

國立臺灣體育大學運動管理學系碩士班
碩士學位論文

職業棒球後援投手使用方式之研究

STUDY ON RELIEF PITCHERS
IN PROFESSIONAL BASEBALL



研究生：陳冠良

指導教授：張振崗 博士

中華民國九十七年六月

嘉義縣

論文名稱：職業棒球後援投手使用方式之研究

總頁數：114 頁

院校所組別：國立臺灣體育大學(臺中)運動管理學系碩士班

畢業時間及提要別：九十六學年度第二學期碩士學位論文提要

研究生：陳冠良

指導教授：張振崗

摘 要

統計數據分析可以提供客觀的數據，協助教練與球員的主觀判斷，包括球員的各種能力、表現、疲勞與恢復程度等。許多投手在球季當中受傷，或是整季的過度使用而受傷，還有連續幾個球季的高投球量後成績下滑，都可能與投球負荷量有關。本研究目的為探討美國職棒大聯盟與中華職棒合理的使用及保護後援投手的方法，比較後援投手在不同投球局數下的成績表現，以及前一季投球局數對下二季表現的影響，試圖找出合理使用後援投手的方法。本研究探討美國職棒 1982-2007 年，投球局數超過 50、60、70、80、90、100 局的後援投手，各項數據後一年和後二年的改變；中華職棒 1990-2007 年，投球局數超過 50、60、70、80、90、100 局的後援投手，各項數據後一年和後二年的改變；以及美國職棒前半季投球局數超過 25、30、35、40、45、50 局的後援投手，後半季各項數據相較於前半季的改變。結果發現美國職棒單季投球局數超過 60 局的投手，可能有過度使用的現象，投球局數、防禦率、每九局三振數 (K/9)、每九局保送數 (BB/9)、walks plus hits divided by innings pitched (WHIP)、fielding independent pitching (FIP)、relief earned run average

(RERA)、component earned run average (CERA)皆呈現顯著衰退，但少數具有壓制力且能投長局數的後援投手，K/9、BB/9 的能力較不受到投球局數增加的影響。中華職棒單季投球局數超過 80 局的投手，可能有過度使用的現象，後一季、後二季的投球局數皆呈現顯著的減少。美國職棒前半季投球局數 25 局以上的投手，後半季除了 K/9、BB/9 無顯著差異外，其餘各項數據皆顯著衰退，顯示半季投球局數超過 25 局，可能有使用過度的現象。本研究顯示，職棒球隊使用後援投手應該像使用先發投手一樣謹慎，控制投球局數，避免疲勞而造成表現下滑或受傷。

關鍵詞：職業棒球、後援投手、FIP、RERA、CERA

Title of Thesis: Study on Relief Pitchers in Professional Baseball

Name of Institute: Graduate Institute of Sport Management

Graduate date: June, 2008

Degree Conferred: M.P.E.

Name of student: GUAN-LIANG CHEN **Advisor:** CHEN-KANG CHANG

Abstract

The analysis of baseball statistics can provide objective evaluation of performance and help to estimate fatigue and recovery levels. Many pitchers often suffer from injuries during seasons, get injured after an overused season, or perform poorly after several heavy-workloaded seasons. The injuries and performance declines may be related to overuse. The objective of this study is to investigate the appropriate way of using relief pitchers so that they could be protected from possible injury and performance decline in Major League Baseball (MLB) and Chinese Professional Baseball League (CPBL). The study compared the performance of relief pitchers with different innings pitched with their performance in the following 2 seasons. Relief pitchers in MLB with 50, 60, 70, 80, 90, or 100 innings pitched during 1982 and 2007 were analyzed. Relief pitchers in CPBL with 50, 60, 70, 80, 90, or 100 innings pitched during 1990 and 2007 were also analyzed. In addition, the performance of Major League Baseball relief pitchers with 25, 30, 35, 40, 45 or 50 innings pitched before All-Star break was compared with their performance after the break. The results showed that MLB relief pitchers with more than 60 innings pitched in a season may be overused. Their performance was significantly worse in the following 2 years,

including innings pitched, earned run average (ERA), strikeouts per 9 innings (K/9), bases on balls per 9 innings (BB/9), walks plus hits divided by innings pitched (WHIP), fielding independent pitching (FIP), relief earned run average (RERA), and component earned run average (CERA). However, certain relief pitchers did show the ability to pitch more innings while maintain their dominance as their K/9 and BB/9 remained stable. In CPBL, the overused consequence occurred when pitching over 80 innings in one season. The number of innings pitched was significantly less in the following 2 years. MLB pitchers with more than 25 innings pitched before the All-Star break showed significant decline in performance in all categories except K/9 and BB/9 after the break. Therefore, overused consequence may occur after pitching more than 25 innings in a half season. This study indicated that professional teams should use relief pitchers with the similar degree of caution as they do with starting pitchers. The number of innings pitched should be clearly monitored to prevent the potential performance decline or injury.

Keywords: Professional Baseball, Relief Pitchers, Fielding Independent Pitching, Relief Earned Run Average, Component Earned Run Average

謝 誌

終於完成了碩士論文，很開心能以喜歡的棒球作為研究的題目，在研究的過程中也讓我更深入認識過去所不熟悉的領域，以及許多棒球的歷史，可說收穫豐富。

能夠做自己喜歡的研究，最感謝的是我的指導教授張振崗博士，張博士對於棒球的熱愛可說超乎常人想像，也因此能夠循序漸進的給我許多關於棒球的文獻及最新的研究資料，使我能用不同的角度來觀看棒球比賽，也讓我接觸到許多不同的領域，在研究的過程中，張博士的細心指導，以及不時對於學生的關心，使我的研究能夠順利的完成，在此致上最誠摯的謝意。

曹士昌博士在棒球統計數據上，以及資料庫的整理方面，給了我許多的建議及幫助，使得研究更順利且有趣；黃錦煌博士對於統計分析的專業，使我的統計分析觀念更完整，在此感謝兩位博士的指導。

感謝我的父母及兩位姊姊，因為你們的不斷鼓勵，以及對我的支持，我才能沒有後顧之憂的做我想做的事。謝謝父母對我的栽培，過去讓你們操心了；謝謝大姊不厭其煩的幫我修改許多文件，以及給我許多資訊，使我更有國際觀；謝謝二姊在生活上對我以及對於家裡的照顧，使我不需要擔心，能專注在學業上。謝謝姨婆在嘉義這兩年中對我的照顧，以及小阿姨、姨丈和表妹怡婷在我實習期間的幫助，讓我在外地也像在自己家一樣。

感謝同班的同學們，兩年的時間裡，我過的很開心，各種活動讓我非常難忘。特別要感謝同研究室的豆乾—振平，

在我剛到嘉義及後來的研究生活中，對我的許多幫助，並且一起研究討論論文的一切；謝謝大師—鈺正從我第一天到嘉義開始對我的幫助，有你這個朋友真好；謝謝同研究室的韋翔，三個人分工討論文章，讓我們的文獻累積得更快；謝謝敦和、佳儒常常讓我搭便車；還有謝謝慧菁、依倩、世中、聖翔各種大小事的幫助。

謝謝忠傑學長、艾穎學姊、學妹珮吟，對我的鼓勵及幫助；還有運管系的所有師長，謝謝你們這兩年來的教導；最後要感謝 Arashi—逸嵐，多年來對我的鼓勵。能夠完成碩士論文，並且順利的畢業，真的非常開心，謝謝所有曾經幫助過我的人。

陳冠良 謹致

民國 97 年 6 月

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	III
謝 誌	V
目 錄	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究對象與範圍	3
第四節 名詞解釋	4
第二章 文獻探討	10
第一節 棒球統計數據分析簡史及應用	10
第二節 先發投手的使用及保護	20
第三節 後援投手的使用及評估	24
第四節 適合評估球員的數據	31
第五節 球場因素的影響	36
第三章 研究方法	43
第四章 結果與討論	48
第一節 結果	48
第二節 討論	55
第五章 結論與建議	65
第一節 結論	65
第二節 建議	66
參考文獻	68
附表	75
附圖	113

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

一、研究背景

運動的特性之一就是它的消逝性，當比賽結束後就不存在，能夠在事後被人們記得並提及的就是比賽中的某個精采表現，或是比賽的記錄。棒球運動也是一樣，當看完一場比賽後，無論怎麼形容一位選手的表現，也遠不及拿出數據來說明容易，例如完全比賽和無安打比賽，這些特殊的表現將會被不斷提起。記錄能夠看出選手一場比賽中的表現，也能看出整年以及生涯的表現。除了職業聯盟公佈的數據之外，也有不少愛好運動數據的人自行整理分析，尤其在美國職業棒球發展的早期，官方的記錄都是不公開的，且不完整，所以許多愛好這項運動的人，便開始自行記錄棒球比賽的各項攻守數據，且統計分析球員的表現。從 1970 年代開始，由於電腦的出現，可以精確且快速的分析大量的資料，近代電腦與網路的普及，也讓任何有興趣的人，可以分析資料，並與各地的研究者互相討論，讓運動數據分析更加普遍，吸引了不同階層與背景的人參與。

統計數據分析可以提供客觀的數據，協助教練與球員的主觀判斷，包括球員的各種能力、表現、疲勞與恢復程度等。在美國職棒薪資與選秀簽約金快速上漲的情況下，能否正確評估與預測球員的表現，不僅對球隊戰績很重要，對球團薪水的支出也有很大的影響，目前許多大聯盟球隊都使用數據分析，協助評估與預測球員的表現，結合傳統的球探與教練

評估，以達到最好的效果。

二、研究動機

職業棒球在台灣已經發展了 18 年，但是球隊教練的調度和用人似乎和過去沒什麼差別，引起許多的討論和爭辯；先發投手單場投球動輒超過 130 球，且必須在休息日中隨時待命上場後援，雖然無法證明這樣的用法會對投手產生傷害，但是休息不足可能使球員面臨受傷的危機，即使沒有造成球員受傷，也有可能對未來的表現造成影響。

投球是一個不正常的動作，這個動作不一定會對手臂產生永久傷害，但持續的在疲勞下投球，則可能導致永久的傷害。許多投手在球季當中受傷，或是整季的過度使用而受傷，還有連續幾個球季的高投球量後成績下滑；有些傷害會復原，但有些可能終止投手的生涯，這些受傷和成績衰退的例子不勝枚舉，是否和投球負荷量有關，是急待研究的問題。

雖然現在已經有許多評估球員的方法，過去的一些統計數據也漸漸的發產出更複雜的計算，目的就是能更精確的評估球員的表現，但是投手的統計數據爭議性較大，不像打者有類似 OPS (上壘率 OBP + 長打率 SLG) 這種已被廣為接受的數據，所以增加了評估投手的困難，因此本研究將利用一致性較高的統計數據，和傳統所使用的數據，一併探討後援投手最有效的使用方式。

第二節 研究目的

本研究目的為找出合理的使用及保護後援投手的方法，比較後援投手在不同投球局數下的成績表現，以及前一季投球局數的多寡對下二季的影響，試圖找出合理使用後援投手的方法。並希望探討後援投手每年適當的投球局數，和每次出賽後應休息的天數。

第三節 研究對象與範圍

一、研究對象

本研究以美國職棒 1982-2007 年間，單季投球局數 50 局以上，或前半季投球局數 25 局以上，且完全以後援投手的身分上場的投手；以及中華職棒(含台灣大聯盟 TML)1990-2007 年間，單季投球局數 50 局以上，且以後援投手的身分上場達出賽次數的 60%以上的投手為對象。

二、研究範圍

研究範圍為美國職棒大聯盟 1982-2007 年間，符合標準的後援投手。中華職棒(含台灣大聯盟 TML)1990-2007 年間，達到設定標準的後援投手。

三、研究問題

1. 後援投手前一季投球局數，對後一季和後兩季成績的影響。
2. 後援投手前半季投球局數，對後半季表現的影響。

3. 擔任終結者的投手前一季投球局數，對後一季和後兩季成績的影響；及前半季投球局數，對後半季表現的影響。

第四節 名詞解釋

一、常用棒球名詞

- ※ AB：At bat (打數)、AVG：Batting average (打擊率)、
BB：Bases on balls or Walks (四壞球)、
CS：Caught stealing (盜壘刺)、
ERA：Earned Run Average (防禦率)、
FPA：Faced plate appearances (面對打席數)、
GIDP：Ground into double play (雙殺打)、
H：Hit (安打)、HBP：Hit by pitch (觸身球)、
HR：Home run (全壘打)、
IBB：Intentional bases on balls (故意四壞球)、
IP：Innings pitched (投球局數)、
OBP：On Base Percentage (上壘率)、
SB：Stolen bases (盜壘)、SF：Sacrifice fly (高飛犧牲打)、
SH：Sacrifice hit (犧牲打)、
SLG：Slugging Percentage (長打率)、
SO：Strikeout (三振)、TB：Total bases (壘打數)。

二、名詞定義

本研究所稱之後援投手，皆指非先發登場的所有投手，因為非先發的投手，都被視為後援登場，研究範圍包含所有後援投手及球隊終結者。終結者的定義為，連續二、三或四

季皆有 20 次以上救援成功的投手，以及前半季、後半季皆有 10 次以上救援成功的投手。

三、On Base Plus Slugging (OPS)

將上壘率與長打率相加所得到的結果，也就是 OBP (上壘率) + SLG (長打率)，用來評估打擊者上壘以及推進壘包的能力之綜合指標。由於其中包含熟悉的上壘率及長打率且較容易計算，雖然在分析的準確性或許略遜於 RC (Runs Created)，但卻較容易被棒球迷們所接受。

$$OBP = \frac{H + BB + HBP}{AB + BB + HBP + SF}$$

$$SLG = \frac{TB}{AB}$$

$$OPS = OBP + SLG$$

四、Runs Created (RC)

是由美國職棒紅襪隊的現任資深棒球營運顧問 (Senior Baseball Operations Advisor) Bill James 所發明的棒球統計數據，此一統計值主要被用來估計打擊者對球隊得分的貢獻能力。

邱光宗 (2005) 指出，James 曾經設計了多種的這類公式，主要的概念是他認為得分有兩個主要的動作：先要能夠上壘 (On Base Percentage)、然後要讓跑者進壘 (Total Bases)，簡單的算法便是將兩者相乘。基礎的 RC 公式為：

$$RC = \frac{(H + BB) \times TB}{AB + BB} \quad (\text{James, 1986}), \text{ 此外 RC 還有各種不同版本}$$

的公式，目前常用的是 2002 年的版本（陳俊璋，2006）：

$$A = H + BB + HBP - CS - GIDP$$

$$B = 0.24 \times (BB - IBB + HBP) + 0.62 \times SB + 0.5 \times (SH + SF) + TB - 0.03 \times SO$$

$$C = AB + BB + HBP + SH + SF$$

$$RC = \frac{(2.4 \times C + A) \times (3 \times C + B)}{9 \times C} - 0.9 \times C$$

五、Extrapolated Runs (XR)

是由棒球統計學家 Jim Furtado (1999) 發明的統計數據，和 RC 類似，也是估計打者對得分的貢獻，但是比較簡單，它和 Linear Weights 相同，每項數據都有其係數，只需要將球員的數據代入公式中，就可得到該球員對球隊的得分貢獻。

$$\begin{aligned} XR = & (.50 \times 1B) + (.72 \times 2B) + (1.04 \times 3B) + (1.44 \times HR) + [.34 \times (HP + TBB - IBB)] \\ & + (.25 \times IBB) + (.18 \times SB) + (-.32 \times CS) + [-.090 \times (AB - H - K)] + (-.098 \times K) \\ & + (-.37 \times GIDP) + (.37 \times SF) + (.04 \times SH) \end{aligned}$$

六、Linear Weights (LWTS)

由 SABR 的成員 Pete Palmer 所發明，也是根據 play-by-play 的資料，並利用線性迴歸的方法推算出每支安打、保送、盜壘等進攻數據對得分的貢獻，並包含盜壘刺和出局對得分的影響 (Albert & Bennett, 2001)。和 RC 與 XR 不同的是，LWTS 是和聯盟平均相比得到各項係數，RC 和 XR 則是和 0 進行比較。

$$\begin{aligned} LWTS = & (.46 \times 1B) + (.80 \times 2B) + (1.02 \times 3B) + (1.40 \times HR) + [.33 \times (BB + HBP)] \\ & + (.30 \times SB) + (-.60 \times CS) + [-.25 \times (AB - H)] \end{aligned}$$

七、Walks plus Hits per Inning (WHIP)

WHIP 是投手平均在每一局間，被擊出的安打數與投出的四壞保送數之和，很簡單地評估了一位投手讓對方無法上壘的能力，因此越小越好。WHIP 計算公式如下：

$$WHIP = \frac{Walks + Hits}{IP}$$

八、Batting Average on Balls In Play (BABIP)

顧名思義為被擊出球的打擊率，用來測量被擊入場內的球形成安打的機率，分子代表除了全壘打之外的被安打數，分母為全壘打外所有被擊出的次數，被擊入場內的打擊率可測量投手對於被擊出的球是否有控制能力。

$$BABIP = \frac{H - HR}{FPA - BB - IBB - HBP - SO - HR}$$

九、Fielding Independent Pitching (FIP)

陳俊璋（2006）指出，FIP 是由 Tom Tango 所發展出的投手數據統計值，會發展這個公式，主要因為 BABIP 很不穩定，同一個投手，各年間的 BABIP 差距很大，顯示投手對於被打出去的球，會不會形成安打的控制能力很低，也就是說這些球能不能形成安打和投手的能力無關，而是跟運氣以及守備比較有關係；但是投手的能力對於球會不會打成全壘打，會不會變成保送，以及有沒有辦法三振對手，卻可以發揮一定的影響，因此從 HR、BB、SO 三個數據計算出一個趨近的防禦率，再加上 3.2 這個常數，使之接近一般防禦率的落點分佈。

FIP 是根據 play-by-play (每場球每一個打席，包括各種出局、打者上壘、跑者推進等情況)的資料推算出之安打(一壘打、二壘打、三壘打、全壘打)、保送、三振、推進跑者等各情況對得分(也就是投手失分)的貢獻，以及取整數近似值之後的結果。

因此當投手出現 $FIP > ERA$ 之情形時，可解釋為該名投手運氣不錯或是隊友守備幫忙，反之 $FIP < ERA$ 時，可能則代表該名投手運氣不佳或隊友守備能力較差(陳俊璋，2006)。

$$FIP = \frac{13 \times HR + 3 \times BB - 2 \times SO}{IP} + 3.2$$

十、Defense Independent Pitching Statistics (DIPS)

另稱 DIPS ERA (DERA)，為 Voros McCracken 所發展出之投手數據統計值，主要為計算完全在投手控制之中的因素，這些因素分別是：「全壘打」、「三振」及「四壞球」。DIPS 之應用數據依舊是投手正規之數據，但最主要是要讓它排除不同防守狀態下，所產生之差異(陳俊璋，2006)。

DERA 主要也是根據 play-by-play 的資料推算出之安打、保送、三振、推進跑者等各情況對得分的貢獻，但是還加上根據聯盟每年平均三振、保送、全壘打的修正，所以每年的係數略有不同，但在相近的年代中，每年聯盟平均數據差異並不大，以下的公式引用自 Boyd Nation (2002) 的固定公式：

$$DERA = \frac{0.83 \times BFP + 11.04 \times HR + 1.98 \times BB - 1.62 \times SO}{0.244 \times (BFP - HR - BB) + 0.089 \times SO}$$

$$BFP = (3 \times IP - SO) \times 0.966 + H + BB + SO$$

※ BFP : Batters Faced by Pitcher (投手面對打席數)

十一、Component ERA (CERA)

曹士昌 (2005) 指出，救援投手由於投球局數少很多，運氣成分很容易影響失分與責任失分，甚至可能自己的自責分率很低，但是常常上場把前任投手留在壘包上的跑者送回本壘。由於後援投手把壘上跑者送回來的比例之數據通常不易取得，所以用投球內容來調整救援投手的貢獻度。

以下理論自責分率 (CERA) 公式中的係數是由 MLB 的數據分析出的結果 (Wikipedia) :

$$A = H + BB + HBP$$

$$B = 0.89 \times [1.255 \times (H - HR) + 4 \times HR] + 0.56 \times (BB - IBB + HBP)$$

$$C = BFP$$

$$D = \frac{A \times B}{C}$$

$$E = \frac{D \times 9}{IP}$$

$$CERA = E - 0.56, \text{ If } E \geq 2.24$$

$$CERA = E \times 0.75, \text{ If } E < 2.24$$

※ 若無 IBB 的數據，則

$$B = 0.89 \times [1.255 \times (H - HR) + 4 \times HR] + 0.475 \times (BB + HBP)$$

第二章 文獻探討

第一節 棒球統計數據分析簡史及應用

棒球比賽沒有時間限制，而是以獨特的出局數來計算，而且出局數是不連續的，它的每一個投打的結果，都可以累積成量化的數據，因此自從有了棒球這項運動，就開始有各式各樣的記錄與分析，因為數字可以保留球員的各項表現，引用數據可以佐證球員的表現，棒球統計數據分析的歷史可說是和棒球的歷史一樣長。

早期的棒球規則和現在差異很大，包括比賽用球的材質、投手與本壘距離、好壞球規則等，所以記錄上不同年代之間會有很大的差異。1901-1919 年間因為場地不佳造成防守不易，且當時打擊率為評估打者的唯一指標，因此打者皆追求高打擊率，而很少長打出現(1918 年 16 隊中，每隊平均全壘打數是 15 支)，所以被稱為「死球年代」(dead ball era)；1910 年因為用球材質改變，每場平均得分由 3.8 分提升到 4.5 分，而 Ty Cobb 在 1911、1912 年分別打出 .420、.410 打擊率，無鞋喬(Shoeless Joe, Joe Jackson)則是 .408 和 .395；之後投手普遍以口水或在球上弄出刮痕增加摩擦力，以增加投投出後的變化，打者再度落居下風。但自 1920 年開始增加球的彈性、禁止口水球的使用，使長打顯著增加，所以稱為「活球年代」(live ball era)。

雖然早期規則變動很大，但是早在 1876 年，國家聯盟就開始使用現在的打擊率計算方法，以安打數(hits)除以打數(at-bats)。1912 年，John Heydler 將責任失分(earned runs)

定義成一場比賽掉的分數，也就是現在的防禦率(ERA)。這兩項投打的數據就這樣延用到現在。早期的棒球記錄並不完整，因此許多愛好者開始自行記錄許多特殊的表現，1879年 Buffalo Newspaper 開始刊登打點(Runs Batted In, RBI)這項數據，之後國家聯盟曾在 1891 年跟進，但同年五月又取消，雖然棒球之父 Henry Chadwick 也認為打點、安打及得分要一起記錄，但美國職棒兩聯盟直到 1920 年才開始正式記錄打點這個項目。1914 年 George Moreland 所編的 *Balldom: The Britannica of Baseball* 記載了 1876-1913 年間各隊的球員名單和記錄，還有各個項目的第一名。書中並包含了許多特殊記錄，像是無安打比賽、單場三支全壘打的比賽、四成打擊率的打者，還有 8 場一壘手沒完成任何刺殺的比賽。這是棒球有史以來第一本最接近完整記錄的書，有別於過去都是單季記錄的年鑑，此書包含了球員的生涯記錄。1969 年，David Neft 出版了 *The Baseball Encyclopedia* (俗稱 Big Mac)，這是一本史無前例的棒球統計書籍，打者部分包含了 17 個項目，投手部份包含了 19 個項目，而且教練的記錄第一次被放入書中 (Schwarz, 2004)。類似這種由非官方發起的事件在歷史上不只發生一次，衝擊最大的則是近代棒球統計數據研究的發達。

1971 年，Bob Davids (曾是 *The Sporting News* 的自由專欄作家)決定將棒球統計的愛好者集中起來，當年有 16 個人在紐約州 Cooperstown (古柏鎮)見面，組成了美國棒球研究協會(The Society for American Baseball Research, SABR)這個組織，15 年來共有超過 6,000 個會員加入。

近代最具影響力的棒球統計分析者為 Bill James，他對

於統計數據方面總是有許多新的想法，認為很多運動都是無形的，肉眼無法看出其中的差別，需要透過數據才能發現其中的不同，也才能進行比較。1977年 James 花了4個月的時間，出版了 1977 Baseball Abstract，當中有許多他想出來的特別數據，但是 James 的資料並不够精確，而且要計算他想出來的這些特別數據，只有靠 box score 是不夠的，因此他需要每場比賽 play-by-play 的正確資料，當時他寫信給聯盟和各個球隊，希望他們能提供這些資料，不過大部分球隊不予理會，或是請他去找負責聯盟數據的兩家公司，Sports Information Center (AL)和 Elias Sports Bureau (NL)，但是這兩家公司都不願意幫忙。而 James 知道 Elias 有自行蒐集 play-by-play 的數據，但是 Elias 不願意提供給 James，因為該公司的總裁 Seymour Siwoff 認為這些資訊是 Elias 的專利。James 最後透過 Project Scoresheet 這個計畫，避開了 Elias Sports Bureau 的抵制，徵求全國各地的自願者，收集過去所有的 play-by-play 資料，建立起一個資料庫 (Schwarz, 2004)。現今提供免費下載 play-by-play 資料的網站 Retro Sheet (<http://www.retrosheet.org/>)當中，有許多資料也是來自 Project Scoresheet。James 之後每年出版一本 Baseball Abstract，直到 1988 年。他透過這本書，提出證據，推翻過往的一些錯誤觀念，包括比賽是由投手掌控 75%、球員達到生涯巔峰的年齡等，並發明許多具有影響力的統計方法，例如 Runs Created、Range Factor、Win Shares、Pythagorean Winning Percentage 等。James 的資料可分析出球員的生涯高峰和低潮，提供球隊在自由市場找尋球員的資訊，並成為許多作家、播報員的訊息來源，因而創造出“sabermetrics”這個

由 Society for American Baseball Research 縮寫而成的單字。

SABR 中的成員大部分是中年人並擁有自己的工作，他們將數據的探索當作嗜好，且持續的發現數以百計的錯誤，但是 MLB 官方決定不去更改。Bowie Kuhn 擔任大聯盟的主席期間(1969-84)，於 1975 年授權 Special Baseball Records Committee 審查重要的棒球數據，Kuhn 認為 Ty Cobb 的安打記錄是非常重要的，不應該修改，所以宣布 4,191 支安打這個數據將不會改變。此時，棒球統計史進入了 SABR 的研究者和傳統棒球學者的拉鋸戰中，因為傳統學者希望忽略這些錯誤，Kuhn 試著讓這個事件就這麼算了，但是無論他喜歡與否，早在 1980 年代早期，許多熱心的棒球數據迷就致力於改正這些錯誤。1977 年，*The Sporting News* 收到了熱心的讀者 James Braswell 的來信，Braswell 說他發現 Hack Wilson 在 1930 年曾經連續 11 場比賽有打點。不過當年的記錄是連續 10 場，因此引起了 SABR 中 Bob Soderman 的注意，經過一年的檢驗後發現，Hack Wilson 在 1930 年是 191 打點而不是 190，但 Kuhn 已經宣佈 Ty Cobb 的 two-extra-hits 規定，也就是不去更改這些重要的記錄，因此這項爭議暫時平息了下來。到了 1998 年，這項爭議又被提起，當時負責聯盟數據記錄的公司 Elias Sports Bureau 總裁 Seymour Siwoff 最後只好請 SABR 提供 play-by-play 的數據，重新檢驗 Soderman 的發現，最後在 1999 年公開宣布 Hack Wilson 的單季最多打點是 191。經過了 25 年的努力，SABR 終於獲勝 (Schwarz, 2004)。

從 Bill James 開始，有各式各樣的數據研究針對投手、打者、和防守，這些數據越來越受重視，且時常被使用在棒球的專欄中和各種不同的媒體上，不過可惜的是只有少數棒

球人注意 James 的書，大多數的棒球人卻不以為然，他們認為這些只是一個從未打過棒球的人所寫的東西，並不值得重視，而 James 認為，他只是提供一些不同於以往的資訊給大家知道，並沒有其他目的。雖然守舊的棒球工作者不喜歡一些背離傳統的觀念，但 James 還是產生了一些衝擊，影響了近代許多年輕的球隊總經理 (general manager, GM)，例如“Money Ball”(Lewis, 2004) 這本書中的主角 Billy Beane - 現任奧克蘭運動家隊 (Oakland Athletics) GM、Theo Epstein - 現任波士頓紅襪隊 (Boston Red Sox) GM，和 Paul DePodesta - 現任聖地牙哥教士隊 (San Diego Padres) 棒球營運特助 (Special Assistant, Baseball Operations)，2004-2005 年洛杉磯道奇隊 (Los Angeles Dodgers) GM，Bill James 可說是二十世紀最具影響力的棒球作家。

近年來也開始有一些本來非從事棒球相關工作者進入棒球圈內工作，因為只要能幫助球隊贏球，有沒有打過棒球就不是那麼的重要了。1982 年，Sandy Alderson 晉升為奧克蘭運動家隊 GM，但在 1981 年運動家隊雇用他為辯護律師，負責一些薪資仲裁和生意上的案子之前，Alderson 是個和棒球沾不上邊的人。Billy Beane 在高中曾是頂級新秀，並在 1980 年選秀中被大都會隊在第一輪選中，但是表現沒有預期的好，於是在 1990 年選擇退休；他是 Alderson 請 Eric Walker 教導的新進管理人員之一，Walker 的 *Winning Baseball*，是以數學為背景建立球員名單的一份報告；1993 年，Alderson 提拔 Beane 為助理 GM，Beane 並在 1997 年接任運動家隊 GM，上任後他將 *Winning Baseball* 印給每個小聯盟的管理、教練和球探。

Paul DePodesta 在大學時代是個不太出色的球員，也沒打過職業比賽，他在克里夫蘭印地安人隊 (Cleveland Indians) 的球探部門學到了傳統衡量球員能力的方法，Beane 雇用他為助理，掌管合約的談判、薪資的控制，當然也包括棒球統計數據分析，他們認為選高中生的風險會比大學生來的高；他並且常常在網路上搜尋棒球統計數據的社群 (sabermetric community) 中，是否有新的想法；DePodesta 很快就成為炙手可熱的 GM 人選，但他當時選擇留在 Beane 身邊。

DePodesta 和 J.P. Ricciardi 常在 Baseball Prospectus (BP, <http://www.BaseballProspectus.com/>) 網站上寫一些文章，這個論壇讓專業的年輕人或大學生帶領，做複雜的數據分析，且可以很自由的討論和修正自己的方法。這個地方產生出許多重要的統計工具，包括 Equivalent Average (EqA)：綜合打者的各項數據，產生出的結果看起來像打擊率，但比打擊率可測量的打者能力更廣；Pitcher Abuse Points (PAP)：評估“先發投手”出賽場數及投球數目的多寡與受傷的關係，結果大約是超過 100 球較容易造成傷害，若是超過 120 球受傷機率更大。BP 自從 1996 年開始，每年春天都會出版 *Abstract-type* (類似 baseball abstract)，內容有 sabermetrics 和球員的評估 (Schwarz, 2004)。Bill James 也在 2003 年受雇於他從前的讀者，也是波士頓紅襪隊的老闆 John Henry，成為紅襪隊資深棒球營運顧問 (Senior Baseball Operations Advisor)，並幫助紅襪隊拿到了睽違 86 年的世界大賽 (World Series) 冠軍。

在許多棒球統計數據的愛好者努力下，現今已有許多統計數據用來評量棒球選手，像是 Runs Created、FIP、和 Linear Weights 等。而且不管是在報章雜誌、網路、或是電視轉播

都能看到許多統計數據的引用，例如 WHIP、OPS。除此之外還有許多特別但不常見的研究被發表在網路上，Sheehan (2007) 以投手面對球數領先 (pitcher's counts) 及球數落後 (hitter's counts) 時使用快速球的比率，來評斷投手的配球是否聰明。聰明的投手在這兩種情況下的快速球比率沒有差別，較不容易被識破。

Ballenberg (2007) 提出和過去的研究不同的看法，說明某些投手有能力在關鍵的時候有好表現 (make the big pitch)，並且能獲得比預期還多的勝場數 (pitch to the score)，也就是 clutch pitcher (在關鍵的時候會有好表現) 是存在的。

Hanrahan (2002) 指出，有季後賽經驗的選手在季後賽的表現並不會比較好，這個研究的困難在於各隊的實力不同，且球員的組成每年不太相同，因此 Hanrahan 選擇以單一球員的表現來評估。基於以下三點，選擇投手作為評估對象是被認為較準確的：(1) 選擇數據的難易度，因為短期比賽對打者而言重要的是關鍵一擊 (clutch hitting) 的能力，比較難以評估，投手的防禦率相對而言容易取得及測量；(2) 樣本大小，投手在季後賽單一系列賽中可以面對 70 個打席以上，打者大概只有 30 個打席；(3) 壓力的不同，先發投手在季後賽先發通常是當日的焦點，適合作為測量的對象。因為難以定義「季後賽的壓力」及「經驗」，所以只選擇在世界大賽先發過的投手為對象，且第一次先發在 1969 年以前，若投手沒有連兩年在世界大賽中先發也不使用。共有 65 年以上的數據，97 位投手符合這些條件，包含投球局數 3710 局。全部一起比較時，來年的防禦率比第一次在世界大賽先發多了 0.28，依局數加權比較後，來年的防禦率比第一次先發多了 0.64，即使

沒有達到統計上的顯著水準，也可證明在 1969 年之前有過季後賽經驗的投手，在來年的季後賽表現「並不會」比第一次在季後賽先發的表現還要好。Hanrahan 建議未來的研究可以包含年齡的不同，球場的影響或其他因素，但他合理的認為其他因素的影響不大，結果應該會和本研究相同。

數據除了用來評量球員的表現外，還可以用來計算球員的身價，是最客觀的方法之一。Scully (1974) 評量球員在還有保留條款且無自由球員的時代下，薪資和表現的關係。透過球員的能力或表現為球隊帶來票房的收入所產生的利益稱為 player marginal revenue products (MRP)，作者認為薪資應該和 MRP 成正比。Scully 使用 1968 和 1969 年的資料分析，球隊的收益經迴歸方程分析後得到

$$REVENUE_t = -1,735,890 + 10,330PCTWIN_t + 494,585SMSA_{70} + 512MARGA_t + 580,913NL - 762,248STD_t - 58,523BBPCT$$

(*PCTWIN*: 球隊勝率; *SMSA*, Standard Metropolitan Statistical Area: 都會區大小; *MARGA*: 時間序列 1957-1971; *NL*: 國聯, 虛擬變項; *STD*: 位置很差的舊球場, 虛擬變項; *BBPCT*: 黑人球員在隊中所佔比例)

收益和勝率、市場大小、時間序列、國聯呈現正相關，和較舊的場館及黑人球員比例呈現負相關；也就是勝率愈高、當地都會區愈大、以當地為主場愈久所帶來的收益愈多，且當時國聯的收益比美聯多；若球隊所屬的球場因為很舊且位置很差，停車位有限，則會造成收益減少，另外黑人球員比例愈高，收益愈低。

球隊勝率和球員表現方面經迴歸方程分析後得到

$$PCTWIN_t = 37.24 + .92TSA_t + .90TSW_t - 38.57NL + 43.78CONT_t - 75.64OUT_t$$

(TSA：團隊長打率；TSW：團隊投手三振四壞比；NL：國聯，虛擬變項；CONT：球季結束距離分區第一名 5 場勝差以內，虛擬變項；OUT：球季結束距離分區第一名 20 場勝差以上，虛擬變項)

勝率和團隊長打率、團隊投手三振四壞比呈現正相關；國聯勝率比美聯勝率低 0.03857；也就是打者和投手的表現愈好，球隊勝率愈高，且當時國聯的競爭較激烈，所以勝率比美聯低。

以收益和勝率的相關係數得到投手和打者分別為球隊帶來的 MRP 為： $MRP \text{ hitters} = .92 \times \$10,300 = \$9,504 \text{ per point TSA}$ ， $MRP \text{ pitchers} = .90 \times \$10,300 = \$9,297 \text{ per } 1/100 \text{ point TSW}$ ；全隊長打率每增加 .001，可幫助球隊增加收入 9,504 元，全隊三振四壞比率每增加 .01，可幫助球隊增加收入 9,297 元，扣除市場大小和球隊本身的價值等固定收入後，得到球員的 Net MRP。接著估計個別球員的薪資，並將球員分為三個等級，年資 10 年以上，且打數佔全隊 10% 的打者或投球局數佔全隊 18% 的投手為明星球員；年資 7 年以上，且打數佔全隊 8% 的打者或投球局數佔全隊 14% 的投手為中等球員，年資 4 年以上，且打數佔全隊 5% 的打者或投球局數佔全隊 10% 的投手為表現不佳的球員。以 MRP 和薪資比較後發現，明星球員大約只拿到 Net MRP 的 15%，表現中等的球員大約拿到 Gross MRP 的 11% 薪水，拿到 Net MRP 的 20%，只有表現不佳的球員拿超過自己表現的薪水。

此研究可看出，在保留條款的時代，球員的身價無法反映他為球隊帶來的利益，並呈現資方壟斷的情形，因此 Scully 建議棒球員應該和職業美式足球一樣，以合約來做規範，並

且應該以簽訂長期的合約為主，最終的目的是在整個球季中完全開放勞工自由市場，並在非球季時進行薪資的談判。如此才能精確的使用 MRP 比較球員的薪水。

Zimbalist (1994) 依據 Scully 修改過的模型，比較已經有自由球員和薪資仲裁制度的時代，薪資和 MRP 的關係，分析 1986-1989 年的資料後發現，幾乎所有年資低於 6 年的球員，或是說沒有自由球員資格的球員，都被剝削，薪資比球員所生產的 MRP 還低；尤其是年資在 2 年以下的球員，因為沒有薪資仲裁的資格，所以被極度剝削；年資 6 年以上的球員，除了在 1989 年表現很好的明星球員之外，薪資皆超過其貢獻的 MRP 甚多。Zimbalist 在文中稱呼年資 2 年以下的球員為學徒，他們大約只拿到 MRP 的 1/4 到 1/6 的薪水，但是年資超過 6 年的球員(師父)，則平均可以拿到超過 MRP 的 23.6% 的薪水，年資 2-5 年的球員(工匠)則拿到 MRP 的 50%-64%。Zimbalist 並指出，超過 3/4 的學徒薪水低於 MRP，且有 71.8% 的學徒薪水低於 MRP 的一半，但卻有超過 60% 的師父是拿到過多的薪水。Zimbalist 認為，若是 MRP 的模型可以精確的預估球員為球隊帶來的利益，且勞工(球員)市場可以運作的更有效率，則薪資就能確實的反映 MRP，但是有許多因素阻礙了這個結果，例如不完善的 MRP 測量方法、複數年合約(long-term contracts)、最低保障薪資、資訊不足、競爭不平衡的市場、和非利益最大化的表現(non-profit-maximizing behavior)；複數年合約的影響，有可能是球員成為自由球員或有薪資仲裁資格的那一年，表現特別好拿到的大合約，但之後的表現不如預期；最低保障薪資可能讓待在板凳上貢獻不大的球員獲得過多的薪水；競爭不

平衡的市場則可能因為當年沒有成績特別出色的自由球員，使得球隊付出過多的薪水競爭表現次等的球員；非利益最大化的表現則可能因為球員拿到複數年合約後，表現的不積極。和 Scully (1974) 所作的研究比較後發現，Scully 建議開放球員市場，的確是平衡了勞資關係，但是付給明星球員的高薪，則轉嫁到新秀球員的薪水，且複數年合約也可能造成評估 MRP 的誤差。

由以上文獻可看出，棒球統計數據的應用非常廣泛，近年 MLB 官方網站也開始列出 X W-L (Expected won-loss record, 預期的勝負記錄，勝率 = $\frac{RS^{1.82}}{RS^{1.82} + RA^{1.82}}$ ，RS 為團隊得分，RA 為團隊失分)這項數據，這個公式是由 Bill James 發明的 Pythagorean Winning Percentage，原始的公式為：

$$Winning\% = \frac{RS^2}{RS^2 + RA^2}$$

，經過多年的演進分析，得到 1.82 這個數字，讓這個公式的預測結果更接近實際情形。可見各式各樣非傳統的統計數據已漸漸的被接受，並實際的應用在相關產業中。

第二節 先發投手的使用及保護

棒球比賽的勝負投手佔了重要的影響。1962 年發行的 Strat-O-Matic 是個用骰子玩的桌上棒球遊戲，每一個選手都有其打擊能力的卡片，投手也有投球能力的卡片，遊戲中的投打對決結果由打者能力(50%)、投手能力(36%)以及團隊守備能力(14%)來決定。其中守備部份的 50%中，投手能力佔

72%，過去投手佔七成的影響可能來自這裡，不過實際上它是估計守備的七成效果，而全部比賽只佔 36% (Albert & Bennett, 2001)。基本上投手是個消耗品，Jazayerli (2004) 指出：(1) 投球是一個不正常的動作，這個動作不一定會對手臂產生永久傷害，但持續的在疲勞下投球，則可能導致永久的傷害；(2) 每位投手有一個球數的上限，因人而異；(3) 當超過這個數字後，每增加一球就增加更多危險，且增加更多額外的疲勞。因此發展出許多投手使用方法的研究，先發投手合理的用球數是多少？到底是五人輪值還是四人輪值好？有許多文獻探討這些問題。

Forman 與 McCracken (2001) 引用 Rob Neyer 的專欄中，針對 Craig Wright 寫的“The Diamond Appraised”這本書的評論，說明這本書中有許多關於投手傷害與投球之間的關係，例如 Wright 認為有足夠的證據可以證明投手若是在一場比賽中投 145 球，會影響投手在短期中的表現，並且對長期的健康造成危害。但是 Forman 與 McCracken 認為 Craig Wright 在書中所提到的「100 球是一個發展中球員的上限」，這是個沒有根據的觀點且存在已久，因此 Baseball Prospectus 的作者們試著用各種方法來尋找這個球數的上限。Jazayerli (1998) 發展出 PAP (Pitcher Abuse Points) 這個方法，當投手投超過 100 球後，從 101 球開始每球計 1 點 PAP，111 球開始每球 2 點，121 球開始 3 點，以此類推；若一位投手投了 115 球，則有 20 點 PAP。由這個方法可以看出哪些投手被使用過度，特別要注意的是年輕投手，因為年輕投手若很早就使用過度，則容易受傷甚至終止職業生涯。Jazayerli 與 Woolner (1999) 在 1999 年球季的 7 月繼續使用這個方法探討

球員是否使用過度，結果各年齡層中被使用最多的投手前兩名，都和 5 月 31 日檢驗的時候相同。以紐約大都會隊 (New York Mets) 的 Pedro Martinez 為例，即使他當年先發次數比別人少，卻還是有比別人更高的 PAP；若使用四人輪值，讓他每次先發投球都不超過 100 球，以每局 15 球計算，大約可以投 6 局，這樣的話他一季可先發 41 場，貢獻 246 局；若是五人輪值要貢獻 246 局，則最多 33 次的先發中每次要投 7 又 1/2 局。Jazayerli 與 Woolner 認為四人輪值能讓投手的貢獻達到最大，且可避免受傷，因為沒有證據證明休息三天會比休息四天的表現來的差。因此，要保護投手不僅要限制他多久出賽一次，也要限制每次投了多少球。Jazayerli 與 Woolner 最後使用 AAW (age-adjusted workloads) = $PAP * [(38-age) / 6] / GS$ 將年輕投手每次先發的工作量依年齡作調整，若用球數相等，則愈年輕的投手會有愈高的 AAW，換算後 32 歲以上的投手其 AAW 等於原本的 PAP/GS，26 歲的投手其 AAW 等於 PAP/GS 的兩倍。Jazayerli 與 Woolner 認為年齡不到 32 歲的投手投球數愈多，對手臂的負擔會加倍，32 歲以上的投手若還能負擔高投球量，其影響沒有年輕投手來的大，因此 32 歲以上的投手 AAW 不作調整。接著在 2000 年 Jazayerli 與 Woolner (2000) 一樣使用 PAP 作季中評估，並在欄位上增加 Workload (就是之前的 AAW) 這個項目，將年齡的調整列為必要的項目；結果得到 Pedro Martinez 和 Randy Johnson 雖然有很高的 Workload，但還是具有宰制能力，特別要注意的是當時才 25 歲的 Livan Hernandez，他在 1999 和 2000 年的名單上，Workload 都排在前面。

Jazayerli (2004) 指出，投手受傷的風險高低是決定於投

了多少球，不是多久出賽一次，因為沒有證據顯示先發投手在休息的日子投球會造成受傷。原始的 PAP 假設 100 球為投手的疲勞點，而一百球後每位投手都會有額外的濫用點，濫用點數隨著投球數緩慢的增加；新的 PAP³ 為： $PAP = (Pitches - 100)^3$ ，投球數減 100 後的三次方，投手投超過 100 球才會有濫用點，一百球以下則投手的 PAP = 0，在這個計算方法中，投 130 球受傷的風險是 115 球的 8 倍，105 球的 216 倍。Jazayerli 認為，對投手而言在一場比賽中投越多球會讓受傷的風險更高，粗略的定義是，超過 100 球算是過多的球數；25 歲以下的年輕投手對於過度使用較敏感，因為許多年輕投手在投球數多的情況下，都面臨了威脅職業生涯的傷害。當投手投球局數越少，他的整體價值相對的減少，若在兩次先發之間的練投日中審慎的使用先發投手，讓他們擔任中繼的角色，可以使先發投手一季多出賽 7~8 場，投球局數多出 10~15 局。Forman 與 McCracken (2001) 認為 PAP³ 這個方法不錯，但是仍然有缺陷，例如約 30% 的投手可以有比平均更高的投球數。Baseball Prospectus Team of Experts (2006) 則有這方面的研究，將先發投手依投球數的多寡分為五類，看他們數星期後的表現，可以觀察到當投球數增加時，接下來幾個星期成績的衰退，這樣的衰退看起來不是很大(表 1)，但是先發投手常常被要求要投很長的局數，長期的過度使用可能會使球季末期的表現不佳。這邊再一次提到對於投手疲勞的理論：投球對手臂並不危險，在疲勞下投球對手臂才危險。這批作者接著使用從 1972 年開始，175 名投手共 408 季裡，至少各有 8 次休息三天和休息四天的先發投手為樣本，計算這些投手的表現(那些最好的投手將不會出現在這裡

太多次，因為他們通常都固定休息三天)，結果顯示出休息四天的確比休息三天在大部分的數據裡表現較好(表 2)，若測量那些投 1-8 次中三日而且至少有 1 次中四日的先發投手，也得到相同的結果，不過兩次的測量在休息三天跟四天的投手分類裡最多只有 3% 的差距，雖然這些測量的樣本中，休息三天的投手大多是早期的先發投手，但是現今已經很少休息三天的投手可以和休息四天的投手作比較，因此也有可能是因為年代的差距，造成這樣的結果。目前依舊沒有足夠的證據指出休息四天的表現比休息三天的好。

Baseball Prospectus Team of Experts (2006) 檢視高投球數和成績衰退的關係後證實，在疲勞時投球對投手的手臂有極大的風險，並建議可以更有效的藉由控制投球數、投手疲勞度以及用四人輪值給予適當的休息而不是過度休息，維持投手的健康及效率，讓他們能夠像過去一樣一季投球 275 局，以達到最大的價值，還可使先發及牛棚的使用更有效率。

第三節 後援投手的使用及評估

後援投手的使用是伴隨著先發投手使用方式的改變而來，美國職業棒球最早開始是沒有後援投手的，大多是由一位投手投完全場，1876 年 George Bradley 為 St. Louis Brown Stockings 先發了整季的 64 場比賽，其中有 63 場完投，而隊友只投了 4 局。1887 年以前，投手距離本壘板的距離不到 50 英尺，保送要投 9 個壞球，且打者可以要求投手投高球或低球，投手也可以助跑後投球，而過肩投球和投變化球則是違法的。當時聯盟投球局數最多的投手投超過 400 局很正常，

進入 live-ball era 後則顯著的減少，在 1920-1969 年這段接近 50 年的穩定後(每年約 320 局)，又開始緩慢的下降。20 世紀初，普遍認為所有的好投手都應該是先發投手，且他們還要兼任後援，例如 Cy Young 在 1896 年先發 46 次後援 5 次，拿下 3 次救援成功；1903 年先發 35 次後援 5 次，拿下 2 次救援成功，皆是當年最多救援的投手。1910-1939 年間球隊將投手的使用最大化，先發後援兼任的比率很高，1910-1919 年，有 18.8% 的投手先發後援兼任，1920-1929 和 1930-1939 年分別是 11.8%、13.1%，1940 年開始則降到 5% 以下。1963-1968 年，好球帶範圍加大，使得投手可以輕易的在一季當中先發 40 次，因此開始了四人輪值，不過 1969 年好球帶範圍改回來後，投手依舊維持四人輪值，一年依舊可以先發 40 次或更多，例如道奇隊在 1969 年就有 3 位超過 40 次先發的投手，Claude Osteen (321 局)、Don Sutton (293.3 局)、Bill Singer (315.7 局)，大部分球隊的先發投手也都接近 40 次先發。五名先發輪值則是在 1974 年間開始流行，到了 1980 年幾乎每一隊都採用，這是近年來投手使用的最大改變，過去在休息日會跳過第五號先發，但是現今大多數球隊會讓所有投手多休息一天 (Jazayerli, 2004)。目前先發投手投球局數大部分在 230 局以下，2007 年投球局數達到 200 局的投手有 38 位，其中只有 3 位投手投球局數超過 230 局。

Gassko (2007) 比較 1871 至 2007 年每年最高的投球局數，發現近年來投球局數比 20 年前減少許多，可能原因是：(1)教練有來自管理階層的壓力，必須避免球員受傷造成薪資上的浪費；(2)得分的增加，使得投手在每局的投球數量增加，投球局數則減少；(3)打者的進步，即使是防守位置以守

備為主的球員，例如游擊手與二壘手，也能擊出全壘打，使得投手面對打者更困難。

因為投手使用方式的改變，後援投手變得更受重視，70年代就已經有關於後援投手的研究，探討打擊率為何從1920-1940年後就開始下降，普遍的解答為後援投手的使用率增加，因為到了比賽後段，先發投手體力開始下降，換上的後援投手將會體力充足，壓制力較好。因此 Cramer (1975) 將後援投手的使用分為三個階段來探討：1895-1904、1905-1954、1955-1973，第一個階段，教練幾乎不使用後援投手，1904年 Boston Americans (波士頓紅襪隊的前身) 和 St. Louis Cardinals (聖路易紅雀隊) 分別創下了 148、146 場完投紀錄。第二個階段，教練使用專職的後援投手面對危機，這種趨勢漸漸增加，在這之前都是先發投手兼任後援，因此在 1904-1911 年間，完投的比率從 88% 掉到 58%；雖然 1911 年時，使用後援投手和代打已經愈來愈普遍，但是一場比賽中使用二位以上的後援投手則到 1946 年才開始普遍。第三階段則是教練開始認為先發投手也許不需要完投，在遇到危機時就將他換下來。後援投手的 ERA 原本比先發投手低，Cramer 認為是因為原本好的先發投手兼任後援，所以後援投手的 ERA 較低，但在出現專職的後援投手後，先發和後援投手的 ERA 愈來愈接近，則是因為“fireman”(只在關鍵的時刻上場) 和“mopup men”(收拾殘局的投手) 的出現，提高了整體後援投手的 ERA，使得先發和後援投手的 ERA 差不多。fireman 通常是較有壓制力的投手，類似今日的 Set up man，會有較低的 ERA，mopup men 則類似今日的敗戰處裡投手，通常 ERA 較高。Cramer 並發現後三局的得分雖然是逐局降低，但是並

不顯著，各項攻擊數據只有打擊率降低，其他的都和前面六局相近，所以可能不是因為後援投手的影響；加上這三階段的聯盟平均打擊率分別下降了 .0015 (1895-1904 vs. 1905-1954) 及 .0023 (1905-1954 vs. 1955-1973)，這個差距大約和 1920-1940 vs. 1975 年的差距相近，和 1929-1973 間打擊率掉了 .032 相比，因為後援投手的使用率增加，造成的影響其實是不大的。1920 年開始，進入 live ball era，打擊率有顯著的提升，兩個聯盟皆有 .270 以上的打擊率，國聯到了 1933 年打擊率才低於 .270，美聯則是 1941 年；因此打擊率的下降，可能是其他因素造成。

後援投手的影響也可能反映在戰績上，牛棚的強弱常常能決定一支球隊能否進季後賽。救援失敗(Blown Save, BS)從 1988 年開始記錄，Deane (1991) 使用後援投手的勝場貢獻(Reliever's Win Contribution, RWC)和「平均」水準之上的後援投手比較，探討終結者(closer)為球隊貢獻了多少勝。1988 年全聯盟 1,462 次的救援機會中，共有 1,049 次救援成功，救援成功率為 $1049sv/1462svo=0.718$ ；而這 1,462 次的救援機會分布在 1,396 場比賽中，最後有 1,161 場比賽獲勝，勝率為 0.832；在比賽中曾出現救援失敗的比賽有 394 場，最後有 159 場獲勝、1 場平手，勝率為 0.405 (159.5/394)。Deane 的方法為：(1)投手為球隊守住勝利，將球隊獲勝的機率從 0.832 提升到 1.000，則投手得到 0.168 勝；(2)投手守不住領先，球隊獲勝的機率從 0.832 掉到 0.405，則投手失去 0.427 勝； $RWC = 0.168*S - 0.427*BS$ 。這個方法的缺點是忽略了那些非救援機會的出場，因此 Deane 指出，Pete Palmer 建議他加入不同情境(Situational analysis)對勝率的影響來

改進，例如無人出局滿壘，球隊領先 1 分時的勝率為 0.269 (而不是 0.832)，若後援投手守住勝利，則獲得 0.731 勝 (1.000-0.269)，或是九局下半無人出局，球隊領先 3 分時的勝率為 0.965，這時後援投手守住勝利可獲得 0.035 勝，這些都需要依據 play-by-play 的資料來計算；另一個潛在的問題是，RWC 是和虛構的平均(救援成功率 0.718)相比，而不是和可以隨便替代的投手平均(救援成功率 0.500)相比，若是以救援成功率 0.500 計算，1989 年 MLB 救援王 Mark Davis (44 次救援成功，4 次救援失敗)將會在 93 局內為球隊貢獻 12 勝，而他原本的 RWC 是 5.68 勝。

Jazayerli 與 Woolner (1999) 則使用 Pythagorean Method

($Winning\% = \frac{RS^2}{RS^2 + RA^2}$) 預測的勝負和實際的勝負作比較。

Jazayerli 與 Woolner 以 OPS 最低的三隊的牛棚，與 OPS 最高的三隊的牛棚互相比較後發現，七局以後比分接近的比賽中，好的牛棚整季大約比不好的牛棚多貢獻三勝，並將這個結果設為控制組。對照先發輪值的好壞，結果對整體勝負沒有很大的影響；接著對照一分差的比賽中，好的牛棚和不好的牛棚，整季對勝場數的影響只有約 0.5 場；兩分差的比賽中，影響也只有 0.75 場。在一分差和兩分差的比賽中，牛棚的定義是平手時上場的投手，也就是在最後比分為一分差或兩分差的比賽中，只考慮平手時上場的投手作為比較。最後得到牛棚在分數差距很近的時候影響不大，可能的原因是先發輪值不好，造成失分過多，即使是好的牛棚失分較低，得失分的增減因此影響了 Pythagorean method 的結果，但得失分的增減對整體的勝負紀錄影響並不大。

後援投手可能在單局的中間出場，或是掉了前一位投手送上壘的分數，但失分記在前任投手，因此防禦率可能無法代表他的真正表現，所以發展出更精確的測量後援投手的方法。James (1977) 用單場被安打數 (HPG) 和單場保送數 (WPG) 將投手分為 100 個等級，再將每個等級區分為先發投手及後援投手，比較他們的 ERA；刪去極端值及樣本不足的等級後，發現剩下的 45 個等級都是後援投手的防禦率較低，平均比先發投手低了 .15 ~ .20，就是後援投手在防禦率上的優勢 (ERA Advantage)，所以 James 建議要比較先發及後援投手的防禦率，應該修正 .20。Birnbaum (2001) 也指出，當後援投手和先發投手的能力相同時，後援投手的防禦率應該會較低，其中有三個影響的因素：(1) 上場時已有一人或兩人出局，因為若同樣被打六支安打，投手從局的開始投一局和分別投 0.1 局 3 次，防禦率的差別很大；(2) 再見安打後壘上還有跑者，壘上的跑者不會回來得分，投一整局的投手則可能再失分；(3) 故意四壞球的頻率，後援投手常常需要故意保送，形成潛在的失分或是真正造成失分。第三點為後援投手在防禦率上的劣勢，其餘兩點為其優勢。Birnbaum 使用 Run Potential table 和 Project Scoresheet 的資料，針對以上三點算出 1987 年美聯後援投手防禦率的優勢為 .135，國聯則是 .06。和 Bill James 在 1977 年的研究不同的是，James 單純以數據去計算，得到後援投手的防禦率優勢有 .20，Birnbaum 則是假設先發和後援投手的能力相同，若用 James 的方法計算 1987 年國聯的數據，則得到 .207，和 James 的結果接近。

Andrecheck (1999) 根據後援投手在 1998 年平均讓

34.59%的壘上原有跑者回到本壘得分，使用和投手線性比重 (Pitching Linear Weights)類似的方法，發展出後援投手的防禦率

防禦率 $RERA = \frac{9*(ER + IRSc - .3459*(IRSc + IRSt))}{IP}$ ，IRSc 為壘上原有

跑者回到本壘得分的數量，IRSt 為壘上原有跑者被留在壘上的數量。RERA 有一個奇怪的地方就是可能為負值，過去的防禦率是計算責任失分，RERA 則是包含了投手本身的責失分與阻止上一位投手留下的跑者得分的能力。經過球場因素校正以後，可以看到排行在前面的都是隊上的終結者(表 3)，而原本防禦率就很低的投手其 RERA 更低，因為 RERA 讓好的投手更有價值，讓較差的投手價值更低，因為壘上原有的跑者成為投手的責任，使得 RERA 放大了投手的表現。Andrecheck 認為 RERA 是目前評估後援投手最好的方法，它的主要缺點是每位投手上場時面對壘上有人的狀況不同，不過投手並不是每次上場都在危急的時候，這樣的差別幾乎可以相互抵銷，所以每位投手阻止對方壘上跑者得分的機會是差不多的，若是能夠依據每次擊球的狀況(play-by-play)分析可能會更好。

有了上述關於評量後援投手的新方法後，我們知道後援投手和先發投手的比較需要作一些修正，不過後援投手的使用就是要幫助先發投手解決危機，幫球隊贏得勝利，那麼何時是使用王牌後援投手的最佳時機呢？Jazayerli (2000) 以每局得到幾分的機率來計算各個情況球隊的勝率(七局以後)，若在此情況下使用終結者得到的勝率減去原本的勝率，就是終結者產生的影響。得到越接近平手的時候越應該派上終結者，最重要的時候是領先 1 分時，接著是平手的時候，

且平手時派上終結者的影響只比領先 1 分時的影響略小；九局領先 3 分時派上終結者的影響甚至比一局上 0:0 時的影響還小。不過 Jazayerli 並未對球場作修正，而是使用客隊平均單場 5.1 分 (R/G)，主隊 5.4 R/G 來計算。Zumsteg (2004) 也指出，即使是很差的投手也不容易在第九局丟超過 3 分，所以不需要把最好的投手放在第九局來守住 3 分的領先。Keith Woolner (2000) 的研究指出，最好的後援投手 (closer) 大約只為球隊多貢獻 4 勝，一個普通的打者或是先發投手大概就值 4 至 5 勝，最好的後援投手應該在越接近平手的時候上場。Zumsteg 認為這便是今日牛棚使用不夠有效率的原因，現今讓終結者上場就是為了拿救援成功，並搭配兩個“左右”手後援投手，就不是最好的使用方式。Poserina (2005) 使用自己定義的救援成功計算方式，指出危機通常出現在第七、八局，而現在最好的後援投手都不是在最危急的時候出場；應該重新定義救援成功的規則。

雖然已經有許多後援投手的相關研究，評量後援投手的貢獻及使用時機，也有許多新的想法針對後援投手作改進，但是後援投手的研究和先發手相比還是不多，對於後援投手的保護之相關文獻更是少之又少，本研究將參考上述文獻中的統計方法，作為評量指標的篩選。

第四節 適合評估球員的數據

棒球長久發展以來，什麼樣的統計數據可以用來評斷一個球員的能力一直是爭議不斷的話題，最常用來評量打者和投手的數據是打擊率和防禦率，但打擊率可能受到打者因為

運氣不佳造成的出局或是運氣好產生的安打之影響，防禦率則可能受到隊友守備能力或接著上場的投手能力之影響。因此許多專家試著找出影響球員成績的真正原因，並且進一步的將守備與攻擊分開比較。Alamar, Ma, Desjardins, 與 Ruprecht (2006) 使用 Net Expected Run Value (NERV, 表 4) 評量投手和打者誰對得分的影響較大，NERV 是依據壘上有人的 24 種情況，分析後得到的預期分數；並以各項統計數據的標準化係數(表 5)，來計算每一個打數的預期 NERV 改變，投手部份的計算方法為投手數據 (Strikeouts per Homerun Allowed, 每被擊出一支全壘打可三振的打者數；Outs per Base Allowed, 每被攻佔一個壘包可解決的出局數)的係數和，除以投打數據的係數和，打者的部分則以打者數據 (Strikeouts per Plate Appearance, 每打席被三振數；Homeruns Per Plate Appearance, 每打席全壘打數)的係數和，除以投打數據的係數和。得到投手和打者對於一個 play 當中，所佔的影響比例為，打者佔 62%，投手佔 38%。接著以這個影響比例和 2004 年的每個打數作比較後發現，投打的相關性皆很高，若當初以投打各佔 50% 的影響作估計，則投手的影響變大，結果較不準確。Alamar 等指出，過去的 NERV 只考慮出局數及壘上狀況，他們加入了主客場、第幾局、打線中的位置、是否面對相同(反)慣用手投手、是否為代打、球數(pitch count)和球場因素(park factor)的影響，且這個方法可以從任一個打席開始計算。結論是能力平均的投打對決時，打者對於結果有較大的控制能力。

BABIP (Batting Average on Balls In Play, 被擊出球的打擊率)這個統計數據可看出，同一投手每年的 BABIP 變化率

很大，連續兩年之間的相關性很低，顯示投手對於被擊出去的球是否會形成安打，沒有很大的控制能力。Cramer (2003) 使用 Hits Prevented、Conventional fielding、Offensive (batting) 和 Pitching skill 相互比較。

$Hits\ Prevented = Lg.BABIP \times (3 \times IP - K + H - HR) + HR - H$ ，其中

$$Lg.BABIP = \frac{Lg.H - Lg.HR}{3 \times Lg.IP - Lg.K + Lg.H - Lg.HR}$$

，(Lg.-代表全聯盟的數據)

Hits Prevented 是用來計算投手和聯盟平均相比之下 BABIP 的差別，得到的數據若為正表示隊友防守能力高於聯盟平均，若為負就表示隊友防守能力低於聯盟平均；Conventional fielding 是一個計算守備能力的公式，如下：

$$0.7 \times (112 - Errors) + 1 \times [DP - 162.9 \times (\frac{H + BB + HBP}{2192.4})] + 0.25 \times (10.7 - PB)$$

(Errors, 失誤；DP, 雙殺守備；PB, 捕逸)，這個公式的係數是以 2000 年的資料分析後得到的值，以天使隊為例，2000 年共失誤 134 次， $134 - 112$ (聯盟平均失誤) = 22，因此天使隊大約因為失誤掉了 15 分 (0.7×22)；Offensive 是以打擊率；而 Pitching skill 是以防禦率作為計算數據。Cramer 發現 Hits Prevented 和 Conventional fielding 的相關性最高，和其他相關性不顯著，以不同樣本比較後得到的結果都和之前做過的研究相符，因此得到被打出去的球是否會形成安打是決定在防守的能力，也就是說影響 BABIP 較大的是野手。

我們也可使用年與年數據的一致性來驗證這個結果。Click (2004) 比較 1991-2003 年各種統計數據的一致性發現：打者方面，保送率 (BB/PA) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.5745、三振率連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.6884、全壘

打率連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.5751，這些和防守無關的數據，呈現相當高的一致性；打擊率 (AVG) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.1761、上壘率 (OBP) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.3820、長打率 (SLG) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.4171，這些和防守相關的數據則一致性較低。投手方面，三振率 (K/9) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.5627、滾飛比 (GB/FB) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.5591，一致性較高，也是不受防守影響的數據；防禦率連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.1091、WHIP 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.1410，這些數據則一致性較低，顯示防禦率受到防守的影響很大；WHIP 是計算每局被安打數加保送數，但是被安打率 (H/9) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.1754，保送率 (BB/9) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.3413，都比 WHIP 的高，顯示 WHIP 因為包含被安打數，也是受到守備影響的數據。

Albert (2004) 進一步針對打者的數據研究，他拿打擊率和其他八項數據作比較後發現(圖 1)，對於評量打者而言，打擊率的確是個不好的數據，和擊出的球打擊率一樣，相關性不高，Albert 建議評量打者的時候應該使用三振率、保送率和全壘打率，因為數據相關性較高，且 Albert 用 binomial model 分析的結果和相關性分析的結果皆相同。Bickel 與 Stotz (2003) 使用 HPS (hits per strike, 好球被擊出的安打數) 和 IPA (In Play AVG, 將球擊入場內的比率)，說明打者在不同球數的情況下，打擊率和長打率的不同；發現兩好球後的 IPA 比非兩好球時的 IPA 來的低，不過 HPS 則顯示兩好球後投手投出好球的被打擊率，比非兩好球時投出好球的被打擊率還高，得到打者在兩好球時投手投出好球比其他球數更容

易擊出安打。HPS 也顯示打者在球數領先、落後和相同時，打出安打的機率差不多。因此 Albert 認為，打擊率在不同球數的狀況有所不同，是因為打者能力的差別，而不是因為球數領先或落後，Albert 並進一步比較幾位具代表性的打者結果也相同，並建議未來作更多偉大打者的分析。Albert 與 Bennett (2001) 在其著作“Curve Ball”當中的研究也有類似的結果。

陳冠良與張振崗 (2007) 比較台灣及美國職棒各項攻守數據的相關性，若同一球員某項統計數據連續兩年相關性越高，代表此數據越可能代表此球員的能力，若相關性低，則顯示此數據受到運氣的影響較大，而較無法代表此球員的能力。打者方面得到，大聯盟 1996-2004 年間，上壘率連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.3122，長打率連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.3433，K/PA (每打席三振數) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.6386，BB/PA (每打席保送數) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.5264，這些數據均較打擊率連續 2 年相關性 R-Squared 的 0.1402 為高；中華職棒 1996-2005 年間，上壘率連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.2841，長打率連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.3911，K/PA 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.4996，BB/PA 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.3450，這些數據均較打擊率連續 2 年相關性 R-Squared 的 0.1623 為高。K/PA 及 BB/PA 其相關係數在大聯盟及中華職棒都比打擊率高出許多，顯示打擊率可能因為對方的守備或運氣影響造成的變動較大，而三振及保送則較能反應打者的能力，每年的表現也較穩定。上壘率和長打率的相關係數在大聯盟及中華職棒也比打擊率高，雖然上壘率及長打率也含有運氣成

分，但因為上壘率包含了選球(保送)的能力，長打率則能反應打者出現長打的比率，因此上壘率和長打率也能反應打者的能力或打擊習性。

投手方面，大聯盟 1996-2004 年間，K/9 (每 9 局三振數) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.6031，BB/9 (每 9 局保送數) 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.3285，FIP 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.2259，均較防禦率連續 2 年相關性 R-Squared 的 0.1089，以及 BABIP 連續 2 年相關性 R-Squared 的 0.0294 為高；中華職棒 1996-2005 年間，K/9 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.4710，BB/9 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.2895，FIP 連續 2 年相關性 R-Squared 為 0.2960，均較防禦率連續 2 年相關性 R-Squared 的 0.1068，以及 BABIP 連續 2 年相關性 R-Squared 的 0.0759 為高。連續兩年間的防禦率和 BABIP 之相關係數都不高，甚至有數年呈現統計不顯著，顯示防禦率受到投手本身以外的因素影響很大，而且投手對於被打出去的球是否會形成安打的控制力很低。投手連續兩年三振和保送的相關性很高，顯示此二數據較可代表投手的能力；FIP 相關係數在大聯盟及中華職棒比防禦率高，顯示 FIP 的一致性較高，未來可用來評估投手。這些投打數據的相關性，在中華職棒與美國職棒的結果均相近，顯示此結果適用於不同的棒球環境。

第五節 球場因素的影響

若要更精確的計算球員的表現，需要考慮的另一個因素是各球場造成的成績差異，也就是常被用來修正的係數 -

Park Factor。在 1993 年，MLB 進行了自 1977 年以來的第一次新球隊擴編，有兩支新球隊加入國家聯盟，分別是 Florida Marlins 及 Colorado Rockies；Rockies 過往被討論最多的不是他們隊上任何一位成員，也不是他們創造新球隊入場觀眾人數的紀錄，而是他們的比賽主場 - Mile High Stadium (1993-1994 年) 與 Coors Field，更精確的說，是在這兩個場地比賽對攻擊和得分造成的效應；因為和其他運動項目不同的是，棒球比賽每座球場的設計不盡相同，可能影響攻守數據，必須修正，雖然因為球場造成的效應已在棒球討論區內被大家所接受，但還是有很多球迷及運動專欄作家，不知道如何更精確的評估這個效應 (Baseball Prospectus Team of Experts, 2006)。

Baseball Prospectus Team of Experts (2006) 透過數據的分析，有幾點發現：(1) 落磯隊的投手群防禦率居高不下，在 1993-2005 年間，只有兩個投手在單季投球局數超過 100 局的條件下，防禦率低於 4.00。(2) 打者方面，在近代常被使用的進攻數據 OPS 上，自 1993 年以來，單季超過 500 個打席的打者中，有 62% 達到 OPS .850 的高標準，全聯盟平均也只有 33% 的打者達到這個標準。因此必須獨立出 Rockies 的主場效應(home park effect)，才能合理的與其他球隊的球員做比較。在攻擊方面，最常被用來當作 Park Factor 評量基準的，是球隊整體得分表現，如果以 100 這個數目來表示一個中立的球場(Neutral Park Factor)的話，一個 Park Factor = 110 的球場，就表示在這個球場比賽時，此球場有助球隊比以往平均得分向上提升 10%；反之，一個 Park Factor = 85 的球場，就是把得分成績往下拉 15%，以球隊得分為基礎計算的

Park Factor，往往就包含了球場對打者的整體影響，在比較球員成績時最少要對得分為基礎的 Park Factor 作修正。2007 年以得分為基礎的 Park Factor，最高的是紅襪隊的 Fenway Park (PF = 1.177)，Coors Field 則排在第 3 (PF = 1.160)。(http://sports.espn.go.com/mlb/stats/parkfactor/)

Nation (2003) 認為現今的 Park Factor 很單調，所以進行不同的分析，發現上壘率和 Park Factor 的關係與得分不同，得分和 Park Factor 呈線性關係，但上壘率和 Park Factor 呈指數關係，在經過 XR (Extrapolated Runs) 以及 RC (Runs Created) 的運算後得到： $PF_R = PF_{OBP}^{1.25}$ ，也就是說得分的 Park Factor 是上壘率的 1.25 次方，最大的理由是減少出局數(上壘)，就有更多打席的機會增加得分。所以若在 Park Factor 為中立的球場，增加 10% 的上壘率大約增加 13% 的得分；若在 $PF_{OBP}=145$ (偏向打者) 的球場，增加 10% 的上壘率大約比中立的球場增加 80% 的得分。過去針對 Coors Field 給 Rockies 的建議都是尋找大砲加入，依據此理論，反而可能需要選擇高上壘率的打者。

因為 Coors Field 的關係，這幾年針對環境影響比賽的研究已經不算罕見，Perry (2005) 也提出，過去以得分為基礎來計算各球場的 Park Factor，忽略了影響得分的要素，例如 AVG、OBP 和 SLG；Perry 認為只使用一年的數據計算 Park Factor 並不適當，因為每年的 Park Factor 的變異有可能很大，因此至少需要三年的數據得到的結果才有意義，而且不只需要考慮影響得分的要素，還要分為左打及右打的不同。過去在決定攻守名單時，常常會針對左手或右手的投手來派出打者，那麼我們也可以針對球場來派出左打或右打。Perry

使用全壘打作為評量的資訊，因為有足夠的樣本；統計 2002-2004 年在各球場左/右手打者擊出的全壘打比率得到各球場確實都會偏向其中一個慣用手的打者，差距都在 15% 以上。雖然很多人都知道球場對某一慣用手的打者有利，但是卻沒見到在攻擊名單上的改變，例如紅襪隊的 Fenway Park 對右打者有利。除了建議在打線上針對球場作調整外，相反地也可以針對投手作調整，也許可以考慮主場的輪值、客場的輪值等，至少該把最重要的因素考慮進去。若是球隊的球場是個極度偏向某一慣用手的球場，那麼在選擇球員的時候應該把這點考慮進去。

Schell (2005) 使用以下的 Park Factor 修正方法，針對不同球場對攻擊及防守的數據之影響作修正，步驟如下：

1. 樣本分級：

- (1) 主客場資料包含 NFPs (net-facing pitchers, AB+BB+IBB+HBP)；
- (2) 主客場資料不包含 NFPs；
- (3) 團隊打擊和團隊投球資料；
- (4) 團隊打擊資料。

本研究使用的美國職棒樣本年數為 1982-2007 年，都可由第 1 級資料中取得，資料範圍從 1969-2007，Schell (2005) 指出，得分、全壘打屬於第 2 級資料，因為不需要考慮 AB、BB、IBB、HBP 等數據，資料範圍涵蓋職業棒球的歷史。

2. 估計第(1)、第(2)級資料的球場效應(Park Factor)：

- 步驟(1) 標準化第 1、第 2 級資料：使 PF 有統一的表示法。
- 步驟(2) 定義主場經營權的年代變化：球隊若換到新的球場，PF 可能會不同，因此要找出改變的那一年，和

所有 PF 的改變。

步驟(3) 取得 PF 改變之後的攻擊數據：看是否 PF 的改變確實有影響。

步驟(4) 左右打者的不平衡全壘打比率：定義球場適合左打或右打。

3. 縮減球場估計的效應

某些球場的使用年數不多，例如 19 世紀的球場，所以球場效應的離散值會較大，因此需要使 PF 更集中，避免誤差。

ESPN 網站從 2001 年開始列出 30 個球場的 Park Factor，可看出 Park Factor 的影響已經受到重視，公式為：

$$PF = \frac{(HomeRS + HomeRA) / HomeG}{(RoadRS + RoadRA) / RoadG}$$

(HomeRS 為主場得分，HomeRA 為主場失分，RoadRS 為客場得分，RoadRA 為客場失分，HomeG 為主場比賽數，RoadG 為客場比賽數)

若要比較不同年代的球員，除了需針對不同球場的成績修正外，還需要進行年與年數據的調整。最簡單的方法就是根據聯盟平均進行修正，Caillault (2005) 使用三振數除以面對打席數作為三振率，找出哪些是真正宰制打者的投手；且三振率依據當年的聯盟平均做修正後再和其他年代相比。Caillault 只列出三振率為聯盟平均三振率兩倍以上的投手，由先發投手的表中可發現，有些投手單季三振總數很多，但卻不在名單上，是因為處在容易獲得三振的年代，例如 Roger Clemens、Tom Seaver、Steve Carlton 和 Sandy Koufax，現役投手出現最多的是 Randy Johnson (5 次) 和 Pedro Martinez (2 次)，生涯三振率最高的則是 Dazzy Vance (表 6)。而從後援

投手的表中可確認，後援投手的頻繁使用為近幾十年的事，因為 59 季的資料中，只有 5 季是在 1970 年以前。

年與年數據的調整也有一些較複雜的方法，可以進行更精確的比較。80 年代，SABR 的成員 Pete Palmer 於 Total Baseball 這本書中使用 Total Player Rating (TPR) 來比較不同年代、不同球隊、以及不同守備位置的棒球選手的表現。TPR 使用線性比重 (linear weights) 作計算，每項數據皆有其對得分的貢獻，例如保送和觸身球價值 .33 分、盜壘價值 .30 分、一壘安打價值 .46 分，計算後每位球員都有打擊、投球、守備三個分數，並經過 Park Factor 修正，相加後除以 10，得到的這個數字和「平均」的球員比較，結果明星球員一季大約比平均球員多貢獻六場勝利；TPR 除以每場比賽的 10 分則是依據經驗和年代不同計算出來的大約結果 (Wikipedia)。Bill James 在 2002 年出版了 Win Shares 這本書，Win Shares 可用來估計單一球員對球隊的貢獻，投球、打擊、防守都可以一起比較，並且對球場、聯盟和年代作修正。若球隊獲得一勝則 Win Shares 共有 3 分，依成績表現計算分配，數字越高代表對球隊貢獻越大，也可加總計算，但是沒有負值。Win Shares 和 TPR 不同的是它的基準為球隊的勝場數，而不是得分 (Wikipedia)。

本研究針對後援投手的使用及保護，將依據以上文獻探討，定義合理的樣本數，比較後援投手在大量投球局數下的成績表現、前一季投球局數的多寡對下一季的影響，試圖找出合理使用後援投手的方法，並希望進一步研究出後援投手每次出賽適當的投球局數，和每次出賽後應休息的天數。因為後援投手的使用為近 20 年才趨於頻繁，所以暫時不對年代

進行修正，但樣本年代將分為 1982-2007 以及 1990-2007 兩個樣本作比較；球場因素的影響理應作修正，但是後援投手的出賽並不固定，先發投手及打者因為有固定的出賽，在主客場的出賽大約各佔一半，但後援投手有可能在主客場的出賽不平均，所以若針對後援投手作球場因素的校正，有可能會產生更多的誤差，因此也不對球場因素進行修正。

第三章 研究方法

一、研究樣本

本研究樣本分為美國職棒及中華職棒兩部分：

1. 美國職棒以 1982-2007 年間，投球局數 50 局以上，且完全以後援投手的身分上場的投手；以及 1990-2007 年間，投球局數 50 局以上，且完全以後援投手的身分上場的投手為對象。選擇以 1982 年為樣本起始年，原因為 80 年代完投的比率大幅降低，後援投手的使用率相對開始增加，但是 1981 年美國職棒罷工，當年的比賽因此大幅縮水，所以 80-81、81-82 連兩年的數據必須排除，因此樣本起始年定為 1982 年。此外受到 1994 罷工年影響的資料也在研究統計中一併排除，連續兩年的樣本，排除 93-94、94-95 兩個連續的樣本年代；連續三年的樣本，排除 92-94、93-95、94-96 三個連續的樣本年代；連續四年的樣本，排除 91-94、92-95、93-96、94-97 四個連續的樣本年代。

選擇 1990-2007 年的後援投手作為對照的樣本年代，因為 80 年代的後援投手投球局數較不固定，有時候投 3 局，有時候投 1 局，每年的累積投球局數較 90 年代後的投手多，因此分為不同年代做比較。

明星賽前及明星賽後的樣本，以明星賽前投球局數 25 局以上，且完全以後援投手的身分上場的投手為對象。資料從 Baseball Musings (<http://www.baseballmusings.com/>) 網站中，依據各年的明星賽日期做搜尋後取得，並使用 Microsoft Access 做球員資料的合併。

2. 中華職棒(含台灣大聯盟 TML)以 1990-2007 年間，投球局數 50 局以上，且以後援投手的身分上場達出賽次數的 60%以上的投手為對象。中華職棒於 1990 年開打，雖然 1990-1992 年間僅有 4 隊，單季所有出賽投手約 40 人，符合上述條件的投手每年約只有 10 人，但是評估後援投手的使用受到隊伍數的影響不大，且連兩年、連三年出賽的投手 18 年來並不多，因此樣本數年代從職棒元年開始列入計算；此外中華職棒的投手分工並不嚴格，因此以 60%後援出賽為條件。因為中華職棒無法取得明星賽前及明星賽後的數據，因此不作半季的比較。

二、資料來源

美國職棒大聯盟：

1. 單一球季數據：Baseball1
(<http://www.baseball1.com/>)
2. 明星賽前及明星賽後數據：Baseball Musings
(<http://www.baseballmusings.com/>)
3. IRSc (壘上原有跑者回到本壘得分的數量)及 IRSt (壘上原有跑者被留在壘上的數量)：Retro Sheet
(<http://www.retrosheet.org/>)
4. 中華職棒大聯盟數據：中華職棒官方網站
(<http://www.cpbl.com.tw/>)
5. 台灣大聯盟(TML)數據：台灣棒球資訊網
(<http://twbaseball.info/>)。

三、統計分析方法

本研究使用 SPSS for Windows 12.0 版統計套裝軟體進行分析，分別統計美國職棒第一年投球局數達到 50、60、70、80、90、100 局的後援投手，後一年和後兩年投球局數、防禦率、K/9、BB/9、H/9、WHIP、FIP、RERA、CERA 的改變；中華職棒第一年投球局數達到 50、60、70、80、90、100 局的後援投手，後一年和後兩年投球局數、防禦率、K/9、BB/9、H/9、WHIP、FIP、CERA 的改變；美國職棒前半季投球局數達到 25、30、35、40、45、50 局的後援投手，後半季相較於前半季的投球局數、防禦率、K/9、BB/9、H/9、WHIP、FIP、RERA、CERA 的改變；以及球隊終結者，連續 2、3、4 年和明星賽前後的投球局數、防禦率、K/9、BB/9、H/9、WHIP、FIP、RERA、CERA 的改變。

四、研究使用指標

1. IP，投球局數

2. ERA，防禦率

3. K/9，每 9 局三振數

4. BB/9，每 9 局保送數

5. H/9，每 9 局被安打數

6. WHIP = (H+BB) / IP

7. $FIP = \frac{13 \times HR + 3 \times BB - 2 \times SO}{IP} + 3.2$

8. $RERA = \frac{9 \times (ER + IRSc - .3459 \times (IRSc + IRSt))}{IP}$

9. CERA，理論自責分率

※ $IRSc$ ：壘上原有跑者回到本壘得分的數量； $IRSt$ ：壘上原有跑者被留在壘上的數量；1998年，後援投手平均讓34.59%的壘上跑者回到本壘得分。本研究使用Retro Sheet網站上下載之play-by-play數據，以Microsoft Excel計算每年每位投手的數值及聯盟平均值；該資料庫是以每一個投打狀況做記錄，所以要判斷投手登場時是否壘上有跑者、有多少跑者以及多少壘上跑者回到本壘得分(圖2)，

$$IR(IRSc+IRSt)=IF(AND(B2<>B1,C2\&D2\&E2<>""),3-COUNTBLANK(C2:E2),0)$$

$$IS(IRSc)=COUNTIF(H2:J2,">=4")$$

為了避免計算到非壘上的跑者回到本壘的得分，所以檢視 IS 是否大於 IR 以減少誤差，之後再統計每年的數值及聯盟平均值。

五、年齡的修正

如文獻探討提及：雖然已經有許多後援投手的相關研究，評量後援投手的貢獻及使用時機，但是後援投手的研究和先發手相比還是不多，對於後援投手的保護之相關文獻更是少之又少。因此針對後援投手的年齡進行修正的統計方法難以定義，且後援投手並不是每年都以後援身分出賽，資料不連續且不足；加上後援投手比較的是連續兩年的表現，年齡造成的影響應該不會有太大的差別，所以本研究不對年齡進行修正。

六、轉換聯盟的影響

美國職棒的選手常常因為交易而轉換聯盟，國家聯盟因

為沒有指定打擊，所以投手面對的是 8 名打者加上 1 名打擊較差的投手，但是大部分後援投手登場時已經是比賽後半段，若輪到投手打擊則通常會更換代打，所以因為轉換聯盟造成的差異不大，且大聯盟各隊的實力差異並不大，並不像小聯盟與獨立聯盟間的表現，需要經由係數的轉換後進行比較，因此本研究不對聯盟的轉換進行修正。

第四章 結果與討論

第一節 結果

一、美國職棒 1982-2007 年，連續兩年投球表現比較

投球局數 50 局以上的後援投手，第二年的投球局數皆顯著下降，且投球局數越多，第二年減少的局數越多。投球局數 50-59.67 局的投手(表 9)，第二年平均減少 6.01 局；投球局數 60-69.67 局的投手(表 10)，第二年平均減少 7.32 局；投球局數 70-79.67 局的投手(表 11)，第二年平均減少 10.42 局；投球局數 80-89.67 局的投手(表 12)，第二年平均減少 11.22 局；投球局數 90-99.67 局的投手(表 13)，第二年平均減少 17.30 局；投球局數 100-109.67 局的投手(表 14)，第二年平均減少 17.21 局；投球局數 110 局以上的投手(表 15)，第二年平均減少 17.98 局。

投球局數小於 50 局的後援投手(表 7、表 8)，第二年的各項數據除 K/9 外，皆顯著衰退；投球局數 50 局以上的後援投手，第二年的各項數據皆顯著衰退，包含防禦率、K/9、BB/9、H/9、WHIP、FIP、RERA、CERA；投球局數 90 局以上的投手，K/9 和 BB/9 這兩項數據雖然呈現顯著差異，但相較於其他數據，K/9 和 BB/9 的顯著性較低，投球局數 100 局以上的投手，這兩項數據連兩年無顯著差異。

連續 2 季皆有 20 次以上救援成功的投手方面(表 16)，第二年投球局數顯著減少，防禦率、K/9、H/9、RERA、CERA 等數據皆顯著衰退，WHIP、FIP 差異不顯著，但其 p 值接近統計顯著，BB/9 則無顯著差異。

二、美國職棒 1982-2007 年，連續三年投球表現比較

投球局數 50-59.67 局的後援投手(表 19)，後兩年的平均投球局數和第一年無顯著差異；投球局數 60 局以上的投手，後兩年的投球局數皆呈現逐年顯著下降，且投球局數越多，第二年及第三年所減少的局數越多。投球局數 60-69.67 局的投手(表 20)，第二年和第三年分別比第一年平均減少 3.21 和 6.57 局；投球局數 70-79.67 局的投手(表 21)，分別比第一年平均減少 6.83 和 12.07 局；投球局數 80-89.67 局的投手(表 22)，分別比第一年平均減少 7.63 和 13.68 局；投球局數 90-99.67 局的投手(表 23)，分別比第一年平均減少 13.25 和 22.05 局；投球局數 100-109.67 局的投手(表 24)，分別比第一年平均減少 15.25 和 24.47 局；投球局數 110 局以上的投手(表 25)，分別比第一年平均減少 17.92 和 34.32 局。

投球局數小於 50 局的後援投手(表 17、表 18)，後兩年的數據除 H/9、CERA 外，皆無顯著差異，且其各項數據的標準差都很大，逐年呈現越來越離散的現象；投球局數 50-59.67 局的投手，防禦率、RERA、CERA 逐年顯著衰退，K/9 第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異，H/9、WHIP 和 FIP 則是第三年較第一、二年差，第二年和第一年沒有差異，BB/9 統計不顯著；投球局數 60-69.67 局的投手，除 BB/9 外，各項數據皆呈現顯著的衰退，K/9、FIP 逐年顯著衰退，防禦率、H/9、WHIP、RERA、CERA 呈現第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異；投球局數 70-79.67 局的投手，K/9 第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異，BB/9 第三年較第一年顯著衰退，其他數據皆為逐年顯著衰退；投球局數 80-89.67 局的投手，BB/9、H/9、WHIP

第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異，其他數據皆為逐年顯著衰退；投球局數 90-99.67 局的投手，K/9 第三年較第一年顯著衰退，H/9、RERA 逐年顯著衰退，其他數據皆為第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異；投球局數 100-109.67 局的投手，K/9 無顯著差異，其他數據皆為第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異；投球局數 110 局以上的投手，除 K/9 第三年較第一年顯著衰退，BB/9 統計不顯著外，其餘數據皆為第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異。

連續 3 季皆有 20 次以上救援成功的投手(表 26)，投球局數逐年顯著減少，BB/9、WHIP、FIP 連三年無顯著差異，K/9 第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異，防禦率、H/9、RERA、CERA 則是第三年較第一、二年差，第二年和第一年沒有差異。

連續 4 季皆有 20 次以上救援成功的投手(表 27)，投球局數逐年顯著減少，K/9 第三、四年較第一、二年差，H/9、CERA 則是第四年較第一、二、三年差，其他數據連四年無顯著差異。

三、美國職棒 1990-2007 年，連續兩年投球表現比較

投球局數 50 局以上的後援投手，第二年的投球局數皆顯著下降，且投球局數越多，第二年減少的局數越多。投球局數 50-59.67 局的投手(表 30)，第二年平均減少 6.51 局；投球局數 60-69.67 局的投手(表 31)，第二年平均減少 8.34 局；投球局數 70-79.67 局的投手(表 32)，第二年平均減少 10.81 局；投球局數 80-89.67 局的投手(表 33)，第二年平均減少 13.03

局；投球局數 90-99.67 局的投手(表 34)，第二年平均減少 21.27 局；投球局數 100 局以上的投手(表 35)，第二年平均減少 19.00 局。

投球局數小於 50 局的後援投手(表 28、表 29)，第二年的各項數據除 K/9 外，皆呈現顯著的衰退；投球局數 50 局以上的後援投手，第二年的各項數據皆顯著下降，包含防禦率、K/9、BB/9、H/9、WHIP、FIP、RERA、CERA；但是投球局數 90 局以上的投手，K/9 和 BB/9 這兩項數據連兩年無顯著差異，投球局數 100 局以上的投手除了 K/9、BB/9 外，FIP 連兩年的差異也呈現統計不顯著。

連續 2 季皆有 20 次以上救援成功的投手方面(表 36)，第二年投球局數顯著減少，防禦率、H/9、RERA 等數據皆顯著衰退，而 K/9 ($p = 0.058$)、CERA ($p = 0.060$) 也有衰退的趨勢，BB/9、WHIP、FIP 連兩年無顯著差異。

四、美國職棒 1990-2007 年，連續三年投球表現比較

投球局數 50-59.67 局的後援投手(表 39)，後兩年的平均投球局數和第一年無顯著差異；投球局數 60 局以上的投手，後兩年的投球局數皆呈現逐年顯著下降，且投球局數越多，第二年及第三年所減少的局數越多。投球局數 60-69.67 局的投手(表 40)，第二年和第三年分別比第一年平均減少 4.75 和 8.51 局；投球局數 70-79.67 局的投手(表 41)，分別比第一年平均減少 7.74 和 13.63 局；投球局數 80-89.67 局的投手(表 42)，分別比第一年平均減少 10.04 和 16.98 局；投球局數 90-99.67 局的投手(表 43)，分別比第一年平均減少 17.64 和 25.76 局；投球局數 100 局以上的投手(表 44)，分別比第一

年平均減少 15.78 和 27.73 局。

投球局數小於 50 局的後援投手(表 37、表 38)，後兩年的數據除 H/9、CERA 外，皆無顯著差異，且其各項數據的標準差都很大，逐年呈現越來越離散的現象；投球局數 50-59.67 局的投手，RERA、CERA 逐年顯著衰退，防禦率、K/9 第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異，H/9、WHIP 和 FIP 則是第三年較第一、二年差，第二年和第一年沒有差異，BB/9 無顯著差異；投球局數 60-69.67 局的投手，K/9、WHIP、FIP 呈現逐年顯著衰退，防禦率、H/9、RERA、CERA 呈現第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異，BB/9 第三年較第一年顯著衰退；投球局數 70-79.67 局的投手，K/9 第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異，BB/9 第三年較第一年顯著衰退，其他數據皆為逐年顯著衰退；投球局數 80-89.67 局的投手，K/9 逐年顯著衰退，其他數據皆為第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異；投球局數 90-99.67 局的投手，K/9、BB/9 無顯著差異，其他數據皆為第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異；投球局數 100 局以上的投手，除 H/9 第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異，及 WHIP、CERA 為第三年較第一年顯著衰退外，其他數據皆無顯著差異。

連續 3 季皆有 20 次以上救援成功的投手(表 45)，投球局數第三年和第一年呈現顯著差異，防禦率、H/9、RERA、CERA 第三年較第一、二年差，第二年和第一年沒有差異，K/9 第二、三年較第一年差，第三年和第二年沒有差異，BB/9、WHIP、FIP 連三年無顯著差異。

連續 4 季皆有 20 次以上救援成功的投手(表 46)，投球局

數第四年較第一、二年顯著衰退，K/9 第三、四年較第一、二年差，H/9 第四年較第一、二、三年差，其他數據連四年無顯著差異。

五、中華職棒 1990-2007 年，連續兩年投球表現比較

投球局數 80-89.67 局(表 50)、100-109.67 局(表 52)、110 局以上(表 53)的後援投手，第二年的平均投球局數顯著下降，分別下降 25.81 局、35.65 局、31.13 局，投球局數 90-99.67 局的投手(表 51)，雖然第二年投球局數略有減少，但統計不顯著。

投球局數小於 70 局的後援投手(表 47、表 48)，各項數據連兩年無顯著差異，且其各項數據的標準差都很大；投球局數 70-79.67 局的投手(表 49)，防禦率、H/9、CERA 有顯著的衰退；投球局數 80-89.67 局的投手，各項數據無顯著差異；投球局數 90-99.67 局的投手，防禦率、H/9、WHIP、CERA 顯著衰退；投球局數 100-109.67 局的投手，各項數據無顯著差異；投球局數 110 局以上的投手，WHIP 顯著衰退。

六、中華職棒 1990-2007 年，連續三年投球表現比較

投球局數 80-89.67 局(表 57)、100-109.67 局(表 59)、110 局以上(表 60)的後援投手，後兩年的投球局數和第一年有顯著差異，第二、三年較第一年少，第三年和第二年無顯著差異，投球局數 90-99.67 局的投手(表 58)，連三年的投球局數雖然逐漸減少，但無顯著差異。投球局數 80-89.67 局的投手，第二年及第三年分別比第一年平均減少 23.34 和 31.31 局；投球局數 90-99.67 局的投手，分別比第一年平均減少 7.30

和 18.72 局；投球局數 100-109.67 局的投手，分別比第一年平均減少 29.41 和 26.41 局；投球局數 110 局以上的投手，分別比第一年平均減少 27.43 和 36.38 局。

投球局數 50-59.67 局的投手(表 54)，防禦率第三年較第二年顯著衰退，其他數據無顯著差異；投球局數 60-69.67 局的投手(表 55)，H/9 第三年較第一、二年差，第二年和第一年無顯著差異，其他數據連三年皆無顯著的差異；投球局數 70-79.67 局(表 56)、80-89.67 局、90-99.67 局、投球局數 100-109.67 局的投手，各項數據無顯著差異；投球局數 110 局以上的投手，WHIP、FIP、CERA 第三年較第一年差，其他數據連三年無顯著差異。

七、美國職棒 1982-2007 年，半季投球表現比較

美國職棒明星賽前投球局數小於 25 局之後援投手(表 61)，各項數據明星賽前及明星賽後無顯著差異；明星賽前投球局數 25-29.67 局的投手(表 62)，明星賽後的防禦率、H/9、WHIP、RERA、CERA 皆較明星賽前顯著退步；明星賽前投球局數 30-34.67 局的投手(表 63)，明星賽後的防禦率、H/9、WHIP、FIP、RERA、CERA 皆較明星賽前顯著退步；明星賽前投球局數 35-39.67 局的投手(表 64)，明星賽後的防禦率、H/9、WHIP、RERA、CERA 皆較明星賽前顯著退步；明星賽前投球局數 40-44.67 局(表 65)以及 45-49.67 局(表 66)的投手，明星賽後的 K/9、BB/9 無顯著差異外，其他數據皆較明星賽前顯著退步；明星賽前投球局數 50-54.67 局的投手(表 67)，除 K/9 無顯著差異外，其餘數據皆較明星賽前顯著退步；明星賽前投球局數 55 局以上的投手(表 68)，明星賽後的

K/9、BB/9 無顯著差異，其他數據皆較明星賽前顯著退步。

美國職棒明星賽前後皆有 10 次以上救援成功之後援投手(表 69)，明星賽後的防禦率、H/9、CERA 較明星賽前顯著退步，其他數據明星賽前後無顯著差異。

中華職棒因為無法蒐集到明星賽前後或上下半季分開的資料，因此無法比較後援投手半季的表現。

第二節 討論

一、美國職棒後援投手連續 2-3 年的表現

連兩年的投球局數，1982-2007 年和 1990-2007 年的樣本皆為超過 50 局後開始下降，且投球局數越多，第二年減少的局數越多，另外投球局數 90 局以上的投手，相對於投球局數小於 90 局的投手，在兩個樣本年代中，投球局數皆有大幅減少的跡象；連三年的投球則是超過 60 局後，投球局數有顯著的下降。相同的是，投球局數 90 局以上的投手，相對於投球局數小於 90 局的投手，在兩個樣本年代中，後兩年的投球局數皆有大幅減少的跡象。

由此可見，後援投手每年投球局數最好不要超過 60 局，大部分投手投球超過 50 局後，下一年的投球局數就有顯著的減少，若第一年投球局數 50-59.67 局的投手，第二年的投球局數就有衰退的現象者，大部分在第三年已不存在，這些消失的投手，可能是因為本身的能力不足，平均的表現較投球局數多的投手差，或是因為過度使用而被淘汰。因此能夠在三年中穩定出賽的後援投手，代表他具有一定的能力，才能獲得穩定出賽的機會。另外，投球局數超過 90 局的投手，則

視為可能使用過度，因為接下來不管是一年或兩年，投球局數皆大幅衰退。

單季的投球局數和投手的表現大致呈正比，投球局數越多的投手表現越好，各項數據的表現也較出色。各個投球局數的分類，在 1982-2007 年和 1990-2007 年兩個樣本中，皆可明顯的看出，能力較好的投手因為受到重用，所以投球局數較多，不管是第一年或第二年的數據，都呈現投球局數越多，表現越好的趨勢；連三年的樣本中也有相同的現象，單季投球局數越多，各項數據越好。在局數增加各項數據越好的趨勢中，唯一例外的是投球局數 90-99.67 局的投手，各項數據比投球局數 80-89.67 局的投手還差，連兩年 and 連三年皆如此，對照投球局數的比較結果，可以說投球局數 90 局以上的投手，的確有可能使用過度。

投球局數小於 50 局的投手，連兩年的各項數據絕大部分無顯著差異，連三年的統計結果中，雖然 H/9、CERA 顯著衰退，但是大部分數據皆無顯著差異，證明投手投球局數不超過 50 局，其能力不受太大的影響；但是投球局數小於 50 局的投手，各項數據的標準差都很大，可能是因為相同的投球局數中包含了不同能力的投手，因此數據的離散程度較大，或是相同能力的投手，有些人因為短期失常而喪失再上場的機會，有些人則是因為短期運氣較好，之後恢復正常所以數據顯示退步。因此，投球局數小於 50 局的投手，由於平均表現較差，且標準差較大，顯示這些投手的表現，個別差異較大。

投球局數 50-59.67 局的投手，在兩個樣本年代中連續三年的 H/9、WHIP、FIP 第二年和第一年的差異不大，第三年

才有衰退的現象，和投球局數 60 局以上的投手相比，60 局以上的投手，絕大部分數據為第二年就衰退，可見投球局數超過 60 局就可能有使用過度的現象，且投球局數 60 局以上的投手，第三年的表現和第二年的差異不顯著，顯示過度使用後要回到第一年的表現相當困難。

各項數據在投球局數 50 局以上的投手中，第二年較第一年的表現皆有下滑的趨勢，除了 K/9 外。K/9 在兩個樣本中，投球局數小於 50 局的投手連兩年皆無顯著差異，1982-2007 年的樣本中，投球局數 100 局以上的投手連兩年無顯著差異，1990-2007 年的樣本中，則是 90 局以上的投手連兩年無顯著差異。顯示投球局數小於 50 局的投手，因為沒有過度使用的疑慮，所以三振能力並沒有受到太大的影響，隨著投球局數增加，第二年的各項數據表現下滑，明顯的反應在投球局數超過 50 局的投手身上，但是能夠在一年中投超過 90 局的後援投手，通常具有一定的壓制能力，教練常會在比賽中多派他們上場，因此才有這麼多的投球局數，且三振、保送、被全壘打被視為是投手能夠控制的能力，因此這些具有壓制力的投手，其三振能力受到投球局數的影響較小。

近代的後援投手(1990-2007 年)除了 K/9 外，BB/9 對於投球局數 90 局以上的投手而言，連兩年無顯著差異，投球局數 100 局以上的後援投手，FIP 連兩年也無顯著差異。因為 FIP 是由三振、保送、被全壘打等數據，經由不同係數相乘換算得到，由此可看出這些具有壓制力的投手，其各項能力(三振、保送、被全壘打)受到投球局數增加的影響較小，且這些投手的數量不多；陳冠良與張振崗(2007)比較台灣及美國職棒各項攻守數據相關性的結果也證實，K/9、BB/9、

FIP 連兩年的相關係數高，表示該數據較穩定，較能代表投手的能力；H/9 因為受到運氣的影響較大，較不能代表投手的能力，連續兩年呈現顯著的衰退。

和連兩年的數據類似的是，近代(1990-2007年)投球局數90局以上的投手，其三振和保送能力連三年的差異不顯著，100局以上的投手，防禦率、FIP、RERA皆無顯著差異，且WHIP、CERA第三年才有衰退的現象，可以看出這些少數具有壓制力且能夠投長局數的投手，其能力受到局數增加的影響較小，但是這樣的投手樣本數不多，大部分投長局數的後援投手存在1990年之前，樣本當中最近一個投球局數超過100局，且存在連三年數據的投手為2004年Scot Shields的105.33局，2000年後共有4個樣本。投球局數100局以上，且存在連兩年數據的投手，1982-2007年有132個樣本，1990-2007年只有31個，2000年後只有6個樣本；投球局數100局以上，且存在連三年數據的投手，1982-2007年有117個樣本，1990-2007年只有20個，2000年後只有4個樣本。由以上結果可得知，能夠投長局數且具有壓制能力的投手相當稀少，也因為這些投手具有壓制力，才被如此大量的使用。

在連三年的各項數據中發現，BB/9在1982-2007年為投球局數超過70局後，1990-2007年則是投球局數超過60局後，第三年才顯著比第一年衰退，1982-2007年投球局數110局以上，以及1990-2007年投球局數90局以上的投手，BB/9連三年無顯著差異。再度證實是否投出保送屬於投手的能力，其衰退受到局數增加的影響較小，但是過多的投球局數還是會造成表現衰退，只有非常少數能夠投長局數的投手，其壓制力不受到局數的影響。

因此，大部分投手的表現，是會因為投球局數的增加而受到影響，投球局數最好不要超過 60 局，超過 60 局後接下來的一年或兩年，解決打者的能力會下降，少數投手具有投長局數的壓制能力，其能力受到投球局數增加的影響較小。

RERA 的計算，是為了評量後援投手登場投球時，對於壘上有跑者的投球能力，將壘上的跑者計為登場投手的責任，若 RERA 比防禦率低，表示和平均的壘上有人被得分率相比，能夠讓更少的跑者回到本壘得分，具有化解危機的能力，反之則表示對於壘上有人的危機處理能力較差。在 1982-2007 年和 1990-2007 年兩個樣本中，所有投手第一年的 RERA 都比防禦率低，但是第二年的 RERA 和防禦率就沒有太大的差別，1982-2007 年投球局數 110 局以上的投手，第二年的 RERA 甚至比防禦率還高，唯一的例外是 1990-2007 年投球局數 100 局以上的投手，第二年的 RERA 較防禦率低。雖然後援投手在 1980 年開始就很普遍，但是使用方式和近代有些許的不同，早期的後援投手常常需要投長局數，由 1990-2007 年的樣本中就可看出，連兩年的樣本，投球局數 110 局以上的投手只有 7 個，連三年的樣本，投球局數 110 局以上的投手只有 4 個，因此併入投球局數 100 局以上的投手做統計；上述結果可知，早期的後援投手可能因為負擔過多的局數，因此第二年對於壘上有人的壓制能力普遍降低，近代這些少數具有壓制力且可投長局數的後援投手，對於壘上有人的危機解除能力較不受投球局數增加的影響。

連三年的比較和連兩年的比較相同，所有投手第一年的 RERA 都比防禦率低，第二年的 RERA 與防禦率相比，沒有太大的差別，第一年投球局數 60 局以上的投手，到了第三年

的 RERA 比防禦率還高，第一年投球局數 90 局以上的投手，到了第三年的 RERA 比防禦率高出許多，唯一的例外還是 1990-2007 年投球局數 100 局以上的投手，第二年和第三年的 RERA 皆較防禦率低。連三年的 RERA 可得出和前述相同的結果，投球局數 90 局以上的投手，有過度濫用的現象，近代這些少數具有壓制力且可投長局數的後援投手，對於壘上有人的危機解除能力較不受投球局數的影響；另外發現 1990-2007 年投球局數 100 局以上的投手，其第一年的 ERA 和 RERA 差異不大，後兩年則有較大的差異，有可能是因為這些投手大部分第一年是 Setup Man，因為有穩定的表現，所以接下來的兩年常在壘上有人時登場投球。

各項數據連兩年的比較，在兩個樣本年代及各個投球局數分類中皆有衰退的現象，可能原因是參雜了許多只在大聯盟投了兩年的投手，他們的表現較不穩定，因此到了第三年還在投球的樣本數減少許多，經由連三年的數據來輔助連兩年的數據，得到投球局數對後一年或後兩年投球表現的影響。連兩年及連三年的衰退，除了受到投球局數的影響外，有可能是因為年紀的增加，造成各項表現下滑，之後的研究可將年紀列入考慮。

二、美國職棒終結者(Closer)連續 2-4 年的表現

連續數年皆有 20 次以上救援成功的投手，在 1982-2007 年的樣本中，連續兩年、三年、四年的投球局數皆呈現逐年顯著衰退，1990-2007 年的樣本中，則是連續兩年有顯著差異外，連續三年的投球，第三年較第一年所投的局數少，連續四年，第四年較第一、二年所投的局數少。可見近代的終

結者若是連續三年以上擔任隊上終結者，到了第三年的投球局數才有顯著的減少，前兩年的投球局數差異不大，連續兩年有所差異的原因，可能是因為許多年輕的終結者或是原本的終結者受傷而代班的投手，連續兩年的表現較不穩定。

BB/9、WHIP、FIP 在兩個樣本年代中，連續兩年、三年、四年皆無顯著差異。由此可知，球隊的終結者必須有讓對手無法上壘的能力，因此被賦予結束比賽的任務，FIP 也可支持這個論點，因為 FIP 主要是由三振、保送、被全壘打換算得到。

統計結果較意外的是 K/9 值，K/9 在 1982-2007 年的終結者中，連兩年呈現顯著衰退，1990-2007 年的樣本中，連兩年無顯著差異，連三年的差異在兩個樣本年代中皆為第二年開始衰退，第二年和第三年無顯著差異，連四年則為第三年開始衰退，第三、四年較第一、二年差。雖然 K/9 連續數年呈現衰退的現象，但是其數據在 1982-2007 年中，最差的平均值也有 8.30，1990-2007 年也有接近 8.70 的統計結果，可以說雖然終結者的壓制力不如第一年，但是能夠穩定的為球隊每年守下 20 場以上勝利(有些非救援機會)的投手，必定具有相當的壓制能力，其能力的衰退也較不明顯。

其他各項數據在 1982-2007 年的終結者中，連三年的統計結果衰退較明顯，包含防禦率、H/9、RERA、CERA，都在第三年開始衰退，第一年和第二年的表現無顯著差異，連續四年拿到 20 次以上救援成功的投手，只有 H/9、CERA 呈現第四年的表現較差；1990-2007 年的終結者中，連三年的衰退也相當類似，防禦率、H/9、RERA、CERA，都在第三年開始衰退，第一年和第二年的表現無顯著差異，連續四年

則只有 H/9 在第四年的表現較差。由以上可知，能夠連續四年拿下 20 次以上救援成功的終結者，其具有一定的壓制能力，且能夠每年擔任球隊終結者的投手相當少，一方面是一支球隊只有一位終結者，另一方面則是後援投手要維持對打者的壓制能力相當不容易，1990 年後只有 70 個樣本連續四年拿下 20 次以上救援成功。

三、中華職棒後援投手連續 2-3 年的表現

投球局數 80 局以上的後援投手，大部分第二年的投球局數顯著衰退；連續三年的統計結果，和連續兩年的結果相同，投球局數 80 局以上的後援投手，大部分第二年的投球局數顯著衰退，且第二、三年無顯著差異，投球局數 90-99.67 局的投手，雖然投球局數逐年下降，但是無顯著差異。由此結果可看出，中華職棒後援投手的單季投球局數上限約為 80 局，若超過 80 局則來年的投球局數顯著下降，投球局數 90-99.67 局的投手，有些在球季中兼任先發和後援，第二年轉為全職先發，因此投球局數的平均值和第一年沒有太大的差別。

投球局數 70-79.67 局的後援投手，連兩年的防禦率、H/9、CERA 呈現顯著的衰退，但是連三年的各項數據則無顯著差異，投球局數 80-89.67 局的投手，連兩年和連三年的表現皆無顯著差異，投球局數 90-99.67 局的投手，連兩年的防禦率、H/9、WHIP、CERA 呈現顯著衰退，各項數據連三年的差異不顯著。和投球局數的統計結果相比後，中華職棒投球局數超過 80 局的投手，可能有過度使用的現象，雖然投球局數 100-109.67 局的投手連兩年和連三年的差異不顯著，但是到了 110 局以上的投手，連兩年的 WHIP 和連三年的

WHIP、FIP、CERA 又有顯著的衰退。可能是因為中華職棒的後援投手登場時投球局數較不固定，有時候甚至是投了半場比賽，和美國職棒 1980 年代的使用方式較類似。

中華職棒的後援投手篩選條件和美國職棒不同，美國職棒的樣本條件為第一年完全以後援投手身分出賽的投手，這些投手接下來的一年或兩年轉為先發的相當少，就算第二年曾經先發，次數也不多；中華職棒因為分工不像美國職棒這麼細，因此樣本條件訂為第一年以後援投手身分出賽達全部出賽次數的 60%，加上中華職棒第二年轉為先發或是以先發為主的投手較多，若要將條件限制為第二年也是 60% 的後援出賽，則樣本數將會很少，並且較分散。此外，後援投手樣本當中，本土投手佔絕大部分，主要的原因是各隊都希望將洋將的價值發揮到最大，尋找洋將皆以先發投手為主，只有少數的洋將擔任後援後援投手，且都是專職的終結者，另外洋將的流動率較高，要有連續兩年的數據較少，因此將本土投手和少數的洋將放在一起比較。若接下來的數年後，投手樣本漸漸增多並且分工較確實的時候，則可以更精準的計算中華職棒後援投手的表現。

四、美國職棒後援投手明星賽前後的表現

美國職棒年與年間的比較發現，投球局數 50 局以上的投手，第二年的各項表現就有下滑的趨勢，投手單季投球局數最好不要超過 60 局；半季的表現則是從 25 局以後開始下滑，明星賽前投球局數超過 25 局的投手，明星賽後的大部分數據都較前半季差。K/9、BB/9 這兩項數據除了在明星賽前投球局數 50-54.67 局的投手呈現顯著衰退外，所有類別中皆無顯

著差異，顯示投手的能力較不受到短期投球局數的影響，仍然可以維持。

其他各項數據的衰退，可能是因為：

1. 疲勞：長期的比賽到了下半季，球員的體力及耐力下滑，或是因為過度使用造成的疲勞；

2. 運氣，若明星賽前的運氣較好，則數據上看起來的表現較好，因此出賽機會多，投球局數自然較多，投手的表現超過實力，若下半季沒有一樣的好運，則數據就會呈現衰退的現象，投球局數也會減少；若明星賽前的運氣較差，則數據看起來較差，有些投手可能會被送回小聯盟，或是上場機會減少，因此投球局數較少，而不會被本研究選入，就算是明星賽後有上場也看不到是否運氣變好，或是實力是否發揮，因此全年的平均值較能代表球員的實力，年與年的表現是否穩定，較半季的表現準確。

1982-2007年，明星賽前後皆有10次以上救援成功的後援投手，明星賽前後的各項表現差異不大，雖然防禦率、H/9、CERA顯著衰退，但是數據上看起來的差異並不明顯，這些終結者還是具有一定的壓制能力，才能在明星賽後繼續為球隊守住勝利。

各個投球局數的分類可以發現，RERA在明星賽前普遍較防禦率低，明星賽後防禦率和RERA的差異不大，可能也是因為長期比賽的關係，終結者的部分則沒有此現象，其RERA不管在明星賽前或明星賽後，皆較防禦率還低，可見這些成為終結者的投手，因為具有一定的壓制力，才會被選為結束比賽的投手。

第五章 結論與建議

第一節 結論

美國職棒每年都有許多的後援投手出賽，但是有好表現且能維持數年的投手卻不多，因為高中、大學、小聯盟投手的養成主要以先發為主，一般而言，能力較差者才擔任後援，再從中挑出表現較好的投手養成球隊終結者。因為先發投手被認為能主宰比賽的絕大部分，加上許多後援投手本身的能力較差，所以這些後援投手先天就較不受重視，後天又因為沒有像先發投手投一休四的使用機制，而可能被教練團過度的使用，在各隊間被交易，甚至在大聯盟待了兩三個球季就被淘汰消失的也不在少數。近代雖然有較細的投手分工，但是後援投手被使用過度，造成後面球季表現下滑甚至受傷的例子也不少。

本研究發現，美國職棒後援後援投手單季的投球局數最好不要超過 60 局，若超過 60 局則各項表現皆有明顯的下滑，若投球局數超過 90 局，則各項表現的下滑更大，雖然還是有少數具有壓制力且能夠投長局數的投手，較不受到投球局數增加的影響，但若長期的過度使用則還是會造成之後表現的衰退。近代也許是因為投手分工更細，例如一人投手，還有保護投手的觀念增加，所以投長局數的後援投手已經不多，也可能是因為有能力的後援投手比過去多，教練不再需要固定使用少數有能力的投手，而能有更多的投手調度，因此投長局數的後援投手越來越少。

美國職棒後援投手半季的投球局數，明星賽前最好不要

超過 25 局，否則會造成下半季的表現下滑。三振和保送能力雖然不受到短期的影響(半季)，但還是會受到長期(年與年之間)的影響。

美國職棒的終結者是較具壓制能力的投手，各項表現都較所有的樣本好，投手能力(三振、保送、被全壘打)的衰退也不明顯，每年出賽的局數也相差不多，可說是較沒有被濫用的一群投手。

中華職棒因為賽程較不密集，平均一週只有三到四場比賽，後援投手相對獲得休息的天數也較多，因此單季適當的投球局數比美國職棒多，投球局數約為 80 局；另外因為中華職棒分工較不仔細，後援投手常因為表現很好在下半季就被叫去先發，或是在第二年就轉為先發，或是因為各種原因在職棒一兩年後就消失不見，因此樣本的誤差較大，較難看出長期數據的變化。

第二節 建議

本研究最主要的目的是找出後援投手適當的使用方法，希望能更有效的運用這些對球隊有貢獻但常常被遺忘的一群投手。

美國職棒因為密集的賽事，後援投手的出賽常常不固定，以單季投球局數 60 局來看，大約每三場比賽(三或四天)出賽一次，每次投球一局，若平均每次投球 1.5 局則投球局數是 90 局，在這樣的條件之下，推測投手大概可以獲得兩天的休息，而能有較好的表現。未來若能夠針對連續兩天出賽、連續三天出賽的投手進行統計，將可以更準確的知道休息天

數對後援投手的影響。此外，因為投手並不像打者在主場出賽的次數那麼固定，所以沒有修正球場造成的差距，以及聯盟造成的差距，未來若能針對這些誤差做調整，則可以得到更精確的數據。

中華職棒因為樣本的誤差較大，較難看出數據的長期變化，若接下來的數年後，投手樣本漸漸增多並且分工較確實的時候，可以將後援投手的標準訂的更嚴格，以更精準的計算後援投手的表現。此外，若能有每一個投打的記錄，將能針對後援後援投手做類似 RERA 的數據統計，來評量後援投手對於壘上有人時的危機處理能力。

職棒球隊若能妥善的使用後援投手，則能提供球隊穩定的戰力，對於管理部門而言，也不需要不斷的找一些普通的投手來頂替，過去後援投手的汰換率這麼高，有一部分原因也許是能力達到職棒水準的投手不多，但是很大的一個原因可能是因為過度的使用。職棒球隊使用後援投手應該像使用先發投手一樣謹慎，小心控制投球局數，保護投手，避免密集出賽而造成受傷，維持後援投手的投球水準。

參考文獻

- 邱光宗 (2005 年 4 月 11 日)。「進階紀錄」名詞簡介。台灣棒球資訊網。2007 年 12 月 28 日，取自：
http://twbaseball.info/index.php?func=blog&article_id=126
- 曹士昌 (2005 年 5 月 5 日)。Win Shares (勝場貢獻指數) 簡介 Part IV。台灣棒球資訊網。2008 年 3 月 29 日，取自：
http://twbaseball.info/index.php?func=blog&article_id=133
- 陳俊璋 (2006)。中華職棒外籍球員來台前後成績之分析。未出版碩士論文，國立臺灣體育學院，台中市。
- 陳冠良、張振崗 (2007)。台灣及美國職棒選手攻守成績年度相關性研究。2007 全國體育運動學術團體聯合年會暨學術研討會論文摘要集 (頁 17-18)。台北市：台灣體育運動管理學會。
- Alamar, B., Ma, J., Desjardins, G. M., & Ruprecht, L. (2006). Who controls the plate? Isolating the pitcher/batter subgame. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 2 (3), Article 4.
- Albert, J. (2004). *A batting average: Does it represent ability or luck?* Retrieved November 15, 2007, from Bowling Green State University, Jim Albert's Home Page:
http://bayes.bgsu.edu/papers/paper_bavg.pdf
- Albert, J., & Bennett, J. M. (2001). *Curve ball: Baseball, statistics, and the role of chance in the game* (1st ed.).

- New York, NY: Springer.
- Andrecheck, S. (1999). Relief ERA: A new way to rank relievers. *By the Numbers*, 9 (3), 29-30.
- Ballenberg, N. (2007). *Clutch pitching in baseball: Does it exist?* Retrieved November 3, 2007, from Haverford College, Dept. of Economics Web Site:
<http://hdl.handle.net/10066/986>
- Baseball Prospectus Team of Experts. (2006). *Baseball between the numbers: Why everything you know about the game is wrong* (1st ed.). New York, NY: Perseus Books Group.
- Bickel, J. E., & Stotz, D. (2003). Batting average by count and pitch type. *The Baseball Research Journal*, 31, 29-34.
- Birnbaum, P. (2001). More on the relief pitcher's ERA advantage. *By the Numbers*, 11 (4), 11-14.
- Caillault, J. (2005). Baseball's most dominant strikeout pitchers. *The Baseball Research Journal*, 33, 47-52.
- Click, J. (2004, February 20). Baseball prospectus basics: Statistical consistency. *Baseball Prospectus*. Retrieved November 10, 2007, from
<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=2579>
- Cramer, D. (2003). Preventing base hits. Evidence that fielders are more important than pitchers. *The Baseball Research Journal*, 31, 88-92.
- Cramer, R. D. (1975). Effect of relief pitching. *The Baseball*

- Research Journal*, 4, 82-86.
- Deane, B. (1991). Reliever's win contribution. *By the Numbers*, 3 (1), 6-8.
- Forman, S., & McCracken, V. (2001, March 3). Pitcher usage and pitcher abuse points. *Baseball-Reference*. Retrieved November 2, 2007, from http://www.baseball-reference.com/otb/pitcher_usage_old.php
- Furtado, J. (1999). Introducing XR. *Baseball Think Factory*. Retrieved January 5, 2008, from <http://www.baseballthinkfactory.org/btf/scholars/furtado/articles/IntroducingXR.htm>
- Gassko, D. (2007, October 25). Have pitchers become more fragile? *The Hardball Times*. Retrieved November 4, 2007, from <http://www.hardballtimes.com/main/article/have-pitchers-become-more-fragile>
- Hanrahan, T. (2002). Does experience help in the postseason? *By the Numbers*, 12 (4), 4-6.
- James, B. (1977). The relief pitcher's ERA advantage. *The Baseball Research Journal*, 6, 114-116.
- James, B. (1986). *Bill James historical baseball abstract*. New York, NY: Villard.
- Jazayerli, R. (1998, June 19). Pitcher abuse points: A new way to measure pitcher abuse. *Baseball Prospectus*. Retrieved November 16, 2007, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=148>

Jazayerli, R., & Woolner, K. (1999, July 8). Bullpens: The last word. *Baseball Prospectus*. Retrieved November 15, 2007, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=347>

Jazayerli, R., & Woolner, K. (1999, July 27). Pitcher abuse points: Midseason update. *Baseball Prospectus*.

Retrieved November 16, 2007, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=369>

Jazayerli, R., & Woolner, K. (2000, June 13). Pitcher abuse points: A midseason report. *Baseball Prospectus*.

Retrieved November 16, 2007, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=622>

Jazayerli, R. (2000, June 29). The impact of closers: Moving away from save situation specialization. *Baseball Prospectus*.

Retrieved November 16, 2007, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=648>

Jazayerli, R. (2004, March 2). Baseball prospectus basics: A brief history of pitcher usage. *Baseball Prospectus*.

Retrieved November 15, 2007, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid>

=2627

Jazayerli, R. (2004, March 3). Baseball prospectus basics:
How we measure pitcher usage. *Baseball Prospectus*.

Retrieved November 1, 2007, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=2633>

Lewis, M. (2004). *Moneyball: The art of winning an unfair game*
(1st ed.). New York, NY: W. W. Norton.

Nation, B. (2002, December 3). *Defense-independent pitching statistics in college*. Retrieved December 30, 2007, from
Boyd's World:

<http://www.boydsworld.com/breadcrumbs/dera2002.html>

Nation, B. (2003, June 17). Rockies' #634: Park factors and
OBP. *Baseball Prospectus*. Retrieved December 15, 2007,
from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=2005>

Perry, D. (2005, July 26). Can of corn: Putting the park back
in park factors. *Baseball Prospectus*. Retrieved December
15, 2007, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=4250>

Poserina, J. (2005). Saving face: Reconsidering relief
pitching. *The Baseball Research Journal*, 33, 71-80.

Schell, M. (2005). *Baseball's all-time best sluggers: Adjusted
batting performance from strikeouts to home runs*.

- Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Schwarz, A. (2002). Managing with Markov: Baseball fan - and analyst - Carl Morris shows a statistical path to more runs scored. Retrieved December 30, 2007, from Harvard Magazine:
<http://harvardmagazine.com/2002/05/managing-with-markov.html>
- Schwarz, A. (2004). *The numbers game: Baseball's lifelong fascination with statistics* (1st ed.). New York, NY: Thomas Dunne Books.
- Scully, G. W. (1974). Pay and performance in major league baseball. *The American Economic Review*, 64 (6), 915-930.
- Sheehan, J. P. (2007, October 26). Pitch frequency. *The Baseball Analysts*. Retrieved November 3, 2007, from <http://baseballanalysts.com/archives/2007/10/seq.php>
- Woolner, K. (2000, March 4). Analytic model creation contest: Develop your own analytic model and win stuff! *Baseball Prospectus*. Retrieved November 1, 2007, from <http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=472>
- Zimbalist, A. (1994). *Baseball and billions: A probing look inside the business of our national pastime* (Updated ed.). New York, NY: Basic Books.
- Zumsteg, D. (2004, February 26). Baseball prospectus basics: How to run a bullpen. *Baseball Prospectus*. Retrieved

November 1, 2007, from

<http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=2603>

ESPN. *Park Factor*. Retrieved January 5, 2008, from

<http://sports.espn.go.com/mlb/stats/parkfactor>

Wikipedia. *Component ERA*. Retrieved March 29, 2008, from

http://en.wikipedia.org/wiki/Component_ERA

Wikipedia. *Total Player Rating*. Retrieved December 15, 2007,

from http://en.wikipedia.org/wiki/Total_player_rating

Wikipedia. *Win Shares*. Retrieved December 15, 2007, from

http://en.wikipedia.org/wiki/Win_shares

表 1 投手濫用點風險分類表 (Pitcher Abuse Points, Five Risk Factor Categories)

分類	投球數範圍	失分 (RA) 變化百分比	面對打席 (Batter Faced) 變化百分比	短期衰退風險
I	0~100	0.47	1.10	低風險 (Small Risk)
II	101~109	1.62	1.13	微風險 (Minimal Risk)
III	110~121	2.31	-1.11	中度風險 (Moderate Risk)
IV	122~132	2.95	-2.01	顯著風險 (Significant Risk)
V	133+	4.08	-3.82	高風險 (High Risk)

Baseball Prospectus Team of Experts (2006)

此表比較投手高球數先發的前三個禮拜跟後三個禮拜的表現

表 2 休息三天和休息四天的投手成績比較

項目	休息三天	休息四天	四天比三天
勝率	.525	.539	增加 2.60%
三振率*	—	—	減少 0.44%
防禦率(ERA)	3.62	3.54	低 2.4%
失分率(RA)	4.01	3.93	低 2.2%
四壞率	—	—	低 0.70%
每局被全壘打率	—	—	低 4.1%
被打擊率	.254	.254	
被上壘率	.306	.305	幾乎沒有差別
被長打率	.269	.274	
平均局數	6.90	6.86	

樣本數從 1972 年開始，至少各有 8 次休息三天和休息四天的先發投手，共有 175 名投手 408 季 (Baseball Prospectus Team of Experts, 2006)；

*除三振率外，其餘項目皆為休息四天表現較好

表 3 1998 年調整過後的 RERA 排行前 20 位的後援投手

Name	Team	IP	ER	IR scored	IR stranded	Runs Saved	ERA	RERA	Adj
Mike Jackson	Cle	64	11	4	20	4.3	1.55	0.94	0.84
Trevor Hoffman	SD	73	12	4	22	5	1.48	0.86	0.93
Ugeth Urbina	Mtl	69.1	10	2	12	2.8	1.30	0.93	0.94
Mariano Rivera	NYA	61.1	13	4	20	4.3	1.91	1.28	1.18
Robb Nen	SF	88.2	15	5	14	1.6	1.52	1.36	1.39
John Rocker	Atl	38	9	6	18	2.3	2.13	1.58	1.80
Tom Gordon	Bos	79.1	24	8	30	5.2	2.72	2.14	1.91
Doug Brocail	Det	62.1	19	11	33	4.2	2.74	2.13	1.93
Paul Assenmacher	Cle	47	17	9	33	5.5	3.26	2.19	1.95
John Wetteland	Tex	62	14	7	8	-1.8	2.03	2.29	2.00
Bob Howry	ChiA	54.1	19	2	21	6	3.15	2.16	2.05
Jim Corsi	Bos	66	19	9	23	2.1	2.59	2.31	2.06
Jason Christiansen	Pit	64.2	18	11	26	2.5	2.51	2.16	2.10
Dan Plesac	Tor	50	21	15	50	7.5	3.78	2.43	2.23
Jeff Shaw	LA	85	20	11	23	0.8	2.12	2.04	2.23
Dave Veres	Col	76.1	24	12	27	1.5	2.83	2.65	2.24
Greg Olson	Ari	68.2	23	0	16	5.5	2.02	2.29	2.27
Greg Swindell	Bos	90.1	26	5	39	10.2	3.59	2.57	2.29
Jim Mecir	TB	84	29	11	34	4.6	3.11	2.62	2.30
Rudy Seanez	Atl	36	11	1	7	1.8	2.75	2.31	2.33

挑出每隊使用率最高的四名投手比較後得到此排行前 20 位的後援投手；
完整的表格見 Andrecheck (1999)

IP：投球局數；ER：責失分；IR scored：壘上跑者回到本壘得分；

IR stranded：壘上跑者被留在壘上；Runs Saved：為球隊保住的可能失分；

RERA：後援投手的防禦率；Adj：依球場因素校正的後援投手防禦率

表 4 Net Expected Run Value

		壘上有人的情況							
		0	1	2	3	1,2	1,3	2,3	1,2,3
出	0	0.537	0.907	1.138	1.349	1.515	1.762	1.957	2.399
局	1	0.294	0.544	0.720	0.920	0.968	1.140	1.353	1.617
數	2	0.114	0.239	0.347	0.391	0.486	0.522	0.630	0.830

Steve Anderson 製表，資料為 2001 年美聯數據 (Schwarz, 2002)

表 5 比重最小平方法針對 Net Expected Run Value 的預期改變

Variable	Coefficient	Prob.
Strikeouts per Plate Appearance (-)	0.3684	<0.001
Homeruns Per Plate Appearance	0.5069	<0.001
Strikeouts per Homerun Allowed (-)	0.3189	<0.001
Outs per Base Allowed (-)	0.2153	<0.001
Constant	1.8242	<0.001
N	593,201	
R-squared	0.366	

Weighted Least Squares Regression of Expected NERV Change
(Weighted by Expected NERV change), Alamar 等 (2006)

括號中的負號，代表此數據和得分為負相關

表 6 先發投手三振率依聯盟平均調整後排名 (Caillault, 2005)

Rank Pitcher	Year	G/GS	IP	BFP	K	K/9	K/BFP	LK/BFP	Ratio
1 Dazzy Vance	1924	35/34	308.1	1221	262	7.65	.215	.072	2.99
2 Rube Waddell	1902	33/27	276.1	1099	210	6.84	.191	.065	2.93
3 Dazzy Vance	1925	31/31	265.1	1089	221	7.50	.203	.071	2.86
4 Dazzy Vance	1926	24/22	169.0	713	140	7.46	.196	.071	2.76
5 Lefty Grove	1926	45/33	258.0	1072	194	6.77	.181	.072	2.51
6 Dazzy Vance	1928	38/32	280.1	1126	200	6.42	.178	.071	2.50
7 Cy Seymour	1898	45/43	356.2	1598	239	6.03	.150	.061	2.45
8 Rube Waddell	1900	29/22	208.2	865	130	5.61	.150	.062	2.42
9 Pedro Martinez	1999	31/29	213.1	835	313	13.20	.375	.157	2.39
10 Dazzy Vance	1923	37/35	280.1	1187	197	6.32	.166	.071	2.35
11 Johnny Vander Meer	1941	33/32	226.1	945	202	8.03	.214	.093	2.30
12 Rube Waddell	1903	39/38	324.0	1307	302	8.39	.231	.103	2.25
13 Lefty Grove	1927	51/28	262.1	1106	174	5.97	.157	.071	2.23
14 Dazzy Vance	1927	34/32	273.1	1123	184	6.06	.164	.074	2.22
15 Herb Score	1955	33/32	227.1	978	245	9.70	.251	.113	2.21
Nolan Ryan	1976	39/39	284.1	1196	327	10.35	.273	.124	2.21
Randy Johnson	1995	30/30	214.1	866	294	12.35	.339	.154	2.21
18 Bob Feller	1939	39/35	296.2	1243	246	7.46	.198	.090	2.20
Pedro Martinez	2000	29/29	217.0	817	284	11.78	.348	.158	2.20
20 Lefty Grove	1928	39/31	261.2	1075	183	6.29	.170	.078	2.19
Nolan Ryan	1978	31/31	234.2	1008	260	9.97	.258	.118	2.19

共有 60 季三振率為聯盟三振率的 2 倍，本表列出前 20 季

G/GS：出賽數/先發次數；BFP：面對打席；K/9：每 9 局三振數；K/BFP：每打席三振數；
LK/BFP：聯盟平均每打席三振數；Ratio：K/BFP 除以 LK/BFP

表 7 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 30-39.67 局, n = 253)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	34.92 ± 2.97	41.77 ± 32.30	0.001**
ERA	4.29 ± 1.54	6.63 ± 12.54	0.004**
BFP	153.1 ± 16.4	182.3 ± 136.5	0.001**
K/9	6.78 ± 1.93	6.55 ± 2.46	0.134
BB/9	4.12 ± 1.34	5.19 ± 8.08	0.037*
H/9	8.90 ± 1.98	10.55 ± 7.63	0.001**
WHIP	1.45 ± 0.27	1.75 ± 1.60	0.003**
FIP	4.48 ± 1.03	5.12 ± 3.51	0.007**
RERA	4.13 ± 1.88	6.86 ± 15.70	0.006**
CERA	4.46 ± 1.64	6.47 ± 9.79	0.001**

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 8 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 40-49.67 局, n = 345)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	45.14 ± 2.88	45.38 ± 28.11	0.876
ERA	4.08 ± 1.30	5.43 ± 6.51	< 0.001***
BFP	196.9 ± 15.8	197.9 ± 117.9	0.889
K/9	7.10 ± 1.91	6.92 ± 2.28	0.084
BB/9	4.05 ± 1.36	4.49 ± 2.73	0.003**
H/9	8.75 ± 1.62	9.92 ± 5.28	< 0.001***
WHIP	1.42 ± 0.23	1.60 ± 0.77	< 0.001***
FIP	4.36 ± 0.88	4.83 ± 2.10	< 0.001***
RERA	3.98 ± 1.52	5.41 ± 6.63	< 0.001***
CERA	4.26 ± 1.34	5.61 ± 6.03	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 9 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 50-59.67 局, n = 393)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	54.77 ± 2.86	48.76 ± 27.69	< 0.001***
ERA	3.91 ± 1.23	4.83 ± 3.80	< 0.001***
BFP	236.4 ± 18.0	210.7 ± 115.9	< 0.001***
K/9	7.23 ± 1.86	6.82 ± 2.37	< 0.001***
BB/9	3.83 ± 1.24	4.09 ± 2.25	0.025*
H/9	8.50 ± 1.47	9.40 ± 3.98	< 0.001***
WHIP	1.37 ± 0.21	1.50 ± 0.60	< 0.001***
FIP	4.18 ± 0.82	4.58 ± 1.82	< 0.001***
RERA	3.83 ± 1.48	4.83 ± 4.13	< 0.001***
CERA	3.96 ± 1.18	4.97 ± 4.30	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 10 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 60-69.67 局, n = 488)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	65.03 ± 2.96	57.71 ± 28.57	< 0.001***
ERA	3.67 ± 1.06	4.51 ± 3.10	< 0.001***
BFP	278.4 ± 17.8	248.0 ± 119.1	< 0.001***
K/9	7.51 ± 1.98	7.19 ± 2.28	< 0.001***
BB/9	3.70 ± 1.13	3.99 ± 2.87	0.028*
H/9	8.31 ± 1.47	9.19 ± 3.55	< 0.001***
WHIP	1.33 ± 0.20	1.46 ± 0.58	< 0.001***
FIP	4.01 ± 0.82	4.40 ± 1.58	< 0.001***
RERA	3.57 ± 1.25	4.55 ± 3.51	< 0.001***
CERA	3.76 ± 1.12	4.67 ± 3.77	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 11 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 70-79.67 局, n = 459)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	74.77 ± 2.83	64.35 ± 29.28	< 0.001***
ERA	3.43 ± 1.00	4.13 ± 1.93	< 0.001***
BFP	316.3 ± 18.3	275.3 ± 123.0	< 0.001***
K/9	7.45 ± 2.09	7.19 ± 2.22	0.001**
BB/9	3.48 ± 1.07	3.69 ± 1.48	0.002**
H/9	8.14 ± 1.33	8.88 ± 2.16	< 0.001***
WHIP	1.29 ± 0.20	1.40 ± 0.32	< 0.001***
FIP	3.84 ± 0.79	4.22 ± 1.13	< 0.001***
RERA	3.35 ± 1.18	4.14 ± 2.13	< 0.001***
CERA	3.49 ± 1.03	4.22 ± 2.00	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 12 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 80-89.67 局, n = 290)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	84.14 ± 2.84	72.92 ± 27.99	< 0.001***
ERA	3.17 ± 0.84	3.78 ± 1.43	< 0.001***
BFP	352.1 ± 17.9	310.9 ± 115.2	< 0.001***
K/9	7.24 ± 2.10	7.02 ± 2.18	0.014*
BB/9	3.30 ± 0.97	3.54 ± 1.23	< 0.001***
H/9	7.93 ± 1.27	8.71 ± 1.78	< 0.001***
WHIP	1.25 ± 0.18	1.36 ± 0.26	< 0.001***
FIP	3.71 ± 0.72	4.04 ± 0.99	< 0.001***
RERA	3.08 ± 1.03	3.84 ± 1.74	< 0.001***
CERA	3.23 ± 0.89	3.94 ± 1.56	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 13 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 90-99.67 局, n = 161)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	94.57 ± 2.96	77.27 ± 28.16	< 0.001***
ERA	3.21 ± 0.91	3.96 ± 1.98	< 0.001***
BFP	397.4 ± 20.9	328.7 ± 114.5	< 0.001***
K/9	6.92 ± 2.06	6.68 ± 2.09	0.033*
BB/9	3.40 ± 1.00	3.59 ± 1.35	0.037*
H/9	8.05 ± 1.35	8.77 ± 1.97	< 0.001***
WHIP	1.27 ± 0.18	1.37 ± 0.27	< 0.001***
FIP	3.82 ± 0.71	4.22 ± 1.21	< 0.001***
RERA	3.19 ± 1.05	3.94 ± 2.11	< 0.001***
CERA	3.31 ± 0.97	4.04 ± 1.93	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 14 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 100-109.67 局, n = 81)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	104.28 ± 2.57	87.07 ± 28.44	< 0.001***
ERA	2.96 ± 0.75	3.51 ± 1.23	0.001**
BFP	433.4 ± 16.9	370.8 ± 119.8	< 0.001***
K/9	6.74 ± 1.84	6.73 ± 1.75	0.968
BB/9	3.22 ± 0.96	3.54 ± 1.12	0.002**
H/9	7.83 ± 0.88	8.53 ± 1.47	< 0.001***
WHIP	1.23 ± 0.14	1.34 ± 0.21	< 0.001***
FIP	3.70 ± 0.59	3.95 ± 0.71	0.003**
RERA	2.83 ± 0.80	3.52 ± 1.37	< 0.001***
CERA	3.02 ± 0.64	3.66 ± 1.17	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 15 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 110 局以上, n = 51)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	121.83 ± 12.39	103.85 ± 28.61	< 0.001***
ERA	2.79 ± 0.67	3.60 ± 1.00	< 0.001***
BFP	497.9 ± 49.0	439.4 ± 115.3	0.001**
K/9	6.21 ± 1.74	5.93 ± 1.86	0.146
BB/9	2.94 ± 0.96	3.05 ± 0.94	0.338
H/9	7.70 ± 0.90	8.73 ± 1.36	< 0.001***
WHIP	1.18 ± 0.13	1.31 ± 0.18	< 0.001***
FIP	3.62 ± 0.54	4.04 ± 0.69	< 0.001***
RERA	2.69 ± 0.74	3.72 ± 1.21	< 0.001***
CERA	2.82 ± 0.63	3.59 ± 1.00	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 16 美國職棒終結者連續 2 年之表現 (1982-2007, 連續 2 季 20 次以上救援成功, n = 296)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	75.38 ± 16.73	72.32 ± 14.68	< 0.001***
ERA	2.81 ± 0.86	3.02 ± 0.99	0.004**
BFP	310.9 ± 67.2	300.5 ± 60.1	< 0.001***
K/9	8.59 ± 2.24	8.41 ± 2.24	0.033*
BB/9	3.12 ± 1.17	3.13 ± 1.19	0.980
H/9	7.47 ± 1.25	7.68 ± 1.42	0.010*
WHIP	1.18 ± 0.20	1.20 ± 0.21	0.059
FIP	3.36 ± 0.76	3.46 ± 0.82	0.055
RERA	2.69 ± 0.96	2.91 ± 1.10	0.007**
CERA	2.88 ± 0.92	3.04 ± 1.02	0.014*

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 17 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 30-39.67 局, n = 148)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	34.81 ± 3.07	50.55 ± 33.44	47.21 ± 40.78	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
ERA	4.22 ± 1.56	5.57 ± 7.16	4.68 ± 2.43	0.050	
K/9	6.89 ± 1.99	6.76 ± 2.28	6.79 ± 2.36	0.772	
BB/9	4.25 ± 1.35	4.71 ± 3.69	4.16 ± 1.72	0.090	
H/9	8.70 ± 1.96	9.93 ± 6.36	9.45 ± 3.03	0.052	
WHIP	1.44 ± 0.26	1.63 ± 0.99	1.51 ± 0.38	0.052	
FIP	4.45 ± 1.08	4.76 ± 2.45	4.58 ± 1.56	0.294	
RERA	4.07 ± 1.82	5.49 ± 7.51	4.82 ± 2.96	0.058	
CERA	4.35 ± 1.57	5.69 ± 7.09	4.94 ± 2.64	0.057	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 18 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 40-49.67 局, n = 228)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	45.20 ± 2.89	51.57 ± 27.22	49.68 ± 33.75	0.008**	1 < 2, 1 < 3
ERA	4.12 ± 1.33	4.54 ± 2.60	5.57 ± 10.90	0.079	
K/9	7.29 ± 1.95	7.20 ± 2.28	7.00 ± 2.63	0.158	
BB/9	4.11 ± 1.42	4.21 ± 2.24	4.53 ± 7.38	0.475	
H/9	8.64 ± 1.66	9.05 ± 2.74	9.70 ± 4.38	0.001**	1 < 2 < 3
WHIP	1.42 ± 0.25	1.47 ± 0.39	1.58 ± 1.20	0.072	
FIP	4.32 ± 0.90	4.42 ± 1.36	4.69 ± 2.83	0.092	
RERA	3.99 ± 1.57	4.36 ± 2.61	5.67 ± 14.54	0.119	
CERA	4.21 ± 1.39	4.61 ± 2.46	5.36 ± 6.47	0.019*	1 < 2, 1 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 19 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 50-59.67 局, n = 264)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	54.58 ± 2.83	54.81 ± 27.37	51.94 ± 33.11	0.227	
ERA	3.85 ± 1.21	4.26 ± 2.37	5.00 ± 4.21	< 0.001***	1 < 2 < 3
K/9	7.46 ± 1.82	7.24 ± 2.14	7.01 ± 2.25	0.003**	1 > 2, 1 > 3
BB/9	3.93 ± 1.26	3.98 ± 1.67	4.05 ± 2.22	0.651	
H/9	8.38 ± 1.47	8.67 ± 2.25	9.69 ± 4.58	< 0.001***	1 < 3, 2 < 3
WHIP	1.37 ± 0.22	1.41 ± 0.36	1.53 ± 0.65	< 0.001***	1 < 3, 2 < 3
FIP	4.14 ± 0.82	4.24 ± 1.17	4.62 ± 2.13	0.001**	1 < 3, 2 < 3
RERA	3.71 ± 1.46	4.13 ± 2.62	4.98 ± 5.02	< 0.001***	1 < 2 < 3
CERA	3.91 ± 1.19	4.22 ± 2.17	5.25 ± 5.36	< 0.001***	1 < 2 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 20 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 60-69.67 局, n = 366)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	65.06 ± 2.96	61.85 ± 27.98	58.49 ± 33.34	< 0.001***	1 > 2 > 3
ERA	3.65 ± 1.05	4.29 ± 3.06	4.72 ± 5.88	0.003**	1 < 2, 1 < 3
K/9	7.63 ± 2.02	7.39 ± 2.20	6.97 ± 2.39	< 0.001***	1 > 2 > 3
BB/9	3.72 ± 1.15	3.90 ± 3.05	4.21 ± 4.67	0.100	
H/9	8.28 ± 1.47	8.91 ± 2.95	9.33 ± 4.49	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
WHIP	1.33 ± 0.21	1.42 ± 0.56	1.50 ± 0.84	0.001**	1 < 2, 1 < 3
FIP	3.98 ± 0.85	4.27 ± 1.60	4.54 ± 2.09	< 0.001***	1 < 2 < 3
RERA	3.56 ± 1.24	4.28 ± 3.47	4.76 ± 6.07	0.001**	1 < 2, 1 < 3
CERA	3.74 ± 1.15	4.40 ± 3.46	4.91 ± 5.46	0.001**	1 < 2, 1 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 21 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 70-79.67 局, n = 354)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	74.77 ± 2.82	67.94 ± 25.90	62.70 ± 33.32	< 0.001***	1 > 2 > 3
ERA	3.33 ± 0.96	3.80 ± 1.34	4.26 ± 2.02	< 0.001***	1 < 2 < 3
K/9	7.59 ± 2.03	7.31 ± 2.16	7.17 ± 2.31	< 0.001***	1 > 2, 1 > 3
BB/9	3.51 ± 1.09	3.64 ± 1.35	3.75 ± 1.69	0.027*	1 < 3
H/9	8.01 ± 1.27	8.54 ± 1.70	8.99 ± 2.28	< 0.001***	1 < 2 < 3
WHIP	1.28 ± 0.20	1.35 ± 0.27	1.42 ± 0.34	< 0.001***	1 < 2 < 3
FIP	3.78 ± 0.74	4.07 ± 0.93	4.34 ± 1.36	< 0.001***	1 < 2 < 3
RERA	3.22 ± 1.12	3.79 ± 1.62	4.29 ± 2.29	< 0.001***	1 < 2 < 3
CERA	3.40 ± 0.98	3.90 ± 1.48	4.38 ± 2.17	< 0.001***	1 < 2 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 22 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 80-89.67 局, n = 241)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	84.18 ± 2.82	76.55 ± 26.50	70.50 ± 35.97	< 0.001***	1 > 2 > 3
ERA	3.11 ± 0.83	3.66 ± 1.32	3.97 ± 1.91	< 0.001***	1 < 2 < 3
K/9	7.36 ± 2.12	7.09 ± 2.22	6.76 ± 2.18	< 0.001***	1 > 2 > 3
BB/9	3.24 ± 0.93	3.50 ± 1.18	3.58 ± 1.49	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
H/9	7.85 ± 1.26	8.58 ± 1.63	8.85 ± 2.09	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
WHIP	1.23 ± 0.17	1.34 ± 0.24	1.38 ± 0.30	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
FIP	3.66 ± 0.71	4.00 ± 0.93	4.16 ± 1.09	< 0.001***	1 < 2 < 3
RERA	3.01 ± 1.02	3.66 ± 1.50	4.02 ± 2.19	< 0.001***	1 < 2 < 3
CERA	3.15 ± 0.87	3.83 ± 1.38	4.12 ± 1.79	< 0.001***	1 < 2 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 23 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 90-99.67 局, n = 137)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	94.64 ± 2.97	81.39 ± 26.19	72.59 ± 36.56	< 0.001***	1 > 2 > 3
ERA	3.17 ± 0.86	3.82 ± 1.84	4.21 ± 2.20	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
K/9	7.11 ± 2.09	6.88 ± 2.08	6.61 ± 2.20	0.002**	1 > 3
BB/9	3.42 ± 0.98	3.66 ± 1.36	3.81 ± 2.41	0.086	
H/9	7.98 ± 1.29	8.59 ± 1.70	9.03 ± 2.19	< 0.001***	1 < 2 < 3
WHIP	1.27 ± 0.18	1.36 ± 0.25	1.43 ± 0.40	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
FIP	3.79 ± 0.70	4.15 ± 1.21	4.27 ± 1.32	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
RERA	3.13 ± 1.00	3.82 ± 1.98	4.42 ± 2.64	< 0.001***	1 < 2 < 3
CERA	3.28 ± 0.93	3.91 ± 1.74	4.35 ± 2.68	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 24 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 100-109.67 局, n = 70)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	104.53 ± 2.56	89.28 ± 28.18	80.06 ± 33.95	< 0.001***	1 > 2 > 3
ERA	2.95 ± 0.73	3.45 ± 1.23	3.65 ± 1.28	0.001**	1 < 2, 1 < 3
K/9	6.83 ± 1.89	6.85 ± 1.58	6.74 ± 1.97	0.789	
BB/9	3.25 ± 0.98	3.56 ± 1.16	3.64 ± 1.22	0.014*	1 < 2, 1 < 3
H/9	7.80 ± 0.88	8.41 ± 1.30	8.48 ± 1.66	0.002**	1 < 2, 1 < 3
WHIP	1.23 ± 0.14	1.33 ± 0.22	1.35 ± 0.25	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
FIP	3.69 ± 0.60	3.93 ± 0.69	4.12 ± 0.88	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
RERA	2.82 ± 0.76	3.44 ± 1.33	3.62 ± 1.50	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
CERA	3.01 ± 0.63	3.58 ± 1.14	3.73 ± 1.35	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 25 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1982-2007, Year 1 投球局數 110 局以上, n = 47)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	122.62 ± 12.58	104.70 ± 29.61	88.30 ± 30.60	< 0.001***	1 > 2 > 3
ERA	2.82 ± 0.68	3.58 ± 1.01	3.79 ± 1.06	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
K/9	6.19 ± 1.78	5.83 ± 1.85	5.60 ± 1.71	0.025*	1 > 3
BB/9	2.95 ± 0.96	3.04 ± 0.96	3.10 ± 1.12	0.577	
H/9	7.70 ± 0.92	8.68 ± 1.34	8.86 ± 1.31	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
WHIP	1.18 ± 0.14	1.30 ± 0.18	1.33 ± 0.17	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
FIP	3.64 ± 0.53	4.07 ± 0.68	4.17 ± 0.81	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
RERA	2.72 ± 0.73	3.69 ± 1.21	3.81 ± 1.22	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
CERA	2.83 ± 0.64	3.56 ± 1.00	3.73 ± 1.00	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 26 美國職棒終結者連續 3 年之表現 (1982-2007, 連續 3 季 20 次以上救援成功, n = 185)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	76.21 ± 16.40	73.38 ± 14.50	70.77 ± 14.36	< 0.001***	1 > 2 > 3
ERA	2.79 ± 0.83	2.82 ± 0.86	3.05 ± 0.98	0.004**	1 < 3, 2 < 3
K/9	8.78 ± 2.19	8.54 ± 2.17	8.39 ± 2.04	0.004**	1 > 2, 1 > 3
BB/9	3.18 ± 1.11	3.11 ± 1.22	3.14 ± 1.15	0.675	
H/9	7.35 ± 1.23	7.47 ± 1.28	7.70 ± 1.39	0.004**	1 < 3, 2 < 3
WHIP	1.17 ± 0.19	1.17 ± 0.20	1.20 ± 0.21	0.059	
FIP	3.32 ± 0.71	3.37 ± 0.79	3.48 ± 0.82	0.050	
RERA	2.67 ± 0.95	2.69 ± 0.95	2.94 ± 1.10	0.009**	1 < 3, 2 < 3
CERA	2.82 ± 0.89	2.88 ± 0.93	3.05 ± 1.03	0.008**	1 < 3, 2 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 27 美國職棒終結者連續 4 年之表現 (1982-2007, 連續 4 季 20 次以上救援成功, n = 113)

	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	p-value	事後比較
IP	77.53 ± 16.02	74.87 ± 14.83	72.52 ± 13.96	68.84 ± 13.59	< 0.001***	1 > 2 > 3 > 4
ERA	2.79 ± 0.81	2.76 ± 0.85	2.83 ± 0.91	3.02 ± 0.91	0.058	
K/9	8.83 ± 2.08	8.74 ± 2.01	8.42 ± 1.95	8.32 ± 1.86	0.004**	1 < 3, 1 < 4, 2 < 3, 2 < 4
BB/9	3.20 ± 1.08	3.11 ± 1.08	3.03 ± 1.10	3.05 ± 1.11	0.327	
H/9	7.26 ± 1.18	7.31 ± 1.28	7.41 ± 1.26	7.74 ± 1.35	0.002**	1 < 4, 2 < 4, 3 < 4
WHIP	1.16 ± 0.19	1.16 ± 0.20	1.16 ± 0.20	1.20 ± 0.19	0.107	
FIP	3.32 ± 0.72	3.28 ± 0.72	3.38 ± 0.79	3.48 ± 0.83	0.070	
RERA	2.65 ± 0.95	2.66 ± 0.97	2.68 ± 0.99	2.92 ± 0.99	0.090	
CERA	2.78 ± 0.90	2.75 ± 0.91	2.82 ± 0.94	3.04 ± 0.97	0.016*	1 < 4, 2 < 4, 3 < 4

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 28 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 30-39.67 局, n = 209)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	34.85 ± 2.95	41.48 ± 31.28	0.003**
ERA	4.37 ± 1.54	6.96 ± 13.73	0.007**
BFP	153.4 ± 16.7	181.4 ± 133.1	0.003**
K/9	6.94 ± 1.98	6.68 ± 2.58	0.132
BB/9	4.17 ± 1.39	5.47 ± 8.84	0.037*
H/9	8.94 ± 1.95	10.64 ± 8.33	0.004**
WHIP	1.46 ± 0.27	1.79 ± 1.75	0.007**
FIP	4.54 ± 1.05	5.17 ± 3.73	0.020*
RERA	4.22 ± 1.89	7.20 ± 17.21	0.014*
CERA	4.57 ± 1.63	6.73 ± 10.68	0.004**

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 29 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 40-49.67 局, n = 293)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	45.16 ± 2.88	43.34 ± 25.35	0.222
ERA	4.14 ± 1.31	5.57 ± 6.98	< 0.001***
BFP	197.5 ± 15.9	189.9 ± 107.2	0.236
K/9	7.22 ± 1.92	7.05 ± 2.31	0.159
BB/9	4.10 ± 1.38	4.61 ± 2.86	0.003**
H/9	8.76 ± 1.62	10.04 ± 5.57	< 0.001***
WHIP	1.43 ± 0.24	1.63 ± 0.82	< 0.001***
FIP	4.38 ± 0.89	4.87 ± 2.16	< 0.001***
RERA	4.01 ± 1.55	5.54 ± 7.09	< 0.001***
CERA	4.32 ± 1.35	5.79 ± 6.39	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 30 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 50-59.67 局, n = 336)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	54.72 ± 2.85	48.21 ± 27.68	< 0.001***
ERA	3.95 ± 1.20	4.90 ± 3.97	< 0.001***
BFP	236.6 ± 17.6	209.0 ± 116.3	< 0.001***
K/9	7.35 ± 1.85	6.89 ± 2.36	< 0.001***
BB/9	3.83 ± 1.23	4.18 ± 2.37	0.007**
H/9	8.55 ± 1.45	9.45 ± 4.18	< 0.001***
WHIP	1.38 ± 0.21	1.51 ± 0.64	< 0.001***
FIP	4.19 ± 0.82	4.61 ± 1.79	< 0.001***
RERA	3.87 ± 1.47	4.89 ± 4.31	< 0.001***
CERA	4.01 ± 1.17	5.09 ± 4.54	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 31 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 60-69.67 局, n = 409)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	65.02 ± 2.93	56.68 ± 26.74	< 0.001***
ERA	3.70 ± 1.09	4.53 ± 3.13	< 0.001***
BFP	278.4 ± 17.8	243.5 ± 111.7	< 0.001***
K/9	7.73 ± 1.92	7.38 ± 2.30	< 0.001***
BB/9	3.69 ± 1.11	3.91 ± 1.81	0.009**
H/9	8.28 ± 1.48	9.13 ± 3.61	< 0.001***
WHIP	1.33 ± 0.21	1.45 ± 0.49	< 0.001***
FIP	3.99 ± 0.83	4.38 ± 1.48	< 0.001***
RERA	3.59 ± 1.28	4.57 ± 3.62	< 0.001***
CERA	3.77 ± 1.14	4.66 ± 3.64	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 32 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 70-79.67 局, n = 368)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	74.61 ± 2.77	63.80 ± 28.60	< 0.001***
ERA	3.45 ± 1.00	4.24 ± 1.99	< 0.001***
BFP	316.1 ± 18.6	273.5 ± 120.5	< 0.001***
K/9	7.70 ± 2.08	7.40 ± 2.22	0.001**
BB/9	3.50 ± 1.07	3.68 ± 1.45	0.014*
H/9	8.14 ± 1.35	8.93 ± 2.22	< 0.001***
WHIP	1.29 ± 0.20	1.40 ± 0.33	< 0.001***
FIP	3.83 ± 0.80	4.23 ± 1.19	< 0.001***
RERA	3.40 ± 1.16	4.24 ± 2.17	< 0.001***
CERA	3.53 ± 1.04	4.30 ± 2.10	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 33 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 80-89.67 局, n = 204)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	84.03 ± 2.74	71.00 ± 26.77	< 0.001***
ERA	3.19 ± 0.87	3.92 ± 1.51	< 0.001***
BFP	351.0 ± 18.7	303.9 ± 110.8	< 0.001***
K/9	7.58 ± 2.14	7.33 ± 2.24	0.026*
BB/9	3.26 ± 1.03	3.54 ± 1.26	0.001**
H/9	7.86 ± 1.31	8.78 ± 1.87	< 0.001***
WHIP	1.24 ± 0.19	1.37 ± 0.27	< 0.001***
FIP	3.66 ± 0.73	4.02 ± 1.07	< 0.001***
RERA	3.09 ± 1.06	4.04 ± 1.82	< 0.001***
CERA	3.23 ± 0.92	4.04 ± 1.65	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 34 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 90-99.67 局, n = 74)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	94.43 ± 2.82	73.16 ± 24.25	< 0.001***
ERA	3.35 ± 0.93	4.40 ± 2.32	< 0.001***
BFP	398.6 ± 21.4	314.2 ± 98.2	< 0.001***
K/9	7.02 ± 2.09	6.81 ± 2.09	0.187
BB/9	3.28 ± 0.94	3.54 ± 1.44	0.086
H/9	8.29 ± 1.48	9.21 ± 2.15	< 0.001***
WHIP	1.29 ± 0.19	1.42 ± 0.30	< 0.001***
FIP	3.82 ± 0.74	4.35 ± 1.46	0.001**
RERA	3.32 ± 1.07	4.48 ± 2.47	< 0.001***
CERA	3.50 ± 1.00	4.48 ± 2.29	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 35 美國職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 100 局以上, n = 31)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	106.28 ± 5.87	87.28 ± 21.60	< 0.001***
ERA	2.85 ± 0.83	3.44 ± 1.12	0.008**
BFP	438.0 ± 24.3	370.3 ± 87.3	< 0.001***
K/9	7.33 ± 1.84	7.42 ± 2.06	0.738
BB/9	3.11 ± 0.90	3.25 ± 0.96	0.374
H/9	7.57 ± 0.91	8.55 ± 1.81	0.002**
WHIP	1.19 ± 0.14	1.31 ± 0.23	0.005**
FIP	3.51 ± 0.71	3.74 ± 0.77	0.075
RERA	2.80 ± 0.90	3.33 ± 1.25	0.042*
CERA	2.88 ± 0.72	3.64 ± 1.25	0.002**

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 36 美國職棒終結者連續 2 年之表現 (1990-2007, 連續 2 季 20 次以上救援成功, n = 215)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	69.99 ± 11.35	68.36 ± 10.91	0.047*
ERA	2.84 ± 0.90	3.07 ± 1.04	0.010*
BFP	289.4 ± 46.5	284.8 ± 45.6	0.159
K/9	8.95 ± 2.17	8.76 ± 2.21	0.058
BB/9	3.18 ± 1.21	3.17 ± 1.25	0.876
H/9	7.43 ± 1.31	7.65 ± 1.52	0.022*
WHIP	1.18 ± 0.21	1.20 ± 0.22	0.129
FIP	3.34 ± 0.81	3.42 ± 0.86	0.233
RERA	2.72 ± 1.01	2.97 ± 1.13	0.012*
CERA	2.93 ± 0.98	3.08 ± 1.10	0.060

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 37 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 30-39.67 局, n = 118)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	34.67 ± 2.97	49.59 ± 32.01	44.17 ± 39.34	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
ERA	4.30 ± 1.57	5.85 ± 7.92	4.91 ± 2.56	0.075	
K/9	7.09 ± 2.07	6.90 ± 2.40	7.01 ± 2.50	0.708	
BB/9	4.38 ± 1.39	4.95 ± 4.04	4.29 ± 1.77	0.091	
H/9	8.67 ± 1.93	10.02 ± 7.05	9.67 ± 3.26	0.078	
WHIP	1.45 ± 0.26	1.66 ± 1.09	1.55 ± 0.40	0.078	
FIP	4.55 ± 1.11	4.81 ± 2.47	4.70 ± 1.66	0.497	
RERA	4.17 ± 1.83	5.75 ± 8.29	5.06 ± 3.14	0.087	
CERA	4.46 ± 1.56	5.93 ± 7.80	5.26 ± 2.78	0.095	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 38 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 40-49.67 局, n = 193)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	45.22 ± 2.87	48.95 ± 22.96	48.87 ± 30.48	0.114	
ERA	4.17 ± 1.36	4.62 ± 2.70	5.74 ± 11.82	0.108	
K/9	7.46 ± 1.95	7.38 ± 2.28	7.17 ± 2.70	0.230	
BB/9	4.15 ± 1.46	4.29 ± 2.30	4.75 ± 7.99	0.366	
H/9	8.65 ± 1.67	9.12 ± 2.78	9.78 ± 4.69	0.003**	1 < 2, 1 < 3
WHIP	1.42 ± 0.25	1.49 ± 0.39	1.61 ± 1.30	0.074	
FIP	4.33 ± 0.93	4.45 ± 1.41	4.71 ± 3.04	0.161	
RERA	4.00 ± 1.62	4.45 ± 2.65	5.86 ± 15.78	0.144	
CERA	4.27 ± 1.42	4.73 ± 2.52	5.54 ± 6.99	0.028*	1 < 2, 1 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 39 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 50-59.67 局, n = 224)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	54.56 ± 2.85	54.32 ± 27.14	51.37 ± 31.57	0.194	
ERA	3.92 ± 1.15	4.34 ± 2.46	4.97 ± 4.28	0.002**	1 < 2, 1 < 3
K/9	7.54 ± 1.84	7.25 ± 2.12	7.01 ± 2.27	0.001**	1 > 2, 1 > 3
BB/9	3.95 ± 1.23	4.07 ± 1.74	4.07 ± 2.28	0.613	
H/9	8.45 ± 1.44	8.74 ± 2.31	9.62 ± 4.65	< 0.001***	1 < 3, 2 < 3
WHIP	1.38 ± 0.21	1.42 ± 0.37	1.52 ± 0.67	0.005**	1 < 3, 2 < 3
FIP	4.16 ± 0.81	4.31 ± 1.17	4.69 ± 2.19	0.002**	1 < 3, 2 < 3
RERA	3.79 ± 1.42	4.19 ± 2.67	4.93 ± 5.15	0.005**	1 < 2 < 3
CERA	3.98 ± 1.16	4.34 ± 2.25	5.28 ± 5.58	0.002**	1 < 2 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 40 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 60-69.67 局, n = 304)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	65.06 ± 2.93	60.31 ± 25.54	56.55 ± 31.09	< 0.001***	1 > 2 > 3
ERA	3.67 ± 1.08	4.32 ± 3.17	4.86 ± 6.38	0.006**	1 < 2, 1 < 3
K/9	7.89 ± 1.92	7.62 ± 2.20	7.19 ± 2.41	< 0.001***	1 > 2 > 3
BB/9	3.71 ± 1.12	3.80 ± 1.55	4.32 ± 5.09	0.039*	1 < 3
H/9	8.25 ± 1.47	8.85 ± 2.93	9.37 ± 4.82	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
WHIP	1.33 ± 0.21	1.41 ± 0.41	1.52 ± 0.91	0.001**	1 < 2 < 3
FIP	3.96 ± 0.86	4.25 ± 1.45	4.58 ± 2.25	< 0.001***	1 < 2 < 3
RERA	3.58 ± 1.27	4.33 ± 3.69	4.92 ± 6.58	0.003**	1 < 2, 1 < 3
CERA	3.76 ± 1.17	4.38 ± 3.20	5.06 ± 5.93	0.001**	1 < 2, 1 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 41 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 70-79.67 局, n = 276)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	74.61 ± 2.76	66.87 ± 24.55	60.98 ± 32.24	< 0.001***	1 > 2 > 3
ERA	3.35 ± 0.95	3.92 ± 1.39	4.39 ± 2.07	< 0.001***	1 < 2 < 3
K/9	7.86 ± 2.00	7.51 ± 2.17	7.43 ± 2.38	0.001**	1 > 2, 1 > 3
BB/9	3.52 ± 1.08	3.63 ± 1.25	3.78 ± 1.73	0.036*	1 < 3
H/9	8.00 ± 1.29	8.59 ± 1.74	9.03 ± 2.32	< 0.001***	1 < 2 < 3
WHIP	1.28 ± 0.20	1.36 ± 0.26	1.42 ± 0.35	< 0.001***	1 < 2 < 3
FIP	3.78 ± 0.75	4.08 ± 0.98	4.31 ± 1.22	< 0.001***	1 < 2 < 3
RERA	3.27 ± 1.10	3.91 ± 1.67	4.42 ± 2.34	< 0.001***	1 < 2 < 3
CERA	3.44 ± 0.99	3.98 ± 1.51	4.45 ± 2.13	< 0.001***	1 < 2 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 42 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 80-89.67 局, n = 164)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	84.03 ± 2.69	73.99 ± 25.56	67.05 ± 34.10	< 0.001***	1 > 2 > 3
ERA	3.12 ± 0.86	3.84 ± 1.41	4.04 ± 1.96	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
K/9	7.73 ± 2.18	7.42 ± 2.30	7.06 ± 2.22	< 0.001***	1 > 2 > 3
BB/9	3.17 ± 0.97	3.54 ± 1.24	3.55 ± 1.45	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
H/9	7.81 ± 1.33	8.70 ± 1.76	8.90 ± 2.25	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
WHIP	1.22 ± 0.18	1.36 ± 0.26	1.38 ± 0.31	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
FIP	3.60 ± 0.72	4.01 ± 1.02	4.13 ± 1.14	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
RERA	3.01 ± 1.07	3.92 ± 1.58	4.10 ± 2.30	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
CERA	3.16 ± 0.91	3.99 ± 1.49	4.20 ± 1.89	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 43 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 90-99.67 局, n = 59)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	94.56 ± 2.79	76.92 ± 22.98	68.80 ± 42.06	< 0.001***	1 > 2, 1 > 3
ERA	3.29 ± 0.81	4.21 ± 2.17	4.56 ± 2.43	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
K/9	7.30 ± 2.14	7.06 ± 2.09	6.84 ± 2.33	0.173	
BB/9	3.32 ± 0.91	3.67 ± 1.48	4.13 ± 3.35	0.097	
H/9	8.16 ± 1.38	8.96 ± 1.88	9.25 ± 2.28	0.003**	1 < 2, 1 < 3
WHIP	1.28 ± 0.18	1.40 ± 0.29	1.49 ± 0.53	0.009**	1 < 2, 1 < 3
FIP	3.78 ± 0.74	4.31 ± 1.54	4.55 ± 1.65	0.001**	1 < 2, 1 < 3
RERA	3.24 ± 0.93	4.29 ± 2.36	4.98 ± 3.17	< 0.001***	1 < 2, 1 < 3
CERA	3.44 ± 0.94	4.34 ± 2.17	4.94 ± 3.62	0.007**	1 < 2, 1 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 44 美國職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 100 局以上, n = 20)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	106.80 ± 6.61	91.02 ± 16.91	79.07 ± 18.29	< 0.001***	1 > 2 > 3
ERA	2.90 ± 0.75	3.19 ± 1.03	3.49 ± 1.18	0.155	
K/9	7.88 ± 1.81	8.01 ± 1.49	7.29 ± 1.96	0.143	
BB/9	3.29 ± 0.94	3.29 ± 1.04	3.38 ± 0.90	0.869	
H/9	7.38 ± 0.80	8.13 ± 1.55	8.36 ± 1.37	0.019*	1 < 2, 1 < 3
WHIP	1.19 ± 0.15	1.27 ± 0.24	1.30 ± 0.21	0.043*	1 < 3
FIP	3.50 ± 0.77	3.60 ± 0.66	3.84 ± 0.70	0.060	
RERA	2.88 ± 0.74	2.91 ± 0.94	3.44 ± 1.27	0.129	
CERA	2.88 ± 0.70	3.38 ± 1.19	3.58 ± 1.04	0.019*	1 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 45 美國職棒終結者連續 3 年之表現 (1990-2007, 連續 3 季 20 次以上救援成功, n = 126)

	Year 1	Year 2	Year 3	p-value	事後比較
IP	70.50 ± 11.60	69.03 ± 10.00	66.99 ± 10.84	0.007**	1 > 3
ERA	2.79 ± 0.88	2.82 ± 0.89	3.12 ± 1.04	0.005**	1 < 3, 2 < 3
K/9	9.15 ± 2.13	8.88 ± 2.18	8.70 ± 2.01	0.003**	1 > 2, 1 > 3
BB/9	3.23 ± 1.13	3.15 ± 1.29	3.21 ± 1.21	0.727	
H/9	7.26 ± 1.27	7.38 ± 1.36	7.66 ± 1.48	0.005**	1 < 3, 2 < 3
WHIP	1.17 ± 0.20	1.17 ± 0.21	1.21 ± 0.22	0.061	
FIP	3.29 ± 0.74	3.35 ± 0.83	3.47 ± 0.86	0.087	
RERA	2.69 ± 1.01	2.71 ± 0.97	3.05 ± 1.15	0.005**	1 < 3, 2 < 3
CERA	2.83 ± 0.95	2.88 ± 1.00	3.10 ± 1.11	0.017*	1 < 3, 2 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 46 美國職棒終結者連續 4 年之表現 (1990-2007, 連續 4 季 20 次以上救援成功, n = 70)

	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	p-value	事後比較
IP	70.83 ± 12.53	69.83 ± 11.04	68.38 ± 9.70	66.43 ± 11.86	0.041*	1 > 4, 2 > 4
ERA	2.78 ± 0.85	2.74 ± 0.89	2.83 ± 0.97	2.99 ± 0.99	0.294	
K/9	9.28 ± 1.95	9.18 ± 1.94	8.80 ± 1.86	8.69 ± 1.76	0.009**	1 > 3, 1 > 4, 2 > 3, 2 > 4
BB/9	3.26 ± 1.16	3.17 ± 1.16	3.07 ± 1.16	3.02 ± 1.12	0.326	
H/9	7.12 ± 1.23	7.12 ± 1.33	7.23 ± 1.34	7.57 ± 1.45	0.033*	1 < 4, 2 < 4, 3 < 4
WHIP	1.15 ± 0.21	1.14 ± 0.21	1.14 ± 0.21	1.18 ± 0.21	0.562	
FIP	3.26 ± 0.73	3.23 ± 0.74	3.35 ± 0.82	3.41 ± 0.87	0.354	
RERA	2.64 ± 1.04	2.67 ± 1.02	2.72 ± 1.05	2.91 ± 1.04	0.358	
CERA	2.76 ± 0.98	2.70 ± 0.99	2.78 ± 1.02	2.98 ± 1.05	0.207	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 47 中華職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 50-59.67 局, n = 43)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	55.29 ± 2.93	65.75 ± 38.02	0.073
ERA	4.02 ± 1.50	4.83 ± 3.84	0.184
BFP	241.9 ± 18.8	288.6 ± 163.9	0.062
K/9	5.62 ± 1.93	5.48 ± 2.16	0.559
BB/9	3.16 ± 1.02	3.29 ± 1.55	0.552
H/9	9.59 ± 1.84	10.99 ± 7.15	0.209
WHIP	1.42 ± 0.24	1.59 ± 0.75	0.157
FIP	4.06 ± 0.94	3.94 ± 0.94	0.400
CERA	4.37 ± 1.45	5.43 ± 5.65	0.233

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 48 中華職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 60-69.67 局, n = 30)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	64.52 ± 2.73	62.50 ± 37.25	0.764
ERA	4.15 ± 1.42	4.08 ± 1.30	0.751
BFP	279.3 ± 18.9	273.0 ± 160.6	0.830
K/9	5.95 ± 2.01	6.23 ± 2.20	0.388
BB/9	3.27 ± 1.19	3.05 ± 1.09	0.321
H/9	9.28 ± 1.76	9.38 ± 2.01	0.783
WHIP	1.39 ± 0.24	1.38 ± 0.26	0.783
FIP	3.98 ± 0.92	3.78 ± 0.80	0.173
CERA	4.15 ± 1.27	4.06 ± 1.41	0.746

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 49 中華職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 70-79.67 局, n = 30)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	74.28 ± 2.87	68.46 ± 46.44	0.506
ERA	3.98 ± 1.44	4.81 ± 1.99	0.034*
BFP	323.9 ± 22.5	297.7 ± 193.1	0.478
K/9	5.39 ± 2.06	5.25 ± 2.37	0.668
BB/9	3.21 ± 1.32	3.29 ± 1.46	0.795
H/9	9.50 ± 1.65	10.55 ± 2.39	0.017*
WHIP	1.41 ± 0.27	1.54 ± 0.35	0.057
FIP	4.02 ± 0.99	4.29 ± 0.98	0.111
CERA	4.22 ± 1.54	5.02 ± 2.00	0.023*

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 50 中華職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 80-89.67 局, n = 19)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	84.76 ± 2.88	58.95 ± 26.23	0.001**
ERA	3.29 ± 0.99	3.58 ± 1.43	0.499
BFP	362.0 ± 20.2	254.6 ± 107.2	0.001**
K/9	6.38 ± 2.57	6.20 ± 2.58	0.644
BB/9	3.10 ± 1.25	3.13 ± 1.02	0.913
H/9	8.68 ± 1.52	9.41 ± 1.76	0.178
WHIP	1.31 ± 0.21	1.39 ± 0.26	0.264
FIP	3.75 ± 0.98	3.63 ± 1.03	0.571
CERA	3.68 ± 1.13	4.05 ± 1.52	0.380

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 51 中華職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 90-99.67 局, n = 26)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	93.74 ± 2.81	85.68 ± 49.30	0.406
ERA	3.30 ± 1.01	4.06 ± 1.09	0.025*
BFP	395.0 ± 14.9	369.8 ± 207.7	0.529
K/9	5.77 ± 1.81	5.65 ± 2.32	0.608
BB/9	2.78 ± 0.83	2.81 ± 1.14	0.891
H/9	8.54 ± 1.06	9.92 ± 1.46	< 0.001***
WHIP	1.26 ± 0.13	1.41 ± 0.21	0.003**
FIP	3.63 ± 0.72	3.98 ± 1.07	0.113
CERA	3.28 ± 0.81	4.37 ± 1.34	0.002**

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 52 中華職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 100-109.67 局, n = 16)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	104.40 ± 2.49	68.75 ± 33.93	0.001**
ERA	3.48 ± 0.86	3.77 ± 1.50	0.434
BFP	448.1 ± 18.4	291.9 ± 141.4	0.001**
K/9	5.90 ± 1.79	6.81 ± 2.53	0.060
BB/9	3.02 ± 1.07	3.88 ± 3.20	0.275
H/9	9.12 ± 1.26	8.95 ± 2.14	0.788
WHIP	1.35 ± 0.17	1.43 ± 0.57	0.596
FIP	3.71 ± 0.72	4.09 ± 1.26	0.138
CERA	3.79 ± 0.93	4.23 ± 2.68	0.518

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 53 中華職棒後援投手連續 2 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 110 局以上, n = 26)

	Year 1	Year 2	p-value
IP	127.90 ± 16.82	96.77 ± 44.59	0.001**
ERA	2.91 ± 0.83	3.84 ± 2.73	0.091
BFP	531.4 ± 64.3	409.7 ± 183.1	0.002**
K/9	5.87 ± 1.80	5.64 ± 1.82	0.387
BB/9	2.41 ± 0.91	2.62 ± 1.52	0.272
H/9	8.53 ± 1.03	9.51 ± 3.25	0.099
WHIP	1.22 ± 0.13	1.35 ± 0.33	0.044*
FIP	3.47 ± 0.60	3.77 ± 0.82	0.069
CERA	3.13 ± 0.71	3.93 ± 2.53	0.105

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 54 中華職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 50-59.67 局, n = 26)

	1st	2nd	3rd	p-value	事後比較
IP	56.19 ± 2.67	78.54 ± 36.07	59.54 ± 43.78	0.012*	1 < 2, 2 > 3
ERA	4.16 ± 1.67	4.00 ± 1.33	5.09 ± 2.31	0.032*	2 < 3
K/9	5.25 ± 1.50	5.58 ± 1.87	4.90 ± 1.93	0.180	
BB/9	3.20 ± 0.99	3.19 ± 1.61	2.99 ± 1.31	0.671	
H/9	9.69 ± 1.94	9.44 ± 1.65	10.48 ± 2.71	0.144	
WHIP	1.43 ± 0.24	1.40 ± 0.23	1.50 ± 0.37	0.382	
FIP	4.26 ± 0.88	3.95 ± 1.03	4.26 ± 1.67	0.283	
CERA	4.47 ± 1.44	4.21 ± 1.30	4.98 ± 2.79	0.259	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 55 中華職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 60-69.67 局, n = 20)

	1st	2nd	3rd	p-value	事後比較
IP	64.60 ± 2.64	69.38 ± 36.40	56.13 ± 40.15	0.273	
ERA	4.03 ± 1.26	4.00 ± 1.16	4.92 ± 2.98	0.159	
K/9	5.98 ± 2.06	5.94 ± 2.39	5.76 ± 2.15	0.871	
BB/9	3.27 ± 1.41	3.10 ± 1.03	3.05 ± 1.67	0.808	
H/9	9.21 ± 1.87	9.44 ± 1.91	10.79 ± 2.82	0.010*	1 < 3, 2 < 3
WHIP	1.39 ± 0.26	1.39 ± 0.25	1.54 ± 0.41	0.097	
FIP	4.09 ± 0.91	3.84 ± 0.81	4.04 ± 1.51	0.569	
CERA	4.18 ± 1.25	4.13 ± 1.40	5.21 ± 2.91	0.093	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 56 中華職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 70-79.67 局, n = 17)

	1st	2nd	3rd	p-value	事後比較
IP	74.14 ± 2.58	83.63 ± 46.89	69.67 ± 39.72	0.501	
ERA	4.24 ± 1.58	4.31 ± 1.81	5.78 ± 3.33	0.135	
K/9	4.96 ± 1.65	4.94 ± 1.76	4.94 ± 1.63	0.998	
BB/9	3.31 ± 1.16	3.22 ± 1.63	3.20 ± 1.37	0.953	
H/9	9.64 ± 1.67	10.28 ± 2.36	11.16 ± 4.02	0.261	
WHIP	1.44 ± 0.26	1.50 ± 0.36	1.60 ± 0.40	0.390	
FIP	4.18 ± 0.91	4.32 ± 0.84	4.74 ± 1.00	0.098	
CERA	4.33 ± 1.51	4.76 ± 2.01	5.79 ± 3.11	0.184	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 57 中華職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 80-89.67 局, n = 15)

	1st	2nd	3rd	p-value	事後比較
IP	84.27 ± 2.96	60.93 ± 27.98	52.96 ± 24.92	0.001**	1 > 2, 1 > 3
ERA	3.47 ± 0.87	3.67 ± 1.43	4.50 ± 1.40	0.090	
K/9	5.54 ± 1.20	5.51 ± 1.71	5.79 ± 2.02	0.689	
BB/9	3.22 ± 1.30	3.30 ± 1.03	2.91 ± 1.44	0.534	
H/9	8.95 ± 1.40	9.60 ± 1.74	10.20 ± 2.10	0.143	
WHIP	1.35 ± 0.17	1.43 ± 0.24	1.46 ± 0.27	0.502	
FIP	3.97 ± 0.68	3.82 ± 0.83	3.98 ± 0.85	0.788	
CERA	3.88 ± 1.03	4.26 ± 1.49	4.65 ± 1.60	0.349	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 58 中華職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 90-99.67 局, n = 20)

	1st	2nd	3rd	p-value	事後比較
IP	93.70 ± 2.74	86.40 ± 53.87	74.98 ± 49.37	0.221	
ERA	3.43 ± 1.04	4.13 ± 1.06	3.90 ± 1.56	0.147	
K/9	5.42 ± 1.74	5.33 ± 2.10	5.56 ± 1.68	0.714	
BB/9	2.94 ± 0.72	2.94 ± 1.24	2.94 ± 1.14	1.000	
H/9	8.56 ± 1.10	9.75 ± 1.11	9.27 ± 2.48	0.106	
WHIP	1.28 ± 0.13	1.41 ± 0.20	1.36 ± 0.25	0.106	
FIP	3.82 ± 0.65	4.16 ± 1.07	4.04 ± 0.83	0.335	
CERA	3.39 ± 0.84	4.38 ± 1.30	4.07 ± 1.63	0.059	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 59 中華職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 100-109.67 局, n = 13)

	1st	2nd	3rd	p-value	事後比較
IP	104.95 ± 2.25	75.54 ± 27.62	78.54 ± 39.32	0.010*	1 > 2, 1 > 3
ERA	3.54 ± 0.78	3.51 ± 1.17	3.69 ± 0.90	0.790	
K/9	5.62 ± 0.93	6.00 ± 1.65	5.68 ± 1.60	0.634	
BB/9	2.94 ± 1.11	3.14 ± 0.89	2.83 ± 0.84	0.635	
H/9	9.22 ± 1.24	8.57 ± 1.39	9.51 ± 1.14	0.098	
WHIP	1.35 ± 0.16	1.30 ± 0.22	1.37 ± 0.16	0.481	
FIP	3.72 ± 0.55	3.91 ± 0.87	4.04 ± 0.82	0.400	
CERA	3.81 ± 0.86	3.58 ± 1.22	4.13 ± 0.90	0.236	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 60 中華職棒後援投手連續 3 年之表現 (1990-2007, Year 1 投球局數 110 局以上, n = 24)

	1st	2nd	3rd	p-value	事後比較
IP	128.64 ± 17.31	101.21 ± 41.88	92.26 ± 45.76	0.001**	1 > 2, 1 > 3
ERA	2.85 ± 0.83	3.26 ± 0.99	3.93 ± 2.09	0.050	
K/9	5.98 ± 1.82	5.72 ± 1.86	5.62 ± 2.10	0.449	
BB/9	2.51 ± 0.88	2.76 ± 1.48	3.04 ± 1.35	0.133	
H/9	8.38 ± 0.90	8.78 ± 1.05	9.19 ± 1.71	0.058	
WHIP	1.21 ± 0.14	1.28 ± 0.19	1.36 ± 0.26	0.035*	1 < 3
FIP	3.46 ± 0.63	3.67 ± 0.72	4.08 ± 1.28	0.046*	1 < 3
CERA	3.07 ± 0.72	3.40 ± 0.93	4.02 ± 1.65	0.030*	1 < 3

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 61 美國職棒後援投手明星賽前後之表現 (1982-2007, 明星賽前投球局數 20-24.67 局, n = 297)

	明星賽前	明星賽後	p-value
IP	22.38 ± 1.45	22.12 ± 11.81	0.707
ERA	4.36 ± 1.84	4.84 ± 5.48	0.145
K/9	6.79 ± 2.31	6.75 ± 2.68	0.795
BB/9	4.06 ± 1.62	4.56 ± 5.22	0.108
H/9	9.14 ± 2.40	9.43 ± 5.69	0.386
WHIP	1.47 ± 0.33	1.55 ± 0.90	0.095
FIP	4.54 ± 1.18	4.72 ± 2.44	0.221
RERA	4.24 ± 2.25	5.00 ± 7.93	0.104
CERA	4.64 ± 1.94	5.24 ± 5.84	0.078

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 62 美國職棒後援投手明星賽前後之表現 (1982-2007, 明星賽前投球局數 25-29.67 局, n = 323)

	明星賽前	明星賽後	p-value
IP	27.33 ± 1.46	23.33 ± 10.32	< 0.001***
ERA	4.04 ± 1.61	4.49 ± 3.03	0.019*
K/9	7.14 ± 2.17	6.97 ± 2.54	0.201
BB/9	4.04 ± 1.58	4.17 ± 2.13	0.303
H/9	8.77 ± 1.87	9.25 ± 3.53	0.026*
WHIP	1.42 ± 0.28	1.49 ± 0.53	0.036*
FIP	4.27 ± 1.07	4.43 ± 1.59	0.128
RERA	3.86 ± 1.91	4.49 ± 3.49	0.004**
CERA	4.25 ± 1.6	4.79 ± 3.34	0.007**

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 63 美國職棒後援投手明星賽前後之表現 (1982-2007, 明星賽前投球局數 30-34.67 局, n = 445)

	明星賽前	明星賽後	p-value
IP	32.44 ± 1.46	25.81 ± 9.96	< 0.001***
ERA	3.85 ± 1.44	4.29 ± 2.30	0.001**
K/9	7.19 ± 2.17	7.10 ± 2.40	0.354
BB/9	3.78 ± 1.39	3.88 ± 1.65	0.262
H/9	8.52 ± 1.91	9.12 ± 2.97	< 0.001***
WHIP	1.37 ± 0.27	1.44 ± 0.41	0.001**
FIP	4.13 ± 0.99	4.31 ± 1.30	0.015*
RERA	3.75 ± 1.72	4.34 ± 2.66	< 0.001***
CERA	3.96 ± 1.49	4.54 ± 2.48	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 64 美國職棒後援投手明星賽前後之表現 (1982-2007, 明星賽前投球局數 35-39.67 局, n = 482)

	明星賽前	明星賽後	p-value
IP	37.30 ± 1.47	28.85 ± 9.90	< 0.001***
ERA	3.66 ± 1.40	4.20 ± 3.05	< 0.001***
K/9	7.50 ± 2.23	7.49 ± 2.51	0.939
BB/9	3.66 ± 1.37	3.77 ± 1.87	0.183
H/9	8.28 ± 1.77	9.03 ± 3.72	< 0.001***
WHIP	1.33 ± 0.26	1.42 ± 0.48	< 0.001***
FIP	3.99 ± 0.99	4.10 ± 1.76	0.172
RERA	3.60 ± 1.65	4.20 ± 3.43	< 0.001***
CERA	3.74 ± 1.41	4.42 ± 3.47	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 65 美國職棒後援投手明星賽前後之表現 (1982-2007, 明星賽前投球局數 40-44.67 局, n = 425)

	明星賽前	明星賽後	p-value
IP	42.12 ± 1.38	32.36 ± 9.86	< 0.001***
ERA	3.43 ± 1.20	3.88 ± 2.02	< 0.001***
K/9	7.13 ± 2.28	7.16 ± 2.35	0.783
BB/9	3.49 ± 1.24	3.59 ± 1.48	0.152
H/9	8.17 ± 1.65	8.71 ± 2.73	< 0.001***
WHIP	1.30 ± 0.23	1.37 ± 0.37	< 0.001***
FIP	3.94 ± 0.94	4.08 ± 1.15	0.018*
RERA	3.33 ± 1.45	3.86 ± 2.38	< 0.001***
CERA	3.56 ± 1.24	4.04 ± 2.39	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 66 美國職棒後援投手明星賽前後之表現 (1982-2007, 明星賽前投球局數 45-49.67 局, n = 294)

	明星賽前	明星賽後	p-value
IP	47.15 ± 1.44	34.02 ± 10.12	< 0.001***
ERA	3.11 ± 1.13	3.82 ± 1.90	< 0.001***
K/9	7.17 ± 2.05	7.31 ± 2.21	0.189
BB/9	3.39 ± 1.13	3.49 ± 1.48	0.267
H/9	7.75 ± 1.52	8.64 ± 2.28	< 0.001***
WHIP	1.24 ± 0.21	1.35 ± 0.33	< 0.001***
FIP	3.75 ± 0.84	3.99 ± 1.28	0.001**
RERA	3.03 ± 1.35	3.77 ± 2.17	< 0.001***
CERA	3.19 ± 1.10	3.94 ± 2.01	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 67 美國職棒後援投手明星賽前後之表現 (1982-2007, 明星賽前投球局數 50-54.67 局, n = 186)

	明星賽前	明星賽後	p-value
IP	51.92 ± 1.54	35.85 ± 10.52	< 0.001***
ERA	3.17 ± 1.08	3.95 ± 3.19	0.002**
K/9	6.74 ± 2.10	6.64 ± 2.34	0.423
BB/9	3.21 ± 0.94	3.44 ± 1.49	0.040*
H/9	7.94 ± 1.51	9.00 ± 3.33	< 0.001***
WHIP	1.24 ± 0.21	1.38 ± 0.47	< 0.001***
FIP	3.82 ± 0.74	3.98 ± 1.01	0.039*
RERA	3.13 ± 1.30	3.88 ± 2.96	0.001**
CERA	3.25 ± 1.04	4.08 ± 2.89	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 68 美國職棒後援投手明星賽前後之表現 (1982-2007, 明星賽前投球局數 55 局以上, n = 181)

	明星賽前	明星賽後	p-value
IP	61.38 ± 6.24	41.31 ± 12.74	< 0.001***
ERA	2.90 ± 0.90	3.53 ± 1.50	< 0.001***
K/9	6.76 ± 2.03	6.67 ± 2.03	0.401
BB/9	3.26 ± 1.14	3.38 ± 1.40	0.266
H/9	7.65 ± 1.30	8.39 ± 1.96	< 0.001***
WHIP	1.21 ± 0.18	1.31 ± 0.28	< 0.001***
FIP	3.72 ± 0.76	4.03 ± 0.96	< 0.001***
RERA	2.79 ± 1.04	3.58 ± 1.78	< 0.001***
CERA	3.00 ± 0.94	3.64 ± 1.55	< 0.001***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

表 69 美國職棒終結者明星賽前後之表現 (1982-2007, 明星賽前後皆 10 次以上救援成功, n = 375)

	明星賽前	明星賽後	p-value
IP	41.13 ± 9.63	33.89 ± 8.01	< 0.001***
ERA	2.85 ± 1.20	3.02 ± 1.31	0.047*
K/9	8.53 ± 2.31	8.53 ± 2.43	0.986
BB/9	3.15 ± 1.44	3.04 ± 1.38	0.175
H/9	7.41 ± 1.55	7.75 ± 1.84	0.002**
WHIP	1.17 ± 0.25	1.20 ± 0.27	0.097
FIP	3.42 ± 0.93	3.42 ± 1.00	0.897
RERA	2.70 ± 1.37	2.86 ± 1.46	0.097
CERA	2.92 ± 1.21	3.12 ± 1.36	0.014*

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

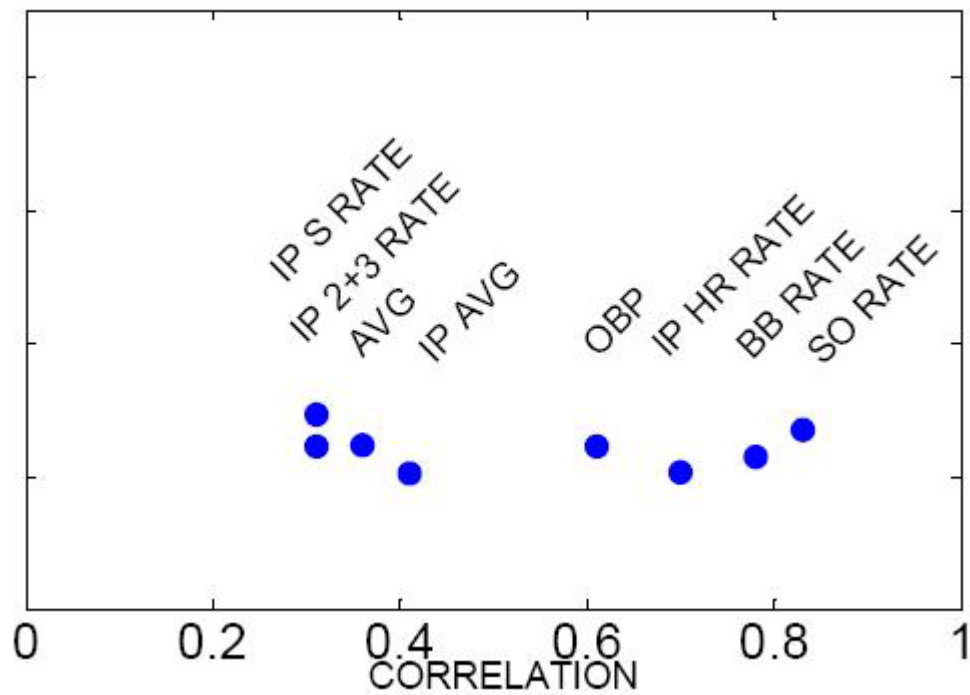


圖 1 2002-2003 年打者數據的相關性 (Albert, 2004)

SO RATE：三振率；

BB RATE：保送率；

IP HR RATE：擊出的球成為全壘打率；

OBP：上壘率；

IP AVG：擊出的球打擊率；

AVG：打擊率；

IP 2+3 RATE：擊出的球二壘安打加三壘安打率；

IP S RATE 擊出的球一壘安打率

