

探究不同尺寸籃球對罰球命中率之表現-以入球角度為例

黃昱誠¹、黃昭銘^{2*}

¹ 國立宜蘭高級中學 ²宜蘭市中山國民小學

*通訊作者: stanely3636@gmail.com

摘要

籃球比賽得分主要透過將籃球在籃球場上將球投入籃框，例如投籃、三分球投籃、灌籃以及罰球方式，然後依照比賽規則獲得對應分數。罰球情況下由於沒有干擾所以選手可以安心出手，然後進球獲得分數，罰球的命中率在籃球比賽扮演著重要的勝負因素之一。本次研究主要探究不同尺寸籃球在進行罰球投籃時，其罰球命中率、入球角度與 Entrance Area 的關係。研究結果顯示籃球尺寸在罰球命中率表現有所不同，而且入球的角度分布也呈現不同。在分析結果中顯示入球角度的大小會影響罰球命中率，而且罰球命中率與 Entrance Area 存在相關性。進一步針對不同尺寸籃球與入球角度表現進行獨立樣本 t 檢定 (Independent t-test)，顯示 6 號球與 7 號球的平均入球角度達顯著差異，研究顯示籃球尺寸、入球角度、Entrance Area 與罰球命中率四者之間存在其關聯性。

關鍵字：罰球、命中率

Exploring the performance of free throw percentage by difference size basketball - a case study of entrance area

Yu-Cheng Huang¹, Chao-Ming Huang^{2*}

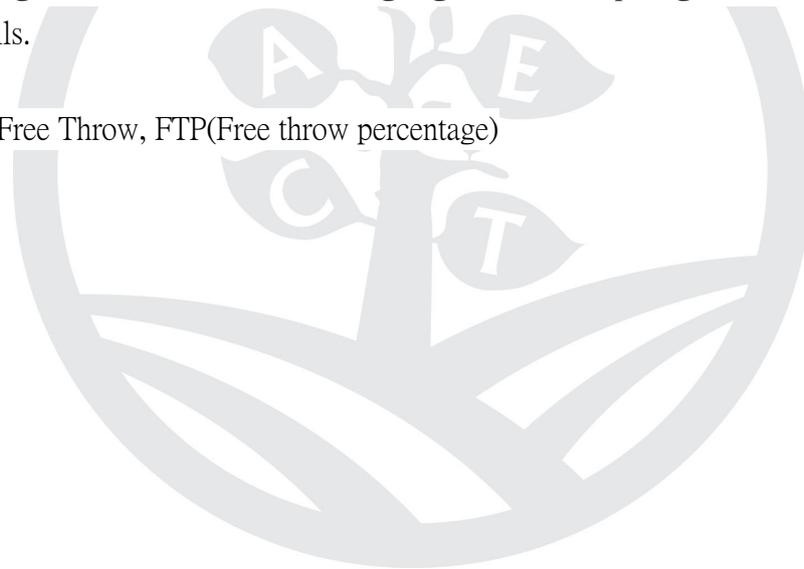
¹ National Yi-Lan Senior High School ² Jhong-Shan Elementary School Yi-Lan

*Corresponding Author: stanely3636@gmail.com

Abstract

Basketball points are scored through shooting, dunks, three-point shots, and free throws. A free throw allows players to shoot with less interference, making it easier to score. Free throw percentage plays an important role in a basketball game. This study explored the relationships among free throw percentage, shooting angles, and entrance area using two different sizes of basketballs. The findings revealed that free throw percentage could be influenced by shooting angles. Additionally, this study demonstrated the relationship between free throw percentage and entrance area. The results of the independent t-test indicated a significant difference in shooting angles when comparing the two different sizes of basketballs.

Keywords: Free Throw, FTP(Free throw percentage)



壹、前言

最近美國職業籃球比賽進入總冠軍賽，參賽的球員們無不使出渾身解數投籃命中得分，例如不同距離、角度投籃、上籃切入得分、灌籃得分、罰球得分等方式。而在比賽中罰球為最容易的得分方式，罰球往往是由於對方球員犯規所造成罰球機會，這種方式不但可以因為對手犯規造成失分，還可以增加犯規球員的犯規次數，一旦超過六次犯規次數該位選手就無法在比賽中繼續出賽，犯規次數過多會造成該位球員在比賽中進行防守時綁手綁腳，更容易造成進攻方成功得分的機會，造成大量失分的機會非常大。

上次參加研討會的時候看到許多探討罰球命中率的相關研究，主要針對罰球進球角度(楊向和 & 陳羿豪, 2023)、不同大小尺寸籃球的命中率關係(陳禹彤, 周禮, & 廖秋瑜, 2023)。進一步了解之後這些研究所採用的研究工具為智能籃球，透過行動科技與應用軟體的協助來偵測籃球進球的角度，相關研究還有針對不同身高在罰球時進球角度的研究(黃昱碩, 鄭宇智, 羅元辰, & 賴胤璋, 2020)。

分析相關資料收集方式，發現都是記錄每一次罰球的角度資料與投籃總次數、記錄空心進球的角度相關數據，與上述文章作者討論中，發現都是研究者擔任投籃者，由於不是籃球選手所以投籃命中穩定性較弱。實際罰球投籃時可能投籃的距離過短，籃球的位置在籃框前緣就已經落下，雖然記錄的角度數據，但是實際上並非有效的罰球狀態，因此容易造成數據的偏差。

本研究嘗試將這些造成數據偏差的資料去除，然後記錄有效的罰球次數與命中數量，然後進一步分析進球角度的命中機率。經過整理本次研究的目的與探討的問題有以下三點

1. 探討籃球尺寸與命中機率的表現。
2. 探討命中機率與Entrance Area關係。
3. 探討不同尺寸籃球與進球角度的差異。

為清楚呈現本次研究架構，將本次研究變因、實驗處理、資料收集與資料分析整理並繪製成研究架構圖(圖 1 所示)。



圖 1. 研究架構圖

從圖 1 研究架構圖來看，本次研究的研究變因有兩個：籃球尺寸(size)與入球角度(Entrance angle)，實驗處理就是進行罰球線投籃(Free throw attempt)，在資料收集過程中紀錄投籃次數與入球角度(Entrance angle)。資料收集結束之後進行分析，包含命中率分析與統計分析，最後再依照分析結果進行研究結果撰寫。

貳、文獻探討

本次研究主要探討籃球罰球命中機率的關係，以下將針對罰球的重要性、智能籃球相關研究、Entrance Area應用三個部分進行說明。

(一)、罰球重要性

籃球比賽最基本判定勝負的依據就是針對參加比賽的兩支隊伍，在規定的比賽時內計算所有透過各種合法的方式將球投入籃框中獲得分數，包含投籃與灌籃(獲得兩分)、三分球(獲得三分)、罰球(獲得一分)等，最後總分最高的隊伍獲得該場次比賽的勝利(國際籃球總會, 2022)。

在籃球場上球員透過戰術、跑位方式為隊友創造無人防守的空檔，協助隊友出手投籃機會，而罰球是最沒有防守干擾的投球機會。在美國籃球協會

(National Basketball Association, 簡稱NBA)的比賽中，往往會利用部分主力球員罰球命中率過低的缺點，在比賽關鍵時刻中採用刻意犯規的方式，讓這些球員失去投籃機會，利用他們罰球命中率的缺點，將原來投籃的2分的情況，換取罰球失誤(可能只有一分，或是兩分全無)，並且可以將進攻權交換，為自己的球隊爭取比賽時間與進攻權。這個案例最著名的球員就是Shaq O'Neil，透過犯規罰球戰術讓許多隊伍可以扭轉戰局，當時還稱這種犯規戰術為「駭客戰術 (Hack-a-Shaq)」(XXL美國職籃聯盟, 2017)。

NBA 當局為了預防這類戰術的應用，在後來的比賽規則中增修限定這類的犯規戰術使用。但是如何界定故意犯規或是犯規行為仍然無法明確界定，但是肯定的是藉由這類案例來看，球員的罰球命中率高低對於比分非常接近的比賽往往扮演勝負的關鍵(Tran & Sliverberg, 2008)。

(二)、智能籃球科技

由於行動科技與穿戴式載具的進步，具有收集資料的行動載具或系統紛紛問世，透過大數據分析提供即時資訊，例如美國大聯盟所使用的Statcast系統，可以針對打擊出去的球分析擊球初速、預測飛行距離等資料。感測器在運動方面舉例來說針對棒球揮棒運動的Zepp揮棒感測器、Motus投手投球感測器、Jingetek的智能棒球、Vert在排球運動方面的應用等(黃昭銘 & 林顯丞, 2018)。謝趙騰、鍾寶弘(2016)則是應用智能感應籃球(94Fifty smart basbetball)比較罰球入球角度與出手速度的關係，透過這些行動載具協助收集資料與分析數據，提供使用者及時的資訊，協助相關日常訓練提高運動表現。

InfoMotion Sports Technologies 在 2013 年推出尺寸分別為 29.5 英吋(7 號)及 28.5 英吋(6 號)兩種不同尺寸智能籃球(94Fifty smart basketball)(圖 2 所示)分別提供給男子與女子比賽使用，重量分別為 600g(7 號) 及 525g(6 號)。



7 號球

6 號球

圖 2. 94fifty 智能籃球

94 智能籃球與有無線充電方式、內建感測器，可以收集籃球在運作時的相關資訊，搭配所開發的應用 app，可以將這些資料進行運算然後呈現在行動載具上面。

94Fifty 智能籃球透過行動載具上面的app可以提供不同的籃球數據，例如入球角度(Shot Arc) (圖3所示)、出手時間(Shot Speed) (圖4所示)、後旋轉速(Backspin) (圖5所示)等數據。

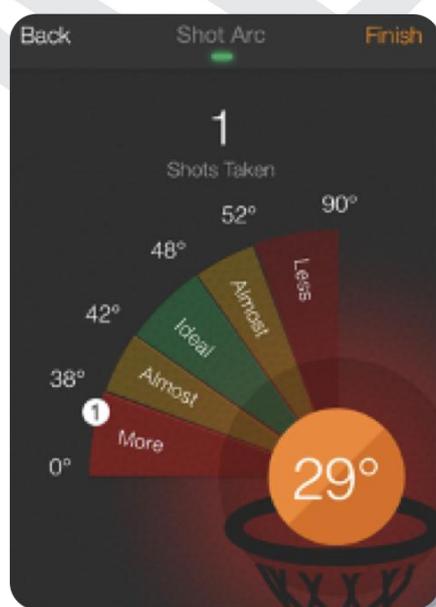


圖 3. 入球角度介面

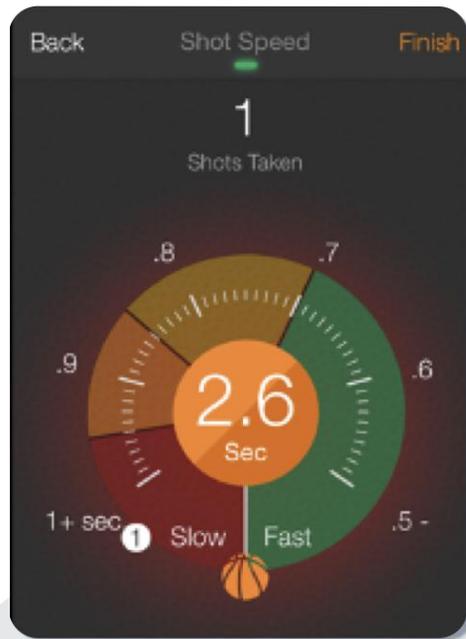


圖 4. 出手時間介面

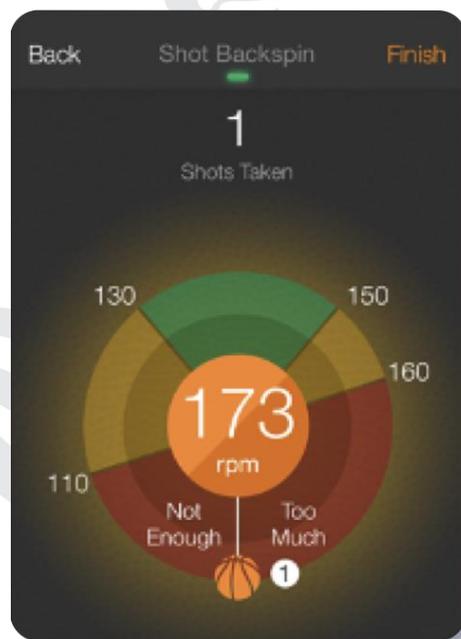


圖 5. 後旋轉速介面

在操作之前研究者可以針對投籃的距離、選手身高基本資料進行設定，本次研究主要探討入球角度表現，所以僅採用入球角度數據進行分析與比較。

(三)、Entrance Area

本次研究主要探究籃球尺寸與罰球命中率、進球角度的關係，雖然已經有許多研究探討影響罰球命中率的關係，包含心理因素、技術因素等，但是先前的

研究針對進球角度提出的理論包含 Entrance Area(Okazaki & Rodacki, 2012; Okazaki, Rodacki, & Satern, 2015) 以及 Margin of Error(Khlifa et al., 2012)這兩個概念。

以下引用黃昱碩、鄭宇智、羅元辰&賴胤璋(2020)文章中第五頁的圖 1 中以圖示方式呈現[籃球入射角度與 Entrance Area 關係圖]進行輔助說明(圖 6 所示)。

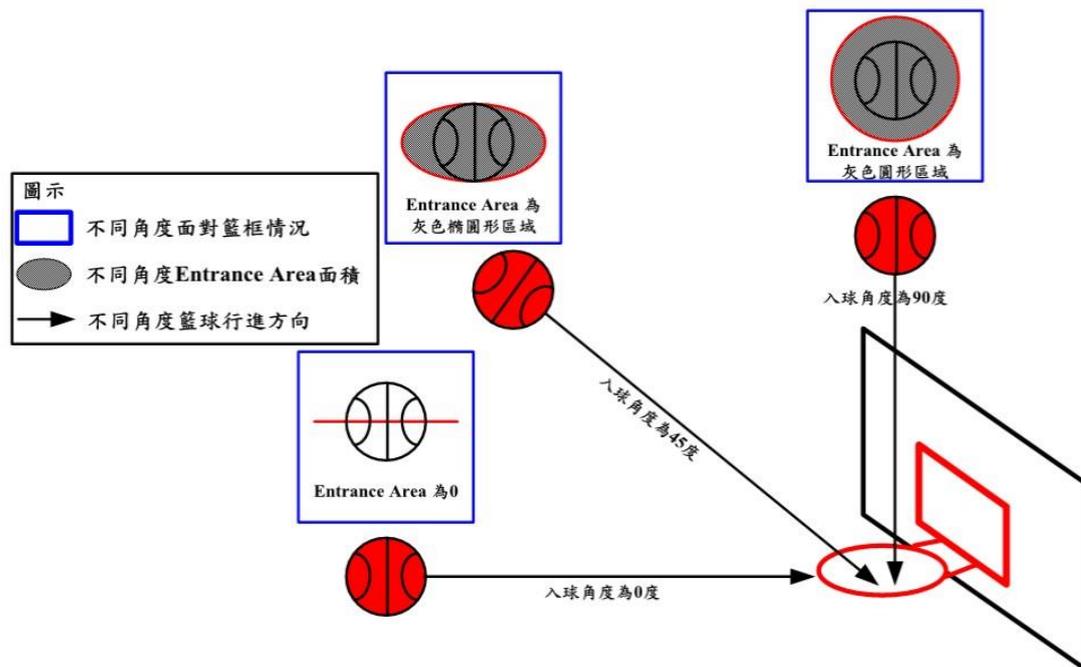


圖 6. 籃球入射角度與 Entrance Area 關係圖¹

依照上述概念，假設籃球上面有雙眼睛可以正視籃框，當球員站在罰球線上，面對籃框投出籃球後，籃球在不同角度下看到的籃框形狀有所不同，舉例來說如果角度為零的話，籃球直接看到籃框外緣的鐵框(圖 6 左下方藍色框線灰色區塊)，如果是 90 度的話，可以看到圓形的籃框(圖 6 右上方藍色框線灰色區塊)，籃框內的面積就是所謂的 Entrance Area 或 Margin of Error。

這些灰色區域大小便是會影響籃球進入籃框的通過範圍，如果灰色區域越大，則比較容易進球。這類似在夜市遊戲中將乒乓球投入圓形開口的玻璃缸中，

^{1 2} 圖片引用自黃昱碩，鄭宇智，羅元辰，& 賴胤璋. (2020). 運用智能籃球與感應器探討不同高度下罰球空心球與進球角度的關係. 教育科技與學習, 15, 1-26.

如果圓形開口大，則乒乓球容易投入，如果開口小則困難度增加。

黃昱碩、鄭宇智、羅元辰&賴胤瑋(2020)曾經針對先前研究資料並透過實驗估算不同角度下所Entrance Area的面積，資料整理後如表1所示。

表 1.不同入球角度下 Entrance Area 面積一覽表²

	90 度	60 度	45 度	32.5 度	0 度
長軸(半徑 in)	9 英吋	9 英吋	9 英吋	9 英吋	9 英吋
短軸(半徑 in)	9 英吋	7.425 英吋	6.075 英吋	4.855 英吋	0
表面積(in ²)	81π	66.825π	54.675π	43.695π	0

從表 1 來看，舉例來說如果以 7 號尺寸的籃球來看，其半徑值為 4.715-4.755 英吋，當入球角度為 32.5 度的時候，籃框的短軸半徑為 4.855 英吋，如果是 45 度時則為 6.075 英吋，顯示短軸的距離有較寬裕的空間讓籃球進入籃框，Margin for error 較高，如果是 32.5 度時 Margin for error 較小，顯示投籃的精準度要更高。

當入球的角度為45度時這時候的Entrance Area面積大小為 $54.675\pi \text{ in}^2$ ，7號球的球心的截面積為 $22.23\pi \text{ in}^2$ - $22.61\pi \text{ in}^2$ ，將Entrance Area減去球心截面積後，所剩下的差($32.455\pi \text{ in}^2$ - $32.06\pi \text{ in}^2$)就是Margin for error。

換言之，Entrance Area形狀為橢圓形，可以藉由數學公式的套用可以算出比較精準的面積大小。假設長軸的半徑(r)為固定，短軸會依照入球角度而有所不同，依照三角函數關係可以算出短軸的對應長度 $r \cos\theta$ ，其橢圓形面積公式如下：

$$\text{橢圓形面積} = \pi \times \text{長軸} \times \text{短軸} = \pi \times r \times r \cos\theta = \pi r^2 \cos\theta$$

透過上述的數學公式可以算出不同角度的橢圓形面積(Entrance Area)，然後減去籃球經過球心截面積，可以算出 Margin for error。當 Margin for error 大，對於選手罰球的容錯率會增加，當 Margin for error 變小，選手的容錯率越小，對於

選手投籃的精準度要求越高(黃昭銘、劉孟竹、鄭文玄、賴胤瑋，2018；翁梓林 & 謝志鍵，2004)。

(四)、總結

綜合上述，罰球得分在籃球比賽扮演重要角色，透過科技的協助可以進一步了解選手罰球時的入球角度資料，結合Entrance Area的概念可以協助選手調正罰球入球角度，進一步提高罰球命中率。基於上述概念，本次研究主要透過不同尺寸的(7號球與6號球)智能籃球收集罰球入球角度數據，進一步分析比較不同尺寸籃球與入球角度(Entrance Area)命中率的機率關係。

參、研究實施與設計

本次研究主要探討不同尺寸智能籃球與入球角度機率的關係，本章節將分成一、研究工具、二、研究樣本、三、資料收集三個部分進行說明。

一、研究工具

本次研究主要探討不同尺寸智能籃球與入球角度機率的關係，所使用的工具為由InfoMotion Sports Technologies在2013年推出尺寸分別為29.5 英吋(7號)及28.5 英吋(6號)兩種不同尺寸智能籃球(94Fifty smart basketball)(圖2所示)。資料收集與呈現則是配合廠商專門開發給這款產品使用的app。

在實際操作前研究者可以事先設定投籃的距離，以本研究主要是探究罰球時的入球角度，所以距離選項則設定為「free throw」，當智能籃球與行動載具透過藍芽方式進行連結後，便可以開始進行投籃任務，每一次投籃後都會在app介面內呈現該次投籃時入射角度(圖7白色圓圈所示)。

這款 app 為了提供即時的資訊給使用者立即回饋，在 app 畫面上面特別將入球角度的範圍劃分五個區塊，分別為 0 度-38 度之間為(More)，38 度-42 度之間為(Almost)，42 度-48 度之間為(Ideal)，48 度-52 度之間為(Almost)，52 度-90 度之間為(Less)(圖 7 所示)。

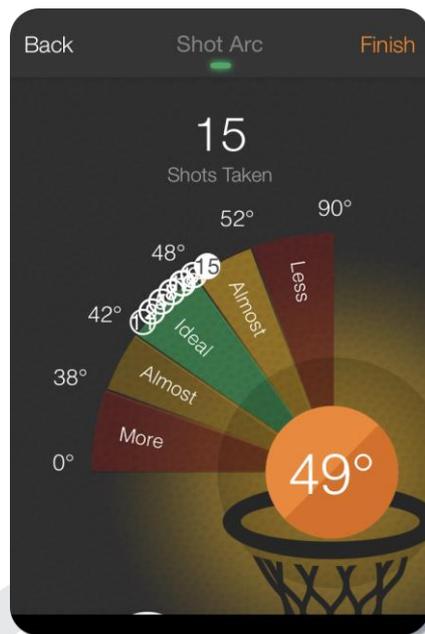


圖 7. 入球角度資料示意圖

藉由入球較度範圍所提供的資訊讓使用者可以快速了解入球角度，提供使用者即使反饋然後立刻修正投籃動作，提高命中機率。當練習投籃結束之後，app 還會將所有練習投籃入球角度進行統計，並透過長條圖方式呈現，提供使用者對於該次練習的成果並評估練習成效並提出未來訓練規劃(圖 8 所示)。



圖 8. 入球角度統計圖範例

依據 Abdelrasoulb, Mahmoudc, Stergioua, & Katza (2015)對 94Fifty 智能籃球]

所收集的入球角度數據與當時常使用的 Dartfish 影像分析所得入球角度數據進行的信度分析，研究結果顯示其 Chronbach $\alpha=0.998$ 顯示兩種方式所得的數據有其一致性。

二、研究樣本

有鑑於先前研究主要採用研究者即是受測者，大多數受測者大都非專業的籃球員，所以本次研究樣本則是由先前擔任宜蘭高中籃球校隊校友、曾經參與過國內社會組籃球比賽的正規籃球選手為本次研究受測者。

三、資料收集

資料收集主要讓受測者進行罰球線投籃，受測者可以依照個人喜好決定籃球尺寸投籃的先後順序，正式資料收集之前受測者可以依照自己的狀況進行熱身與練習投籃，受測者一切準備就是主動告知研究者開始進行正式受測。

本次受測地點為室內標準比賽專用籃球場，籃框高度與大小完全符合比賽規則內容，此外，採用室內場地主要是避免天氣因素的影響。

受測者開始進行施測後可以按照個人投籃節奏進行投籃，由於本次研究主要探究罰球進球時的入球角度，在資料收集過程中沒有進球、或是碰到籃板反彈進球的結果都不列入本次研究所要紀錄完成 20 次罰球投籃空心進球數與入球角度，實際資料收集如圖 9 所示。



圖 9. 資料收集情境示意圖

肆、研究結果

本次資料收集包含兩種不同尺寸籃球完成20次罰球時空心球進球所需要的投籃次數、投籃是否進球、以及每次投籃後的入球角度。資料收集後開始進行資料分析，資料分析結果將針對描述性統計資料、相關性分析與比較分析三個部分進行說明。

1.描述性統計資料

本次研究針對不同尺寸籃球進行罰球進球資料收集，6號球完成25次投籃完成20個空心進球，7號球則完成27次投籃才完成20次空心進球，換言之6號球的進球機率約為20/25約為80%，而7號球進球機率約為20/26約為76.9%。

針對不同尺寸籃球的所有投籃的入球角度資料經過整理後繪製成入球角度次數分佈圖(如圖 10 所示)。從圖 10 發現 7 號球入球角度集中在 47 度與 48 度總共 15 次(佔全部 57.7%)，6 號球則是以 46 度、47 度與 48 度總共 14 次(佔全部 56%)。

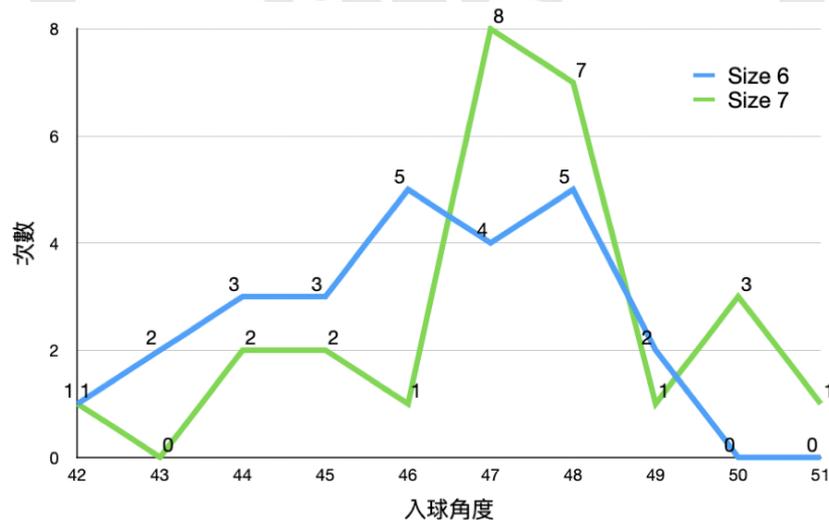


圖 10. 入球角度分佈圖

為了進一步分析實際入球角度狀況，將所收集到20次空心命中的入球角度進行繪製分佈圖，如圖11所示。圖11為依照不同尺寸籃球的所有20次空心進球的入球角度次數統計圖中，結果發現7號球入球角度集中在47度與48度總共13次(佔

全部65%)，6號球則是以46度、47度與48度總共14次(佔全部70%)。

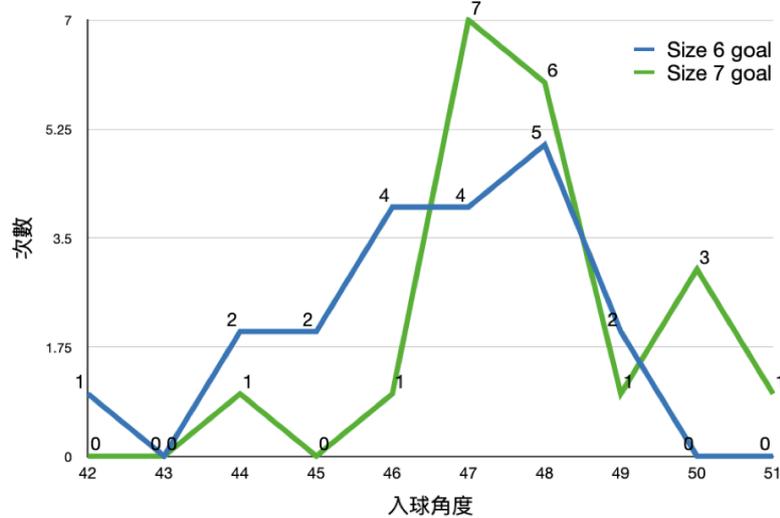


圖 11.空心球入球角度分佈圖

2.相關性分析

為了進一步探討不同尺寸籃球的進球機率與 Entrance Area 的關係，在文獻探討時當入球角度增加時，其 Entrance Area 的面積為會增加，Entrance Area 面積增加時其 Margin of error 也會增加，換言之當 Entrance Area 面積加大時進球的機率會增加，為了呈現兩者的關係，將入球角度投籃數目與空心進球數目整理成不同入球角度百分比並繪製成圖 12。圖 12 顯示 7 號球入球角度較高的進球機率分佈在 46 度到 51 度之間(85.7~100%的命中機率)。6 號球的部分則是分佈在 44 度到 49 度之間(66.7~100%的命中機率)。

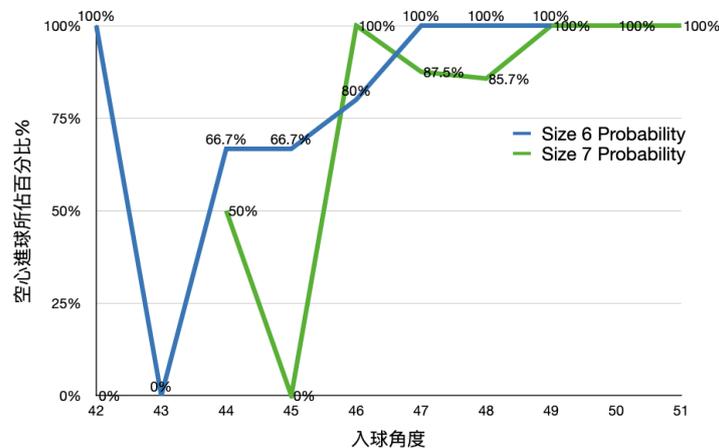


圖 12.空心球入球角度命中率分佈圖

在94Fifty智能籃球的app中將入球的理想角度設定在42度~48度之間，本次受測者的罰球入球角度大多集中在42度~48度之間，顯示受測者在罰球時有較高的穩定性，在6號球的數據中僅有2球入球角度為49度，其餘18次則分佈在42度~48度之間(佔90%)。7號球的部分則是有1球入球角度為49度，3球入球角度為50度，1球入球角度為51度，其餘15次則分佈在42度~48度之間(佔75%)。這個現象可能顯示受測者可能為了增加罰球命中機率，當使用7號球的時候會增加入球角度來獲得較多的Entrance Area面積，增加罰球命中率。

當使用 6 號球的時後，在相同的入球角度時，6 號球的 Margin of error 比 7 號球的 Margin of error 大，所以不需要增加入球角度來提高 Entrance Area 面積來換取較高的命中率。

為了進一步探討命中率與 Entrance Area 是否存在相關性，透過 SPSS 統計軟體進行 Pearson 相關性分析，相關性分析主要是針對所有的罰球資料包含籃球尺寸、進球狀態、入球角度進行相關性分析，結果製作成表 2。

表 2.不同入球角度與 Entrance Area 相關性分析一覽表(n=51)

	Size	進球狀態	入球角度
Size			
進球狀態	0.052		
入球角度	0.291*	-0.409**	

* p<.05, ** p<.01

從表 2 來看，籃球尺寸與入球角度達顯著相關，入球角度與進球狀態也達顯著相關，由分析結果來看入球角度與籃球尺寸大小顯著相關，入球角度也與是否進球也達顯著相關。

3.比較分析

為了進一步探討不同尺寸籃球的空心進球的角度是否呈現顯著差異，因此進行比較平均數分析方式，本次採用的平均數比較分析的統計方式為獨立樣本 t 檢定(Independent t-test)，經過 SPSS 統計軟體進行獨立樣本 t 檢定，並將結果繪製

成表 3。

表 3.不同入球角度與籃球尺寸比較分析一覽表(n=40)

	入球角度平均值	標準偏差	T-value
Size 6	46.5	1.821	2.492*
Size 7	47.85	1.599	

* p<.05

從表 3 來看，兩種尺寸籃球入球角度的平均值分別為 6 號球 46.5 度，7 號球 47.85 度，經過獨立樣本 t 檢定(Independent t-test)分析後所得的 t-value 為 2.492，結果顯示 6 號球與 7 號球的平均入球角度達顯著差異，顯示 6 號球的入球角度比較低，而 7 號球的入球角度比較高。

伍、討論

本次研究主要探究不同尺寸籃球與罰球命中率，以及不同入球角度的研究，研究結果顯示在完成 20 次空心進球整體表現上，從描述性統計資料顯示兩種尺寸籃球的命中率分別為：6 號命中率為 80%，7 號球則為 76.9%。

在探討入球角度與命中率關係中，7 號球入球角度的命中率部分主要集中在 47 度與 48 度總共 13 次(佔全部 65%)，6 號球則是以 46 度、47 度與 48 度總共 14 次(佔全部 70%)。其中 7 號球入球角度較高的進球機率分佈在 46 度到 51 度之間(85.7~100%的命中機率)。6 號球的部分則是分佈在 44 度到 49 度之間(66.7~100%的命中機率)。

為了進一步瞭解入球角度、進球狀態、籃球尺寸彼此間的相關性，透過 Pearson 相關性分析發現籃球尺寸與入球角度達顯著相關，入球角度與進球狀態也達顯著相關，由分析結果來看籃球罰球的入球角度與籃球尺寸大小顯著相關，入球角度也與是否進球也達顯著相關。

透過相關性分析結果來看，入球角度的大小會影像罰球命中率，入球角度與籃球尺寸之間也存在顯著相關，這個結果可能顯示罰球命中率與 Entrance Area 存在相關性，針對 Entrance Area 的與罰球命中率的關係可能還需要進一步的研究。

針對不同尺寸籃球入球角度表現的比較，本次研究採用獨立樣本 t 檢定 (Independent t-test)，結果顯示入球角度平均值分別為 6 號球 46.5 度，7 號球 47.85 度，分析後所得的 t-value 為 2.492，顯示 6 號球與 7 號球的平均入球角度達顯著差異，顯示 6 號球的入球角度比較低，而 7 號球的入球角度比較高。

陸、結論

本次研究主要探究不同尺寸的籃球在罰球命中機率的表現，以及與入球角度的關係。由於本次受限於受測者僅有一人，研究結果僅以此次研究所收取到有限的數據進行分析，若要引用本次研究結果須考量上述的局限性並謹慎引用。

本次研究發現兩種尺寸的籃球在罰球命中率表現有所不同，而且入球的角度分布也呈現不同。在進一步分析中顯示入球角度的大小會影響罰球命中率，而且罰球命中率與 Entrance Area 存在相關性。

進一步針對不同尺寸籃球入球角度表現透過獨立樣本 t 檢定 (Independent t-test)，顯示 6 號球與 7 號球的平均入球角度達顯著差異，顯示 6 號球的入球角度比較低，而 7 號球的入球角度比較高。

本次研究結束後針對籃球尺寸與入球角度的變化進行與研究樣本進行訪談，研究樣本指出依照他的經驗，可以透過將入球角度提高方式來增加命中率，這樣的現象則可以解釋本次研究所發現籃球尺寸、入球角度、Entrance Area 與罰球命中率的關係。

未來進一步相關研究可以透過增加受測者人數、提高空心進球數量、透過不同性別受測者等方式增加數據量來提高研究結果的可信度。相關研究結果可以提供未來體育教學或是日常訓練參考，透過數據即時呈現協助教學 (Swedberg, 2013)，提高學生與選手在籃球運動中罰球的表現。

參考文獻

XXL 美國職籃聯盟 (Producer). (2017). 「駭客戰術」是如何興起的?. Retrieved from <https://www.xlbasketball.com.tw/article/496>

- 翁梓林、謝志鍵(2004)。兩種不同拋物線軌跡對籃球投籃動作之運動學探討。國立臺北師範學院學報，17，頁519-534。
- 國際籃球總會.(2022). 2022 國際籃球規則、二、三人裁判法 (王聲葦, Trans.): 中華民國籃球協會.
- 陳禹彤, 周禮, & 廖秋瑜. (2023). 一決雌雄---以男女用籃球在定點罰球命中率的差異為例. Paper presented at the 2023第十四屆教育創新國際學術研討會.
- 黃昭銘, & 林顯丞. (2018). 行動資訊科技在體育活動應用經驗分享. 學校體育, 168, 113-128.
- 黃昭銘、劉孟竹、鄭文玄、賴胤瑋(2018)。智能籃球運用於罰球入球角度之研究初探—以大專男子籃球隊為例。教育科技與學習, 15, 1-26.
- 黃昱碩, 鄭宇智, 羅元辰, & 賴胤瑋. (2020). 運用智能籃球與感應器探討不同高度下罰球空心球與進球角度的關係. 教育科技與學習, 6, 127-144。
- 楊向和, & 陳羿豪. (2023). 探究不同投位置之進球角度-以智能籃球為例. Paper presented at the 2023第十四屆教育創新國際學術研討會, 新竹:國立清華大學.
- Abdelrasoulb, E., Mahmoudc, I., Stergioua, P., & Katza, L. (2015). The accuracy of a real time sensor in an instrumented basketball. *Procedia Engineering*, 112 , 202-206.
- Khelifa, R., Aouadi, R., Hermassi, S., Chelly, M., Jlid, C., & Gabbett, T. (2012). Kinematic adjustments in the basketball free throw performed with a reduced hoop diameter rim. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 7, 371-381. doi:<https://doi.org/10.1260/1747-9541.7.2.371>
- Okazaki, V. H. A., & Rodacki, A. L. F. (2012). Increased distance of shooting on basketball jump shot. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 231-237.
- Okazaki, V. H. A., Rodacki, A. L. F., & Satern, M. N. (2015). A review on the basketball jump shot. *Sports Biomechanics*, 14(190-205). doi:<https://doi.org/10.1080/14763141.2015.1052541>
- Swedberg, C. (2013). Smart basketball helps athletes sharpen their skills, RFID Journal.
- Tran, C. M., & Sliverberg, L. M. (2008). Optimal release conditions for the free throw in men's basketball. *Journal of Sports Sciences*, 26 , 1147-1155.