

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

Exploring the Relationship Between Individuals' Height and Free Throw Percentage - A Case Study of Smart Basketball

黃昱碩¹、鄭宇智¹、羅元辰¹、賴胤璋²

HUANG, YU SHOU¹ JHENG, YU JHIH¹ LUO, YUAN CHEN¹ LAI, YIN WEI²

¹ 國立宜蘭高中

¹ National YiLan Senior High School Student

E-mail : arthur2019260@gmail.com, joe0905014181@gmail.com,
thomas930405@gmail.com

² 新北市市立榮富國小

² Rongfu Elementary School, Xinzhuang District, New Taipei City

E-mail : puta0612@yahoo.com.tw

摘要

罰球訓練為現代籃球重要的訓練課程之一，藉由罰球所累積的分數往往在籃球比賽中扮演關鍵的角色。有關提高罰球命中率相關研究指出入球角度與命中率有所關聯性，理想的進球角度大約介於42-48度之間。本研究主要探討在不同身高下罰球角度的關係，並嘗試運用新型的資訊科技來進行實驗，並透過新型資訊科技智能籃球進行資料收集與即時反饋。研究樣本為同一位身高為170公分男性，透過木板疊放的方式進行身高調整，分別為180公分與190公分。經由實驗發現，身高的確會影響空心球的進球角度，高度170公分的進球區間集中於42度-48度之間，180公分進球區間集中於38度-41度之間，190公分時進球區間集中於39度-42度之間。透過one-way ANOVA與事後比較統計方式發現身高170公分的平均進球角度高於180公分的平均進球角度並達顯著差異，而170公分的平均進球角度高於190公分的平均進球角度達顯著差異，但是180公分與190公分的平均進球角度則無顯著差異。

關鍵字：智能籃球、罰球命中率、籃球入射角

Abstract

Basketball free throw training is an important issue in modern basketball game. The ideal free throw entrance angle is 42-48 degree. This study tried to explore the relationship between individuals' height and the free throw entrance angle. The sample is a male whose height is 170cm. In order to create different height, the sample stand on different height stacked wooden blocks (10cm and 20cm). The finding showed that the entrance angle of free throw might vary by height. By means of one-way ANOVA, this study revealed that the individual's height played an important role in entrance angle.

Keywords : smart basketball, free throw percentage, Entrance angle

壹、前言

在籃球比賽中，投籃的命中率是一項極為重要的指標，尤其是在罰球時，由於只能定點投籃，在沒有對手的干擾，不用依靠隊友協防或是利用個人單打技巧，例如上籃等，僅能靠球員本身投籃的穩定性與準確性。罰球的重要性在當代籃球由其重要，舉例來說，在籃球殿堂最高的賽事NBA(National Basketball Association)中，在關鍵時刻，往往扭轉劣勢而採取的戰略之一就是針對對手中罰球命中率不高的球員，如俠客歐尼爾，進行戰術犯規，強迫該球員罰球，以減少失分(即為駭客戰術)。透過戰術不但可以凍結比賽時間，更重要是將對手得分降到最低，扭轉比分落後劣勢進而反敗為勝(Khlifa et al., 2012)。

換言之，運用這種戰術犯規，可降低對手進攻得分，並取得球權以及延長比賽時間來獲得更多的得分機會。雖然在2016年時，NBA透過修改規則來削弱駭客戰術，但仍有不少球隊持續將其運用在比賽中取得勝利，例如馬刺隊的波波維奇教練就時常運用，透過犯規戰術來縮短落後時的比分差異。雖然新規則限制駭客戰術的使用，但是在比賽前期、中期仍然可以運用駭客戰術來降低對手得分，將比分拉鋸縮小，待關鍵時刻運用其他策略扭轉局面，要真正解決駭客任務所帶來的傷害，根本之道只有練好罰球這一條路，讓對手無法透過這類戰術來反敗為勝。

針對提高罰球命中率，已有相關研究佐證，罰球時空心球命中率最高的投

球角度(即理想進球角度)，約為45度角，但每位球員的身高不盡相同，本研究主要探究不同身高是否會影響最佳投球角度，因此就投球時的高度來作為本次實驗的操作變因，探討不同高度下的罰球進球角度是否有所差異。

貳、文獻探討

一、資訊與運動科技

每一場籃球比賽最終勝負的關鍵取決於兩支賽隊終場時的比分，分數較高者為該場比賽的獲勝隊伍，因此比賽過程中不論是兩分球、三分球或是罰球命中每一分都非常重要，而罰球情境是球員在最不受到干擾下的得分機會。

近年來，除了跳躍力、運球能力以外，罰球命中率也逐漸成為一項重要的指標，根據統計，NBA球員中，約有三分之一罰球命中率低於70%，而身材高大的中鋒，多數罰球命中率都不高，如張伯倫、歐尼爾，罰球命中率都低於60%，這也導致了駭客戰術的產生。為了提高罰球命中率，國外開始出現影響罰球命中率的相關研究，大多數研究主要探討出手角度與速度(Khlifa et al., 2012)，對於身高與進球角度的研究則較少探討，因此本研究嘗試以身高作為研究方向進行實驗。

如何提升罰球命中率已經有許多相關研究進行與發表，過往若是想要測量投籃時的角度，受測者身上需要配戴許多光點，透過高速攝影機等設備與分析軟體來進行測量與分析。這些額外的穿戴裝置往往與真實的比賽情境有所出入，例如比賽時選手身上並不會配戴光點設備。

隨著科技日新月異，行動科技與資訊傳輸方式進步，各式的科技產品也不斷推陳出新，例如人工智慧、大數據、虛擬實境，幫助人們完成更多的任務，縮減了許多時間成本，並降低了需求的技術操作門檻，妥善運用它們便可輕鬆達到目的(林玫君, 2018; 黃昭銘 & 林顯丞, 2018)，例如利用行動載具與App就可以進行資料收集與分析，本研究即是以94fifty智能籃球感應器與平板電腦來進行實驗數據收集。

二、 Entrance Area 與罰球命中率

相關研究指出籃球進球角度與命中率的關係，針對籃球於不同的角度下進框時的情況，相關研究將籃球入框時所看到的籃框區域大小稱為Entrance Area(Okazaki & Rodacki, 2017)或是Margin for Error(Khlifa et al., 2012)。黃昭銘、劉孟竹、鄭文玄、賴胤璋(2018)針對Entrance Area與罰球入球角度的關係繪製成籃球入球角度與Entrance Area關係圖(如圖1所示)，為了更清楚呈現該圖的實際情況，本研究針對入球角度0度、45度與90度拍攝實際照片並繪製成表1。

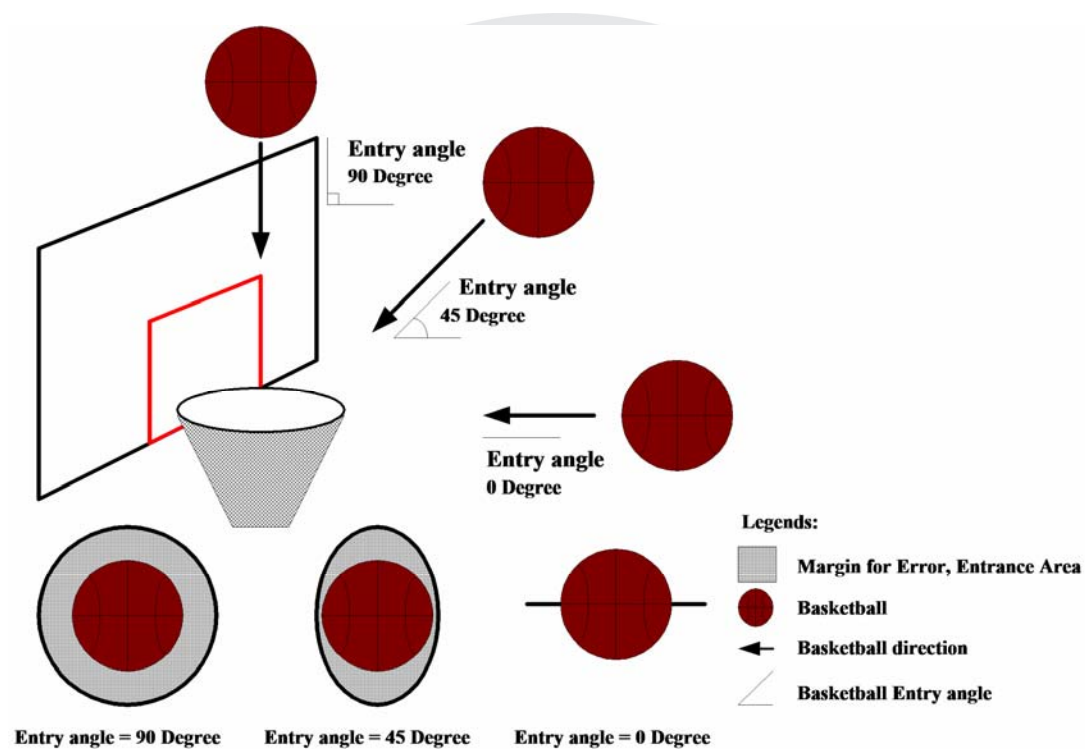


圖1、籃球入射角度與Entrance Area關係圖¹

從圖1來看，假設籃球上面有眼睛的話，當球面向籃框呈現零度的時候，眼睛與框呈一直線，是沒有看到任何Entrance Area (Margin for Error)，當球與框的角度呈90度的時候，可以看到框與球的關係，這時Entrance Area(灰色區域)是最大，隨著進球角度的減少Entrance Area也越來越小，到零度時已經沒有任何Entrance Area(請參閱表1所示)。

¹本圖摘自黃昭銘、劉孟竹、鄭文玄、賴胤璋(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，6，頁 132。該圖已經獲得作者授權使用。

表1、各進球角度下籃框的Entrance Area示意圖

入射角度	示意圖	簡介
0度		當0度時，籃球直接撞擊籃框，此時 Entrance Area為0，容錯率為0，無法進球。
45度		45度時，Entrance Area呈現橢圓型，明顯較0度時來的大，容錯率也較高，進球率較高。
90度		90度時，Entrance Area為整各籃框原來的圓面積，此時Entrance Area最大，球必定進框。

先前已有相關研究指出如果提升理想入球角度(45度)的命中率與穩定性，對於整個罰球命中率會有所提升(黃昭銘，劉孟竹，鄭文玄，& 賴胤璋，2018)。

本研究主要透過具有行動傳輸與感應器的智能籃球進行數據收集，透過即時的資料分析探究不同身高的受測者在罰球時入球角度的不同。

參、研究實施與設計

一、研究方法

本研究發現，過去的實驗僅有距離與出手角度等相關研究，而關於身高的影響之研究較少，因此我們決定以身高作為實驗的操作變因。

每位籃球選手的身高都不盡相同，每位籃球選手最容易投出空心球的角度推測也應會存在部分差異，本研究以一位身高約170公分的組員作為受測者。此外，為了模擬不同身高，本研究使用每塊高2.5公分的木板進行疊放，第一次為受測者直接投(高度170公分)，第二次則墊了四塊木板(模擬高度170公分+10公分=180公分，如圖2所示)，最後一次則是墊八塊木板(模擬高度170公分+20公分=190公分，如圖3所示)，透過木板疊放使每次測量約有10公分的身高高度差距以進行比較。



圖2、增高十公分



圖3、增高二十公分

為求實驗結果的準確，測試的籃框是位於室內體育場的標準籃框，不會受到風向等外力干擾，且受測者每投半小時後會有一段約10分鐘的休息時間，以免因疲勞而導致命中率降低造成實驗結果準確性降低。

為了提高實驗的準確性，本次研究主要紀錄罰球進球角度，進球的判定依

據就是以空心球命中為本次分析資料，如果在罰球中不是直接進球者則判定為無效數據，例如反彈球雖然有數據但是角度已經不是進球地當時角度因此判定為無效數據，此外沒有命中的數據也判定為無效數據。

受測者投球後(如圖4所示)，其餘組員將資料記錄在表格中，每個高度(170公分、180公分與190公分)分別紀錄50次空心球的投球角度，和所有反彈進球的角度，於測試完畢後，再利用Excel統整實驗數據並探討實驗之結果與誤差，收集實驗數據製成表格，比較不同身高下最容易投出空心球的角度是否會有所差異，以及各角度下何種高度進球數最多。



圖4、投球示意圖

二、研究工具

有關研究工具的部分，採用94fifty智能籃球做為測量工具(如圖5所示)，該感應器是在籃球中裝設感應設備，採用無線充電的方式進行充電。當受測者進行投籃時會將數據透過藍芽傳輸至行動載具，搭配專用的應用程式，來接收受測者每次投球進球角度的數據。相關研究指出智能籃球與傳統方式所收集的資料有顯著相關性，顯示透過智能籃球所收集的資料有一定的準確性(Abdelrasoulb, Mahmoudc, Stergioua, & Katza, 2015)。



圖5、智能籃球示意圖

本次智能籃球透過即時的資料傳輸與分析，讓研究者可以立即記錄每次投籃的入球角度，將資料轉換成可視化資料如圖6與圖7所示。



圖6、94fifty進球角度資料示意圖

圖7顯示該應用程式會即時呈現每次入球角度資料，橘色的圓圈數字則是當次的進球角度數據，白色圈的數字則是投球進球的順序紀錄。



圖7.、94fifty進球角度統計資料示意圖

當受測結束後應用程式會立即呈現本次測試進球角度統計資料(如圖7所示)，該應用程式已經將進球角度進行劃分五個區間，分別從0-37度，38度-41度，42度-48度，49度-52度與53-90度。應用程式會將0-37度的進球歸類為Too low，42度-48度為Ideal，當進球角度為53度-90度則歸類為Too much。

肆、結果與討論

本次實驗數據收集之後將進行相關統計分析，研究發現的部分將針對描述性統計資料與不同身高表現差異兩個部分進行說明。

一、描述性統計資料

透過94fifty智能籃球感應器，本研究依照94fifty所設定之區間(0-37)、(39-41)、(42-48)、(49-52)、(53-90)將資料進行描述性統計分析，並依照各區間不同身高與進球數繪製成數張區間表格。

表2為0-37度的進球數資料，因本次研究最小的進球角度為25度，所以表2

僅列出25度-37度的進球數。

表2、不同身高在25-37度進球數統計分析表

進球 角度	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
170 公分	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2
180 公分	0	0	0	1	0	1	2	3	0	0	2	2	4
190 公分	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	1	2

從表2來看，170公分進球角度區間為34度-37度，180公分進球區間則為28度-37度，190公分時進球區間則為34度-37度之間，進球率也隨著角度提升而跟著提高。

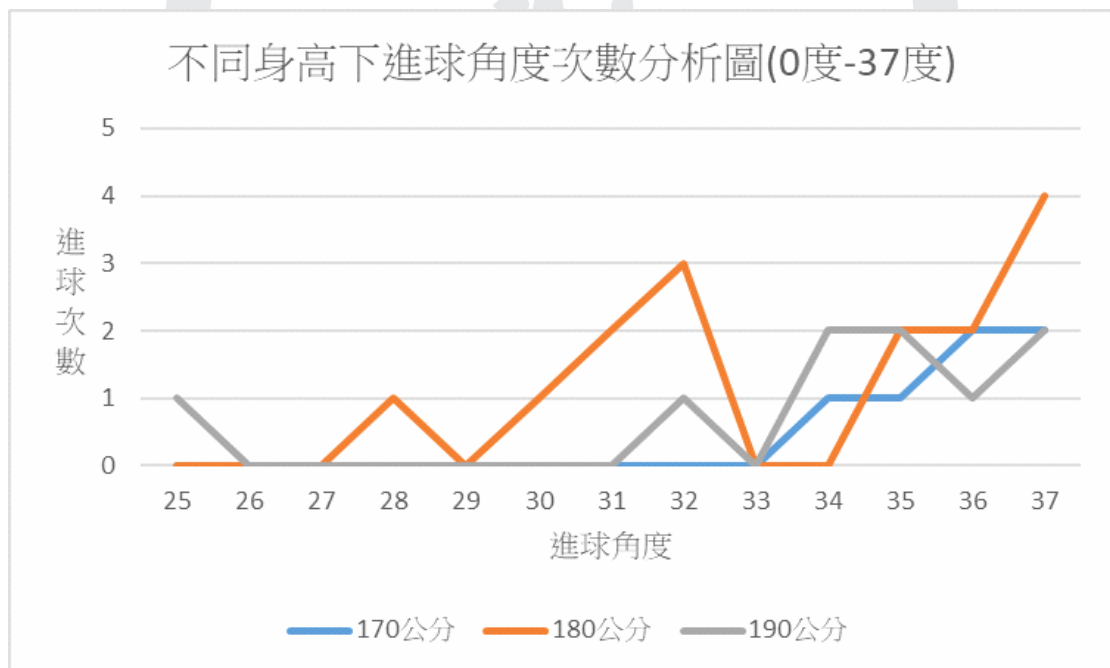


圖8、不同身高在25-37度進球數統計圖

從圖8可得知，進球角度在30度以下時，由於Entrance Area十分狹窄，不管何種高度，進球的機會都是極低的，而30度以上就有了明顯的增長。

表3、不同身高在38-41度進球數統計分析表

進球角度	38	39	40	41
170公分	1	0	1	4
180公分	2	3	3	6
190公分	0	5	2	8

針對38-41度區間進球數進行資料整理並繪製成表3與圖10，從表3來看，170公分進球角度範圍為40度-41度，180公分進球範圍為為整段區間，190公分時進球範圍則為39度-41度之間，本研究發現180公分進的球多集中於此範圍。

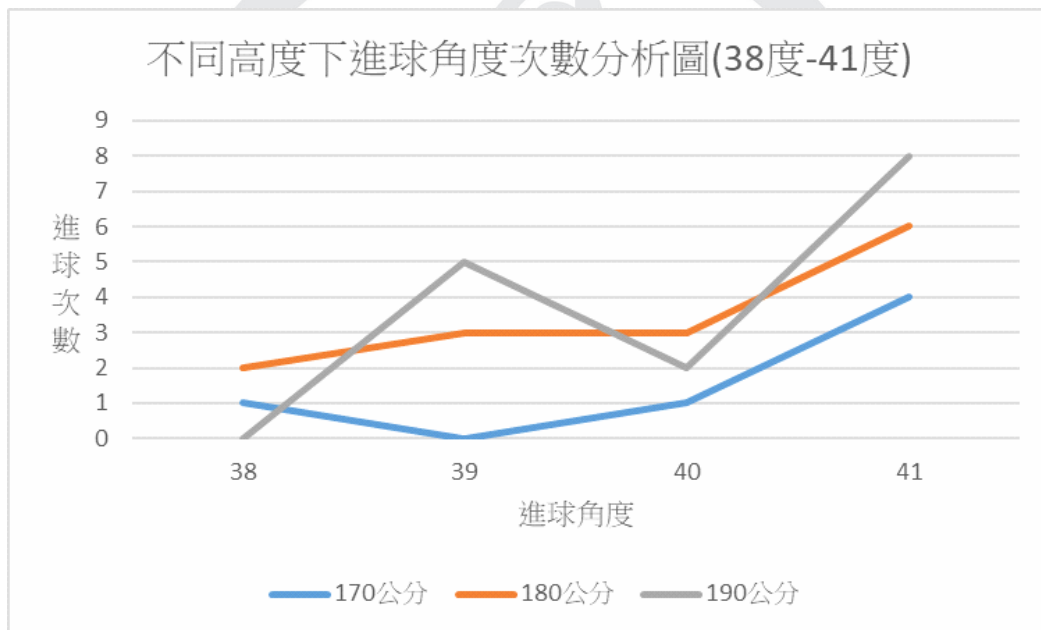


圖9、不同身高在38-41度進球數統計圖

從圖9可得知，到了38度以上時，顯然身高較高的，進球數明顯更多，推測是由於高度提升，Entrance Area也隨之擴大，因此即使進球角度較低，進球數也不少。

針對42-48區間進球數進行資料整理並繪製成表四與圖11，從表4來看，170公分進球角度集中於此區間，180公分則進球區間為42度-46度，190公分時進球區間則為42度-45度之間，能發現170公分的進球率為最高，而其他高度的進球率

也不低，並發現本區間為進球數最高的一段。

表4、不同身高在42-48度進球數統計分析表

進球角度	42	43	44	45	46	47	48
170公分	1	4	5	2	5	6	3
180公分	6	1	4	1	2	0	1
190公分	8	4	2	3	2	2	3

圖10來看42-48這段區間，是進球數最多的一段，但在其中170公分也是三種高度中，進球數最多的，推測是因為高度較高時，投出進球角度較大的球時，會更難控制精準，導致進球數減少。

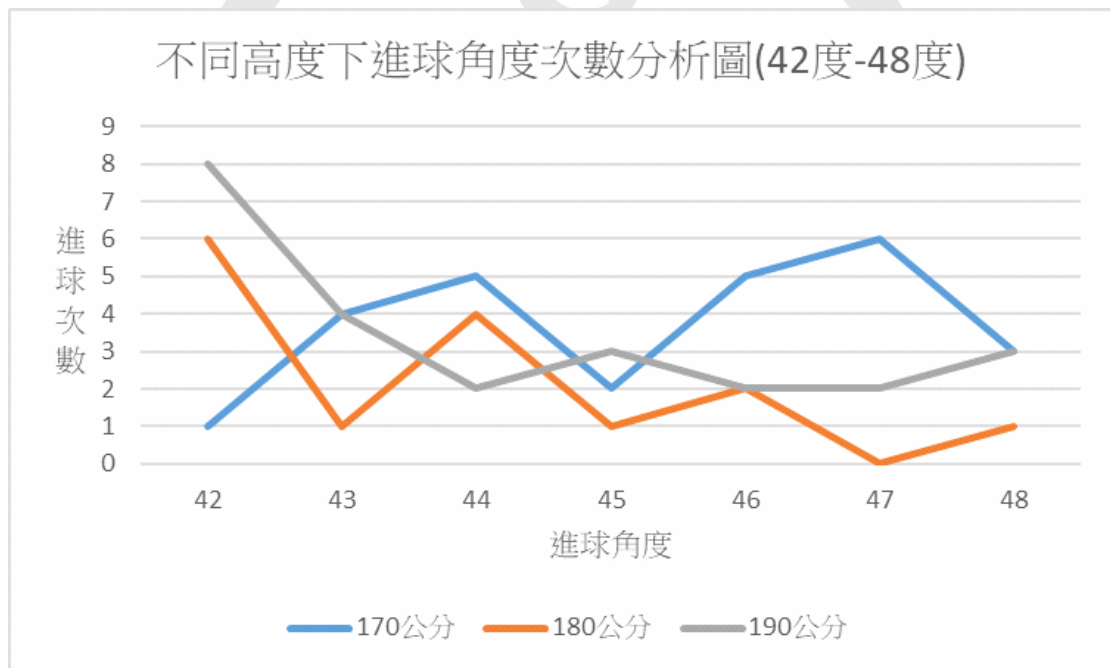


圖10、不同身高在42-48度進球數統計圖

從針對49-52度區間進行資料整理並繪製成表5與圖11，從表5來看，170公分進球角度區間為49度-52度，180公分則進球區間為49度，190公分進球區間為49度，由於進球角度更高，高度較低的位置仍有較高的進球數，但高度較高的位置的進球數有了顯著的下滑。

表5、不同身高在49-52度進球數統計分析表

進球角度	49	50	51	52
170公分	2	2	4	1
180公分	3	0	0	1
190公分	1	0	0	1

從圖11來看，49度開始，由於進球角度更高，高度較高的位置的進球數有了顯著的下滑，高度較低的位置則仍有較高的進球數。

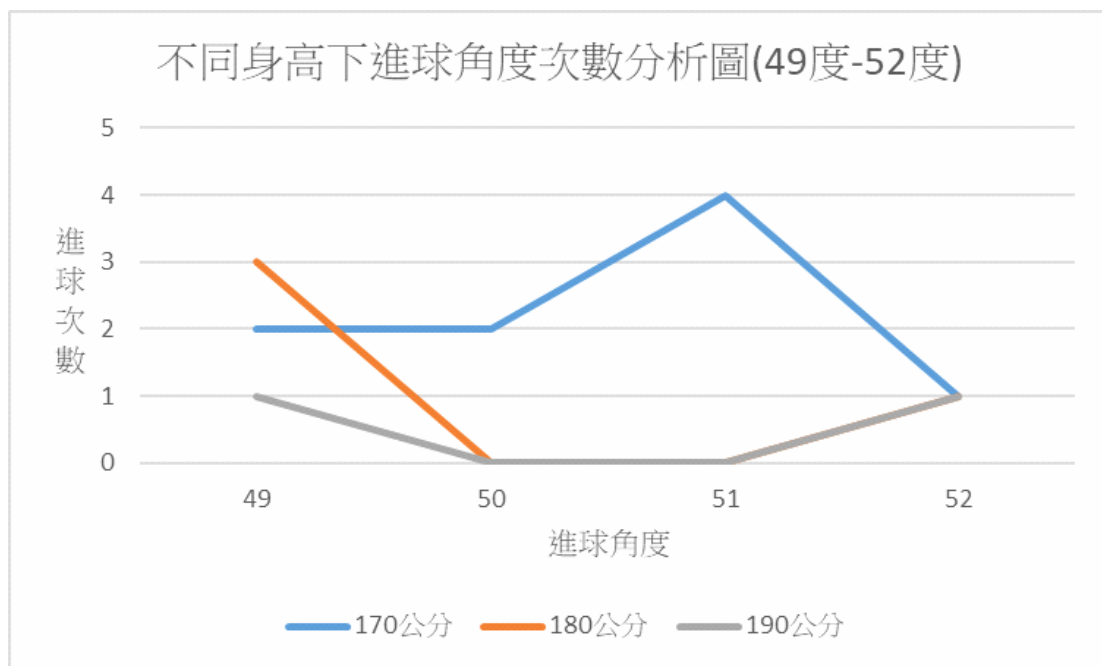


圖11、不同身高在49-52度進球數統計圖

本次研究最高的進球角度為56度，因此針對最後一個區間只呈現53到56度的描述性資料，經過整理繪製成表6與圖13。從表6來看，原始身高進球角度區間為度53-54度，墊高10公分在此區間進球率極低，墊高20公分則完全沒有進球。

表6、不同身高在53-56度進球數統計分析表

進球角度	53	54	55	56
170公分	1	1	0	1
180公分	1	1	0	0
190公分	0	0	0	0

從圖12來看超過53度的進球角度，則是因為過高，不管是170公分、180公分或190公分的進球數都極低。

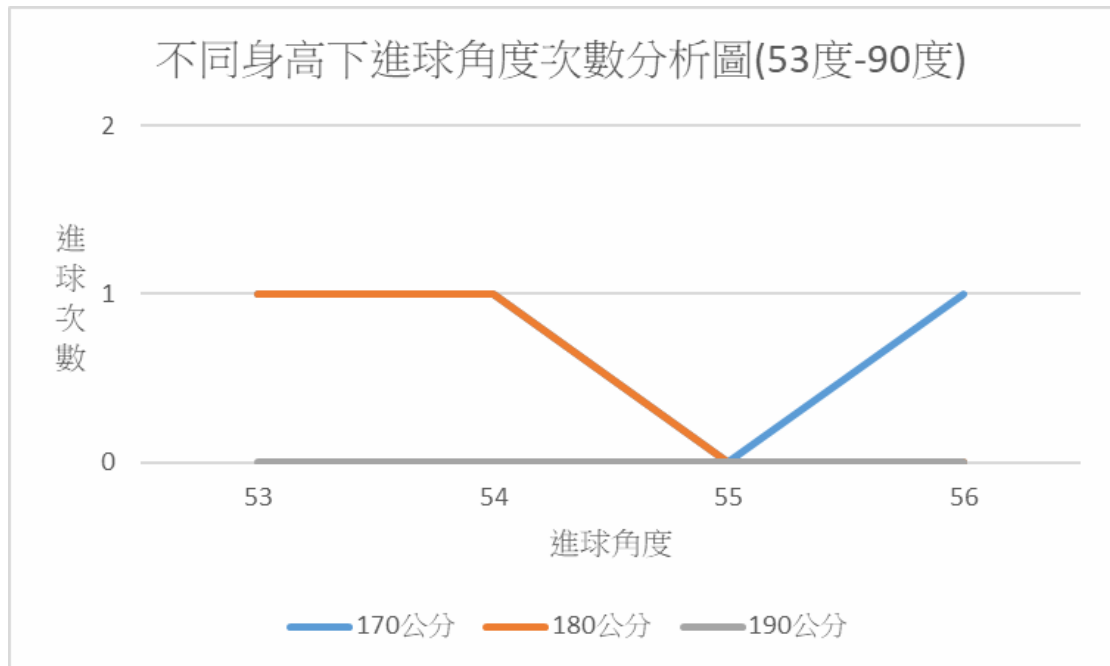


圖12、不同身高在53-90度進球數統計圖

依照本次智能籃球進球角度分成五個區間，將本次的進球角度整理成表七與圖13。

表7、不同身高在不同區間進球數統計分析表(n=150)

進球區間	0-37度	38-41度	42-48度	49-52度	53-90度	Total
170公分	6	6	26	9	3	50
180公分	15	14	15	4	2	50
190公分	9	15	24	2	0	50

從表7來看，在全部不同身高投進的50顆空心球數據來看，170公分最多角度區間為42-48度區間（26顆），當180公分時最多進球的區間為0-37度（15顆）與42-48度（15顆），190公分的時候，最多的進球區間為42-48度區間（24顆）。

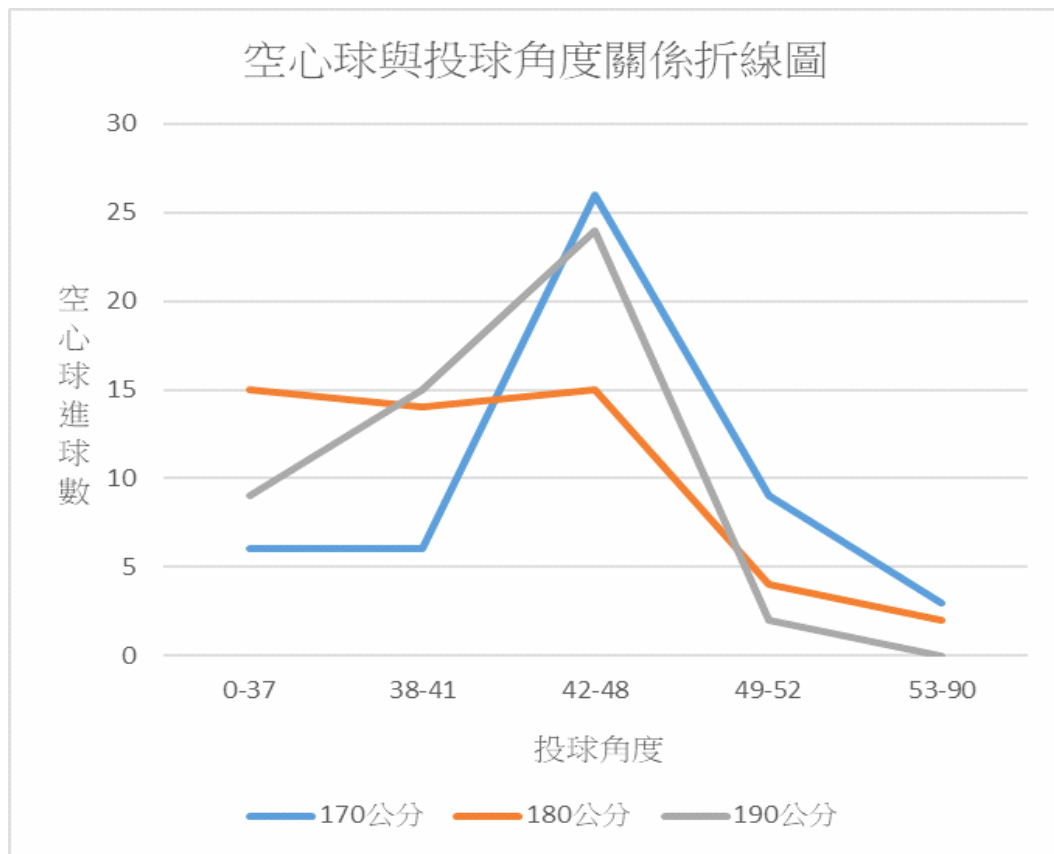


圖13、不同身高在不同區間進球數統計圖

從圖13來看，在38-42度區間可以發現180公分與190公分的身高進球數高於170公分，在49-52與53-90區間180公分與190公分的進球數低於170公分。

二、不同身高表現差異

本研究將針對不同身高的罰球入球角度進行統計分析，進球角度平均數比較之分析方式採用SPSS統計軟體進行one-way ANOVA統計分析來探究不同身高情況下的罰球入球角度是否呈現差異，經過分析與Scheffe事後比究，結果繪製成表8。

表8、不同身高在進球角度區間統計比較表(n=150)

	170公分		180公分		190公分		F	
	平均數	標準 偏差	平均數	標準 偏差	平均數	標準 偏差		
0-90度 進球區間	45.08	5.1	40.54	5.93	41.4	4.78	10.36***	170>180 170>190

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .000$

根據實驗，170 公分的平均進球角度為 45.08 度，而 180 公分的平均進球角度為 40.54 度，190 公分平均進球角度則為 41.4 度。比較分析之後發現 170 公分的平均進球角度高於 180 公分平均進球角度並達顯著差異，170 公分平均進球角度也高於 190 公分的平均進球角度並達顯著差異。但 180 公分的平均進球角度與 190 公分平均進球角度則無顯著差異。本研究由於所收集的實驗數據共 50 球進球角度數據，研究結果只有針對所收集的有限資料進行分析，日後相關深入與後續研究仍然需要更多的研究樣本與資料收集。

伍、未來展望

經由實驗發現，身高的確會影響空心球的進球角度，高度170公分的進球區間集中於42度-48度之間，180公分進球區間集中於38度-41度之間，190公分時進球區間集中於39度-42度之間。透過one-way ANOVA與事後比較統計方式發現身高170公分的平均進球角度高於180公分的平均進球角度並達顯著差異，而170公分的平均進球角度高於190公分的平均進球角度達顯著差異，但是180公分與190公分的平均進球角度則無顯著差異。

本研究嘗試運用新型的資訊科技來進行實驗，並透過新型資訊科技進行資料收集與即時反饋，由於是實驗性質加上在有限的樣本數與資源下進行研究無法進行大量的資料收集，因此在研究推論時需要注意本次研究的限制，本研究僅為嘗試，因此僅作基礎的實驗，後續相關研究可以針對提高樣本數與增加進球數。

提高樣本數可多找數位受測者，並增加身高變化的多樣性，進球數可以額外紀錄反彈進球的進球角度，對比其是否也會有所差異，或著是把進球提升到100球以增加實驗的準確度。

本次研究顯示身高與罰球命中角度有所關係之外，未來智能籃球的運用，包含數據的累積與初步分析可以讓選手即時看到投球表現，修改與動作增加罰球命中率，提高訓練成效(田珮甄, 2018)。

參考文獻

一、中文部分

田珮甄 (2018)。從資訊科技融入高中體育素養導向課程教學-以台北市景美女中為例。《學校體育》，169，頁 32-43。

林玫君 (2018)。科技 x 體育的日常。《學校體育》，169，頁 2-3。

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，頁 113-128。

黃昭銘、劉孟竹、鄭文玄 & 賴胤璋(2018)。智能籃球運用於罰球入球角度之分析研究-以大專男子籃球隊為例。《教育科技與學習》，6，頁 127-144。

二、英文部分

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., Aouadi1, R., Hermassi, S., Chelly, M. S., Jlid, C., & Gabbett, T. J. (2012). Kinematic adjustments in the basketball free throw performed with a reduced hoop diameter rim. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 7, 371-381.

Okazaki, V. H. A., & Rodacki, A. L. F. (2017). Increased distance of shooting on basketball jump shot. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 231-237.