

國立臺灣師範大學運動與休閒學院運動競技學系

碩士論文

Department of Athletic Performance

College of Sports and Recreation

National Taiwan Normal University

Master's Thesis

探討職業男子網球雙打比賽發球與接發球對勝負之影響

The impact of serves and returns
on professional men's doubles tennis matches

高佩絹

KAO, Pei-Chuan

指導教授：劉有德 博士

Advisor: LIU, Yeou-Teh, Ph.D.

中華民國 109 年 12 月

December 2020

謝辭

讀研究所的這段期間，對於我來說是人生中很重要的一段時期，給了我許多的驚喜，讓我重新喜歡上『運動』這件事。雖然大學科系選擇的不是體育相關科系，而是網球以外的興趣（圖傳），最後繞了一大圈還是回來了競技系，但很慶幸當初有下定決心辭職報考研究所，才能幸運的進來有德老師的行為實驗室。

見到有德老師的第一次，就對老師有滿滿的尊敬，到現在對老師的崇拜與尊敬不減反增。讓我最崇拜的是每一次寫到快崩潰時，只要跟老師討論過後就會像打了強心針一樣得到滿滿的安全感，而且還會得到新的想法或是作法。謝謝老師總是花很大的耐心跟我解釋與討論，雖然我常常聽不懂人話，但還是給了我心理學會上口頭報告的機會，沒有老師給的安全感，我可能連上台的階梯都不敢踩上去。在老師身上學到了很多，做事該有的認真、有效率且謹慎地做每一件事等等課本中學不到的處事態度，不只是對研究對我的人生也大有幫助，很感激老師這兩年來不離不棄的細心照顧。

在這裡大家像是一家人，有幽默的宗諭學長一起討論打網球時該注意的小動作、超級認真的國良學長細心幫我找出論文的小瑕疵、大辣辣的于青學姊大聊午餐要吃什麼、影集要看什麼緩解緊張的情緒與搞笑的雅君學姊不厭其煩的一直幫我解決報帳的問題，雖然都是很平凡的小事，但還是有滿滿的感激，不只是學長姐，還要謝謝溫柔細心的偉哥能客觀理性地給我很多意見不論是報告還是生活上的事，還有蕎優與立穎忍受我許多脫序的言論與行為，會記得碩一時相互扶持共同解決問題，一起做許多不同的實驗，一起焦慮的寫很多很多課堂作業與海報發表，都是難忘的回憶，很開心能進來這個大家庭，在這裡不只是增加了許多學術上的知識，還得到了實驗室每個人滿滿的愛。

最後謝謝宗蓁陪我一起度過低潮分擔我很多煩惱與釐清我的想法，也要謝謝逸雯忍受我很多複雜又糾結的情緒與不離不棄的陪伴，謝謝研究所遇到所有好與不好的人事，讓我能了解自己的不足，並從中改善與成長。

探討職業男子網球雙打比賽發球與接發球對勝負之影響

2020 年 12 月

研究生：高佩絹

指導教授：劉有德

摘要

背景：發球與接發球是最常被拿來討論影響網球比賽結果的變項，但文獻研究對象多以單打項目為主，且雙打與單打的戰術策略也不盡相同，網球男子雙打的發球與接發球對比賽勝負的影響尚未見系統性的研究。**目的：**探討職業男子雙打比賽中發球與接發球表現對比賽勝負之影響。**方法：**以 2019 年美網、溫網、法網及 2020 年澳網 64 強至決賽男子雙打選手為研究對象，於官方網站搜集每位選手在每場比賽之相關數據，並利用多變量及單變量變異數分析進行統計檢驗。**結果：**優勝選手在發球、接發球與致勝球等十多項表現指標均有較好的表現。於不同比賽間，澳網在發球均有較佳表現但接發球表現較差；法網發出的 ACE、雙發失誤與一發贏球率皆為最少，在破發點與接發球的表現則為最佳；溫網發球速度較快；美網除了在發球表現較其他公開賽差外，在接發非受迫性失誤與一般擊球非受迫性失誤均有較多失誤。發球方於五拍內有較高的得分比例，且第三拍為雙打中發球方最主要的贏球拍數。**結論：**男子雙打比賽中發球與接發球的表現的確為影響勝負的關鍵，且發球優勢對得分有相當的影響。此外，不同比賽之間的各项表現指標是存在差異的。**建議：**未來可就不同層級、不同性別與不同項目等變項進行數據分析；發球優勢細分為一發、二發，更能明確的瞭解一、二發發球優勢之間的差異。

關鍵詞：四大公開賽、比賽表現分析、接發球、發球優勢

The impact of serves and returns on professional men's doubles tennis matches

December, 2020

Author: KAO, Pei-Chuan

Advisor: LIU, Yeou-Teh

Abstract

Background: Performances of serves and returns are the most commonly used statistics to relate to the outcome of tennis matches. However, literature on tennis serves and returns covered mainly singles matches although the tactics and strategies of the doubles and singles are not the same. There has been no systematic study on the impact of serve and return on the outcome of matches in men's doubles tennis. **Objective:** To investigate the performance of service and return on the outcome of professional men's doubles tennis. **Methods:** The data from the first round to final match of the men's doubles in 2019 US Open, Wimbledon, French Open and 2020 Australian Open were collected from the respective official websites. The MANOVA and ANOVA were used for statistical analyses. **Results:** The winning players had better performance in more than ten performance indicators that involved service, return, and winner. Among the championships, the Australian Open had a better service performance but not in returning services; there were the least number of aces, double-faults and first-service-won in French Open; the serving speed was the fastest in Wimbledon than the other championships. The service performance in US Open not only had the most double-faults and the least first-service-in among all the championships, there were also more general unforced errors and return errors in US Open. There was a scoring advantage on the serving side under five strokes, and the third stroke was the most important stroke for the

serving side to win points. **Conclusion:** The performance of serving and receiving is the key to win the men's doubles tennis, and there is a considerable serving advantage in men's doubles. In addition, there were different performance indicators among championships. **Suggestions:** Future studies may examine the performances of the service and return for different level of matches and different gender of players. The service advantage may be examined separately for the first and the second serve to further differentiate the service advantage of the first serve from the second serve.

Keywords: Grand slam, performance analysis in sport, service-return, service advantage



目次

謝辭.....	i
中文摘要.....	ii
英文摘要.....	iii
目次.....	v
表次.....	vii
圖次.....	viii
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 研究問題.....	3
第四節 名詞操作性定義.....	3
第五節 研究限制.....	4
第六節 研究重要性.....	5
第貳章 文獻探討.....	6
第一節 男子網球雙打起源.....	6
第二節 網球發球.....	8
第三節 四大滿貫與其他男子職業賽差異.....	11
第四節 文獻總結.....	13

第參章 研究方法	15
第一節 研究範圍.....	15
第二節 研究工具.....	15
第三節 研究流程.....	16
第四節 資料處理.....	16
第肆章 結果	18
第一節 四大公開賽不同技術對勝負之影響.....	18
第二節 三大公開賽不同技術對勝負之影響.....	27
第三節 發球優勢與比賽勝負之關聯.....	37
第伍章 討論	42
第一節 比賽表現指標對勝負之影響.....	42
第二節 比賽表現指標對公開賽之影響.....	45
第三節 發球優勢.....	47
第陸章 結論與建議	48
第一節 結論.....	48
第二節 建議.....	49
參考文獻	50

表 次

表 4-1-1 四大公開賽與勝負之間交互作用多變量分析結果.....	18
表 4-2-1 三大公開賽與勝負之間交互作用單變項分析結果.....	27



圖 次

圖 2-1 發球站位與發球落點圖.....	10
圖 2-2 職業男選手賽事層級分類示意圖.....	13
圖 4-1-1 四大公開賽 ACE 平均顆數與標準差.....	19
圖 4-1-2 勝負方 ACE 平均顆數與標準差.....	19
圖 4-1-3 四大公開賽雙發失誤平均顆數與標準差.....	20
圖 4-1-4 勝負方雙發失誤平均顆數與標準差.....	20
圖 4-1-5 四大公開賽平均一發進球率與標準差.....	21
圖 4-1-6 勝負方平均一發進球率與標準差.....	21
圖 4-1-7 四大公開賽平均一發贏球率與標準差.....	22
圖 4-1-8 勝負方平均一發贏球率與標準差.....	22
圖 4-1-9 四大公開賽平均二發贏球率與標準差.....	23
圖 4-1-10 勝負方平均二發贏球率與標準差.....	23
圖 4-1-11 四大公開賽平均破發點接球方得分率與標準差.....	24
圖 4-1-12 勝負方平均破發點接球方得分率與標準差.....	24
圖 4-1-13 四大公開賽平均接球方得分率與標準差.....	25
圖 4-1-14 勝負方平均接球方得分率與標準差.....	25
圖 4-1-15 四大公開賽平均每盤贏球數與標準差.....	26
圖 4-1-16 勝負方平均每盤贏球數與標準差.....	26
圖 4-2-1 三大公開賽發球最快時速與標準差.....	28
圖 4-2-2 勝負方發球最快時速與標準差.....	28
圖 4-2-3 三大公開賽一發平均時速與標準差.....	29
圖 4-2-4 勝負方一發平均時速與標準差.....	29
圖 4-2-5 三大公開賽二發平均時速與標準差.....	30

圖 4-2-6 勝負方二發平均時速與標準差.....	30
圖 4-2-7 三大公開賽平均一發接發球贏球平均顆數與標準差.....	31
圖 4-2-8 勝負方平均一發接發球贏球平均顆數與標準差.....	31
圖 4-2-9 三大公開賽平均二發接發球贏球平均顆數與標準差.....	32
圖 4-2-10 勝負方平均二發接發球贏球平均顆數與標準差.....	32
圖 4-2-11 三大公開賽平均接發球致勝球顆數與標準差.....	33
圖 4-2-12 勝負方平均接發球致勝球顆數與標準差.....	33
圖 4-2-13 三大公開賽接發球非受迫性失誤平均顆數與標準差.....	34
圖 4-2-14 勝負方接發球非受迫性失誤平均顆數與標準差.....	34
圖 4-2-15 三大公開賽致勝球平均顆數與標準差.....	35
圖 4-2-16 勝負方致勝球平均顆數與標準差.....	35
圖 4-2-17 三大公開賽非受迫性失誤平均顆數與標準差.....	36
圖 4-2-18 勝負方非受迫性失誤平均顆數與標準差.....	36
圖 4-3-1 澳網每分總來回拍數分佈圖.....	37
圖 4-3-2 各拍得分占每盤總得分比例的平均數與標準差.....	38
圖 4-3-3 不同來回拍數中發球與接發球方得分比例.....	39
圖 4-3-4 發球方五拍以內來回拍數平均勝負比例與標準差.....	40
圖 4-3-5 接發球方五拍以內來回拍數平均勝負比例與標準差.....	40
圖 4-3-6 五拍以內來回拍數發球接發球平均勝負比例與標準差.....	41
圖 4-3-7 五拍以內來回拍數發球接發球勝負比例.....	41

第壹章 緒論

第一節 研究背景

網球是需要運用身體許多肢段協調搭配才能執行的一種運動，擊到球雖然容易，但想要打出有速度與質量的球，不只需要搭配手、腳的運用，還得配上身體的轉動；了解並順應外在環境的影響，進行打法的轉換與應用。外在環境的影響因素有許多種，例：場地材質的不同、風的方向與球的彈跳等等環境帶來的不同因素。以不同場地材質來說，四大公開賽中分別有三種場地，其中有法國網球公開賽 (French Open) 使用紅土、溫布頓網球公開賽 (Wimbledon Championship) 使用草地、澳洲網球公開賽 (Australian Open) 及美國網球公開賽 (US Open) 皆使用硬地，但澳網與美網兩種公開賽場地表面材質還是有些微差異。

可以影響網球比賽結果的因素可以分成人、事、時、地，從人的面向去分析，每個人的身體結構不太相同，影響比賽表現的結果也會不同，像是選手的身高會影響發球的速度 (Sögüt, 2018) 等等對技術的影響；參加不同比賽項目時，選手為了化解或是製造不同的球路，比賽策略與各技術使用比例也會不相同，例如執行雙打時與執行單打時所使用到的截擊比例是不相同的，雙打使用截擊的機會較單打多 (林子揚, 2009)；不同年紀的選手在執行相同賽事時，所使用的技術比例與表現也不太相同，例如選手年紀越大時雙發失誤的數量越少，ACE 數量越多 (Hizan, Whipp & Reid, 2011)；不同場地材質的比賽，會影響球的速度，進而影響比賽表現及策略，例如草地材質場地球速快於硬地材質場地與紅土材質場地 (Vaverka, Nykodym, Hendl, Zhanel & Zahradnik, 2018)，且比賽場地材質之間的差異是最常被拿來討論的變項。

網球選手們需要學會的技術有非常多種，像是發球、正拍、反拍、切球、吊高球、放小球、殺球與截擊等等。每種技術都是缺一不可，這樣就更讓人好奇真的沒有任何一種技術是可以影響勝負的關鍵嗎？許多學者們的意見認為發球與接發球是在比賽當中影響勝負的關鍵，研究中探討的細項常見相關變項內容為一發進球率、一發得分率、二

發得分率、ACE、雙發失誤、接發球點勝率、破發點勝率、總贏球數、非受迫性失誤、致勝球、最快發球速度、一發平均速度與二發平均速度十三項發球、接發球相關變項 (陳智仁, 1996; 劉中興、羅宏仁, 1999; 江中皓, 2003; 李建平, 2004; 張凱隆, 2007; 張碧峰、陳志榮, 2009a; 張碧峰、陳志榮, 2009b; 邱豐傑、李鑑芸、趙曉涵, 2010; 簡瑞宇, 2013; 王鶴森、林偉毅、趙曉涵, 2005; 趙曉涵、王鶴森, 2008; 趙曉涵、王鶴森, 2015)。多數探討網球比賽的文獻, 常設訂於高層級的比賽, 四大公開賽、ATP 巡迴賽及全國排名賽, 且多以男子單打為主, 只有少數文獻提到女子單打的比賽表現 (劉佳哲、張碧峰, 2011; Cui, Gomez, Goncalves, & Sampaio, 2018)。上述文獻中結果大多指出一發贏球率、二發贏球率、破發球點勝率、ACE 與總贏球數為影響單打勝負的關鍵。要快速的了解選手於比賽中的表現最直接也最好理解的就是比較球員之間的贏球率, 而所有研究中贏球率皆分為一、二發贏球率, 從字面上可以了解此兩種贏球率為觀看發球贏球率, 而發球贏球率的計算方式是否能確實反映出發球於發球贏球率中有確實的影響。舉例官方網站贏球率計算方法, 發球者發進一發或二發後不論來回對打幾拍, 此拍勝率皆算在發球者一發或二發贏球率當中, 當來回拍數為十拍以上時, 贏得該分的因素應該歸功於發球時的速度或是角度嗎? 此問題, 在文獻有被提出支持並被稱為發球優勢 (O'Donoghue & Brown, 2008)。

大多文獻以單打為主, 僅有少數探討網球雙打的文獻提及執行雙打時的戰術與技術運用, 但文獻中以描述性統計方式呈現女雙影響勝負關鍵為發球贏球率與接發球贏球率 (林子揚, 2009) 或是只以特定的選手作研究對象, 並探討發球落點與前排策略之關聯 (林岱樵, 2010)。因此想了解男子雙打中的發球、接發球表現是否也是影響比賽勝負的主要關鍵原因? 還是其他相關表現才是影響比賽勝負的主要關鍵?

第二節 研究目的

根據上述研究背景, 本研究目的為探討職業男子網球雙打比賽中的發球、接發球、與發球、接發球以外表現對比賽勝負之影響。

第三節 研究問題

根據以上的研究目的，產生研究問題如下：

- 一、公開賽的職業男子雙打比賽中勝負隊是否有不同的發球表現？
- 二、公開賽的職業男子雙打比賽中勝負隊是否有不同的接發球表現？
- 三、公開賽的職業男子雙打比賽中勝負隊是否在致勝球、非受迫性失誤及總贏球數等其他技術有不同的表現？
- 四、職業男子雙打比賽中是否有發球優勢存在？

第四節 名詞操作性定義

一、發球相關名詞：

1. ACE：發球者利用發球將球發進有效區域內，使接發球者無法觸碰到球，產生的直接得分，稱為 ACE 球。
2. 雙發失誤 (Double Faults)：發球者無法利用兩次的發球機會，將球發進至有效區域內，產生的直接失分，稱為雙發失誤。
3. 一發進球率 (1st serve in)：發球者一發進球數除以一發總發球之百分比。
4. 一發贏球率 (Win 1st sever)：發球者一發贏球數除以一發進球數之百分比。
5. 二發贏球率 (Win 2nd sever)：發球者二發贏球數除以二發進球數之百分比。
6. 平均速度：發球者發球速度之平均值，單位為公里/小時。(一、二發分開計算)。
7. 發球最快速度：發球者於一盤當中，發出最快的球速。

二、接發球相關名詞：

1. 接發球勝率 (Receiving points won)：一盤中接發球方得分數量除以接發球總數量之百分比。
2. 破發點勝率 (Break points won)：接發球方於一局當中，只要再贏一分即贏得該局的情況下，稱為破發球點。破發點勝率為

一盤中，接發球方贏得破發球點數量除以破發球點總數之百分比。

3. 接發致勝球 (Return winners)：接發球方利用接發球打進至有效區域內，使對手無法觸碰到球，而產生的直接得分。
4. 接發球非受迫性失誤 (Return unforced errors)：接發球者無法利用接發球技術打進至有效區域內，且並沒有受到發球者發球強度或角度威脅之失誤數量。

三、其他相關名詞：

1. 致勝球 (Winners)：選手在對打過程中，利用除了發球與接發球以外之技術使對手碰觸不到回擊球因而得分之擊球。
2. 非受迫性失誤 (Unforced errors)：選手於比賽中，沒有受到任何強勢或是大角度攻擊，自行產生的失誤。
3. 總贏球數 (Total points won)：該選手於整場比賽中，所贏得的總得分數。
4. 發球優勢 (Advantage of Serve)：發球者於發球後因為發球而得分。

第五節 研究限制

本研究相關數據來源為四大公開賽官方網站，研究者並未對數據來源之信度進行檢驗。17 項相關數據並不是每一項都齊全，細節如下：

- 一、美網、溫網僅有八強提供最快發球速度、一發平均速度、二發平均速度、一發接發球、二發接發球、接發球致勝球、接發球非受迫性失誤、致勝球與非受迫性失誤相關數據，因此這些變項將僅就八強之紀錄予以分析。
- 二、來回拍數僅有澳網提供完整數據，因此本研究僅以澳網完整六十四強所有比賽的紀錄予以分析。

三、法網官網沒有提供最快發球速度、一發平均速度、二發平均速度、一發接發球贏球數、二發接發球贏球數、接發球致勝球、接發球非受迫性失誤、致勝球與非受迫性失誤相關數據，因此這些變項將僅就法網以外之其他三個公開賽之紀錄予以分析。

第六節 研究重要性

隨著台灣女子雙打項目持續有著亮眼的成績，台灣男子雙打也逐漸被重視。想要在國際上有出色的表現必須先瞭解目前國際趨勢，進而改善或增強。因此本研究希望透過利用分析比賽中相關數據，觀察在技術皆相當成熟的職業男子雙打中，何種技術是能左右勝負的關鍵，以增進對國際男子雙打現況的技戰術知識。



第貳章 文獻探討

第一節 男子網球雙打起源

網球歷史的起源眾說紛紜，最多人的解釋則是於法國十三、十四世紀左右，法國宮廷內流行一種名為 Le Jeu Paume 的運動。開始時大多為利用手掌對牆來回擊打，後來發展為兩人對打 (劉茵, 2002)。執行此項運動時，會於兩人中間拉起一條線當作是網子，也是利用手掌擊球的方式進行，這項運動被視為網球的前身。十六世紀出現羊皮製的球拍，取代手掌擊球的方式，於十六世紀末時，Le Jeu Paume 傳至英國。十七世紀將繩改為網，球拍增加弦線 (黃珺, 2002)。當時逐漸普遍，因為快速流行的緣故也使賭博夾帶了進來，Le Jeu Paume 被禁止於公開場合進行，僅在貴族間還流行著。十九世紀英國維多利亞女王近衛騎兵少校沃爾特(Walter Clopton Wingfield)，利用幾項運動特徵與 Le Jeu Paume 結合，成為一種新的球類運動，名為 Sphairistike，創立「沙漏計時器葫蘆形狀」特殊的場地，比賽規則制定為『15分計分制』，且出版了第一本草地網球書 <Sphairistike>，書中以介紹及推廣草地網球運動為主軸，形成草地網球的一股熱潮，並舉辦了現代網球史上最早的比賽 (邵心平, 2010)。於西元 1877 年的英國倫敦溫布頓，由全英草地網球與門球俱樂部 (All England Lawn Tennis and Croquet Club) 舉辦首場溫布頓網球錦標賽，當時僅有男子單打的比賽。溫布頓網球錦標賽的第一場男子雙打賽事，一直到西元 1884 年才由全英俱樂部增加於溫布頓錦標賽當中 (Wimbledon Champion, 1884)。

法國網球公開賽於西元 1891 年開始舉行，當時只是法國國內錦標賽，且也是以男子賽事為主，但無法確定法國當時是否已經有男子雙打賽事，只提及在西元 1925 年時，法網已有男子雙打 (French Open, 1925)。美國網球公開賽於西元 1881 年首次於羅德島州舉辦，只有男子項目賽事，且必須屬於美國國家草地網球協會 (United States

National Lawn Tennis Association) 會員才能參加此比賽，首次舉辦比賽時就有男子雙打賽事 (US Open, 1881)。西元 1900 年獨立舉辦美國男子雙打大獎賽 (U.S. National Men's Doubles Championship)，分別在美國東、西部舉行，以角逐出最佳的隊伍 (地區冠軍)，地區冠軍將參加季後賽，優勝者可以與衛冕冠軍進行比賽。西元 1905 年首屆澳大利亞標賽於墨爾本舉辦，以男子賽事為主，僅有 17 名參賽者，且首屆錦標賽就有雙打賽事 (Australian Open, 1905)。從各四大公開賽起源的時間可以了解，最開始的賽事皆是以男子為主，且以單打為主軸，才接續增加男子雙打的賽事，也可以從以上的文獻推知，以四大公開賽來討論的話，最早的男子雙打比賽是於西元 1881 年的美網雙打，至今也有一百多年的歷史，與單打賽事相差不遠。而單打賽事與雙打賽事又有哪些差異呢？

單打與雙打為兩種截然不同的賽事，不論是戰略、場上人數還是應用技術都不相同 (麥吉誠、趙高政、林志隆、鄭鯤茂, 2005)，像是場上原本的兩人對打增加至四人，而雙打因為場地人數的增加，場地的大小也從原本的單打有效區的寬 8.23m、長 11.89m (全場總長 23.78m)，增加寬 1.37m 的雙打有效區於兩邊單打線的外側，使雙打有效區寬度增加至 10.97m，以上有效區皆是指接發球後 (包含接發球) 之得分有效區。兩種賽事的比賽計分賽制也不相同，四大滿貫中單打賽事於各公開賽的比賽規則中決勝盤計算方式不同，因此賽制執行方式不同；雙打於四大公開賽中則都一致，決勝盤打到 6-6 時皆進行『搶七』制 (Australian Open, 2019; French Open, 2019; Wimbledon Championship, 2019; US Open, 2019)。且不輪是雙打或單打項目，獎金、積分與籤數皆不相同。

男子職業網球比賽除了大眾所詳知的四大滿貫外，還有職業網球聯合會 (Association of Tennis Professionals, 簡稱 ATP) 舉辦的 ATP 世界巡迴賽、ATP 挑戰賽與國際網球總會 (International Tennis Federation, 簡稱 ITF) 舉辦的國際網聯男子巡迴賽 (ITF Men's Circuit)，這些比賽當中皆有男子雙打賽事的比賽。以國家代表的賽事中，台維斯盃 (Davis Cup) 與夏季奧林匹克運動會 (Summer Olympic Games) 也有男子雙打的賽事。由此可知，雙打是網球賽中相當普遍的賽事。

於不同的男子職業賽當中，都會以 ATP 中的排名來分配種子球員與抽籤的安排，且單打與雙打的排名是分開計算的，大家常會有一個疑問，第一名與第二名的單打選手配在一起是不是就會拿雙打冠軍？從 ATP 的排名與男子職業賽事中可以發現，單打與雙打排名是不成正比的，不會因為你的單打成績好，雙打就也會有相同的好成績，可以說打單打的選手不一定也擅長打雙打。且如果把雙打稱為『兩個單打的組合』是不符合雙打特性的說法（張思敏，1984），想贏得雙打需要靠雙方的默契配合，且適當的運用雙打的戰術與技術，才是雙打取得勝利的關鍵。

第二節 網球發球

討論戰術前，不外乎是需要有成熟的技術來支持，才能有更多的戰術變化。網球中有許多技術像是發球、正拍、反拍、截擊、切球及殺球等等，但在討論網球比賽中有關技術的文獻當中，大多討論的都是以發球為主。發球技術之所以重要，來自於它是比賽中每一分的開始，擁有強勁的發球可以產生直接得分，亦可以使對手回擊較弱的球，進而產生下一次攻擊的機會（張凱隆，2007），而這種間接得分的方式被稱為發球優勢 (advantage of serve)。以最客觀的角度來談論發球，從發球速度談起。不同性別在相同的硬地場地執行比賽時，男選手不論是一發還是二發速度皆快於女選手（趙曉涵、王鶴森，2015）；不同性別於不同場地執行比賽時卻得到了相同的趨勢，不論是男選手還是女選手發球速度最快的皆是在草地材質球場發生（Vaverka, Nykodym, Hendl, Zhanel & Zahradnik, 2018）。而發球速度越快的場地製造 ACE 球的數量也會增加，趙曉涵、王鶴森（2008）利用美國公開賽（硬地材質場地）與法國公開賽（紅土材質場地）男單為研究對象，結果發現選手於硬地材質場地進行比賽時，發出 ACE 球的數量比紅土材質場地多，同時不論在什麼材質場地進行比賽時，男選手發出 ACE 球的數量皆多於女選手（趙曉涵、王鶴森，2015）。

ACE 球大多是發生在一發發球時，在這種強勢發球下，一發進球率越高威脅性就會跟著增加。分析 2008 年澳洲網球公開賽單打男女各 14 場比賽結果，發現男子單打選手一發進球率平均達 60%，女子單打選手一發進球率高了男選手 2% 的進球率平均達

62%，而二發進球率太低的話則會增加自己落敗的機會，並從結果中發現女選手的二發進球率也高於男選手 (Hizan, Whipp & Reid, 2011)，從這篇文獻推論男選手可能利用速度增加 ACE 球數，但相對的失誤也隨之增加，因此一發進球率略低於女單。而要贏得比賽一定要得分，光探討進球率是不夠的，所以很多人會探討贏球率。探討一發贏球率，官網中的計算方式為『只要一發發進且最後是發球方得分，不論來回幾拍都計算在一發贏球率當中』，在要探討一發贏球率的前提之下，是這個一發對於這一分是有影響的。如果真的要探討發球贏球率的話，不適合計算所有來回拍數的得分，因為這一分來自於一發進球後的得分，不論來回幾拍都是發球的功勞嗎？有關這個問題，O'Donoghue 與 Brown (2008) 利用四大公開賽的影片紀錄單打選手發球優勢能持續幾拍的方式，檢驗發球優勢的效果。該研究以 t 考驗檢驗發球方與接發球方在結束拍數得分的差異，結果發現男單選手一發發球優勢致多延續至四拍為止，也就是說在五拍以上結束的分數，發球方與接發球方的得分已沒有顯著差異；二發發球優勢則僅延續至三拍為止；女單選手一發優勢為兩拍而已，二發發球則是毫無優勢。一、二發優勢拍數不同的原因，可能是為了減少二發失誤，把球速放慢導致較不具威脅性，影響的拍數變少。從上述文獻可以推論，假設要探討男單選手一發贏球率最多只能把來回四拍以內的得分算進一發贏球率當中。

一般來說發球的落點常常被視為策略性的結果。發球落點分為內角、近身與外角。打外角是希望把對手拉離開球場；打近身是為了減少失誤；打內角是為了發向對手較弱的反拍位置。發球站位區分為右發球區與左發球區，站位區不同時內角與外角會交換，可參考圖二。

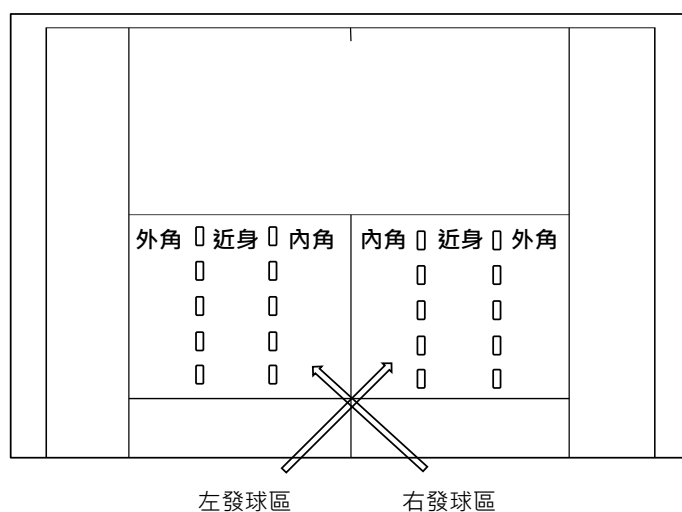


圖 2-1 發球站位與發球落點圖

趙曉涵、王鶴森 (2008) 利用不同場地觀察男單選手的發球策略，並限制研究對象皆是右撇子選手，發現選手於硬地材質發一發時，不論哪邊的發球區佔位，皆發向內角及外角的情形比較多；於紅土材質發一發時，右邊發向內角趨勢較多，左邊則發向外角較多。選手發二發時，不論是那種場地，左發球區與右發球區皆發向近身。此結果是符合前面所說的發球策略，一發發兩邊的原因是為了把角度拉開讓選手不好接發球，或是發向對手較弱的反拍；二發發向近身是為了減少失誤。趙曉涵、王鶴森 (2015) 利用不同性別觀察發球策略的不同，結果為男選手不論站在哪個發球區發一發時皆是以內角與外角為主，女選手不論站在哪邊發球區以平均分配方式執行發球落點分配，沒有特別偏好的發球落點。發二發時，不論是男、女選手，或是發球左右邊的站位不同，皆是以發近身為主。推論女選手一發落點平均分配的原因是球速較慢，利用平均分配的方式，使對手不易猜測。

發球最直接的得分就是 ACE 球，而發出最多 ACE 球的落點為，站在右邊發球區時發向內角與站在左邊發球區發向內角與外角。想要發出 ACE 球不能只靠單一的因素，需要搭配速度、旋轉與落點等等，這些都是需要靠訓練換取來的，而有沒有所謂的天生因素呢？Söğüt (2018) 利用身高作為影響發球表現變數的研究，結果為不論性別，身高

最高的組別，球速最快、ACE 球數也最多。除了性別與身高以外，球員年齡也與發球表現有關，發現年齡越大 ACE 球數越多，相反的年紀越小 ACE 球數越少，而雙發失誤的數量則是年齡越大雙發失誤越少，年齡越小雙發失誤越多，該研究組別分為職業男子、職業女子、16 歲青少年男生與女生及 12 歲青少年男生與女生 (Hizan, Whipp & Reid, 2011)。

上述皆是以單打賽事做比賽分析，相較之下雙打的文獻相當稀少，可能是因為雙打的轉播比較少，相關資訊也比較少。在絕無僅有的文獻中也只看到以描述統計提出女子雙打主要得分技術為截擊 (林子揚, 2008)。相較之下許多人對發球做了充分的探討，但隨著時間的發展，技術還是有更近一步的可能性，建立在這些發球文獻的基礎上，未來還會有繼續探討發球的研究以及對雙打的研究。

第三節 四大滿貫與其他男子職業賽的差異

世界男子職業網壇中的所有賽事，由兩個協會共同管理與舉辦，分別為職業網球聯合會 (Association of Tennis Professionals, 簡稱 ATP) 與國際網球總會 (International Tennis Federation, 簡稱 ITF)。西元 1973 年 ATP 創立職業網球選手排名系統，並沿用至今。ATP 成立的主旨在於保護男子職業網球選手的利益，且舉辦 ATP 世界巡迴賽，巡迴賽包括：ATP 世界巡迴賽 1000 大師系列、ATP 世界巡迴賽 500 系列與 ATP 世界巡迴賽 250 系列三項賽事，數字代表該賽事冠軍能獲得的積分。許多人最期待的賽事為每年於年底舉辦的 ATP 世界巡迴賽總決賽 (ATP World Tour Finals)，只有該年的世界排名前八的選手可以參賽，或是取得當年四大滿貫賽事冠軍之一且世界排名於前 20 的選手，將可以取代排名第八的選手參賽，且是所有 ATP 巡迴賽中積分最多的賽事。最特別的賽事莫過於 ATP 冠軍賽 (ATP World Tour Champion)，參加此賽事的選手條件是退役的選手，參加資格必須年滿 35 歲或是退役兩年以上，且必須曾經為世界第一或大滿貫決賽選手，台維斯盃 (Davis Cup) 優勝隊伍中的單打選手也是可以參賽的，且每個項目皆會提供兩張外卡 (Wild card) 給沒有達到參賽資格但有潛力的選手參加 (ATP Champion Tour, 1997)。ITF 則是管理網球運動比賽的國際體育組織，主要職責有，制

定網球運動的規則並籌辦四大公開賽 (冠軍可得 2000 分) 、國際網聯男子巡迴賽 (ITF Men's Circuit) 、台維斯盃與奧運賽事。

四大滿貫賽事為職業網壇最重要的賽事，也是大家熟悉且較常觀看的職業賽事，獲勝選手除了能贏得高額獎金外，獲得任何一場賽事的冠軍頭銜對選手來說都是極大的榮譽 (黃金昌，1990) 。四大滿貫中包含澳洲網球公開賽 (Australian Open)、法國網球公開賽 (French Open)、溫布頓網球錦標賽 (Wimbledon Championship)與美國網球公開賽 (US Open)。四大公開賽中有許多相異之處，像是比賽獎金的不同、決勝盤賽制的不同、比賽場地材質的不同或是比賽服裝的特殊規定，例：溫布敦公開賽選手們皆須穿著白色衣服比賽等等公開賽之間的相異，最常被拿來討論的變項則是比賽場地材質的不同，溫布頓為草地材質場地，法網為紅土材質場地，澳網與美網皆為硬地材質場地，共三種不同的場地材質 (張凱隆，2007) 。四大公開賽執行完的每年都會檢討與改進該年的運作與執行是否有疏失，因此每年的規則都會有些微的不同，目的為於下一年舉辦時，使運作更流暢；而 ATP 所有賽事的比賽規則都是統一的，男子雙打決勝盤皆是以『十分制』進行，一局當中分數為 40-40 (Deuce) 時，只需再贏一球即贏得該局 (NO-AD 制) ，比賽規則不像四大公開賽會一直調整。ATP 系列賽事之比賽規則、服裝規定等等皆是相同的，比較特別是沒有像四大公開賽一樣，場地材質跟比賽時間是固定的，ATP 則是每週於不同國家都有舉辦比賽，而場地材質則是視主辦單位而定。

除了比賽制度與比賽規則不相同以外，排名制度也有所不同。職業網球聯合會 (ATP) 每週會公布兩種排名，第一種為『阿聯航空 ATP 排名』，俗稱的世界排名，此排名為每週都在更新的積分排名，排名於西元 1973 年被推出，目的為確定不同項目入選資格選手及種子選手，統計週期數為 52 週，計分內容不包括 ATP 世界巡迴賽總決賽，並於賽季末最後一項賽事結束後積分全部重算，賽季結束後積分最高選手即為當年『世界第一』。第二種排名為『阿聯 ATP 倫敦之路排名』，俗稱 ATP 冠軍積分，排名形成是以一年內所有積分累加的數據，計算方式為『上週 ATP 冠軍積分 - 去年上週同期積分 + 今年上週積分 = 本週的 ATP 冠軍積分』，此排名即為產生 ATP 世界巡迴賽總決賽選手之依據 (ATP Tour, 2019) 。從青少年選手轉職業需要先經歷國際網聯男子巡迴賽

(ITF Men's Circuit) 得到較多分數後，才能進入下一個層級 ATP 挑戰賽 (ATP Challenge Tour)，再下個階段才是最高層級的 ATP 世界巡迴賽，賽事包括 ATP 世界巡迴賽 1000 大師系列、ATP 世界巡迴賽 500 系列、ATP 世界巡迴賽 250 系列及大滿貫賽事，這些賽事的成績再決定出可參賽 ATP 總決賽 (ATP World Tour Finals) 之選手，最後才是僅有世界冠軍或亞軍能參賽的榮譽比賽 ATP 冠軍賽 (ATP World Tour Champion)。有關各項賽事間的關聯可參考圖 2-2。



圖 2-2 職業男選手賽事層級分類示意圖

第四節 文獻總結

在網球比賽中，單打與雙打為截然不同的賽事，不論是戰略、場上人數、比賽規則還是應用技術的不同，皆是影響兩種項目賽事執行方式不同的原因。且大多文獻探討賽事為單打，較少提及雙打賽事。而單打成績好，並不會連帶著讓雙打成績跟著變好，想贏得雙打好成績不只需要靠雙方的默契配合，且適當的運用雙打戰術才是取得勝利的關鍵。且於不同的賽事中，也存在著不同性別的差異，男子選手大多表現指標較女子選手好，且因為生理條件的關係，也擁有較快的發球速度。除了賽事、性別不同以外，最常探討的不外乎是技術，網球中要學習的技術有很多種，但在討論網球比賽中的文獻，大

多以探討發球為主。發球是比賽中每一分的開始，如果掌握的好這項技術，被視為一種強勁且唯一不受對手干擾的攻擊，不只可以產生直接得分還可以利用『發球優勢』產生間接得分。

於不同職業賽中，會利用積分的方式去區分選手的等級，並推算出能參加的賽事為哪些，而四大公開賽是網球職業賽中，所有選手嚮往的殿堂，不只是能拿到雙倍的積分，更是一種榮譽的象徵。



第參章 研究方法

第一節 研究範圍

本研究以 2019 年美國公開賽、溫布頓錦標賽、法國公開賽及 2020 年澳洲公開賽男子雙打 64 強至決賽的官方網站紀錄為範圍，總計 252 場比賽。

第二節 研究工具

一、筆記型電腦

二、四大公開賽官方網站 (澳網、美網、溫網與法網)

澳網: <https://ausopen.com/draws#!mens-doubles>

美網: https://www.usopen.org/en_US/draws/index.html?event=MD

溫網: https://www.wimbledon.com/en_GB/draws/index.html?event=MD

法網: <https://www.rolandgarros.com/en-us/results/DM?round=1>

三、Microsoft Excel 2019、Wolfram Mathematica 12.1 整理記錄資料

四、IBM SPSS 23.0 統計分析軟體

第三節 研究流程

首先到四大公開賽官方網站上搜集男子雙打 64 強至決賽每場比賽的官方統計資料，包含：一發進球率、一發贏球率、二發贏球率、ACE、雙發失誤、破發點贏率、接發球點贏率、總贏球數；另於美國公開賽、溫布頓錦標賽及澳洲公開賽搜集致勝球數、接發球致勝數、一發接發球贏球數、二發接發球贏球數、非受迫性失誤、接發球非受迫性失誤、發球最快速度、一發平均速度與二發平均速度等統計數據，再於澳洲公開賽取得每分來回拍數之數據。數據搜集完成後以 Excel 及 Mathematica 整理，再以 SPSS 23.0 進行統計分析。

第四節 資料處理

- 一、以 4 (公開賽) X 2 (勝負) 二因子混合設計多變量變異數分析檢驗勝負 (重複變項) 及公開賽 (獨立變項) 對五之 (一) ~ (八) 變項之差異。
- 二、以 3 (公開賽) X 2 (勝負) 二因子混合設計多變量變異數分析檢驗勝負 (重複變項) 及公開賽 (獨立變項) 對五之 (九) ~ (十七) 變項之差異。
- 三、以描述統計檢驗一至十拍 (包含十拍以上) 各拍於 2020 年澳網公開賽中來回拍數總數量分佈，及各拍數得分占每盤總得分比例。
- 四、以二因子混合設計變異數分析檢驗每分在一至兩拍、三至四拍、及四拍以上發球方與接發球方得分之差異。所有統計分析之顯著水準設為 $\alpha=0.05$ 。
- 五、進行統計考驗之依變項如下：
 - (一) ACE 數量
 - (二) 雙發失誤數量
 - (三) 一發進球率
 - (四) 一發贏球率

- (五) 二發贏球率
- (六) 破發點勝率
- (七) 接發球勝率
- (八) 總贏球數
- (九) 最快發球速度
- (十) 一發平均速度
- (十一) 二發平均速度
- (十二) 一發接發球贏球數
- (十三) 二發接發球贏球數
- (十四) 致勝球
- (十五) 接發致勝球
- (十六) 非受迫性失誤
- (十七) 接發非受迫性失誤



第肆章 結果

第一節 四大公開賽不同技術對勝負之影響

本研究資料以各公開賽官網數據為資料來源，分析 252 場比賽，共 672 盤數據。首先以多變量變異數分析檢驗 ACE、雙發失誤、一發進球率、一發贏球率、二發贏球率、破發點勝率、接發球點勝率與總贏球數等八種在四大公開賽均提供之變項，每項相關變項數據皆以盤為單位。多變量檢驗結果於四大公開賽與勝負之間無交互作用，Wilk's $\lambda = .966$, $F(24, 1903) = .938$, $p = .549$ (表 4-1-1)。於公開賽之間達顯著差異，Wilk's $\lambda = .726$, $F(24, 1903) = 9.129$, $p < .001$ 。於勝負之間達顯著差異，Wilk's $\lambda = .237$, $F(8, 656) = 264.333$, $p < .001$ 。

表 4-1-1 四大公開賽與勝負之間交互作用單變量分析結果

相關變項	F (3, 664)	P值
ACE	.939	.421
雙發失誤	2.406	.066
一發進球率	1.467	.222
一發贏球率	.634	.593
二發贏球率	.459	.711
破發點勝率	.218	.884
接發球點勝率	1.397	.243
總贏球數	.684	.562

在單變量分析結果方面，ACE 於不同公開賽之間達顯著差異： $F(3, 664)=12.257$, $p < .001$ ，法網(F) (1.229 ± 0.084) 發 ACE 的顆數顯著少於澳網(A) (1.79 ± 0.083)、美網(U) (1.794 ± 0.085) 與溫網(W) (1.825 ± 0.067) 其他三個公開賽 ($ps < .05$, 圖 4-1-1)。勝負之間比較達顯著差異： $F(1, 663)=13.585$, $p < .001$ ，勝方(W) (1.81 ± 0.59) 平均顆數顯著多於敗方(L) (1.509 ± 0.055) (圖 4-1-2)。

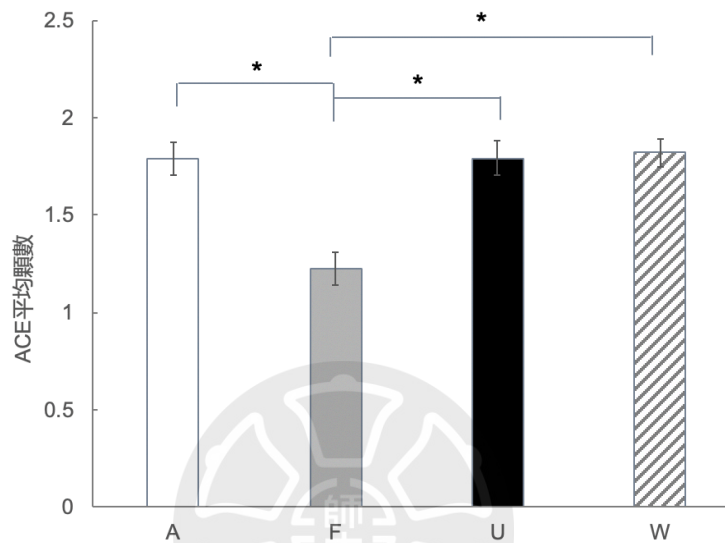


圖 4-1-1 四大公開賽 ACE 平均顆數與標準差

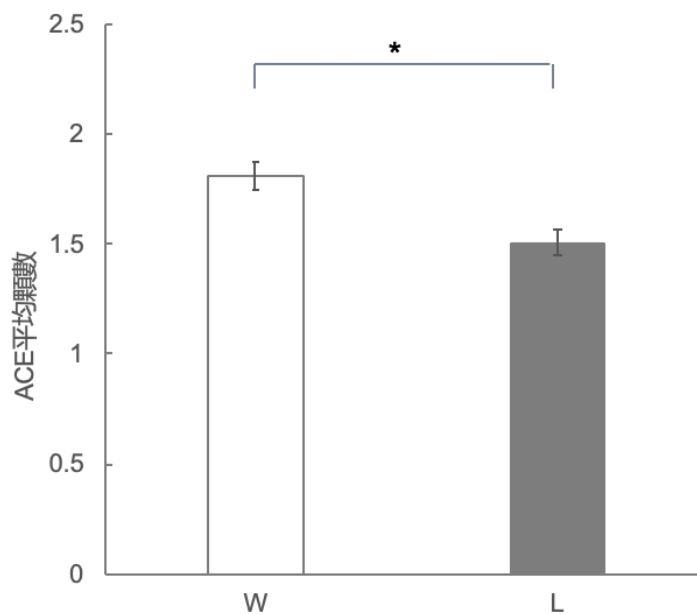


圖 4-1-2 勝負方 ACE 平均顆數與標準差

雙發失誤於不同公開賽之間達顯著差異， $F(3, 664)=17.251, p<.001$ ，且美網(U) (1.43 ± 0.066) 顯著高於澳網(A) (0.947 ± 0.064)、法網(F) (0.822 ± 0.065) 與溫網(W) (1.182 ± 0.052)；溫網(W) 顯著高於澳網(A) 與法網(F) ($ps<.05$ ，圖 4-1-3)。勝負之間比較達顯著差異， $F(1, 663)=40.253, p<.001$ ，敗方(L) (1.294 ± 0.049) 平均顆數顯著多於勝方(W) (0.896 ± 0.039) (圖 4-1-4)。

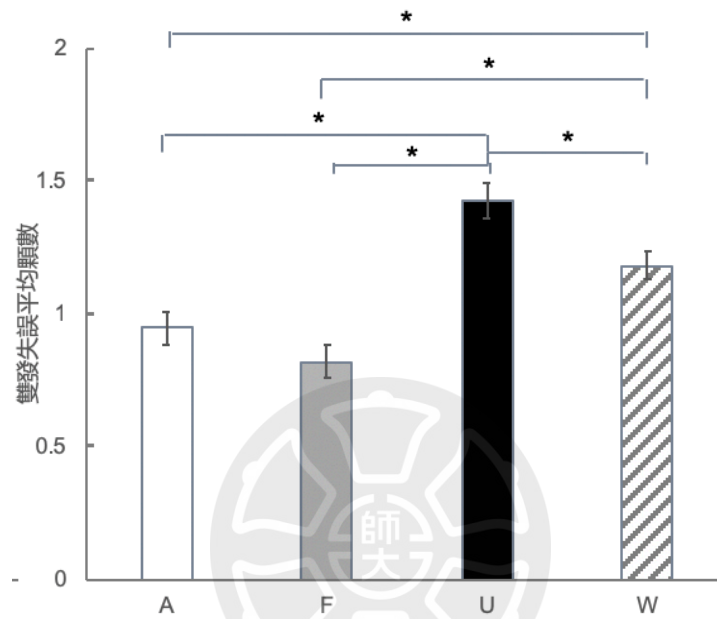


圖 4-1-3 四大公開賽雙發失誤平均顆數與標準差

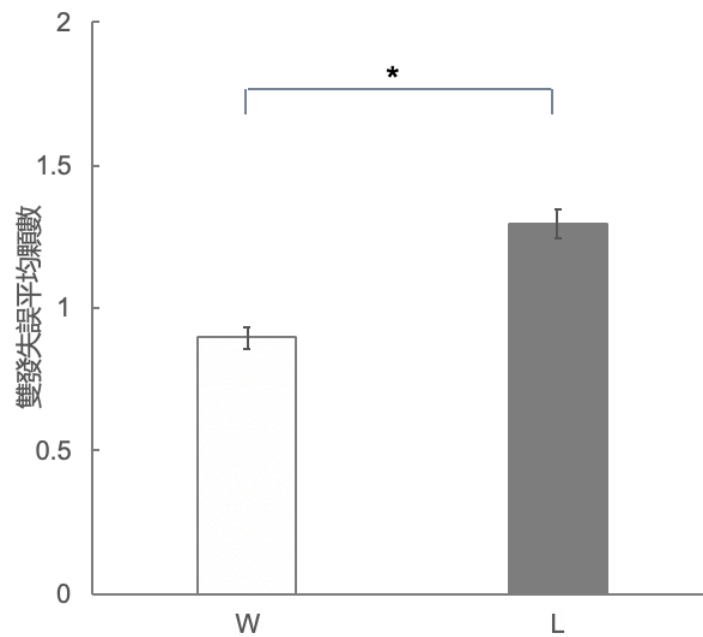


圖 4-1-4 勝負方雙發失誤平均顆數與標準差

一發進球率於不同公開賽之間達顯著差異， $F(3, 664)=8.956, p<.001$ ，且美網(U) (64.336 ± 0.594) 顯著低於法網(F) (66.682 ± 0.588)、澳網(A) (68.58 ± 0.58) 及溫網(W) (67.044 ± 0.47) ($p<.05$, 圖 4-1-5)。勝負之間比較達顯著差異， $F(1, 663)=16.271, p<.001$ ，勝方(W) (67.686 ± 0.368) 進球率顯著高於敗方(L) (65.635 ± 0.368) (圖 4-1-6)。

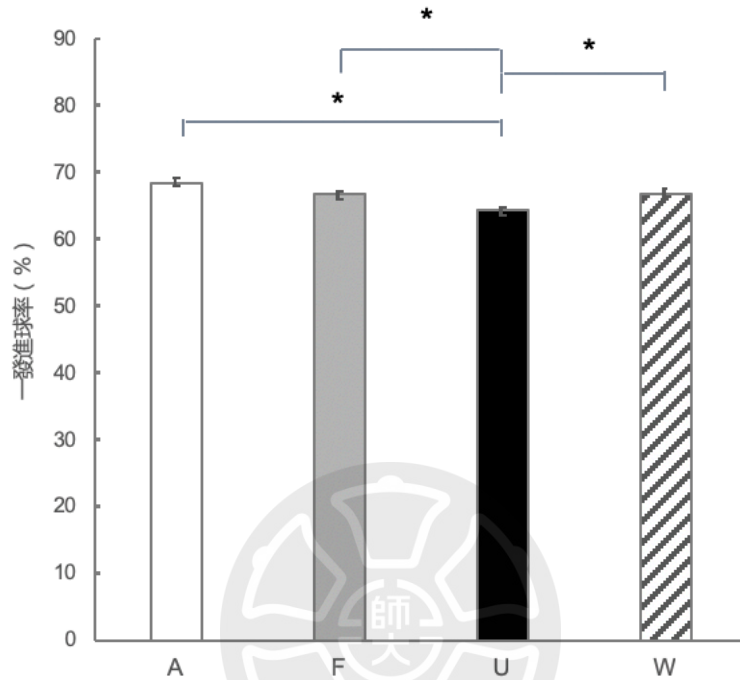


圖 4-1-5 四大公開賽平均一發進球率與標準差

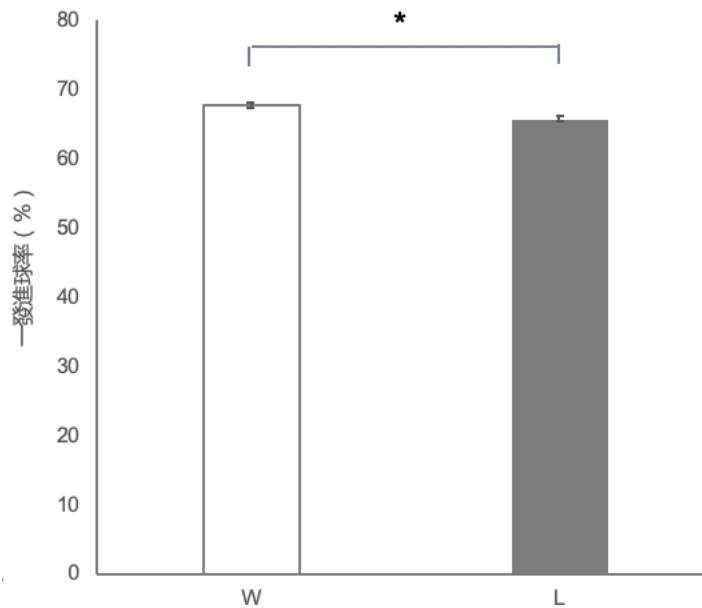


圖 4-1-6 勝負方平均一發進球率與標準差

一發贏球率於不同公開賽之間達顯著差異， $F(3, 664)=19.314, p<.001$ ，且法網(F) (69.637±0.602) 顯著少於澳網(A) (73.08±0.594)、美網(U) (75.217±0.608) 及溫網(W) (74.893±0.481) ($p<.05$ ，圖 4-1-7)。勝負之間達顯著差異， $F(1, 663)=386.32, p<.001$ ，勝方(W) (78.587±0.369) 贏球率顯著多於敗方(L) (67.827±0.422) (圖 4-1-8)。

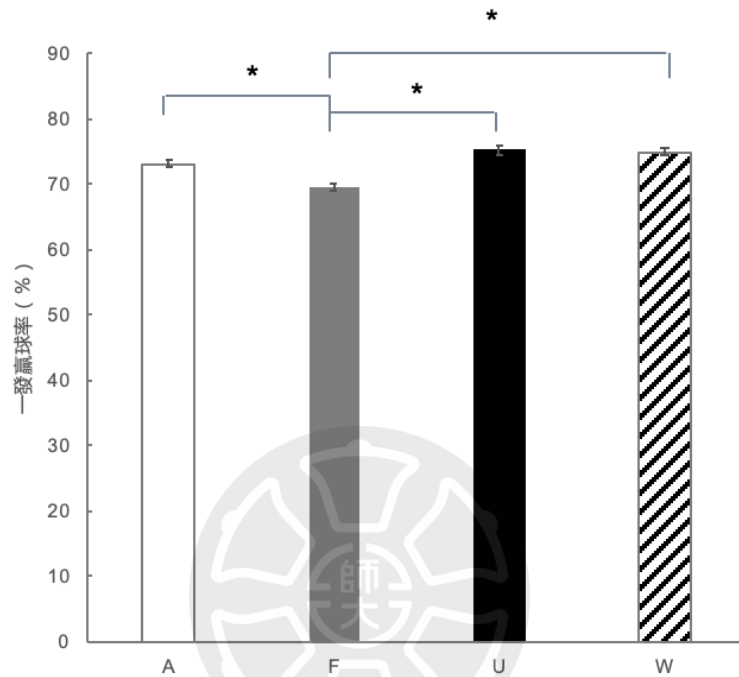


圖 4-1-7 四大公開賽平均一發贏球率與標準差

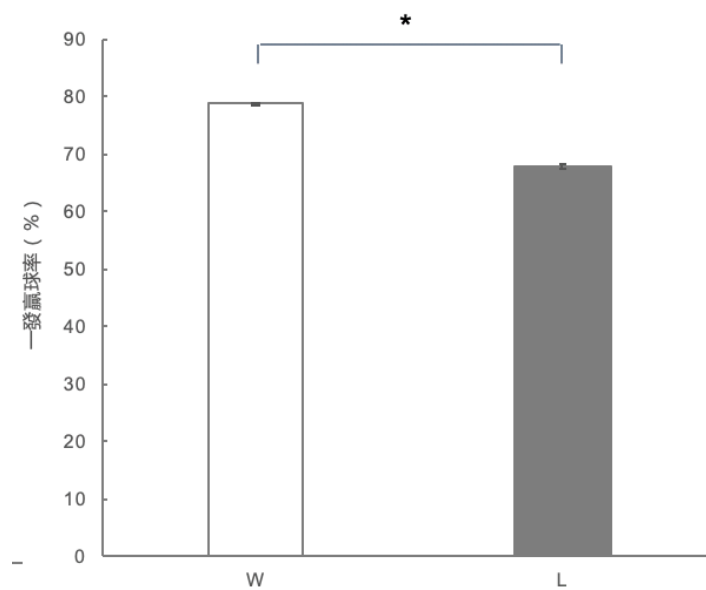


圖 4-1-8 勝負方平均一發贏球率與標準差

二發贏球率於不同公開賽之間未達顯著差異， $F(3, 664)=1.165, p=.322, (ps<.05, 圖 4-1-9)$ 。勝負之間達顯著差異， $F(1, 663)=276.174, p<.001$ ，勝方(W) (62.066 ± 0.648) 贏球率高於敗方(L) (47.625 ± 0.654) (圖 4-1-10)。

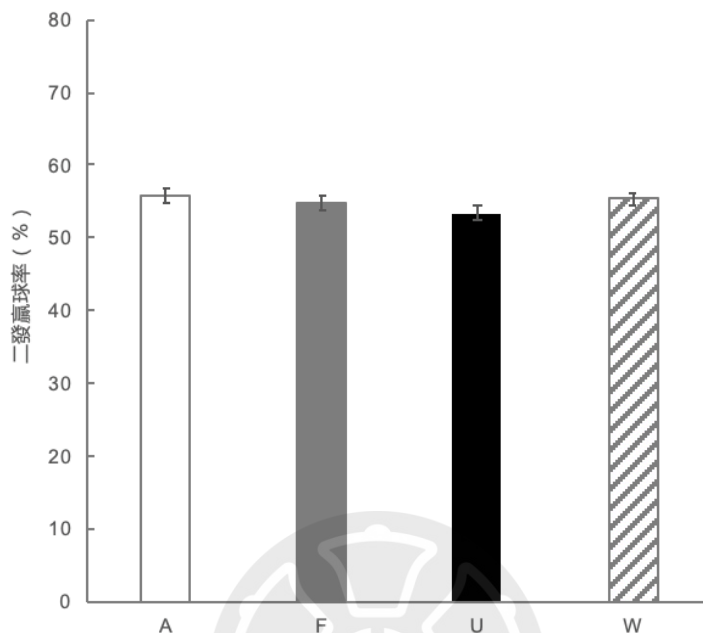


圖 4-1-9 四大公開賽平均二發贏球率與標準差

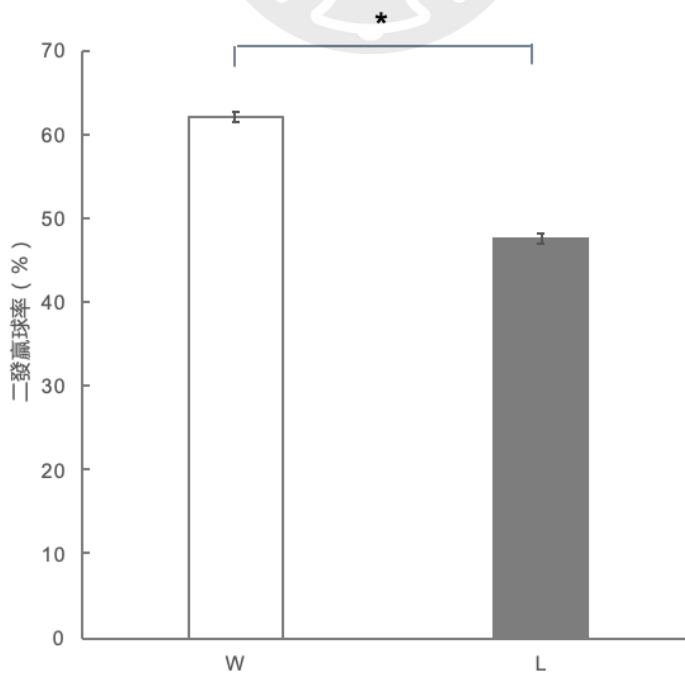


圖 4-1-10 勝負方平均二發贏球率與標準差

破發點勝率，也就是接球方在破發點之得分率，於不同公開賽之間達顯著差異， $F(3, 664)=3.193$, $p=.023$ ，法網(F) (36.545 ± 2.003) 顯著高於澳網(A) (28.86 ± 1.976) ($ps<.05$,圖 4-1-11)。勝負之間達顯著差異， $F(1, 663)=501.758$, $p<.001$ ，勝方(W) (50.8 ± 1.352) 顯著高於敗方(L) (13.856 ± 1.164) (圖 4-1-12)。

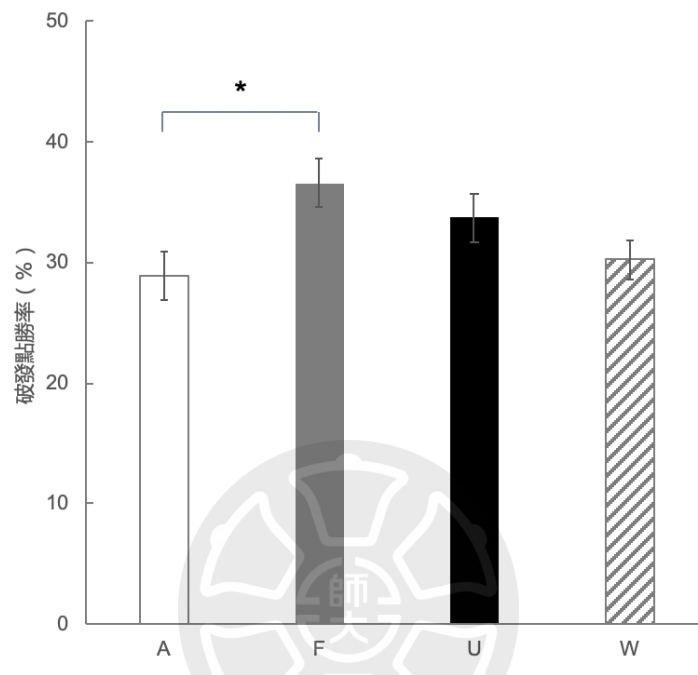


圖 4-1-11 四大公開賽平均破發點接球方得分率與標準差

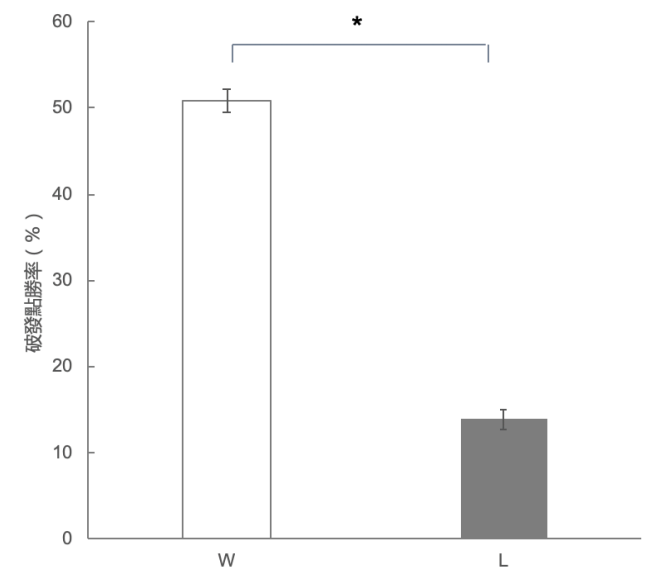


圖 4-1-12 勝負方平均破發點接球方得分率與標準差

接發球勝率於不同公開賽之間達顯著差異， $F(3,664)=25.717$, $p<0.001$ ，法網(F) (36.26 ± 0.573) 顯著高於美網(U) (33.696 ± 0.696) 與溫網(W) (32.197 ± 0.458)，澳網(A) (29.387 ± 0.565) 則顯著小於其他三個公開賽 ($ps<.05$,圖 4-1-13)。勝負之間達顯著差異， $F(1,663)=471.427$, $p<.001$ ，且勝方(W) (38.393 ± 0.359) 顯著大於敗方(L) (27.377 ± 0.386) (圖 4-1-14)。

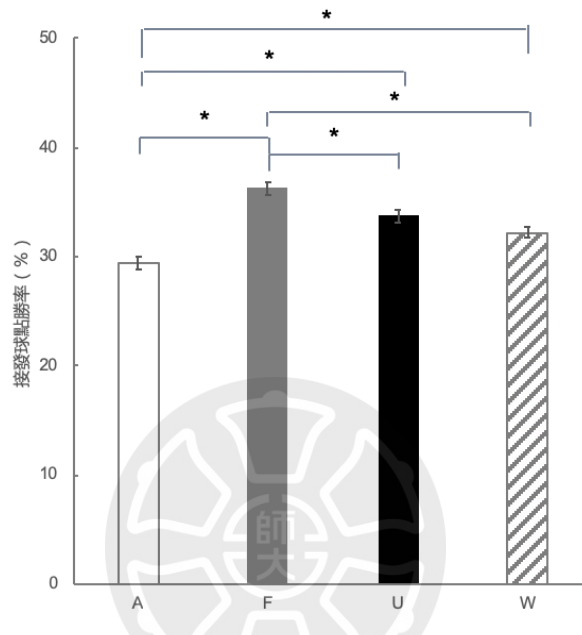


圖 4-1-13 四大公開賽平均接球方得分率與標準差

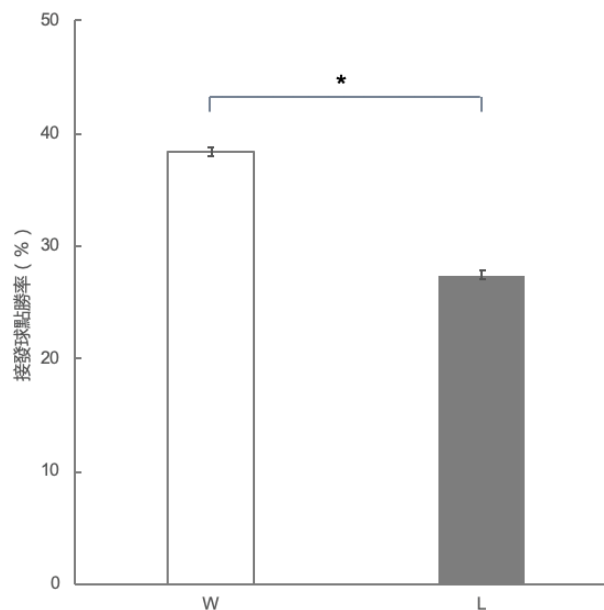


圖 4-1-14 勝負方平均接球方得分率與標準差

總贏球（得分）數於不同公開賽之間未達顯著差異， $F(3, 664)=0.409, p=.747$ ($p>.05$,圖 4-1-15) 。勝負之間達顯著差異， $F(1, 663)=1790.909, p< .001$ ，且勝方(W) (34.824 ± 0.273) 顯著大於敗方(L) (28.168 ± 0.362) (圖 4-1-16) 。

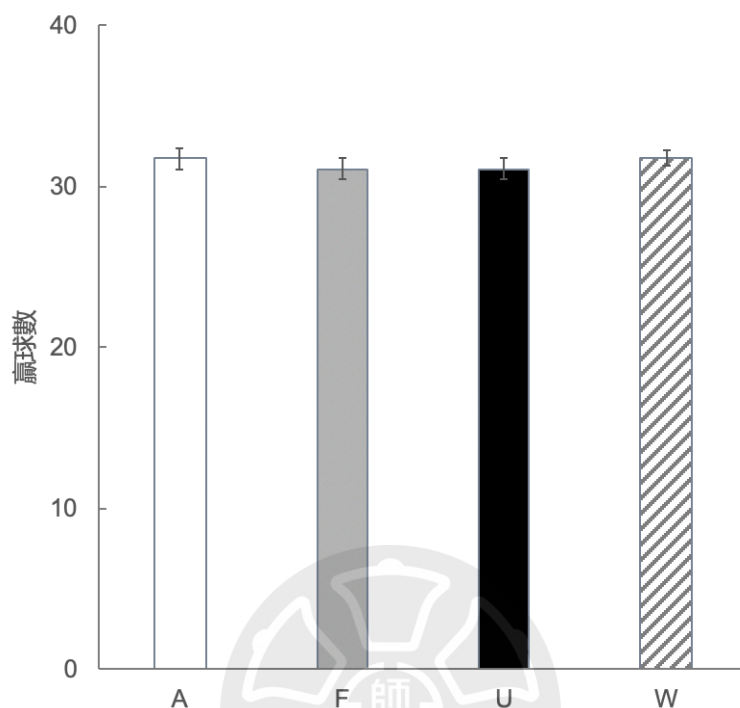


圖 4-1-15 四大公開賽平均每盤贏球數與標準差

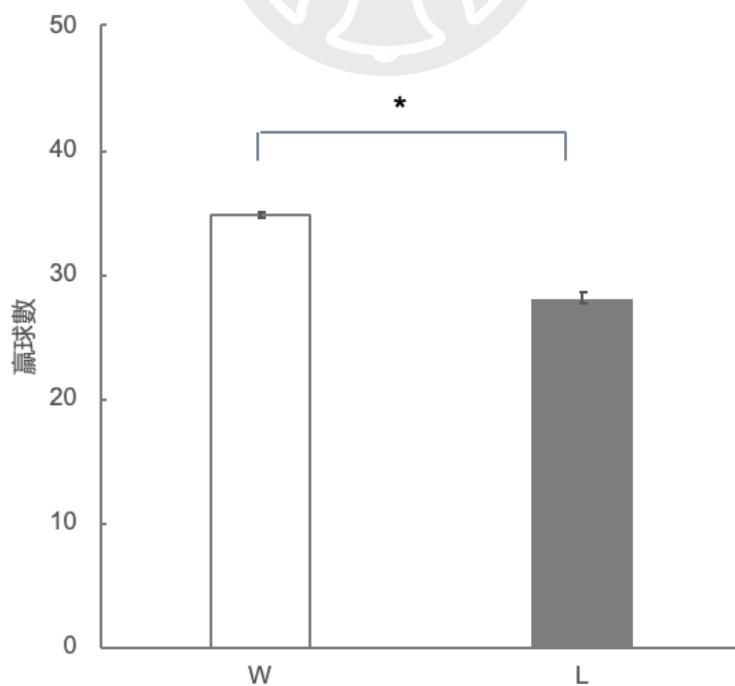


圖 4-1-16 勝負方平均每盤贏球數與標準差

第二節 三大公開賽不同技術對勝負之影響

因法網官方網站未提供最快發球速度、一發平均速度、二發平均速度、一發接發球贏球數、二發接發球贏球數、接發球致勝球、接發球非受迫性失誤、致勝球與非受迫性失誤等九種相關變項，因此該九種變項僅以澳網、美網及溫網前八強之數據做探討，計 21 場，共 60 盤。每項數據皆以盤為單位，多變量變異數分析檢驗九種相關變項於三種公開賽與勝負之間皆無交互作用， $Wilk's \lambda = .722$ ， $F(22, 94) = 0.757$ ， $p = .768$ 。於公開賽之間達顯著差異， $Wilk's \lambda = .045$ ， $F(22, 94) = 15.923$ ， $p < .001$ 。於勝負之間達顯著差異， $Wilk's \lambda = .349$ ， $F(11, 47) = 7.978$ ， $p < .001$ 。

表 4-2-1 三大公開賽與勝負之間交互作用單變量分析結果

相關變項	F (2, 57)	P值
致勝球	1.267	.289
接發球致勝球	.376	.688
非受迫性失誤	.076	.927
接發非受迫性失誤	.964	.388
一發接發球	.812	.449
二發接發球	2.953	.06
最快發球速度	.068	.934
一發平均速度	.698	.502
二發平均速度	.364	.696

在單變項分析結果方面，最快發球速度於公開賽之間達顯著差異， $F(2, 57)=8.68$, $p < .001$ ，且美網(U) (197.63 ± 0.94) 顯著慢於溫網(W) (202.43 ± 0.68) 及澳網(A) (201.22 ± 0.91) ($ps < .05$, 圖 4-2-1)。勝負之間無達顯著： $F(1, 57)=0.00$, $p = .988$ (圖 4-2-2)。

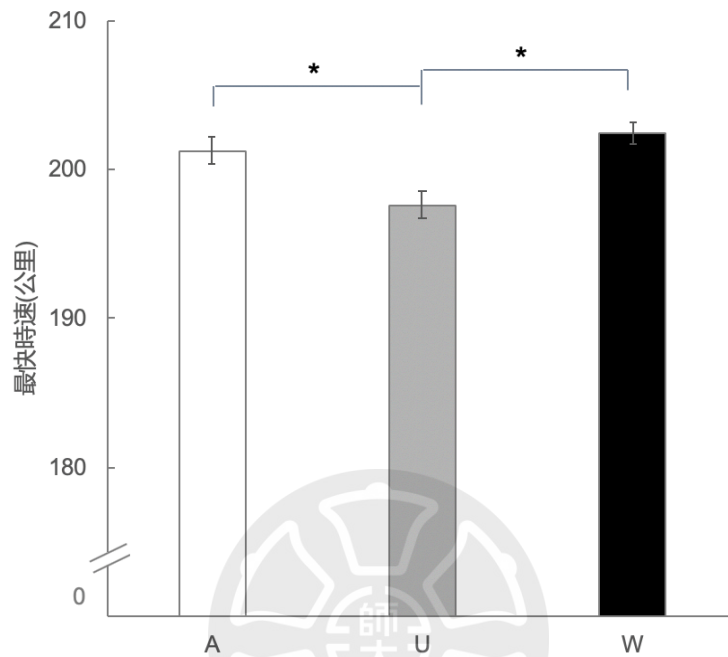


圖 4-2-1 三大公開賽發球最快時速與標準差

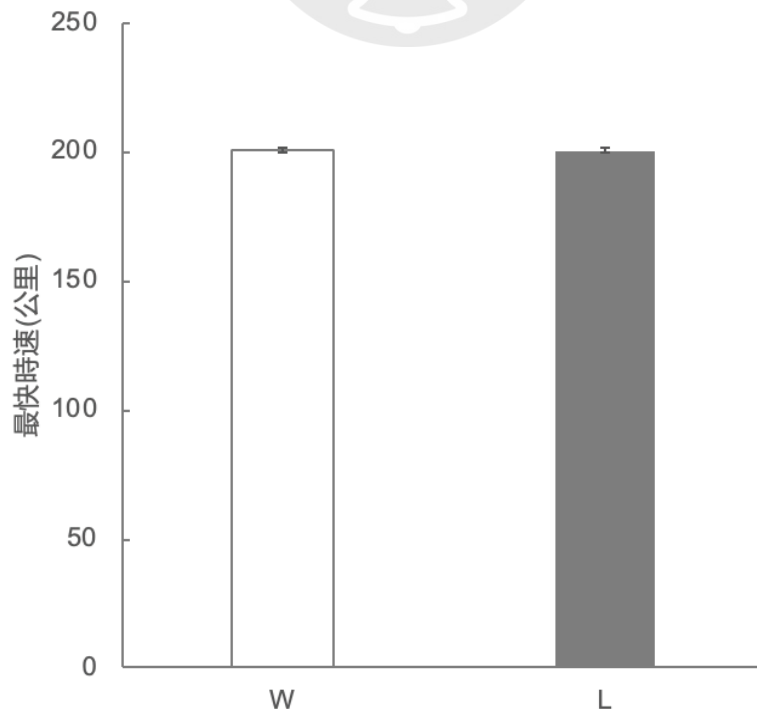


圖 4-2-2 勝負方發球最快時速與標準差

一發平均速度於公開賽之間達顯著差異， $F(2, 57)=36.255, p< .001$ ，且美網(U) (177.97 ± 0.68) 顯著慢於溫網(W) (184.9 ± 0.49) 及澳網(A) (181 ± 0.66)；溫網(W) 顯著快於澳網(A) 及美網(U) ($p<.05$ ，圖 4-2-3)。勝負之間無達顯著， $F(1, 57)=0.032, p= .859$ (圖 4-2-4)。

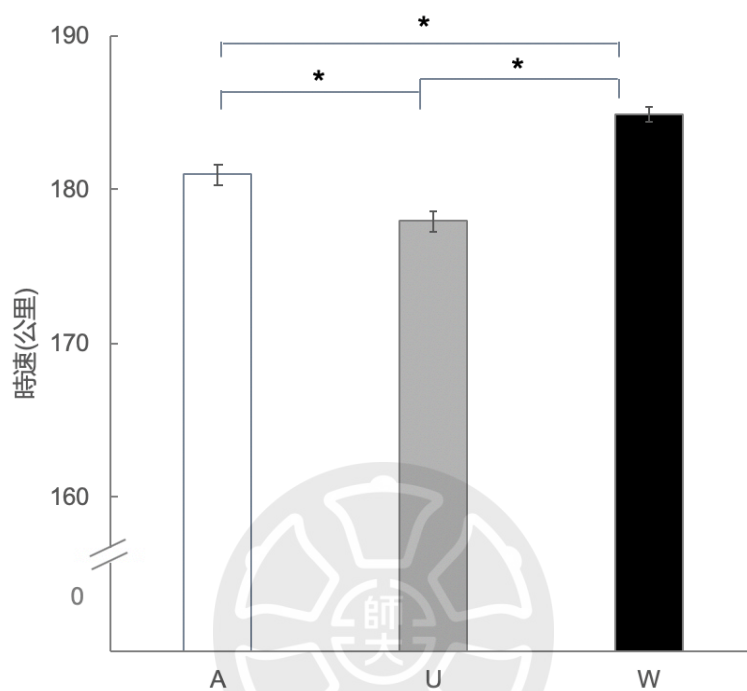


圖 4-2-3 三大公開賽一發平均時速與標準差

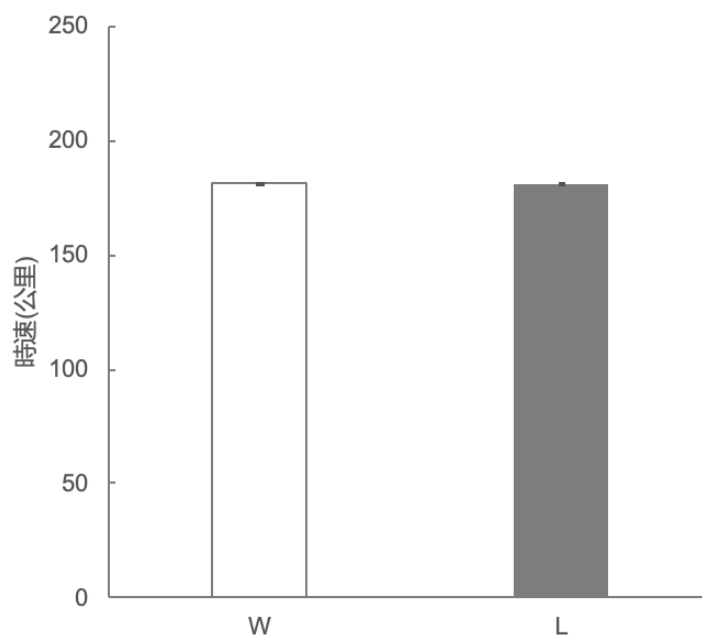


圖 4-2-4 勝負方一發平均時速與標準差

二發平均速度於公開賽之間達顯著差異， $F(2, 57)=58.446$, $p < .001$ ，且美網(U) (151.47 ± 0.76) 顯著慢於溫網(W) (161.41 ± 0.54) 及澳網(A) (156.69 ± 0.73)；溫網(W) 顯著快於澳網(A) 及美網(U) ($ps < .05$, 圖 4-2-5)。勝負之間未達顯著， $F(1, 57)=0.273$, $p = .604$ (圖 4-2-6)。

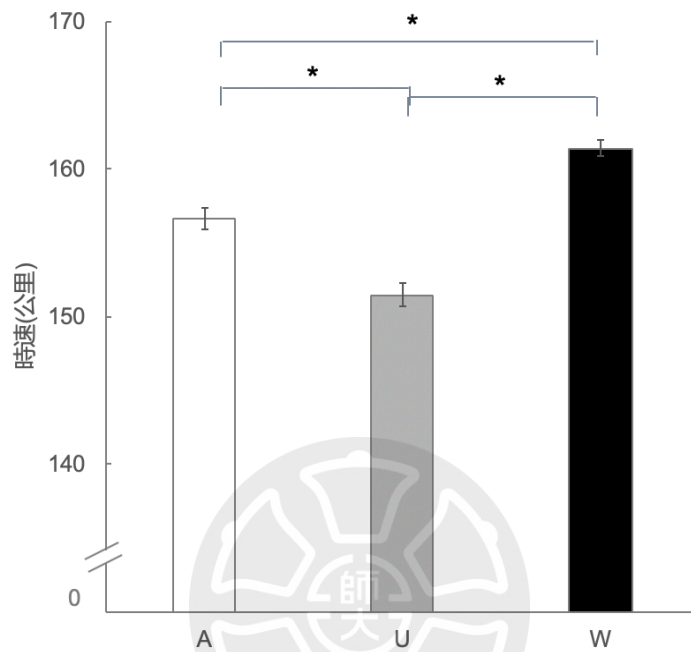


圖 4-2-5 三大公開賽二發平均時速與標準差

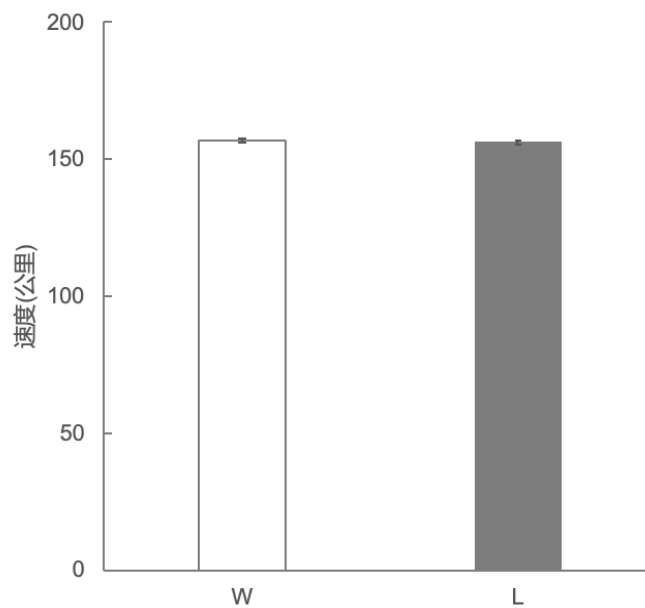


圖 4-2-6 勝負方二發平均時速與標準差

一發接發球贏球數於公開賽之間未達顯著差異， $F(2, 57)=0.323, p=.725$ (圖 4-2-7)。
 勝負之間達顯著差異， $F(1, 57)=5.655, p< .05$ ，勝方(W) (6.14 ± 0.37) 顯著高於敗方(L) (5.05 ± 0.39) (圖 4-2-8)。

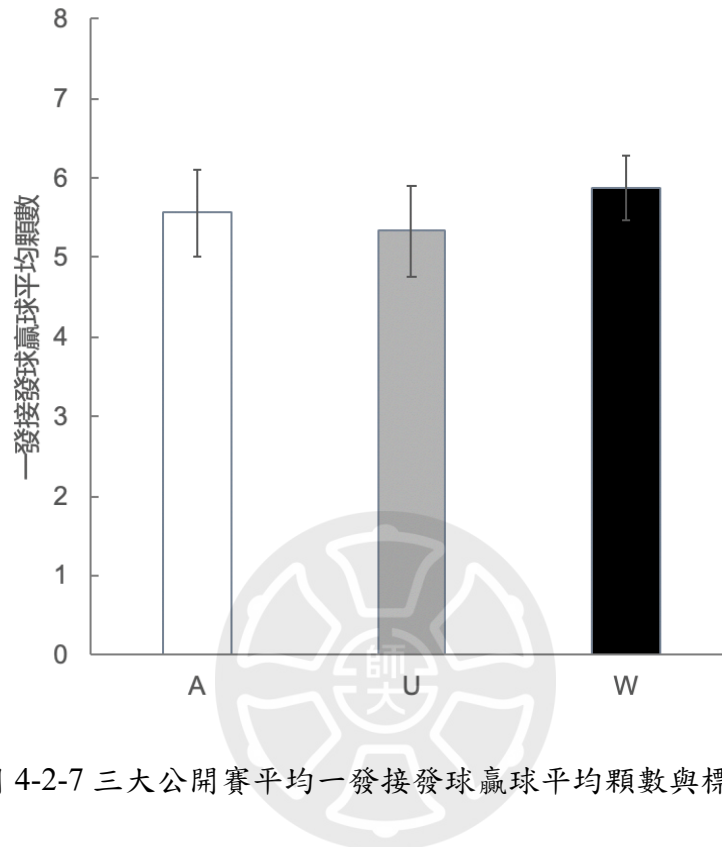


圖 4-2-7 三大公開賽平均一發接發球贏球平均顆數與標準差

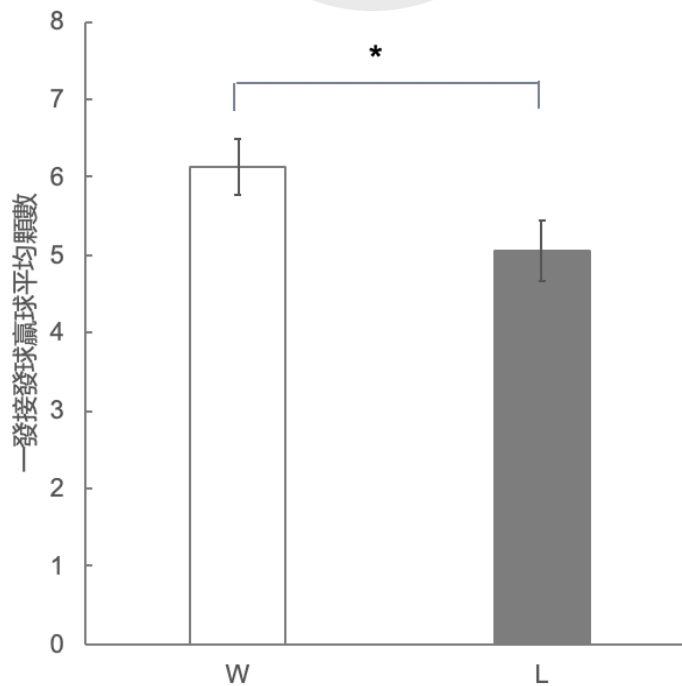


圖 4-2-8 勝負方平均一發接發球贏球平均顆數與標準差

二發接發球贏球數於公開賽之間未達顯著差異， $F(2, 57)=3.003, p=.058$ (圖 4-2-9)。
 勝負之間達顯著差異， $F(1, 57)=14.452, p<.001$ ，勝方(W) (5.6 ± 0.3) 顯著高於敗方(L) (4.01 ± 0.27) (圖 4-2-10)。

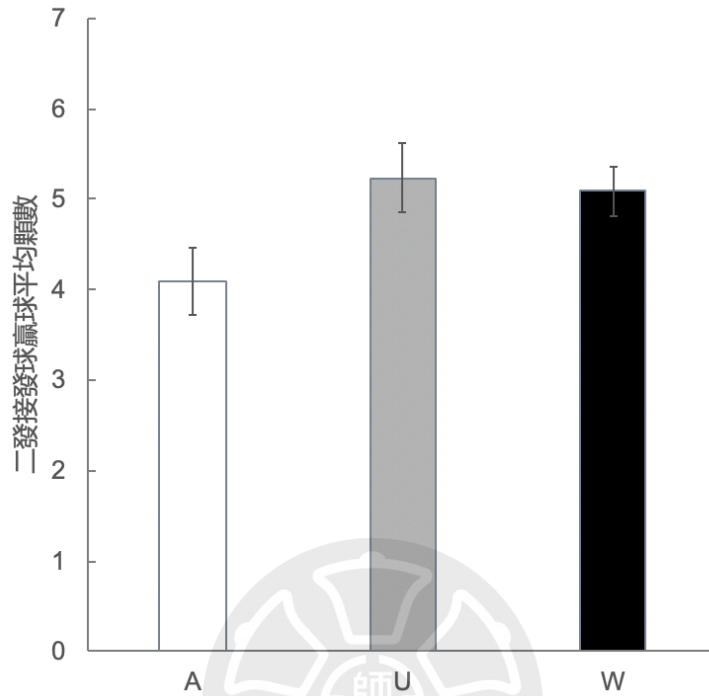


圖 4-2-9 三大公開賽平均二發接發球贏球平均顆數與標準差

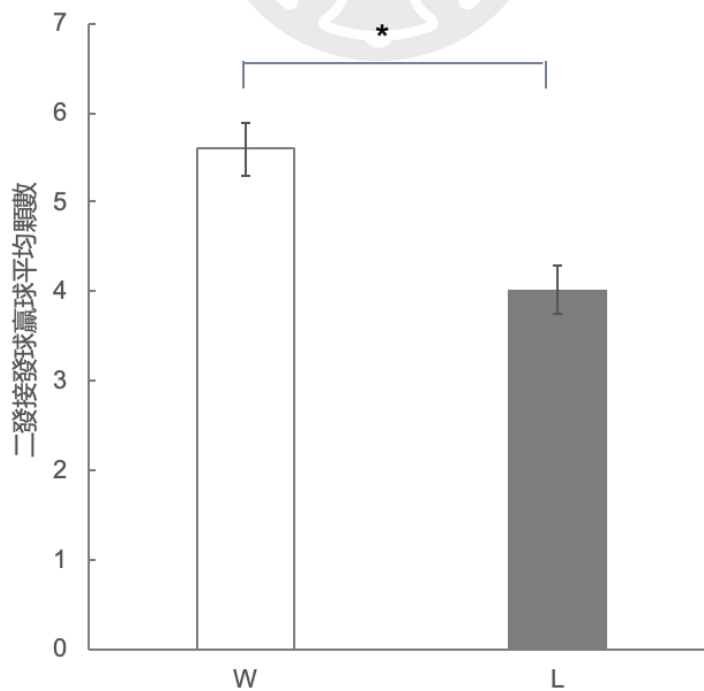


圖 4-2-10 勝負方平均二發接發球贏球平均顆數與標準差

接發球致勝球數於公開賽之間未達顯著差異， $F(2, 57)=1.312, p=.277$ (圖 4-2-11)。
 勝負之間達顯著差異， $F(1, 57)=4.98, p<.05$ ，勝方(W) (2.36 ± 0.23) 顯著多於敗方(L) (1.76 ± 0.21) (圖 4-2-12)。

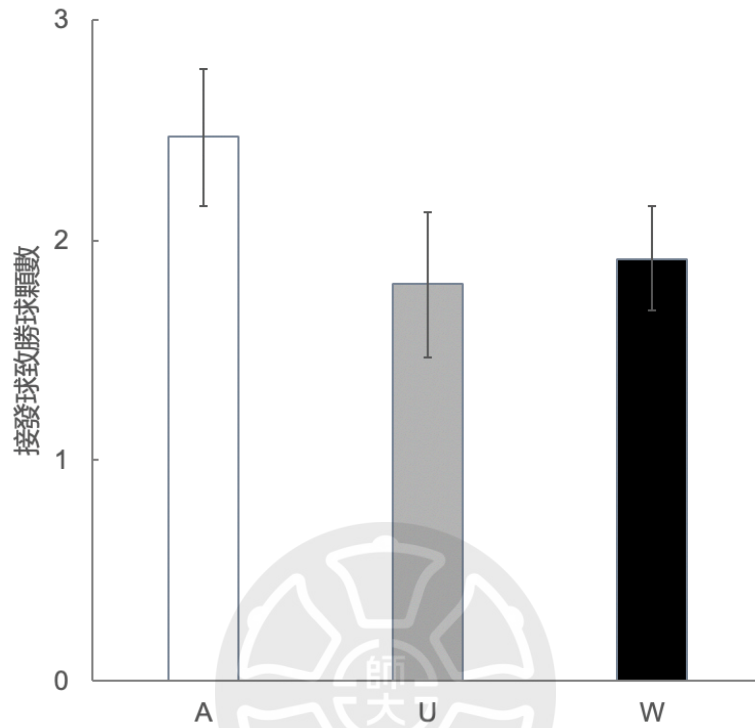


圖 4-2-11 三大公開賽平均接發球致勝球顆數與標準差

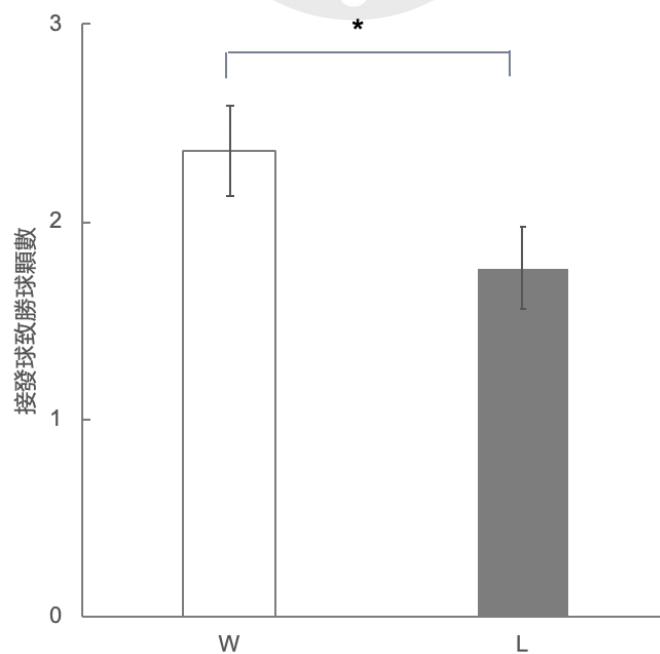


圖 4-2-12 勝負方平均接發球致勝球顆數與標準差

接發球非受迫性失誤於公開賽之間達顯著差異， $F(2, 57)=4.733, p<.05$ ，且美網(U) (1.3 ± 0.2) 顯著多於溫網(W) (0.6 ± 0.14) 及澳網(A) (0.6 ± 0.2) ($p<.05$ ，圖 4-2-13)。勝負之間未達顯著差異， $F(1, 57)=3.254, p=.077$ (圖 4-2-14)。

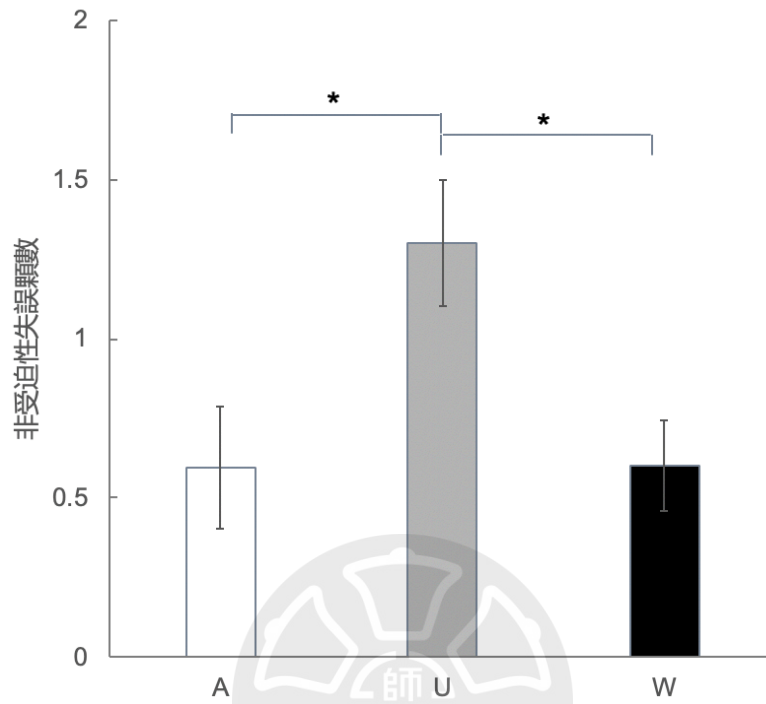


圖 4-2-13 三大公開賽接發球非受迫性失誤平均顆數與標準差

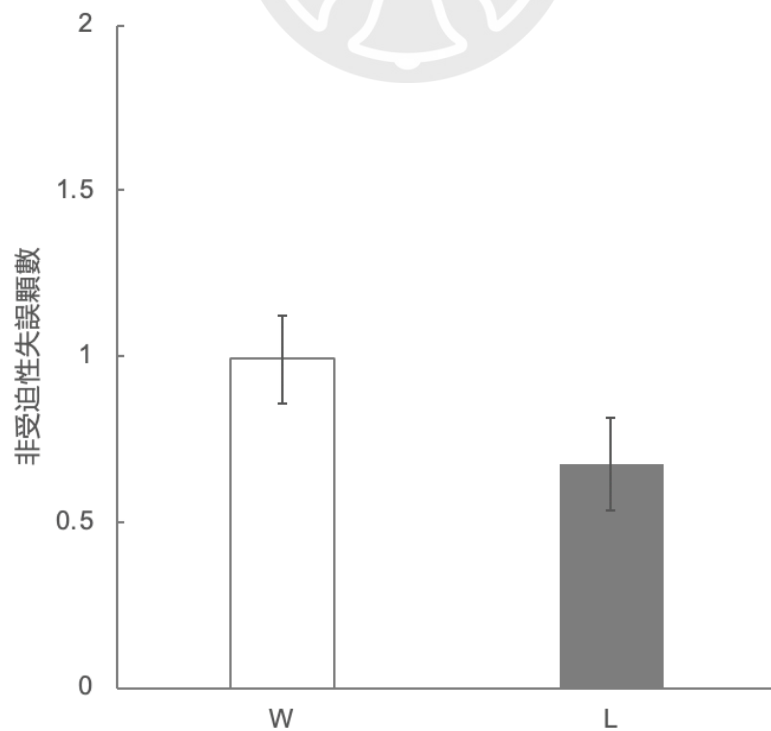


圖 4-2-14 勝負方接發球非受迫性失誤平均顆數與標準差

致勝球於公開賽之間達顯著差異， $F(2, 57)=80.571, p<.001$ ，且美網(U) (14.43 ± 0.64) 顯著多於溫網(W) (4.6 ± 0.46) 及澳網(A) (9.31 ± 0.62); 溫網(W) 顯著少於澳網(A) 及美網(U) ($ps<.05$ ，圖 4-2-15)。勝負之間達顯著差異， $F(1, 57)=10.775, p<.05$ ，勝方(W) (10.42 ± 0.48) 顯著多於敗方(L) (8.48 ± 0.41) (圖 4-2-16)。

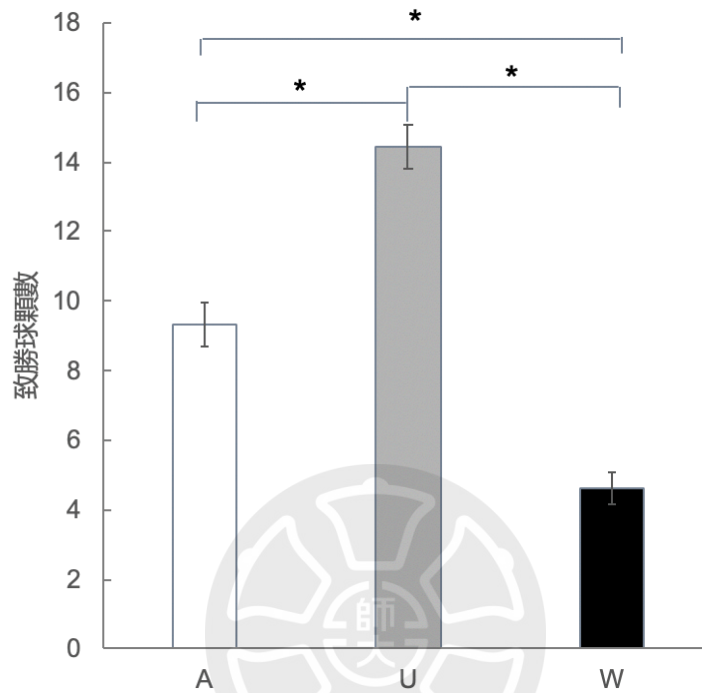


圖 4-2-15 三大公開賽致勝球平均顆數與標準差

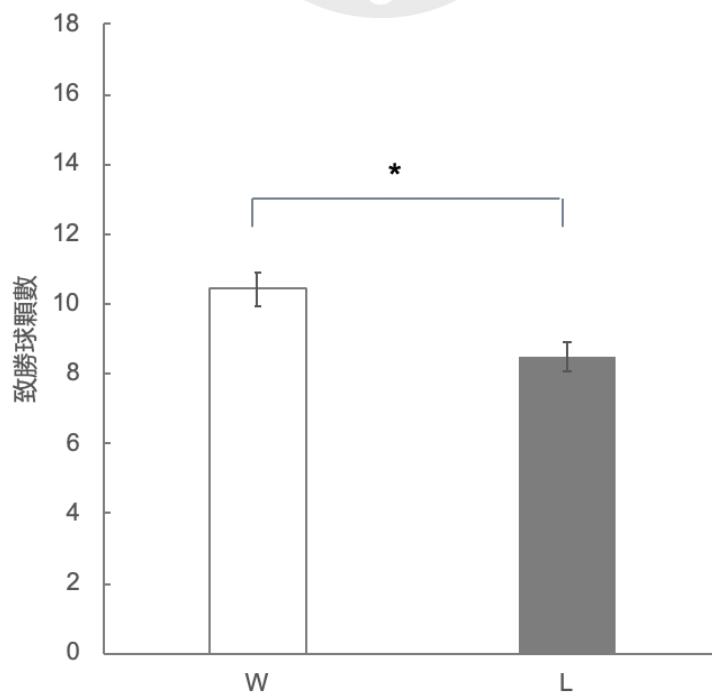


圖 4-2-16 勝負方致勝球平均顆數與標準差

非受迫性失誤於公開賽之間達顯著差異， $F(2, 57)=49.771, p<.001$ ，且美網(U) (6.43 ± 0.4) 顯著多於溫網(W) (2.07 ± 0.3) 及澳網(A) (1.41 ± 0.4) ($ps<.05$ ，圖 4-2-17)。勝負之間未達顯著差異， $F(1, 57)=2.567, p=.115$ (圖 4-2-18)。

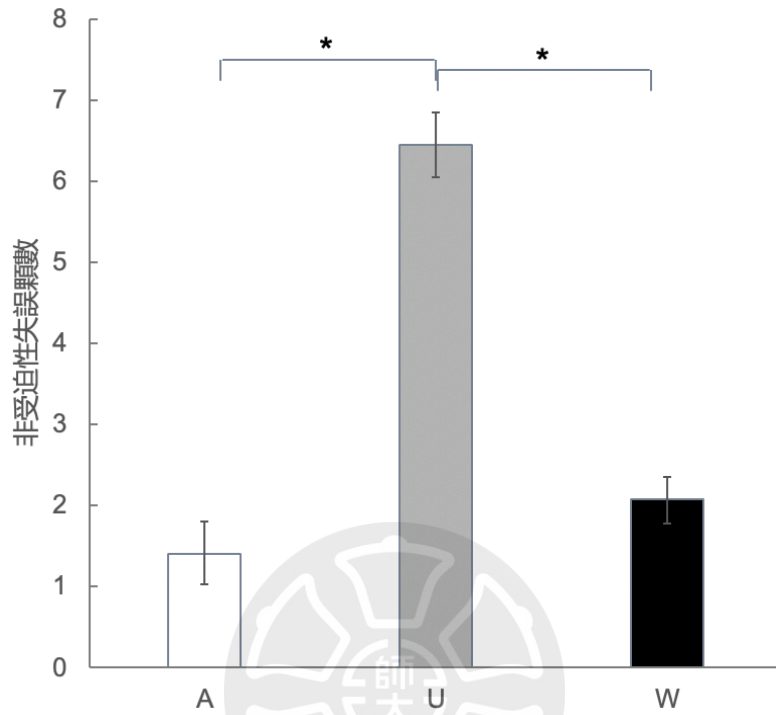


圖 4-2-17 三大公開賽非受迫性失誤平均顆數與標準差

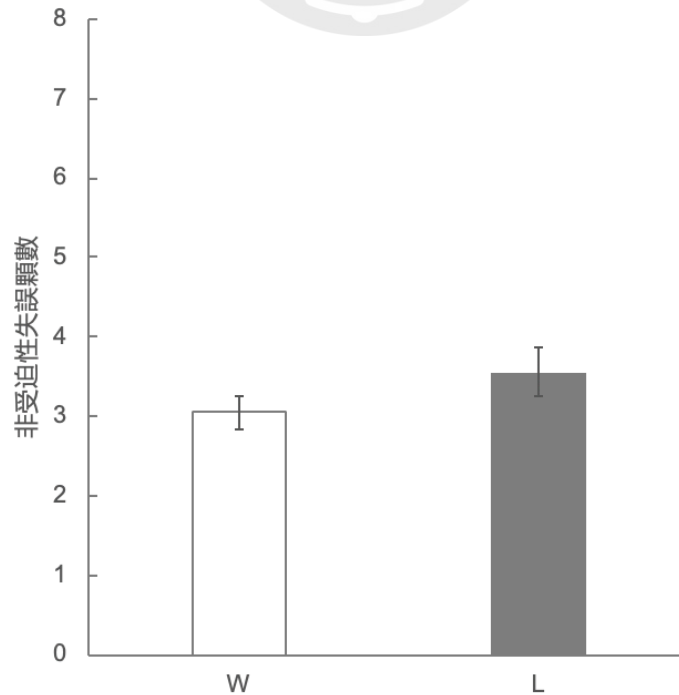


圖 4-2-18 勝負方非受迫性失誤平均顆數與標準差

第三節 發球優勢與比賽勝負之關聯

以澳洲公開賽中分析 63 場比賽，共 150 盤來回拍數與得分方是發球方還是接發球方的數據。首先以描述性統計檢視不同來回拍數結束時的總數分佈。除了第一拍的雙發失誤以外，其他拍數計算方式是以擊球進到對方場地做為一拍的判斷標準，例：第一拍中包含了 ACE、雙發失誤與接發球者沒打進發球者的發球。這些皆會被算進第一拍結束的數據中，如接發球者打進對方場地內，拍數計算才會增加至第二拍，依此類推。

比賽結束來回拍數數量大多於四拍以內結束，數量最多為一拍，依序為一拍>三拍>二拍>四拍，可從總數看出因來回拍數增加而分數減少的趨勢。

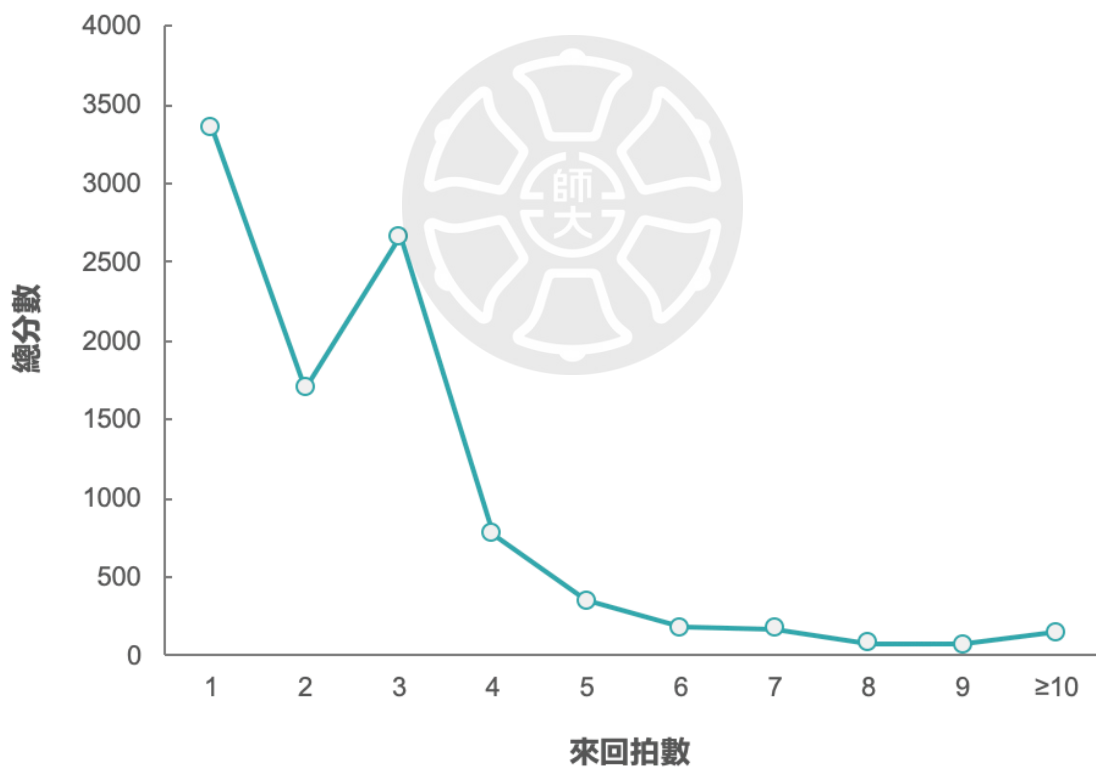


圖 4-3-1 澳網每分總來回拍數分佈圖

總分數可以看出澳網公開賽中男子雙打的每一分大致都於幾拍以內結束，可以顯示該年的來回拍數趨勢。接續進行了各拍得分占每盤總得分比例分析（圖 4-3-2），以描述性統計檢驗，結果為最高比例結束比賽的來回拍數數量則為第一拍，依序為第一拍>第三拍>第二拍>第四拍並得出與總顆數分佈（圖 4-3-1）相同趨勢的結果。

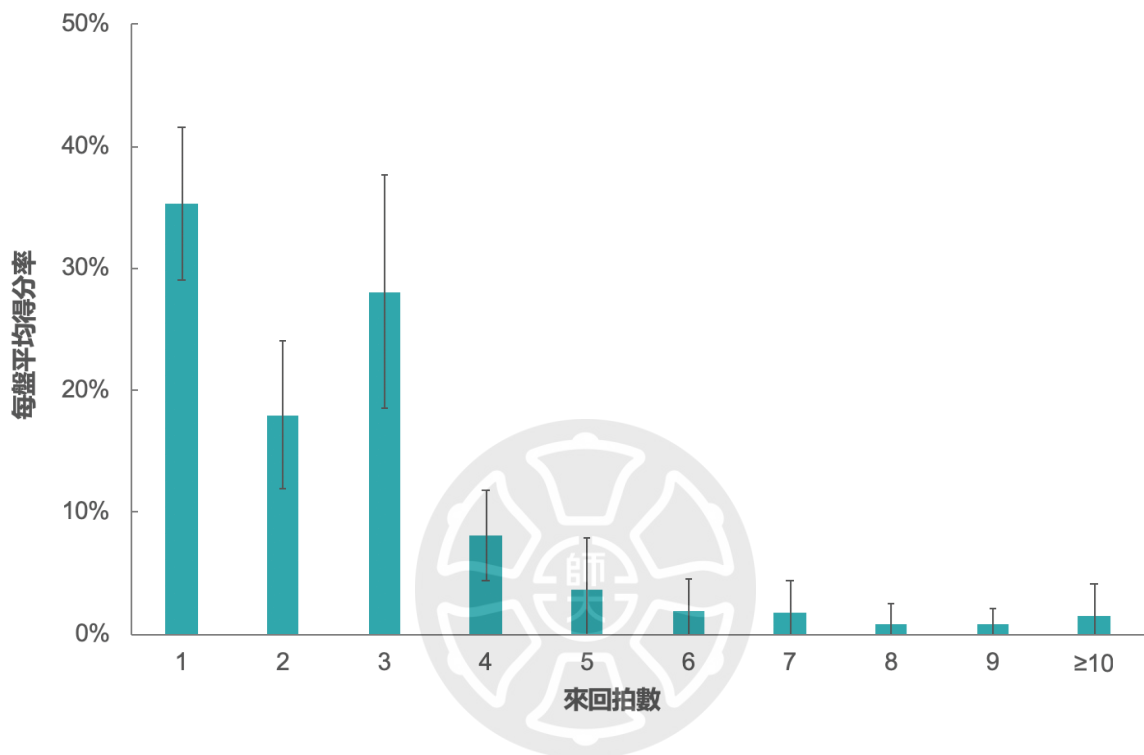


圖 4-3-2 各拍得分占每盤總得分比例的平均數與標準差

得出每盤賽事中來回拍數之分佈，進一步檢驗各來回拍數結束時發球者與接發球者之勝負比例。以描述性統計檢驗，結果為單數之來回拍數皆以發球者得分比例較高，而雙數來回拍數則以接發球者得分比例較高（圖 4-3-3）。

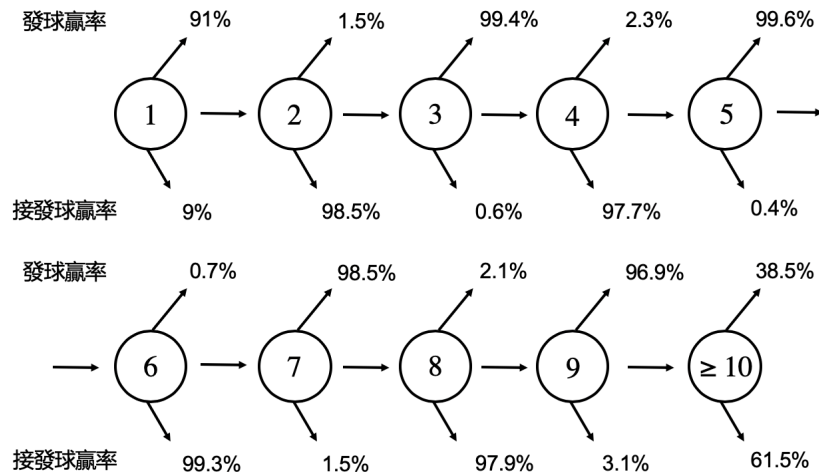


圖 4-3-3 不同來回拍數中發球與接發球方得分比例

已知比賽進行時得分來源大多於拍數五拍前結束，且單數拍數為發球者得分比例較高，雙數拍數為接發球比例較高，故把第一拍及第二拍合為第一組；第三拍及第四拍合為第二組；五拍以上包含五拍則為第三組，分別以二因子相依設計變異數分析檢驗發球方、接發球方於三組來回拍數之差異，結果為發球與接發球方三組來回拍數皆達交互作用。 $F(2, 0.321)=156.32, p<.001$ 。

從圖 4-3-4 可知發球方組別贏球率為第一組>第二組>第三組，三組之間皆達顯著 $p<.001$ ；接發球方組別贏球率依序為第一組>第二組>第三組，三組之間皆達顯著 $p<.001$ (圖 4-3-5)。從組別來看，第一組中，發球方贏率顯著大於接發球方贏率， $p<.001$ ；第二組中，發球方贏率顯著大於接發球方贏率， $p<.001$ ；第三組中，發球方贏率顯著大於接發球方贏率， $p<.001$ (圖 4-3-6)。

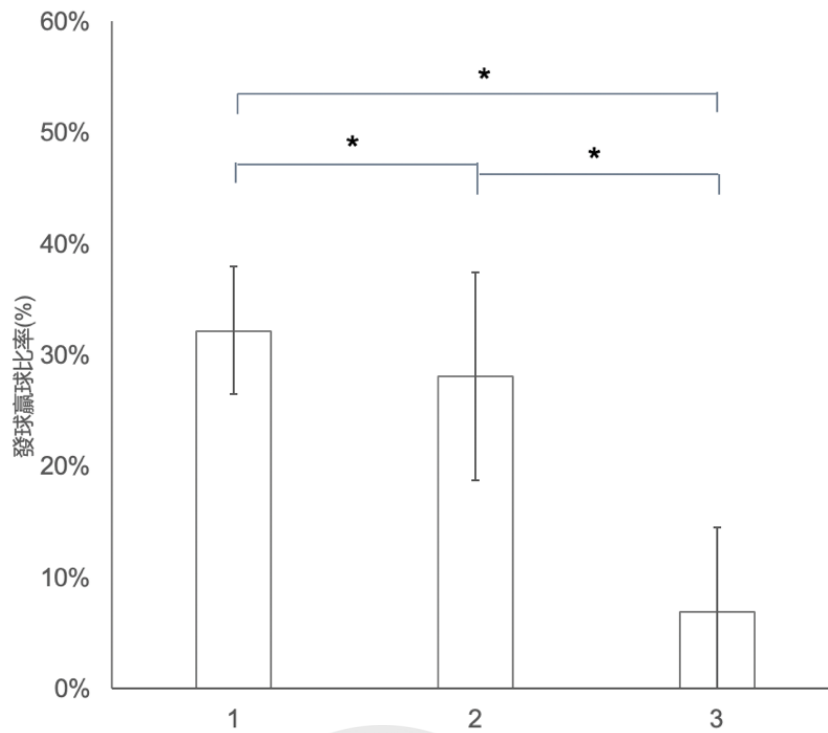


圖 4-3-4 發球方五拍以內來回拍數平均贏球比率與標準差

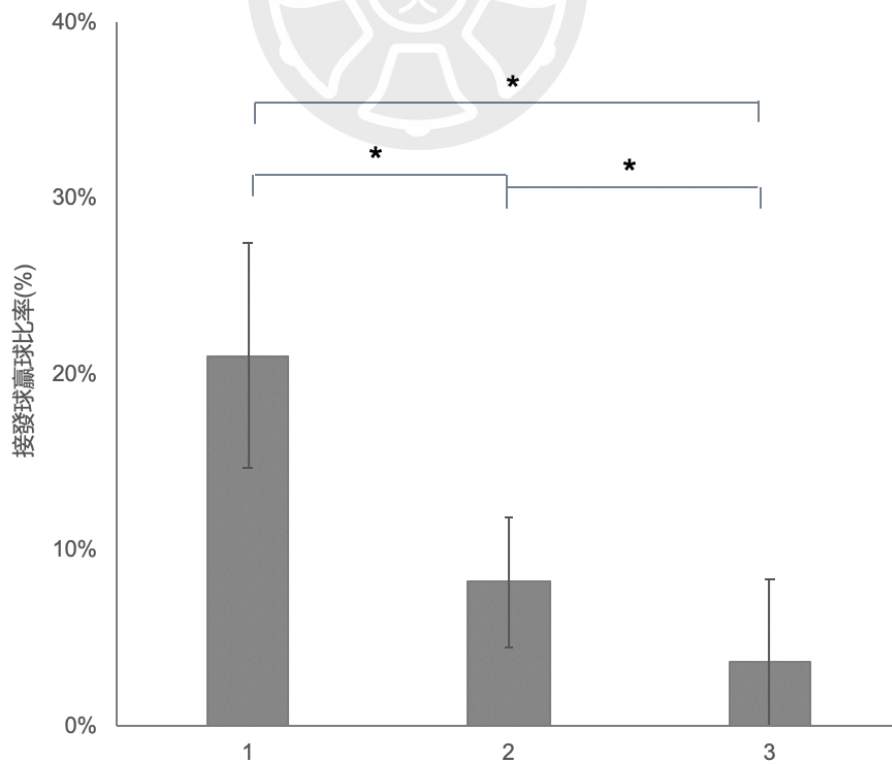


圖 4-3-5 接發球方五拍以內來回拍數平均贏球比率與標準差

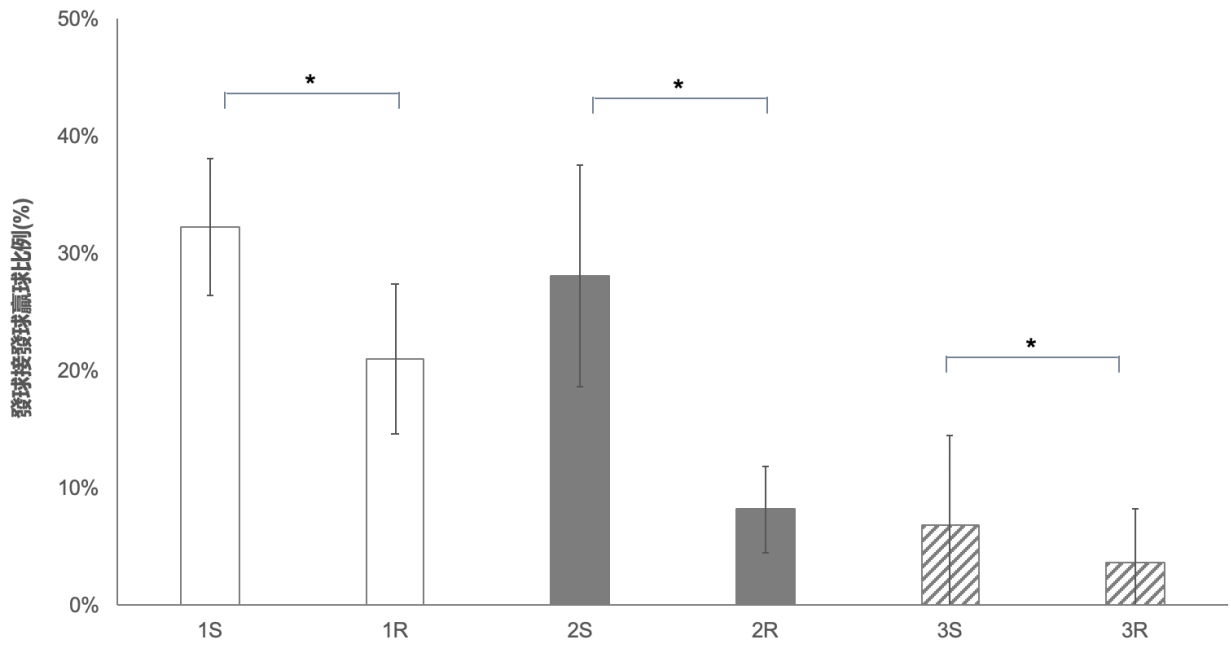


圖 4-3-6 五拍以內來回拍數發球接發球平均贏球比例與標準差

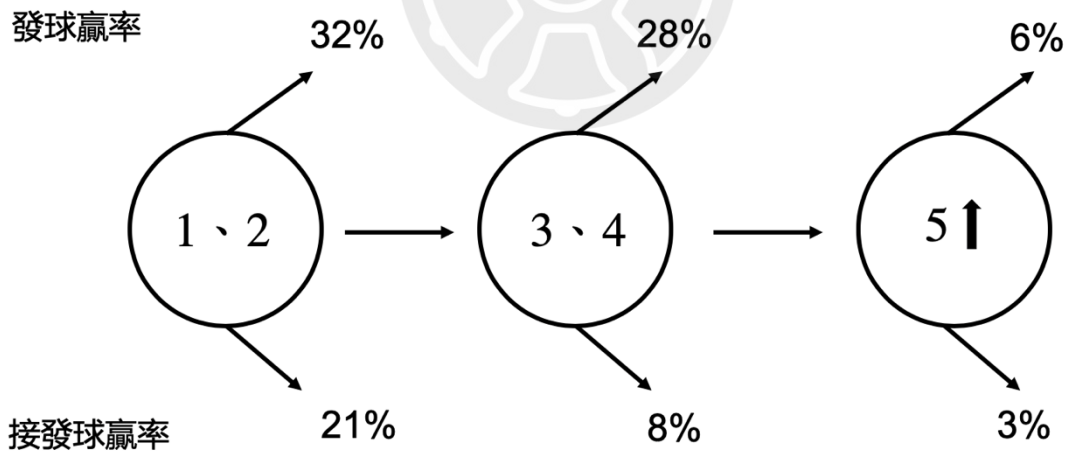


圖 4-3-7 五拍以內來回拍數發球接發球勝負比例

第五章 討論

四大公開賽被譽為網球體壇中最高榮譽殿堂，但是賽事中即便是來自世界各地的頂尖選手，也會有優劣之分，影響勝負的關鍵往往也只是些微的差距。表現指標也會因不同場地比賽的材質、賽季、比賽規則下所執行的不同技術與策略而有些變化 (O'Donoghue & Ingram, 2001)。

第一節 比賽表現指標對勝負之影響

發球與接發球被許多學者視為網球比賽中相當重要可能會影響勝負的表現指標 (Cui, Gómez, Gonçalves, & Sampaio, 2017、Reid, McMurtrie, & Crespo, 2010)。本小節整合四大公開賽的結果，探討優勝與落敗選手在比賽中以發球、接發球表現為主的差異。

發球是每一分開始時第一個執行的技術，也是眾多學者喜歡探討的表現之一。發球像是一把雙面刃，好的發球能讓選手處於攻擊狀態，差的發球則是讓自己處於防守狀態，甚至失分。每局中的每一分皆有兩次發球機會，當兩次發球機會都沒把握時，會直接失去一分，因此一發與二發的策略就會完全不同。通常選手於一發時會有較強的攻擊意識，二發為了不直接失分，常採用較保守的發球方式以降低失誤率。從最簡單理解的速度來看，優勝或落敗選手均有相同的發球策略 (王鶴森、林偉毅、趙曉涵, 2005)，無論一發與二發平均速度優勝與落敗選手發球速度間皆未達顯著差異，而發球中最快的發球速度，亦有相同結果，且一發平均速度 (181.29 ± 0.55 公里/時) 皆比二發平均速度 (156.52 ± 0.63 公里/時) 來的快，支持一發為攻擊二發為防守的策略。

速度快的發球沒發進也對得分、贏得比賽無所助益，因此進球率與贏球率也是發球表現重要的指標。一發進球率可以提供瞭解當發球為攻擊狀態下發進的機率多寡，二發的表現則可以雙發失誤呈現。優勝選手一發進球率顯著大於落敗選手，與職業男子排名

前 100 名選手的平均一發進球率 $61.2 \pm 5\%$ 類似 (Reid, McMurtrie, & Crespo, 2010) , 可知能打進四大公開賽的選手, 一發的進球率有基本的能力, 並不會是影響勝負太大的原因, 但卻也可以看出, 一發進球率的必要性。優勝方的雙發失誤顯著低於失敗方, 也顯示發球進球的重要性 (Cui, Gómez, Gonçalves, & Sampaio, 2017) 。

有速度且進球的發球並不代表一定會贏球, 而想要利用發球贏球, 速度與進球只是先備條件。發球贏球率可再分為一、二發, 一發贏球率能代表發球於攻擊狀態下延續到該分結束的最後贏率, 一發贏球率的高低是會影響勝負的, 優勝選手 ($78.59 \pm 0.37\%$) 一發贏球率高於落敗選手 ($67.83 \pm 0.42\%$) ; 二發贏球率優勝選手 ($62.07 \pm 0.65\%$) 贏球率亦高於落敗選手 ($47.63 \pm 0.65\%$) 。而一發贏球率產生比二發贏球率高的結果, 推論可能是因為一發相較於二發較具攻擊性, 而產生較多的得分, 但在偏向防守型的二發, 即使是勝方較敗方有較高的贏球率, 也只有稍高於一半的 62%, 可看出發球的優勢在進入二發時便明顯降低。但是即使二發時已經不再有攻擊性的發球優勢, 若能掌握至少一半以上的二發贏球率, 仍是獲勝的關鍵之一。

發球贏球率中, 包含了許多種贏球的方式, 皆被計算在贏球率當中, 發球最直接的得分方式即為發球直接得分, 也就是結果提及的 ACE。李建平 (2004) 提及國內男子單打選手勝方發出 ACE 比例顯著高於敗方, 符合男子選手優勝選手 ACE 表現優於落敗選手表現之說法, 且不論是於單打還是雙打, 優勝選手發出 ACE 球的表現都要比落敗選手好。Cui, Gómez, Gonçalves, and Sampaio (2017) 提及好的選手發出 ACE 球的顆數較多, 與其結果相符, 可知發球贏球率、直接得分與直接失分, 是影響勝負的關鍵, 雖然選手之間差距不大, 但正是因為這些微小的差距而分出勝負的。

發球是每一分的開始, 固然重要, 但當發球權交換時, 接發球才是接發球者的第一顆開始, 接發球勝率能最直接看出接發球者於接發球時贏得的比例。跟發球贏球率是一樣的概念, 接發球勝率只能反映接發球後不論來回幾拍贏得的顆數, 並沒辦法推論贏球數的多寡是因為接發球的好壞而產生的結果, 就單純從現有數據得知, 優勝選手接發球勝率大致高於落敗選手 11%, 即便把發球分成一、二發接發球勝率來看, 也有相同的趨勢。但這邊的接發球勝率, 所代表的意思為接發球方是否能得分, 對照前面所提的發球

贏球率可知，勝方在二發時亦有 60%左右的贏球率，可見二發的接發球應可有大致 40%的贏球率。

接發球勝率中，最直接的得分就是接發致勝球，致勝球的計算方式為接發球（第二拍）造成的直接得分與對手第三拍的失誤皆被計算於一（二）發接發球致勝球當中，此種算法較能看出接發球所造成優勝結果的比例多寡。優勝選手打出的平均接發致勝球顆數也較落敗選手多，平均一隊於一盤中會打出兩顆左右的接發致勝球，但在進行接發球攻擊時，難免會有失誤的情況，此種情況是建立於不是被『強勢』發球所壓制造成的失誤，稱為接發球非受迫性失誤。數據中顯示優勝選手與落敗選手並沒有顯著差異，可能反應無論勝負方，對於一般接發球技術的穩定性是類似的。

接發球不只要把握每一顆可以搶攻的機會，但贏的時機點也是非常重要的，假設贏得的接發球數是相同的，贏的接發球時機點則是關鍵，而最容易讓發球者感受到壓力的時候則是產生破發球點時，也是接發球者有機會贏得該盤的機會，選手想贏得比賽不需要穩住自己的發球局還要想設法贏得接發球局才能贏得最終勝利，破發點勝率則被視為影響勝負的重要關鍵。張碧峰、陳志榮 (2009a) 提及破發為影響 2007~2008 年四大公開賽男單之關鍵；張碧峰、陳志榮 (2009b) 提及 2009 年美網中不論男單或女單，破發點勝率為影響勝負關鍵；O'Donoghue (2002) 提及影響 2002 年澳網男、女單打項目勝負關鍵為破發點勝率，可知破發點勝率之重要性，本研究結果與上述文獻結果相互支持。

網球比賽中並不是只有發球、接發球兩項技術。致勝球、非受迫性失誤與總贏球數為計算發球與接發球以外技術相關變項，致勝球顆數是造成勝負差異的變項之一；非受迫性失誤於優勝、落敗選手之間表現無差異。致勝球定義為對手觸碰不到球之得分，形成要素需有速度及精準的角度才能成為致勝球，勝方的致勝球數顯著高於敗方，代表穩定掌握致勝球是贏得球賽的重要指標，而勝負方在非受迫性失誤上沒有顯著差異，可能僅反映在高水準選手中不顯著的技術不穩定性。

第二節 比賽表現指標對公開賽之影響

上節中討論了影響勝負的表現指標，但四大公開賽的場地材質是不相同的，而場地材質是否會影響表現指標是許多學者所探討的問題。從最直觀的面向下手，球是最直接接觸到地面的，最有可能造成不同的原因即為球速。本研究發現，在未能獲得法網數據之下，美網最快發球速度顯著低於其他兩個公開賽，這個結果與 Vaverka, Nykodym, Hendl, Zhanel, 與 Zahradnik (2018) 檢驗 2008、2012、2016 年四大公開賽單打比賽數據發現最快發球速度於公開賽之間是沒有差異的結果不同，最主要的差異來自美網，該文獻中三年的美網最快速度皆達 206km/h，本研究整理美網 2019 年八強賽中的最快發球速，其平均值則僅有 197km/h。其間差異除了在單、雙打比賽的不同外，亦可能來自分析樣本之不同。Vaverka 等 (2018) 以參加該年四大公開賽選手，第一場提供最快發球速之數據，若參賽選手在沒有任何最快球速紀錄前便被淘汰則未列入統計分析。本研究僅以八強賽中的球速進行分析，且紀錄每盤比賽之最快發球速，可能因此降低平均最快發球速，但應可提供該賽事較具代表性的最快發球速。本研究發現公開賽之間的一發平均速度與二發平均速度均達顯著差異，且溫網一發、二發平均速度為最快，結果與 Vaverka 等 (2018) 相同，溫網不論是於 2008、2012、2016 還是 2019 年一發平均速度與二發平均速度都是最快的，可知草地材質確實會使發球球速加快。

球速加快最直接影響的就是需要球速與角度的 ACE 球，本研究結果發現法網的 ACE 球數與一發贏球率顯著低於其他三個公開賽。O'Donoghue and Ingram (2001) 利用四大公開賽來回拍數的時間推論，場地材質的不同會影響球速；在 O'Donoghue and Brown (2008) 討論發球優勢中，一拍得分的結果可以視為 ACE 球的前提下可以看出，ACE 球平均數也屬法網最少，顯示球場材質確實會影響發球速度變慢 (O'Donoghue & Ingram, 2001)，以致在法網獨特的紅土地地無法發出較多的 ACE 球，而發球的球速較慢可能也間接影響了一發得分（一發贏球率）的機會，速度不只影響 ACE 球的產生也減少了一發贏球的優勢。相對的，想發快的球速，可能也會造成較多的雙發失誤。但從結

果來看，卻是美網顯著最多，大於其他三個公開賽，但美網的 ACE 顆數也沒有顯著大於其他三個公開賽，猜測原因可能為美網是四大公開賽一年中最後舉行的公開賽，選手們在經歷了三大公開賽後，體力的消耗及精神的損耗以致不一定可以發出有效的 ACE 球，卻產生了非常多的雙發失誤，連帶的一發進球率也跟著降低。

二發贏球率於四大公開賽表現中並無差異，可知不論於哪種材質場地，二發為較保守的技術，且不會因為材質（速度）影響。推論可能因為二發速度已經與一發相比降低許多，故不會因為材質的不同而再拉開原本的球速。

接發球相關變項中，只有接發球非受迫性失誤美網顯著最高；非受迫性失誤也是美網最高，但致勝球卻也是顆數最多的，推測因美網為最後一項開打的賽事，因賽季接近尾聲，選手們的體力都已消耗殆盡，因而產生出許多的失誤，提供對手更多的致勝球。最後，由於各公開賽的雙打比賽盤內的比賽規則僅在決勝盤的局數比為 7 比 7 時，有加賽球數的不同外，其餘的規則相同，因此在總贏球數上沒有公開賽間差異；而在四大公開賽的強勢發球特色下，破發球勝率與接發球點勝率均在三成左右，且都於法網公開賽為顯著最高；可以推論是因為上述提及的 ACE 球的顆數與一發贏球率較其他公開賽少，相對的，接發球贏率與破發點勝率會有較好的表現。

第三節 發球優勢

從上述比賽表現指標中提及的發球贏球率，不論是一發還是二發，不論在哪個公開賽，勝方發球贏球率皆顯著高於敗方，結果顯示了發球贏球率在比賽中的重要性，而發球贏球率的指標是否能確實反映贏得該球是因為發球而來的？

從來回拍數的總數分佈可以看出，男子雙打約有 9 成於五拍以內結束一分；再分析各拍得分於每盤總得分的比例，從圖 4-3-2 可以看出，第一拍與第三拍為最高與次高之得分拍數，每盤的總得分大多於一、三拍結束，可知發球方於總得分的得分比例是較高的。從圖 4-3-3 中可推論以單數結束的來回拍數發球方有較高的贏球比例，雙數結束的來回拍數接發球方有較高的贏球比例。為了瞭解是否有發球優勢，把單數拍與雙數拍合為一組檢驗，從圖 4-3-2 可知五拍後的數量較少，故把五拍後（包含第五拍）的拍數合為第三組；第一拍與第二拍合為第一組，第三拍與第四拍則合為第二組。並檢驗出各組發球與接發球方之間是有顯著差異的，且三組中皆是發球方有較高的贏球比例。整合圖 4-3-7 三組雙方的得分比例及圖 4-3-3 各拍的得分比例可以看出，第一拍接發球方的得分率是所有單數拍接發球方得分率最高的一拍，而接發球方第二組來回拍數為贏球比例次高的組別，比第一組贏球比例差了 10%，顯示雙發失誤應是造成接發球方得分的重要來源之一。雖然第三組的發球方得分有下降的趨勢，但由於 9 成的分數可於 5 拍內結束，支持發球優勢在雙打中的重要。且從圖 4-3-7 可以發現發球方與接發球方的比例加總少於 100%，原因為第三組（第五拍與五拍以上）來回拍數，出現 0% 的次數較多，進行計算時贏球比例數值會越除越少，以致總比例不足 100%。

在澳網中所觀察到拍數與發球優勢間的關係，與 O'Donoghue and Brown (2008) 提及發球者的發球優勢會隨著來回拍數而逐漸削弱有相同的趨勢，該研究係以單打比賽的內容進行標記分析，可以推論發球無論是於單打還是雙打，發球優勢都會隨著來回拍數的增加而減少。

第陸章 結論與建議

第一節 結論

本研究分析 252 場 2019 年法網、溫網、美網與 2020 年澳網四大公開賽男子雙打賽事，共 672 盤數據。根據四大公開賽官方網站所提供的紀錄資料，發球與接發球的各項表現對四大公開賽男子雙打的勝負有顯著影響的有 ACE 球、雙發失誤、一發進球率、一發贏球率、二發贏球率、破發球勝率、接發球勝率、總贏球數、一發接發贏球數、二發接發贏球數、接發致勝球等十項，此外致勝球雖非屬發球、接發球表現，也是在勝負方有顯著差異的表現指標之一。發球表現在不同公開賽間也有差異，澳網中破發點勝率最低；法網則是發出 ACE 球與雙發失誤的顆數最少，一發贏球率最低，但在接發球的表現（破發點勝率與接發球點勝率）則是較好的；溫網為一發平均速度與二發平均速度最快的場地；美網則有較多的雙發失誤，一發進球率為最低，且在發球最快速度、一發平均速度與二發平均速度均為除法網外最慢的場地。美網除了在發球表現較其他公開賽有較不理想的數據，在接發球非受迫性失誤與一般擊球的非受迫性失誤均為較多失誤的比賽，但在一般擊球的致勝球數較其他公開賽為多。分析 2020 年澳網男子雙打 63 場，150 盤比賽的得分拍數數據，支持發球優勢對得分的影響。

第二節 建議

因本研究只探討 2019 年法網、溫網、美網與 2020 年澳網四大公開賽男子雙打在勝負的影響，建議未來可利用相同的方式分析四大公開賽女子雙打、四大公開賽混合雙打、四大公開賽青少年女雙、四大公開賽青少年男雙與各階段的單、雙打等不同層級的項目，並建立不同性別與不同階段之表現指標，且可以比較每一年的趨勢是否有改變。於發球優勢的分析當中，因來回拍數沒有做一、二發的區分，以致只能判斷發球方初步的優勢比例，並無法明確給予一發與二發時的發球優勢是否有所不同。建議未來可把來回拍數區分為一發與二發再進行發球優勢的比較，更能完整且明確的呈現發球優勢之分析。



參考文獻

- 王鶴森、林偉毅、趙曉涵 (2005)。網球發球落點與技術相關表現之研究-以 2004 年美國網球公開賽男子單打賽為例。《體育學報》，38(4)，109-120。
- 江中皓 (2003)。台灣地區男子網球單打技術及勝負因素之研究。《體育學報》，(34)，79-92。
- 李建平 (2004)。國內優秀男子網球選手單打發球對比賽勝負關係之研究。《體育學報》，(36)，227-237。
- 林暎祿 (1999)。《教練角色與運動倫理》。台北市：師大體育。
- 林子揚 (2009)。《優秀女子網球雙打比賽主要得分技術之探討-以 2008 年海碩盃女子職業網球雙打為例(未出版碩士論文)》。國立臺灣師範大學，台北市。
- 林岱樵 (2010)。《職業男子網球雙打比賽中網前球員策略之研究-以布萊恩兄弟為例(未出版碩士論文)》。國立臺灣師範大學，台北市。
- 邵心平 (2010)。我國網球運動發展之探討 (清末至 1945 年)。《身體文化學報》，(11)，27-41。
- 邱豐傑、李鑑芸、趙曉涵 (2010)。網球公開賽男子單打之發球技能分析研究：以 2009 年四大網球公開賽為例。《臺大體育學報》，37-53。
- 陳智仁 (1996)。世界四大網球公開賽男子單打決賽得分技術之差異研究。《中原學報》，24(2)，53-60。
- 麥吉誠、趙高政、林志隆、鄭鯤茂 (2005)。網球雙打比賽技術應用之原則。《中華體育季刊》，19(1)，38-46。
- 張思敏 (1984)。《網球教本》。台北市：天祥。
- 張凱隆 (2007)。《頂尖職業選手發球優勢探討-以 2007 年四大公開賽男女單打比賽為例(未出版碩士論文)》。國立台灣師範大學，台北市。
- 張碧峰、陳志榮 (2009a)。不同場地對男子職業網球選手發球與接發球技術之影響。《體育學報》，42(4)，29-41。

- 張碧峰、陳志榮 (2009b)。職業網球選手比賽中發球與接發球比賽勝負影響之研究。運動教練科學, (16), 67-78。
- 黃金昌 (1990)。不同質料的網球場地選手擊球技術分析。體育學報, (12), 225-240。
- 黃琿 (2002)。中國近代網球運動發展的歷史回顧 (Doctoral dissertation)(未出版碩士論文)。中國寧波師專, 寧波市。
- 趙曉涵、王鶴森 (2008)。不同材質場地對網球發球落點與相關表現之影響。運動教練科學, (11), 61-69。
- 趙曉涵、王鶴森 (2015)。頂尖網球選手發球優勢與發球落點之性別差異研究。運動教練科學, (40), 103-113。
- 劉茵 (2002)。網球的起源。網球天地, (5), 76-76。
- 劉中興、羅宏仁 (1999)。1997 年美國網球公開賽各項戰況變數與比賽勝負之比較研究。大專體育, (43), 113-118。
- 劉佳哲、張碧峰 (2011)。優秀女子職業網球選手影響比賽勝負之技術因子分析。運動教練科學, (24), 25-41。
- 簡瑞宇 (2013)。國際青少年男子網球選手影響比賽勝負之攻守技術分析。運動教練科學, (31), 13-28。

- Altman, D. C. (1991). *Practical Statistics for Medical Research*. London: Chapman & Hall.
- Australian Open. History. Retrieved from <https://ausopen.com/history/honour-roll/mens-doubles>
- ATP Tour. (2019). ATP Rankings FAQ. Retrieved from <https://www.atptour.com/Rankings/Rankings-FAQ.aspx>
- ATP Champion Tour. (1997). About. Retrieved from <https://www.atpchampionstour.com/en/about-atp-champions-tour/about>
- Brown, E., & O'Donoghue, P. (2008). Gender and surface effect on elite tennis strategy. *ITF Coach Sport Sci Rev*, 46(12), 9-12.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*, 20(1), 37-46.
- Cross, R., & Pollard, G. (2009). Grand Slam men's singles tennis 1991-2009 serve speeds and other related data. *Coaching & Sport Science Review*, 16(49), 8-10.
- Cui, Y., Gómez, M. Á., Gonçalves, B., Liu, H., & Sampaio, J. (2017). Effects of experience and relative quality in tennis match performance during four Grand Slams. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(5), 783-801.
- Cui, Y., Gomez, M. A., Goncalves, B., & Sampaio, J. (2018). Performance profiles of professional female tennis players in grand slams. *PloS one*, 13(7).
- French Open. History. Retrieved from <https://www.rolandgarros.com/en-us/page/roland-garros-past-editions-1925-1929-cochet-lacoste-lenglen-wills>
- Hizan, H., Whipp, P., & Reid, M. (2011). Comparison of serve and serve return statistics of high performance male and female tennis players from different age-groups. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(2), 365-375.
- O'Donoghue, P., & Ingram, B. (2001). A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of sports sciences*, 19(2), 107-115.

- O'Donoghue, P. (2002). Performance models of ladies' and men's singles tennis at the Australian Open. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2(1), 73-84.
- O'Donoghue, G. P., & Brown, E. (2008). The importance of service in Grand Slam singles tennis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 8(3), 70-78.
- Reid, M., McMurtrie, D., & Crespo, M. (2010). The relationship between match statistics and top 100 ranking in professional men's tennis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 10(2), 131-138.
- Söğüt, M. (2018). Stature: Does it really make a difference in match-play outcomes among professional tennis players?. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(2), 255-261.
- US Open. History. Retrieved from https://www.usopen.org/en_US/visit/history/mdchamps.html
- Vaverka, F., Nykodým, J., Hendl, J., Zhanel, J., & Zahradník, D. (2018). Association between serve speed and court surface in tennis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(2), 262-272.
- Wimbledon Champion. History. Retrieved from https://www.wimbledon.com/en_GB/aboutwimbledon/history_1880s.html