規則的修訂引領運動技術提升 (溫良財，2007)。而「擊球」的規則與防守息息相關，限制愈少、愈寬鬆，更能促進防守能力提升，增加比賽精采度，吸引更多參與人口 (林獻龍，2000)。

近年來，FIVB 為了要讓比賽符合現代觀眾的期待，已做出許多改變。除了放寬擊球的標準、推行兩名「自由球員」(專項防守的球員)的制度、引進影像挑戰系統來提高比賽的公平性，也認可運動員的努力，並鼓勵任何可增進比賽流暢的政策來娛樂在現場或收看轉播的觀眾 (FIVB, 2025)。綜合 FIVB 對於排球運動的發展，可知其規則修訂主要有幾個重要的趨勢：

(一) 降低裁判對於技術性犯規的介入

近年 FIVB 逐步調整「擊球」的相關規則，強調裁判只有在「明顯違規」的情形下才能鳴笛犯規，否則不應過度介入而使比賽中止。

(二) 對於擊球特性判定的放寬

過去對於擊球的犯規，包括「持球」和「連擊」(double contact) 的要求較為嚴格，但從「裁判技術手冊」與「排球案例手冊」修訂的演變，以及在國際賽 FIVB 裁判的執法判決，可以觀察到 FIVB 已允許在特定條件下，放寬持球的尺度，且輕微的連擊不構成犯規。

(三) 提升比賽流暢的程度

FIVB 近年為鼓勵裁判在執法上能夠順利進行，也就是盡可能地減少在比賽中介入的機會，並促進比賽作為一種娛樂活動的進行，乃強調裁判不應該有「警察抓小偷的心態」積極鳴笛犯規，以防止「人為」因素所產生的爭議，以及在比

賽中的延誤情形和比賽中止方面的作用，並提倡裁判必須了解規則的哲學精神，創造更多的觀賞價值 (FIVB, 2024a)。

肆、結論

在排球比賽中，球員、教練、裁判，乃至於觀眾，都是構成比賽的重要因素，為了讓每一場比賽都能順利進行、各方都能欣然接受比賽結果，更需要大家對於排球規則有正確的認識 (黃建松、江欣惇，2005)。為了促進比賽流暢並增加精彩性，目前 FIVB 裁判對於球員接強力扣球、救球及處理各種難度較高的球，判決趨於放寬，只有明顯「將球抓住後再拋出」的動作，才可能構成「持球」犯規；以舉球員上手托球動作為例，當舉球員於觸球後改變手的方向並將球擊出，才可能構成持球。此外，FIVB 也強調，由於現行規則已開放球員於防守救球時，可於包括紀錄台在內的球網兩側將球擊回自己的比賽場區，因此除了明顯造成持球外，球隊第一次擊球是否構成持球犯規，亦宜放寬認定；且當舉球員於跑動中擊球，或反應時間不足，或跳起來欲處理近網球時，以及在觸及攔網或是另一球員後，球員被迫於跑動中，或是在反應時間不足的情形下擊球時，均可不認定為持球犯規。使得裁判可依據上述不同條件規範作為放寬持球認定的依據 (FIVB, 2024a)，當有球隊異議時，亦可據理清楚說明。

從排球規則對於「持球」概念的演變顯示，FIVB 對於排球運動的發展，係從強調維持高度技術水準，轉變為平衡比賽流暢度、裁判判決尺度與觀賞性的運動治理機制。未來排球規則的修訂可能持續朝向降低裁判對於技術性犯規的介入，並強化裁判對於明顯違規的判定。至於 2026 年所公布的新規則，裁判在未來是否真的對「持球」的判決改變為更加嚴格，則有待測試後的具體成效評估。

在競技運動的過程中，裁判扮演重要的角色，以排球而言，除了對持球定義的瞭解以及對力學原理的明確認知外，裁判的動態視力尤為重要；倘如精準確認球員觸球瞬間的擊球情形，則更能判斷持球與否。因此，在排球裁判的養成上，建議裁判應熟讀規則，除了規則文本外，更應擴及「裁判技術手冊」與「排球案

例手冊」；同時也應擁有良好的個人操守與崇高的職業品德，以維持比賽的公平。

而為了能有更精準的判斷力，裁判的體能提升也非常重要（劉春來、涂瑞洪，2014）。裁判宜於執法空檔時，多以球員角色參與排球競賽，除了可融入場域身歷其境外，更能在執法上提升個人健康的體能與精準的判斷力。

由於本文僅以文本分析和研究者的實務觀察作為主要的研究方法，未進行實證訪談或量化統計分析，因此在裁判實際判決行為的分析上，仍可能存在限制。未來研究可進一步透過訪談裁判了解裁判判決分析，或進行實際比賽影像分析的量化資料，加以探討不同競賽層級中持球判決的實際運作情形，深化排球社群對於排球規則的理解，並補強實證資料。

參考文獻

- 李文良、許成源 (2005)。從管理層面探討大專院校體育課程之分類。 *國立金門技術學院學報*，1，43-65。 <https://doi.org/10.7057/JNKIT.200503.0043>
- 李晨鐘 (2010)。排球裁判專業素養量表之編製。 *大專體育學刊*，12(3)，44-52。
<https://doi.org/10.5297/ser.1203.005>
- 李晨鐘 (2017)。大專排球聯賽裁判員的專業表現—選手的觀點。 *臺大體育學報*，33，11-17。 <https://doi.org/10.6569/NTUJPE.2017.33.02>
- 林佳和 (2015)。ナショナル・チームをスポーツ法学の問題とすること：国際法、国内競技連盟と公権力との衝突。 *神戸法学年報*，29，138-147。
- 林獻龍 (2000)。邁向廿一世紀排球規則修訂發展方向之探討。 *大專體育*，47，88-95。 <http://dx.doi.org/10.6162/SRR.2000.47.23>
- 陳志榮 (2014)。不同性別與技能水準網球選手專項體能之差異研究。 *運動教練科學*，36，65-79。 <https://doi.org/10.6194/SCS.2014.36.06>
- 陳政達、黃清裕、施長和 (2002)。「大專排球研究論集」文獻之回顧分析。 *大專體育學術專刊*，91年度（上），40-48。
http://dx.doi.org/10.6695/AUES.200205_91.0005

黃建松、江欣惇 (2005)。正確排球規則的認識—對排球發展的重要性。《排球教練

科學》，7，22-26。http://dx.doi.org/10.6948/SVC.200512.0022

溫良財 (2007)。運動規則演變對運動技術發展之影響。《學校體育》，101，74-79。

http://dx.doi.org/10.29937/PES.200708.0012

劉春來、涂瑞洪 (2014)。裁判倫理學。《屏東教大體育》，17，295-303。

蕭政毅、陳金海、侯淑玲 (2013)。排球運動研究趨勢探討。載於劉錦謀 (主編)，

2013 年兩岸運動訓練科學研討會論文集 (頁 143-147)。長榮大學運動競技學系。

蘇麗婷、吳燕珊 (2003)。以韋伯的理性化理論探討排球運動發展。《大專體育學術專刊》，92 年度(上)，111-119。http://dx.doi.org/10.6695/AUES.200306_92.0012

術專刊，92 年度(上)，111-119。http://dx.doi.org/10.6695/AUES.200306_92.0012

Baleh, M. J., & Scott, D. (2007). Contrary to popular belief, refs are people too!

Personality and perceptions of officials. *Journal of Sport Behavior*, 30(1), 3-20.

Dix, A. (2023). Indications of referee bias in Division I women's college volleyball:

Testing expectancy violations and examining nonverbal communication.

International Journal of Sport Communication, 16(4), 414-422.

https://doi.org/10.1123/ijsc.2023-0050

Fédération Internationale de Volleyball (2021, Feb 15). *Changes to the rules of the*

game approved by FIVB World Congress. Author.

https://www.fivb.com/changes-to-rules-of-the-game-approved-by-fivb-world-congress/?utm_source=chatgpt.com

Fédération Internationale de Volleyball (2024a). *Refereeing Guidelines and*

Instructions 2024. Author.

https://www.fivb.com/wp-content/uploads/2024/02/RefereeingGuidelinesandInstructions2024.pdf

Fédération Internationale de Volleyball (2024b). *Rules of the game: Volleyball*

casebook. FIVB Rules of the Game and Refereeing Commission.

https://www.fivb.com/wp-content/uploads/2024/02/RulesOfTheGameVolleyball-Casebook_2024.pdf

Fédération Internationale de Volleyball (2025). *Official volleyball rules 2025-2028*.

39th FIVB World Congress 2024.

https://www.fivb.com/wp-content/uploads/2025/01/FIVB-Volleyball_Rules2025_2028-EN-v05.pdf

Fédération Internationale de Volleyball (2026, Feb 27). *FIVB Board of Administration approves rule tests for 2026 competitions*. Author.

<https://www.fivb.com/fivb-board-of-administration-approves-rule-tests-for-2026-competitions/>

Geeraert, A. (2018). *Sports Governance Observer 2018: An assessment of good governance in five international sports federations*. Play the Game.

<https://www.playthegame.org/media/ygyf4r51/sports-governance-observer-2018-international.pdf>

Hancock, D. J., & Pizzera, A. (2025). The psychology of sport officiating. *Psychology of Sport and Exercise*, 80, 102899.

<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2025.102899>

Jabbarov, A. T. (2024). History of the origin of volleyball sport. *Science and innovation: International scientific journal*, 3(10), 59-62.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14012467>

Klatt, S., Bea, L. M., Brückner, S., Jungen, A., Noël, B., & Strauss, B. (2025). Stress and anxiety among elite volleyball referees while officiating. *Journal of Sports Science and Medicine*, 24, 160-171. <https://doi.org/10.52082/jssm.2025.160>

Maguire, J. (1999). *Global sport: Identities, societies, civilizations*. Polity.

Palao, J. M., Ureña, A., Moreno, M. P., & Ortega-Toro, Enrique. (2024). Effect of changes in the net height, court size, and serve limitations on youth volleyball.

Frontiers in Psychology, 14, 1341297.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1341297>

Reeser, J. C. (2003). Introduction: A brief history of the sport of volleyball. In J. C.

Reeser & R. Bahr (Eds.), *Handbook of sports medicine and science: Volleyball*.

<https://doi.org/10.1002/9780470693902.ch1>

Rowe, D. (2004). *Sport, culture and the media: The unruly trinity* (2nd ed.). Open

University.

Uluöz, E. (2017). Analysis of the changes made in the official game rules of

volleyball through the document analysis method. *Gymnasium: Scientific*

Journal of Education, Sports, and Health, 17(1), 1–10.

<https://doi.org/10.29081/gsjesh.2016.17.1.14>

Rethinking the Definition of “Holding” in Volleyball: An Analysis of the Rule Revision Trends of the Fédération Internationale de Volleyball

Chi-Lung Hsieh¹, Ya-Jen Hsieh², Yi-Jen Huang^{3*}

¹National Taiwan Sport University

²National Taichung University of Science and Technology

^{3*}Chang Gung University of Science and Technology

Corresponding Author: Yi-Jen Huang

E-mail: yzhwang@gmail.com

Abstract

Purpose: Since its creation in 1895, volleyball has been governed by the fundamental technical principle of the “hit.” In practice, however, the boundary between a legal hit and illegal “holding” has largely depended on referees’ discretionary judgments, making it a persistent area of ambiguity within the rules of volleyball. This study examines how the concept and definition of “holding” have evolved alongside the development of the sport. **Methods:** Using textual analysis of international volleyball rules and a sport governance perspective, this study examines the historical evolution and regulatory function of “holding” and analyzes the trends reflected in recent rule revisions by the Fédération Internationale de Volleyball. **Results:** The “holding” rule in volleyball has gradually evolved from a regulatory tool aimed at maintaining a high technical standard into a governance mechanism balancing game flow, refereeing discretion, and spectator appeal. **Conclusion:** Future revisions of international volleyball rules are likely to reflect the globalization of sport. While preserving the sport’s fundamental spirit, referees are expected to penalize only clear violations, emphasizing greater entertainment value and game flow.

Key words: Rules of the game, Referees, Sports globalization, Sport governance, Education of Volleyball Referee

合作學習教學模式運用在大學體育課的教學成效

陳奐希^{1*}、李元宏²、曾沈連魁³

國立中正大學

通訊作者：陳奐希

地址：633002 雲林縣土庫鎮公園路 99 巷 3 號

電話：0955-637302

E-mail：heartaway40@gmail.com

摘 要

本研究目的在了解合作學習教學模式運用在大學射箭課的教學成效。**方法：**本研究採準實驗設計，以修習大二體育射箭課程的學生為研究對象，實驗組為中正大學學生 36 位，採合作學習教學模式；控制組為南華大學 33 位學生，採傳統直接教學法，皆實施為期 18 週的射箭課程。量化資料收集包含 9 公尺 12 支箭的實射分數、基本動作評量表及人際互動量表，以相依樣本與獨立樣本 t 檢定及共變數分析進行檢定；質性資料則收集學生學習日誌、觀察記錄與教學回饋單並進行歸納分析。**結果：**發現運用合作學習教學模式的實驗組，其射箭實射分數、基本動作評量及人際互動關係皆具顯著進步，顯著水準皆訂為 $\alpha=.05$ ；組間比較上，實驗組與控制組在實射分數無顯著差異，但在基本動作評量得分上實驗組顯著優於控制組。在教學反省方面，教師須運用激勵以促進正向互賴，提供明確任務以強化個別績效責任與助長式互動，並指導合作技巧與落實團體歷程。**結論：**運用合作學習教學模式能明顯提升學生的射箭學習成效，尤其有助於射箭動作的精熟。在射箭體育課中長時間運用合作學習，並增加團體教學活動與任務，能有效提升學生的人際互動關係。

關鍵字：合作學習、人際互動能力、射箭教學、課程設計、體育教學模式

壹、前言

優質的體育課可以發揮極大的運動教育價值，創造積極、健康與美好的下一代(曾沈連魁，2022)。大學階段是學生培養終身運動習慣的最佳時期，然而，當前大學體育課程正面臨必修學分刪減或改為選修的存廢挑戰，如何提升體育課的存在價值與競爭力，成為體育教師的重要使命。過去大班制體育課多採用傳統的直接教學法或命令式教學法，教師往往將過多時間與精力耗費在個別指導上，難以充分照顧到每一位學生的學習需求；且此種教學方式過於強調單向的技能精熟，忽略了情意與認知的引導，導致學生之間缺少互動與合作機會。因此，持續革新教學實踐，設計以學生為本的體育課程，實為當務之急。

此外，近年的新冠疫情與高度發展的科技環境，大幅改變了大學生的正常生活。靜態生活增加、過度依賴智慧型手機與網路社交媒體，不僅減少了戶外活動與真實的人際接觸，更導致現代學生的人際疏離感遽增，嚴重影響其身心健康與社交發展 (蔡書涵等，2022)；社會化是大學生參與身體活動的首要動機之一 (Lander,1983)，而同儕的社會支持更是維持規律運動的重要因素 (連偉智，2018)。因此，體育教學有必要提供能滿足學生人際互動需求的模式，透過動態的課程設計，讓學生在彼此互動、互助與對話中，重塑人際連結並獲得團隊合作的經驗。

為突破傳統教學的限制，並回應十二年國教新課綱強調「溝通互動」與「社會參與」之核心素養 (教育部，2014)，本研究嘗試引入「合作學習教學模式」(Cooperative Learning)，該模式發展於 1970 年代初期，融合了動機理論、認知理論、社會學習理論與行為主義理論等四大基礎，其核心精神在於讓學生在異質分組的情境下，透過「學生一起學習，藉由他人學習及為彼此學習」的歷程，達成團體的共同目標 (Metzler,2005)。Johnson 等 (1994) 指出，合作學習的成功依賴五項基本要素：積極相互依賴性、面對面的促進互動、個人績效責任、人際交往與小組技能，以及小組歷程。實徵研究亦證實，合作學習不僅能提升體育課的動

作技能與比賽策略，更能改善社會論證、增加人際交往技巧，並建立高度的自我與團隊責任感 (Dyson et al., 2010)。

面對大班制的射箭體育課，射箭雖屬高度仰賴個人專注力與內在動覺的閉鎖型運動，但透過合作學習的任務設計，能將原本強調個人表現的技術訓練，轉化為有系統的社會化學習歷程。本研究目的即在探討合作學習教學模式運用於大學射箭課程中，對大學生射箭實射分數、基本動作學習及人際互動能力的實踐成效，並針對教師的教學實踐歷程提出教學反省，期盼為大學體育課程的創新與多元教育價值，提供具備學理與實務意義的參考。

貳、方法

一、研究對象與設計

本研究採準實驗設計 (Quasi-experimental design) 結合行動研究法。以立意抽樣方式，選取兩所大學修習大二「射箭」體育課程之學生為研究對象。實驗組為國立中正大學 36 位學生，接受「合作學習教學模式」介入；控制組為南華大學 33 位學生，接受「傳統直接教學法」。實驗介入為期 18 週，每週授課 100 分鐘。

在課程設計上，實驗組於課程初期 (第 1-4 週) 實施基礎教學、前測並進行「異質性分組」(每組 7-8 人)，確保各小組內包含不同科系之學生。隨後於分組學習階段，教師導入九項漸進式的合作任務，涵蓋：設備正確使用與維修管理、安全與紀律監督、標準動作精熟與同儕糾錯等，最終過渡至個人排名與團體對抗賽。此設計旨在賦予小組共同責任，期望透過積極互賴之合作歷程達成技能與情意之雙重學習目標。

二、研究工具

為全面評估學習成效，本研究採用多元評量工具進行量化與質性資料蒐集：

- (一) 射箭實射測驗：於學期第 4 週進行前測，第 18 週進行後測。測驗方式為連續射擊 12 支箭 (距離 9 公尺)，依據累計在靶紙上的分數評估射箭精準度。

(二)射箭動作評量表：依據曾沈連魁 (2003) 所編撰之射箭基本動作學習模式，

將射箭動作細分為「預備、站姿、舉弓、勾弦、拉弦、固定、瞄準、放箭」

等 8 大項共 25 細項。由五位具備射箭專長之教授與國家隊選手建立專家效

度後，以整體動作的正確性、流暢度及穩定性，評估學生的動作技能學習成

效 (最高 5 分、最低 1 分)。

(三)大學生人際互動關係問卷：參考並修編相關量表，共計 10 題，採 Likert 十

點量表計分，得分越高表示人際互動關係越好。經檢驗，其 Cronbach's 係數

達.91，顯示量表具備良好之內部一致性信度。

(四)質性研究工具：蒐集各小組學生撰寫之學習日誌、教師現場觀察紀錄，以

及期末教師教學意見調查表。

三、資料處理與分析

本研究採三角檢證法(Triangulation)，結合量化數據與質性文本進行交叉比對。量化資料採用 SPSS25.0 統計軟體進行處理，所有統計考驗之顯著水準皆訂為 $\alpha=.05$ 。具體統計方法如下：

(一)組內差異分析：針對實驗組內部的「9 公尺實射成績」與「人際關係互動」

之前後測差異，採用相依樣本 t 檢定(Dependent sample t-test)進行考驗。

(二)組間實射成績分析(ANCOVA)：針對實驗組與控制組期末的「9 公尺實射成

績」差異，為排除兩校學生起始能力的干擾，在確認符合「組內迴歸係數同

質性」與「Levene's 誤差變異同質性」假設後，將期初成績 (前測) 作為共

變量，採用單因子共變數分析 (One-way ANCOVA) 進行檢定。

(三)組間動作與人際分析：針對實驗組與控制組在期末的「射箭動作評量」與

「人際關係互動」表現，採用獨立樣本 t 檢定(Independent sample t-test)進行

比較。

(四)質性資料分析：將學生回饋單、學習日誌與教師觀察等文字資料進行開放性

編碼與歸納，依據「技能學習」、「人際關係」、「課堂活動」與「教學方法」

等主軸進行分類，以驗證並深究量化統計之結果，完整呈現合作學習之實踐反省。

參、結果

本節依據實驗介入之量化統計數據與質性觀察文本，將合作學習教學模式於大學射箭課程之實踐成效，依「技能學習」、「人際互動」及「學習態度反饋」三個實境面向進行綜合分析與說明。

一、射箭技能學習成績分析

射箭是一項閉鎖型的精細運動，不僅要求命中率，更講究動作的穩定性與流暢度。本研究針對學生的技能成效進行「實射成績」與「動作評量」雙軌分析：

表 1

中正大學學生射箭測驗 t 考驗統計摘要表

項目	平均數	標準差	t 值	顯著性
九公尺 12 支箭成績	前測 94.56	8.023	-2.620	0.013
	後測 98.44	8.024		

* $p < .05$

表 2

中正大學與南華大學學生 9 公尺實射測驗單因子共變數分析摘要表

項目	平均數	標準差	F 值	顯著性
九公尺 12 支箭成績	中正大學 98.054	8.428	0.003	0.957
	南華大學 97.184	8.470		

註：模型中出現的共變量已估計下列值：期初成績 = 87.58。

在 9 公尺(12 支箭)的實射測驗中，實驗組之後測平均數(98.44)顯著高於前測(94.56)，相依樣本 t 檢定達顯著水準($p=.013$) (表 1)，顯示合作學習模式能有效提升大學生射箭技能。然而，為排除兩校學生起始能力之干擾，將前測成績作為共變量進行單因子共變數分析 (ANCOVA) 後，實驗組與控制組在期末實射成績之組間差異並未達顯著 ($F=0.003, p=.957$) (表 2)。此數據反映出，對於初學射箭的

大學生而言，無論是傳統直接教學或合作學習，在經歷 18 週的練習後，多數學生皆能掌握基礎瞄準技巧並提升中靶率，兩者在純粹的靶面分數上皆具一定成效。

表 3

中正大學與南華大學學生射箭動作評量獨立樣本 t 檢定摘要表

項目	平均數	標準差	t 值	顯著性
射箭動作評量	中正大學 119.31	4.996	3.72	0.003
	南華大學 115.94	2.849		

* $p < .05$

在由專家檢核之「射箭動作評量」中，實驗組得分 (119.31) 顯著優於控制組(115.94)，達顯著水準($p=.003$) (表 3)。這揭示了合作學習的真正價值在於「動作品質的精熟」。隨著射箭距離從 5 公尺拉長至 9 公尺，單憑蠻力與感覺已無法穩定命中，必須改變不良的射箭習慣，依賴精細的站姿、舉弓手肘高度與正確的放箭餘姿。實驗組透過同儕間相互觀摩、討論與糾正錯誤動作，能更有效地建立正確且流暢的動作品質，顯示合作學習在動作精熟度上的效益顯著優於傳統直接教學法。

二、人際關係與社會化歷程之轉變

在後疫情時代的社交疏離脈絡下，本研究量測了學生在體育課中的社會化歷程：

表 4

中正大學學生人際問卷的 t 考驗統計摘要表

項目	平均數	標準差	t 值	顯著性
人際關係互動	前測 6.86	2.598	-2.233	0.032
	後測 8.11	1.769		

* $p < .05$

在人際互動方面，實驗組於組內人際關係之後測平均分數(8.11)顯著高於前測(6.86) ($p=.032$)(表 4)。教學初期的現場觀察指出，異質分組首週，各組成員多

呈現各自滑手機、互不交談的「科技冷漠」狀態。然而，透過教師實施「器材共同搬運、點交與維護」等任務編組，學生被賦予共同責任。實體的共同勞動與任務，成功打破了現代學生的的科技冷漠與疏離感。

質性回饋亦支持此結果：

「課程剛開始時比較陌生都沒什麼溝通，漸漸和其他組員會說話，上課前拿器材也是會互相告知」(S-2024-01)

「很不錯，可以跟同組的夥伴交流，大家一起找出弓有哪個地方需要調整」(S-2024-01)。

表 5

中正大學與南華大學學生人際關係問卷的 t 考驗統計摘要表

項目	平均數	標準差	t 值	顯著性
人際關係互動	中正大學 8.48	1.856	1.752	0.084
	南華大學 7.61	2.246		

* $p < .05$

儘管實驗組組內互動顯著提升，但在比較實驗組與控制組期末人際關係的獨立樣 t 檢定中，並未達顯著差異($p=.084$)(表 5)。此結果顯示，經過一學期的課程，控制組學生亦會產生一定程度的互動；而要達成更深度的跨組情感連結與人際網絡拓展，每週僅 100 分鐘的短期課程尚嫌不足，需要更長期的教學介入來持續催化。

三、教學實踐反省與學習態度之質性反饋

本研究基於 Johnson 等人 (1994) 提出之合作學習五大基本要素針對教學歷程進行反省，並輔以學生的質性回饋進行三角檢證，歸納出建構「互惠學習生態系」之實務策略與反饋：

(一)促進正向互賴與助長式互動：從挫折到自我效能之建立 為避免個人主義，教師在教學中運用激勵與讚美，並於期中導入「射氣球」與「團體對抗賽」等遊戲化評量，利用內外誘因引發學習動機。此舉成功將初學者的學習挫折轉化為驅動力，促發真正的相互支持。學生回饋表示：

「原本期中是連一顆氣球都射不到的人，經過助教和同學教導後，期末 12 支箭能射到平均 8、9 分，在驚喜之餘也感到開心。」(S-2024-02)。

這顯示互賴任務的設計能有效提升學生的自我效能感。

(二)指導合作技巧與落實團體歷程：多維度教學鷹架之成效合作技巧並非與生俱來，實境教學中，教師結合了科技輔助 (Line 群組發布動作分解照片) 與人力資源 (專長選手擔任助教)，並引導學生進行同儕糾錯以落實團體歷程。這種「教師引導—助教示範—同儕糾錯—科技回溯」的多維度教學鷹架，讓原本對運動缺乏自信的學生產生高度認同：

「老師和助教的示範很清楚，練習時間會查看同學情況並提供建議，對於提升技能有很大幫助。」(S-2024-12)

「透過老師和助教講解，還有同組同學會互相幫忙改善動作，對學習的幫助很大。」(S-2024-13)

(三)強化個別績效責任：形塑專注與互助之學習氣氛為避免小組中產生「社會閒散(Social Loafing)」，教師透過明確的任務編組與實體器材管理，賦予學生個人績效責任。學生在動作細節上逐漸學會要求自我。個人責任的強化，不僅提升了個人的命中率，更間接增強了小組競賽的優勢，形塑出具備高度感染力與互助精神的正向學習氛圍。

「射箭真的不是一項只靠蠻力來獲勝的運動，每一個動作都有可能累積準度，一定要專心且謹慎。」(S-2024-10)。

肆、結果與討論

本研究結果證實，將合作學習教學模式導入大學射箭此類「閉鎖型運動」中，不僅能與傳統教學法一樣有效提升學生的實射成績，在動作品質的精熟度上更顯著優於傳統直接教學法。其核心機制在於透過同儕互助與糾錯，成功將學習型態由單向的「獨立學習」轉化為「團體共學」，填補了教師在大班制教學中的指導空缺。此外，透過實體的共同勞動與積極互賴的任務設計，成功打破了後疫情時

代學生的「科技冷漠」，使體育課堂成為實踐社會情緒學習(Social and Emotional Learning, SEL)的微型社會。學生在小組競賽與溝通協調的歷程中，從被動服從轉為主動對自我與團隊負責，進而深刻培養出同理心、人際溝通技巧與高度的自我效能感。

基於上述實踐成效，為有效落實合作學習的五大基本要素，建議未來體育教師在課程初期，可先容許同系或熟識之學生編入同組以降低初期溝通門檻，待建立基礎紀律後再過渡至完全異質性分組。在教學大綱的擬定上，應從單純的技術傳授轉向「任務結構設計」，透過增加團體競賽的評量權重、強制小組共同維護器材，並結合「教師引導—助教示範—同儕糾錯」等多維度鷹架，來強化個別績效責任與助長式互動。同時，面對現代學生的3C依賴，教師亦可善用數位工具(如手機錄影回放)輔助動作檢視，將科技化為解決問題的協作利器。

在研究推論上，本研究受限於現實場域，實驗組與控制組取自不同大學，雖已透過共變數分析 (ANCOVA) 控制前測差異，仍難以完全排除校園文化等干擾變項，建議未來相關研究可採同校不同班級之設計以提升內在效度。此外，因大學生社交防備心的打破需要較長時間催化，未來可考量將介入延長為一學年制，並將此模式廣泛推廣至籃球、舞蹈等開放型或表現型運動。期盼本研究之實踐經驗能發揮拋磚引玉之效，讓體育教學不僅精進學生的外在技能，更淬鍊出具備問題解決能力的終身運動者。

參考文獻

- 李泰來(2024)。合作學習教學模式運用在大學體育射箭課程的實踐成效[未出版之碩士論文]。國立中正大學。
- 連偉智(2018)。大學生規律運動的影響因素及因應策略[未出版之碩士論文]。國立中正大學。
- 教育部(2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。教育部。
- 曾沈連魁(2003)。射箭基本動作的學習及指導要領。中華體育季刊, 17(1), 72-79。

<https://doi.org/10.6223/qcpe.1701.200303.1610>

曾沈連魁(2022)。 *幼兒體能與遊戲* (二版)。華格納。

曾沈連魁(2023)。 *合作學習教學模式運用在大學射箭課的教學成效與教學反省*。

(計畫編號：PGE1120905) [補助]。教育部。

蔡書涵、東方介德、王俊智、鄧碧珍(2022)。 COVID-19 疫情期間對年輕族群在

運動行為、體適能、主觀幸福感之影響。 *運動研究*，31(1)，67-81。

DOI:10.6167/JSR.202206_31(1).0006

Dyson,B.P.,Linehan,N.R.,& Hastie,P.A.(2010).The ecology of cooperative learning in

physical education. *Journal of Teaching in Physical Education*,

29(2),113–130.<https://doi.org/10.1123/jtpe.29.2.113>

Johnson,D.W.,Johnson,R.T.,& Holubec,E.J. (1994). *Cooperative learning in the*

classroom. Association for Supervision and Curriculum.

Lander,L.M. (1983).A conceptual model of incentive values for designing physical

education curricula.In A.E.Jewett,M.M.Carnea,& M.Speakman

(Eds.),*Proceedings of the third conference on curriculum theory in physical*

education (pp.339–355).University of Georgia,Athens.

Metzler,W.M. (2009). *體育教學模式* (王文宜等譯)。易利。(原著出版於 2005)。

The Effects of Cooperative Learning Model on Teaching Effectiveness in College Physical Education Classes

Huan-Si Chen^{1*}, Yuan-Hung Lee², Lian-Kui Shen³

National Chung Cheng University

Corresponding Author: Huan-Si Chen

Email: heartaway40@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was to understand the teaching effectiveness and pedagogical reflections of applying the cooperative learning model to university archery courses. A quasi-experimental design was adopted, targeting sophomore students enrolled in physical education archery courses. The experimental group consisted of 36 students from National Chung Cheng University, who received the cooperative learning model, while the control group comprised 33 students from Nanhua University, who were taught via the traditional direct instruction method; both groups underwent an 18-week archery course. Quantitative data, including shooting scores (12 arrows at 9 meters), basic movement evaluation scales, and interpersonal interaction scales, were analyzed using dependent and independent samples t-tests along with the analysis of covariance (ANCOVA). Qualitative data were collected through student learning logs, observation records, and teaching feedback forms, and subsequently examined using inductive analysis. **The results** indicated that the experimental group utilizing the cooperative learning model demonstrated significant improvements in archery shooting scores, basic movement evaluations, and interpersonal relationships (with the significance level set at $\alpha = .05$). In between-group comparisons, no significant difference was found in shooting scores between the experimental and control groups; however, the experimental group scored significantly higher on the basic movement evaluation than the control group.

Regarding pedagogical reflections, instructors must utilize encouragement to promote positive interdependence, provide clear tasks to enhance individual accountability and promotive interaction, instruct students in cooperative skills, and implement group processing. **In conclusion**, the application of the cooperative learning model can substantially enhance students' archery learning outcomes, particularly contributing to the mastery of archery movements. Prolonged implementation of cooperative learning in archery physical education classes, paired with increased group activities and tasks, can effectively improve students' interpersonal relationships.

Keyword: Cooperative Learning, Interpersonal Competence, Archery Instruction, Curriculum Design, Physical Education Pedagogical Model

甜菜根補充對耐力計時賽運動表現之影響：文獻回顧

李東壕¹、曾玫蕙^{2*}

¹ 國立中興大學運動與健康管理研究所

^{2*} 國立中興大學生物醫學研究所

通訊作者：曾玫蕙

地址：402202 臺中市南區興大路 145 號

電話：(04)2284-0845#805

E-mail：tsengmh2009@gmail.com

摘要

研究背景與目的：甜菜根富含硝酸鹽，具有降低血壓並提升運動肌肉氧氣供應的潛力，過去研究顯示補充甜菜根汁或其濃縮製劑可減少耐力運動耗氧量並提升表現，但其對計時賽成績影響仍不一致。因此，本研究旨在透過文獻回顧探討甜菜根補充劑對耐力型計時賽運動表現之影響。**方法：**使用 PubMed 與 Google 學術搜尋引擎，以“beetroot / beetroot juice”為關鍵字，檢索 2016 年 1 月 1 日至 2026 年 2 月 1 日之人體原創性實證研究，排除非甜菜根補充物與非計時賽設定後，共納入 10 篇文獻。**結果：**多數研究使用甜菜根汁或其濃縮製劑，單次劑量約 4.1~15.2 mmol 硝酸鹽劑(NO_3^-)，補充方式包含單次補充與連續 3~8 天補充，部分研究於比賽當天再補充一次。結果顯示，在精英自行車手與滑雪選手中，計時賽表現多無顯著差異，僅少數研究於短距離跑步(如 1500 公尺或 2 公里)觀察到完成時間縮短或功率輸出略有改善。**結論：**現有研究顯示，甜菜根補充對耐力型計時賽表現之增能效果仍不一致，效益主要限於部分短距離跑步，未能穩定出現在自行車、滑雪或長距離計時賽的表現；現有證據受限於運動項目、補充策略、受試者訓練程度及研究設計等高度異質性，且多數試驗樣本數偏少，未來仍需在特定運動項目中，以標準化劑量與補充天數並納入訓練程度相近之受試者加以驗證。

關鍵字：甜菜根，硝酸鹽，計時賽，耐力表現

壹、前言

甜菜根中具有硝酸鹽成分，在人體內轉化為亞硝酸鹽，產生一氧化氮，已知具有血管舒張作用，導致血壓降低和增加對活動肌肉的氧氣和營養輸送(Jones et al., 2012)。國際奧會也提出硝酸鹽之食物與果汁類補充品具有提升運動表現之潛在的功效 (Maughan et al., 2018)。甜菜根的研究在提高運動水平的運動員中越來越受歡迎。過去 Ormsbee 等人(2013) 指出，一氧化氮由血管內皮產生後，可透過與血管平滑肌作用促進血管舒張，進而增加血流量。甜菜根富含硝酸鹽，可經由硝酸鹽—亞硝酸鹽—一氧化氮途徑提高一氧化氮的生物可用性，可能有助於調節休息及運動期間的血流。研究證實，甜菜根對提高耐力運動表現有類似的益處，可以降低自行車運動的耗氧量 (Hoon et al., 2014)。然而，過去許多研究中發現補充硝酸鹽可以延長運動力竭時間，對耐力表現具有潛在提升效果，但是當耐力運動表現改以計時成績作為依據時，研究結果則呈現較不一致的趨勢(Hoon et al., 2013; McMahon et al., 2017)。Gao 等人 (2021) 的研究觀察到補充硝酸鹽能夠提升運動中功率輸出及運動至力竭的時間表現，但對計時成績則未呈現顯著改善。整體而言，過去研究顯示甜菜根汁補充可能具有改善耐力運動表現的潛力；然而，其對計時賽成績是否具有明確增益之效果，仍需進一步釐清。基於此，本研究旨在透過文獻回顧方式，探討甜菜根補充對耐力型計時賽運動表現之影響。

貳、研究方法

本研究採用 PubMed、Google 學術搜尋引擎，於“Field”搜索“Beetroot/Beetroot Juice”進行文獻檢索，接著輸入“Exercise Performance” AND “Time Trial”進行進階搜尋。檢索範圍為近期 2016 年 1 月 1 日至 2026 年 2 月 1 日的實證原創性人體實驗研究進行篩選。聚焦耐力計時表現相關之研究結果，且納入甜菜根介入、耐力計時賽、健康成人或運動族群、隨機交叉或安慰劑對照設計，最

後排除非甜菜根補充物、非計時賽設定，篩選出 10 篇文獻，進行進一步整理與探討。

參、結果與討論

本研究經檢索後，以甜菜根介入作為補充劑，並聚焦耐力型計時賽之討論文獻共計 10 篇，並以耐力型計時賽表現為主要結果指標之人體研究，相關補充策略與計時賽結果整理如表 1。整體而言，甜菜根補充對耐力計時賽運動表現的影響並不一致；部分研究於較短距離跑步計時測驗中觀察到完成時間或功率輸出小幅改善，但在多數自行車、滑雪及較長距離跑步計時賽中，則未見顯著效益。

表 1

補充甜菜根對耐力計時賽運動表現相關研究

作者	研究對象	補充劑	運動方式	主要結果
Shannon et al (2016)	競技跑者、鐵人三項選手 (n=12)	濃縮甜菜根汁(提供約 15.2 mmol NO ₃ ⁻)	1500 m 跑步計時測驗	甜菜根組的 1500 公尺計時賽表現平均提升了 3.2% (甜菜根組 331.1 秒 vs.安慰劑組 341.9 秒)
Callahan et al (2017)	受過耐力訓練的男性自行車手(n=8)	共有四組，一為連續補充三天 15g 甜菜根粉(含 5 mmol NO ₃ ⁻)，在計時賽前 1 小時追加 15g、二為補充每公斤體重 0.3 克碳酸氫鈉，賽前 150 分鐘起分次服用；第三組則同時補充上述兩者、四為安慰劑組	4 km 自行車計時賽	四組均未顯著提升 4 公里計時賽的表現，平均功率輸出 (386-394 W)與完成計時賽的時間 (335.8-338.1 秒)皆處於相似範圍。
Nyback et al (2017)	競技越野滑雪選手(n=8)	運動前 2.5 小時補充單劑量的硝酸鹽濃縮甜菜根汁(含約 13 mmol NO ₃ ⁻)；安慰劑組則是補充不含硝酸鹽的甜菜根汁	分別於常氧 (20.9% O ₂)、模擬海拔約 1800 公尺的常壓低氧環境 (16.8% O ₂) 跑步機上進行兩節 6 分鐘的次最大強度運動越野滾輪滑	在常氧與低氧環境下，補充甜菜根汁對於 1000 公尺計時賽的完賽時間均沒有顯著的改善作用。

			雪，隨後進行 1000 公尺計 時賽	
Shannon et al (2017)	競技跑 者、鐵人 三項選手 (n=8)	運動前 3 小時補充 140 毫升的濃縮甜 菜根汁，含有約 12.5 mmol NO ₃ ⁻ ； 安慰劑組則補充 幾乎不含 NO ₃ ⁻ 的 甜菜根汁（約 0.01 mmol）	1500 m、 10000 m 跑 步機計時賽	補充甜菜根汁後， 1500 公尺計時賽的表 現顯著提升（甜菜根 組 319.6±36.2 秒 vs. 安慰劑組 325.7± 38.8 秒），平均增快約 1.9%。在 10,000 公 尺計時賽中，兩組間 的完成時間並無顯著 差異（甜菜根組 2643.1±324.1 秒 vs. 安 慰劑組 2649.9±319.8 秒）
McQuill an et al (2017)	受過耐力 訓練的男 性自行車 選手 (n=9)	每日飲用 140 毫升 的硝酸鹽濃縮甜 菜根汁（含約 8.0 mmol NO ₃ ⁻ ）或安 慰劑，持續 7 天	補充後第 3、6 天進行 4 公里自行 車計時賽；第 4、7 天進行 1 公里自行 車計時賽	短期（≤4 天）補充硝 酸鹽降低了 1 公里計 時賽的表現，但未對 4 公里計時賽表現產 生影響
Kent et al (2018)	受過耐力 訓練的男 性自行車 選手 (n=12)	連續補充 3 天的甜 菜根汁（前 2 天每 日 6.5 mmol NO ₃ ⁻ ，最後一天運 動前補充 13 mmol NO ₃ ⁻ ）；安慰劑組 則補充不含 NO ₃ ⁻ 的安慰劑	分別於熱環 境（35°C， 48% 相對濕 度）與常溫環 境（21°C， 52% 相對濕 度）進行 14kJ/kg 固 定總作功量 自行車計時 測驗	熱環境下，甜菜根汁 組的完賽時間（56:50 ±05:08）與安慰劑組 （58:30±04:48）之間 無顯著差異（p = 0.178）。在常溫環境 下，兩組間（甜菜根 組 53:09 vs. 安慰劑組 54:01）亦無顯著差 異。
de Castro et al (2019)	休閒男性 跑者 (n=14)	連續補充 3 天 420 毫升甜菜根原汁 （含有約 8.4 mmol NO ₃ ⁻ ），在測試當天 運動前 2 小時再服 用一劑。安慰劑組 則飲用 420 毫升但 已去除 NO ₃ ⁻ （僅含 0.01 mmol）的甜菜 根汁	10 km 跑步 計時測驗	在總完賽時間上兩組 之間沒有顯著差異 （甜菜根汁組 50.1 ± 5.3 分鐘與安慰劑組 51.0 ± 5.1 分鐘）；然 在前 5 公里，甜菜根 汁組的完賽時間顯著 快於安慰劑組（24.25 vs. 24.94 分鐘），且平 均速度也顯著較高； 整體統計未達顯著， 但在 14 位受試者 中，有 10 位跑者在 補充甜菜根汁後提升 了個人完賽表現

Rokkedal-Lausch et al (2019)	男性自行車選手 (n=12)	連續 7 天補充 140 毫升濃縮甜菜根汁(含約 12.4mmol NO ₃ ⁻),安慰劑組則補充同容量但已去除 NO ₃ ⁻ 的甜菜根汁	分別於常氧、常壓低氧進行 10 km 自行車計時測驗	補充甜菜根汁顯著提升平均功率輸出了約 1.6%，完賽時間縮短了 0.6%且在計時賽期間，平均攝氧量與通氣量亦顯著增加
Hurst et al (2020)	休閒跑者 (n=70)	在計時賽前 2.5 小時補充 70 毫升甜菜根汁 (約 4.1 mmol NO ₃ ⁻)，安慰劑組則補充等量但幾乎不含 NO ₃ ⁻ 甜菜根汁 (約 0.04 mmol NO ₃ ⁻)	5 km parkrun 跑步計時測驗	甜菜根汁組與安慰劑組的表現都比基準值快 (分別快了約 22.2 秒與 22.9 秒)，但兩組之間沒有統計學上的顯著差異
Casado et al (2021)	長跑俱樂部跑者 男性 (n=14) 女性 (n=10)	運動前 2.5 小時飲用 140 毫升的濃縮甜菜根汁，(含約 12.8 mmol NO ₃ ⁻)，安慰劑組則飲用同容量但已去除 NO ₃ ⁻ 的甜菜根汁	2 km 跑步計時測驗	男、女性 2 km 跑步表現皆提升，在第二個 1 公里 (1 至 2 公里) 的分段時間縮短，而前 1 公里的表現則沒有顯著變化，補充甜菜根汁後，參與者的整體自覺運動強度 (RPE general) 顯著降低

在急性補充方面，研究顯示單次、高劑量的硝酸鹽介入能有效改善特定高強度跑步計時測驗表現。Shannon 等人 (2016) 發現，於模擬海拔 2500 公尺常壓低氧環境下，急性補充 15.2 mmol 硝酸鹽可使受試者的 1500 m 跑步計時賽表現顯著提升 3.2% (甜菜根組 331.1 ± 45.3 秒 vs. 安慰劑組 341.9 ± 46.1 秒, $p < .001$)，並伴隨 steady-state 運動攝氧量下降與動脈血氧飽和度提高，且此效果不受個人最大攝氧量能力影響。後續 Shannon 等人 (2017) 於常氧環境下進行相同距離的跑步測驗，急性補充 12.5 mmol 硝酸鹽同樣顯著縮短了 1500 m 完賽時間達 1.9% (甜菜根組 319.6 ± 36.2 秒 vs. 安慰劑組 325.7 ± 38.8 秒, $p < .05$)。然而，當運動時間延長至約 45 分鐘的 10,000 m 跑步機計時賽時，兩組間的總完成時間則無顯著差異 ($p > .05$)，受試者在補充甜菜根後，前 5000 m 的跑速顯著加快且時間縮短 ($p < .05$)。Casado 等人 (2021) 同樣發現在常氧環境下急性補充 12.8 mmol 硝酸鹽可提升業餘跑者 2 km 跑步計時表現，且男性與女性提升幅度相當，增能效益主要出現在後半段 (第 2 公里分段)，並伴隨著自覺努力程度 (RPE general) 顯著降低。相較之下，Nyback 等人 (2017) 針對國

家級越野滑雪選手，在常氧與常壓低氧環境下進行 1000 m 滑輪滑雪計時測驗，急性補充 13 mmol 硝酸鹽對完賽時間與次最大運動生理指標皆未產生顯著差異；Hurst 等人 (2020) 於 5 km parkrun 賽事中以單次、低劑量甜菜根補充介入，結果顯示兩組皆顯著高於基準值，但組間完賽時間僅有不到 1 秒差距且不具統計顯著性。整體來看，急性甜菜根補充在部分距離較短、運動強度較高且局部酸化與缺氧壓力較大的跑步計時測驗中具有潛在助益，但在技術性較高或強烈競賽刺激的情境，以及劑量偏低或檢測時間點影響，並未在所有運動模式與距離上穩定重現。

在短期連續(慢性)補充方面，Rokkedal-Lausch 等人(2019)進行連續 7 天、每日補充 12.4 mmol 硝酸鹽之高劑量甜菜根，在訓練有素自行車手中，不論常氧或常壓低氧環境下皆觀察到 10 km 自行車計時賽完成時間約縮短 0.6%、平均功率輸出提升約 1.6%，並伴隨計時賽期間攝氧量與通氣量增加，在該研究的訓練有素自行車選手與特定補充策略下，連續補充甜菜根汁可能有助於改善 10 km 自行車計時賽表現；然而，其可能機制及是否適用於其他運動項目、距離與訓練程度族群，仍需更多研究驗證。然而，並非所有慢性補充研究皆支持甜菜根具有明確運動增益效果，Callahan 等人 (2017) 較低劑量甜菜根粉連續補充 3 天，McQuillan 等人 (2017) 以 8.0 mmol/天 連續補充 7 天，以及 Kent 等人 (2018) 與 de Castro 等人 (2019) 在不同距離與環境條件下的自行車與跑步計時測驗都未能在總完賽時間上觀察到穩定的增能效果，部分研究於短期 1 km 自行車測驗中觀察到平均功率輸出下降的趨勢，但其臨床或實務意義仍有待進一步確認。而 Shannon (2017) 與 de Castro (2019) 皆指出在較長距離測驗中，甜菜根補充對前半段較高功率階段完成時間與配速具有較顯著之調節作用，部分研究觀察到補充後前半段配速或分段成績的差異；然而，這些分段結果未必能直接反映肌肉酸化、局部缺氧或能量節省機制，仍須搭配生理測量資料進一步驗證。整體而言，慢性甜菜根補充是否有助於耐力計時賽表現，仍可能受到補充劑量與天數、受試者訓練程度、運動型態以及環境條件等多重因素交互調控。

本次回顧研究有以下限制，文獻涵蓋跑步、自行車與越野滑雪等不同運動項目，在技術要求、肌肉募集型態、能量系統動員與氧氣需求上差異顯著，加上同

時包含急性與慢性補充試驗，補充劑型、劑量與累積天數不一，多數研究樣本數偏少，部分試驗僅納入 8~12 位受試者，使整體結果異質性較高。此外，受試者訓練程度（休閒運動者、訓練有素運動員與高水準選手）、環境條件（常溫、高溫、常壓低氧）以及測試模式（短距離高強度 vs 長時間中低強度）皆不一致，均可能限制本研究結論，亦造成文獻結果不一致。因此，跑步與自行車計時賽結果之差異，尚不宜僅以運動距離或運動時間長短解釋；不同研究中的受試者訓練程度、補充劑量、補充天數、環境條件與測驗設計亦可能同時影響結果。

肆、結論與建議

綜上，本次回顧顯示甜菜根補充對耐力型計時賽運動表現的效應仍不一致，且高度依賴運動情境與補充策略。急性補充方面，單次甜菜根補充對耐力型計時賽表現的影響並不一致。在部分較短距離及較高強度的跑步計時測驗中，可觀察到例如 1500 m 與 2 km 跑步測驗完成時間縮短或運動表現改善；然而，在 5 km 跑步及越野滑雪計時測驗中則未呈現顯著效益。

慢性補充方面，連續數日補充甜菜根的研究結果同樣呈現不一致。部分研究顯示在訓練有素的自行車選手中觀察到 10 km 自行車計時賽完成時間縮短及平均功率輸出提升；然而，在 1 km、4 km 自行車計時測驗、固定作功量自行車測驗及 10 km 跑步測驗中，多數研究並未發現一致的改善效果。因此，目前尚無法確認延長補充天數即可穩定提升耐力型計時賽表現，其效果可能與補充劑量、補充天數、運動項目及受試者訓練程度等因素有關。

整體而言，目前較明顯的正向結果主要見於部分短距離跑步計時測驗；然而，考量短距離自行車與越野滑雪測驗亦有未見顯著效益的結果，而較長時間、不同運動型態或高度訓練族群中的效果則較不穩定。未來研究宜聚焦於特定運動項目與明確界定的強度區間，分別針對「短時間、高強度」與「長時間、中低強度」之耐力型計時賽進行探討，避免在高度異質的情境中混合解讀甜菜根補充效應。補充策略方面，建議系統性比較不同劑量與補充天數對運動表現的影響，特

別是針對高度訓練之運動員，評估是否需要較高劑量與足夠長期的補充。另應考量環境條件（如高溫、低氧）與實驗室／實地競賽情境對補充效果的調節作用，在標準化的測試環境中同步監測配速策略、自覺努力程度與分段表現，以建立更完整的機制。

參考文獻

- Callahan, M. J., Parr, E. B., Hawley, J. A., & Burke, L. M. (2017). Single and combined effects of beetroot crystals and sodium bicarbonate on 4-km cycling time trial performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(3), 271–278. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0228>
- Casado, A., Domínguez, R., Fernandes da Silva, S., & Bailey, S. J. (2021). Influence of sex and acute beetroot juice supplementation on 2 KM running performance. *Applied Sciences*, 11(3), 977. <https://doi.org/10.3390/app11030977>
- de Castro, T. F., Manoel, F. A., Figueiredo, D. H., Figueiredo, D. H., & Machado, F. A. (2019). Effect of beetroot juice supplementation on 10-km performance in recreational runners. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 44(1), 90–94. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0277>
- Gao, C., Gupta, S., Adli, T., Hou, W., Coolsaet, R., Hayes, A., Kim, K., Pandey, A., Gordon, J., Chahil, G., Belley-Cote, E. P., & Whitlock, R. P. (2021). The effects of dietary nitrate supplementation on endurance exercise performance and cardiorespiratory measures in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00450-4>
- Hoon, M. W., Hopkins, W. G., Jones, A. M., Martin, D. T., Halson, S. L., West, N. P., Johnson, N. A., & Burke, L. M. (2014). Nitrate supplementation and high-intensity performance in competitive cyclists. *Applied Physiology*,

Nutrition, and Metabolism, 39(9), 1043–1049.

<https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0574>

Hoon, M. W., Johnson, N. A., Chapman, P. G., & Burke, L. M. (2013). The effect of nitrate supplementation on exercise performance in healthy individuals: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 23(5), 522–532.

<https://doi.org/10.1123/ijsnem.23.5.522>

Hurst, P., Saunders, S., & Coleman, D. A. (2020). No differences between beetroot juice and placebo on competitive 5-km running performance: A double-blind, placebo-controlled trial. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 30(4), 295–300. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2020-0034>

Jones, A. M., Bailey, S. J., & Vanhatalo, A. (2012). Dietary nitrate and O₂ consumption during exercise. *Medicine and Sport Science*, 59, 29–35. <https://doi.org/10.1159/00034206>

Kent, G. L., Dawson, B., Cox, G. R., Burke, L. M., Eastwood, A., Croft, K. D., & Peeling, P. (2018). Dietary nitrate supplementation does not improve cycling time-trial performance in the heat. *Journal of Sports Sciences*, 36(11), 1204–1211. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1364404>

Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., Rawson, E. S., Walsh, N. P., Garthe, I., Geyer, H., Meeusen, R., van Loon, L., Shirreffs, S. M., Spriet, L. L., Stuart, M., Vernec, A., Currell, K., Ali, V. M., Budgett, R. G. M., . . . Engebretsen, L. (2018). IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(2), 104–125. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0020>

McMahon, N. F., Leveritt, M. D., & Pavey, T. G. (2017). The effect of dietary nitrate

supplementation on endurance exercise performance in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(4), 735–756. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0617-7>

McQuillan, J. A., Dulson, D. K., Laursen, P. B., & Kilding, A. E. (2017). Dietary nitrate fails to improve 1 and 4 km cycling performance in highly trained cyclists. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(3), 255–263. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0212>

Nyback, L., Glannerud, C., Larsson, G., Weitzberg, E., Shannon, O. M., & McGawley, K. (2017). Physiological and performance effects of nitrate supplementation during roller-skiing in normoxia and normobaric hypoxia. *Nitric Oxide*, 70, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2017.08.001>

Ormsbee, M. J., Lox, J., & Arciero, P. J. (2013). Beetroot juice and exercise performance. *Nutrition and Dietary Supplements*, 5, 27–35. <https://doi.org/10.2147/NDS.S52664>

Rokkedal-Lausch, T., Franch, J., Poulsen, M. K., Thomsen, L. P., Weitzberg, E., Kamavuako, E. N., Karbing, D. S., & Larsen, R. G. (2019). Chronic high-dose beetroot juice supplementation improves time trial performance of well-trained cyclists in normoxia and hypoxia. *Nitric Oxide*, 85, 44–52. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2019.01.011>

Shannon, O. M., Barlow, M. J., Duckworth, L., Williams, E., Wort, G., Woods, D., Siervo, M., & O'Hara, J. P. (2017). Dietary nitrate supplementation enhances short but not longer duration running time-trial performance. *European Journal of Applied Physiology*, 117(4), 775–785. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3580-6>

Shannon, O. M., Duckworth, L., Barlow, M. J., Woods, D., Lara, J., Siervo, M., & O'Hara, J. P. (2016). Dietary nitrate supplementation enhances high-intensity

running performance in moderate normobaric hypoxia, independent of aerobic fitness. *Nitric Oxide*, 59, 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2016.08.001>

Effects of beetroot supplementation on endurance time-trial performance: a narrative review

Dong-Hao Li ¹、Mei-Hui Tseng ^{2*}

¹ Graduate Institute of Sports and Health Management, National Chung Hsing University

^{2*} Institute of Biomedical Sciences, National Chung Hsing University

Corresponding Author: Mei-Hui Tseng
Email: tsengmh2009@gmail.com

Abstract

Beetroot juice is rich in dietary nitrate, which may lower blood pressure and enhance oxygen delivery to exercising muscles. Previous studies suggest nitrate supplementation can reduce oxygen cost and improve endurance exercise capacity, yet its effects on time-trial performance remain unclear. **Methods:** This narrative review searched PubMed and Google Scholar for human experimental studies published between 1 January 2016 and 1 February 2026 using the keywords “beetroot” and “beetroot juice”. Trials that did not use beetroot-based supplements or did not include a time-trial outcome were excluded, yielding 10 eligible studies. **Results:** Most used beetroot juice or concentrated, providing ~4.1–15.2 mmol nitrate per dose, with protocols ranging from single acute intake to 3–8 days of supplementation, sometimes with an additional dose on trial day. In elite cyclists and cross-country skiers, beetroot supplementation did not meaningfully alter time-trial outcomes, while small improvements in completion time or power output were reported in a few short-distance running trials (e.g., 1500 m, 2 km). **Conclusion:** The ergogenic effect of beetroot on endurance time-trial performance remains inconsistent. Benefits appear limited to certain short-distance running events, with no consistent improvements in cycling, skiing, or longer trials. Given heterogeneity in exercise modes, dosing, training status, and study design, further standardized trials in athletes of similar levels are needed to clarify practical impact.

Key Words: beetroot juice, nitrate, endurance exercise, time-trial performance

「靜宜體育」徵稿要點

- 一、「靜宜體育」(以下簡稱「本期」)旨在提供體育與運動科學之學術發表機會與溝通管道，每年出版一期(七月底出版)。本期設有審查制度，歡迎各界惠賜**有關體育與運動科學之原創性、論述性論文**。
- 二、稿件首頁包含題目、真實姓名、所屬單位及主要聯絡者通訊地址、電話、傳真號碼、電子郵件信箱(E-mail)。
- 三、稿件一律採用電腦打字(版面設定上、下、右-2.5cm、左-3.5公分，12號字，**1.5倍行高，每頁最多26行，中文標點符號用全型，英文標點符號用半型**)，並寄送稿件電子檔至以下信箱：tcyeh2@pu.edu.tw。格式不符合者一律退件。
- 四、稿件(圖與表總數以8幅為限)經編輯排版後以**8頁為原則，每篇上限為10頁**，均附中、英文摘要，各**500字以內**，內容含研究的目的、方法、結果與**結論，以一段式呈現**，並含5個以內之關鍵字(Key words)。
- 五、書寫格式為求統一，請參用APA格式或人文類格式撰寫(以參考文獻撰寫格式範例為原則)，參考文獻與正文引用文獻一致，以30則為限，自然科學類儘量引用五年內之文獻，不引用書籍與報紙為原則。
- 六、稿件著作權歸屬本期，本期亦有刪改權，投稿時需繳交**著作財產權讓與書**，除獲本期同意，不得重刊於其它刊物。本期不接受一稿兩投之稿件，凡曾於其它刊物發表或抄襲之稿件，一概拒絕刊登，一切法律問題自行負責。
- 七、每期投稿同一作者至多兩篇，**每篇作者至多三名。投稿行政業務費1,520元**(含郵政劃撥手續費20元)。郵政劃撥儲金存款帳號：21016518；戶名：靜宜大學，請備註「靜宜體育」，劃撥收據電子檔請寄至tcyeh2@pu.edu.tw。
- 八、如有詢問事項可用電子郵件方式傳送tcyeh2@pu.edu.tw或來電04-26328001轉16315，傳真04-26316961；傳真或電子郵件標題請訂「詢問靜宜體育稿件事宜」，並附上正確通訊資料，以利儘速處理。

※ 附註

- 一、本期建議投稿論文分章格式如下：

- 壹、緒論(前言／問題背景：含相關理論及研究、研究動機、研究目的)
- 貳、方法(含研究對象、研究工具、資料處理)
- 參、結果與討論(含各項研究結果的統計表解釋，及其各項研究結果加以討論)
- 肆、結論(做出結論及建議)
- 參考文獻(排列順序為：中文、英文、其他外文)

- 二、質性與人文類的分章格式如下：

- 壹、緒論(含背景、目的、方法)
- 貳、本文及注釋(得分數章分述，如分為三章為：貳、參、肆)
- 參、結論(序號依順序排列，如本文及注釋分三章，則結論序號為伍)
- 引用書目(排列順序為：中文、英文、其他外文)

「靜宜體育」 著作財產權讓與書

作者：_____

篇名：_____

本著作所有列名作者皆同意本篇文章被刊登於「靜宜體育」，並為推廣本期刊內容，茲將本著作之著作財產權讓與靜宜大學體育室編輯委員會，惟仍保有著作人格權，並本著作集結出版、教學及網站等個人無償(非商業)使用之權利。

立書人代表：_____ 簽章

(本人已取得其他作者同意簽署，否則須自負法律責任。)

身分證字號：_____

電話：_____ 傳真：_____

戶籍地址：_____

通訊地址：_____

中 華 民 國 年 月 日

靜宜體育 第十六期

發行人：林思伶

總編輯：蕭玉琴

執行編輯：張甄玲

審查委員：王順正、李晨鐘、東方介德、高三福、羅凱暘

(依姓氏筆劃順序排列)

出版者：靜宜大學體育室

地址：43301 臺中市沙鹿區臺灣大道七段 200 號

電話：04-26328001 分機 16031

傳真：04-26316961

網址：<https://phyed.pu.edu.tw/p/404-1049-64442.php?Lang=zh-tw>

印刷：活力點子數位整合中心

電話：04-26331613

版權所有，請勿翻印

2026 年 7 月

ISSN 2073-3224



9772073322006



靜宜大學
PROVIDENCE UNIVERSITY

電話：04-26328001 轉 16315

傳真：04-26316961

43301台中市沙鹿區台灣大道200號

<http://www.phyed.pu.edu.tw>