

# 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

黃昱碩

國立宜蘭高中

E-mail: arthur2019260@gmail.com

鄭宇智

國立宜蘭高中

E-mail: joe0905014181@gmail.com

羅元辰

國立宜蘭高中

E-mail: thomas930405@gmail.com

賴胤瑋

新北市新莊區榮富國民小學

E-mail: puta0612@yahoo.com.tw

## 摘要

本文主要利用智能籃球收集罰球時的入球角度資料，探討在不同身高下罰球入球角度的差異。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，模擬研究樣本身高分別為 180 公分與 190 公分，各分別進行罰球測試與完成 50 次成功罰球進球資料收集。研究發現，身高的確會影響罰球時空心球的入球角度，在分析 50 次罰球入球角度後高度 170 公分的進球區間集中於 42 度 -48 度區間，180 公分進球區間集中於 0 度 -37 度區間與 42 度 -48 度區間，190 公分時進球區間集中於 42 度 -48 度區間。透過 one-way ANOVA 與事後比較統計方式，進行不同身高整體入球角度的差異，顯示身高 170 公分的平均進球角度高於 180 公分與 190 公分的平均進球角度，並達顯著差異，進一步分析在不同入球角度區間的差異，顯示在 42 度 -48 度入球角度區間，170 公分身高入球角度高於 180 公分並達顯著差異，在其他入球

角度區間則無顯著差異，顯示身高對於 42 度 -45 度入球角度區間有所影響。適當的罰球的入球角度對於罰球命中率 (FTP) 有所影響，在實際罰球練習時，透過智能籃球提供入球角度數據的即時回饋，協助學習者適時調整罰球機制，反覆練習增加投籃時的穩定度與準確性，進而提高罰球命中率。

**關鍵詞：智能籃球、罰球命中率、籃球入射角**



**CACET**  
中華資訊與科技教育學會

## 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尤其重要。舉例來說，於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，Hack-a Shaq）。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; Yang, 2014)。

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，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，但是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。一場比賽的總得分大約有 20% 的分數來自罰球得分 (Uchida, Mizuguchi, Honda, & Kanosue, 2014)，而罰球情境是球員在最不受到干擾下的得分機會，若能把握每次罰球得分，對於最後獲勝有著正向的影響。

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 (Ammar, Chtourou, Abdelkarim, Parish, & Hoekelmann, 2016; 柯斐馨, 2013)，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 (Khelifa et al., 2012)，或是籃球出手後在空中拋物線的軌跡或弧度 (Yang, 2014)。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進行測量及分析。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（林玟君，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, 2012) 或是 Margin for Error (Khelifa et al., 2012; 翁梓林、謝志鍵，2004)。何謂 Entrance Area？假設籃球上面有眼睛的話，當籃球從不同的角度往籃框飛去時，在不同角度面對籃框所看到的籃框形狀就稱為 Entrance Area。Entrance Area 的大小與進球的機率關係，可以利用乒乓球投擲到不同口徑大小容器來進行比喻，例如投入免洗杯與水桶，當乒乓球投到免洗杯時能夠讓乒乓球進入的空間小 (Entrance Area 較小)，所以投進機率低，當免洗杯換成水桶時進球的空間加大 (Entrance Area 較大)，所以乒乓球投入水桶的機率增加。

為了更清楚呈現該圖的實際情況，參考黃昭銘、劉孟竹、鄭文玄、賴胤瑋 (2018) 研究後針對本研究將籃球入球角度 0 度、45 度與 90 度時與 Entrance Area 對應關係繪製成圖 1 進行說明。

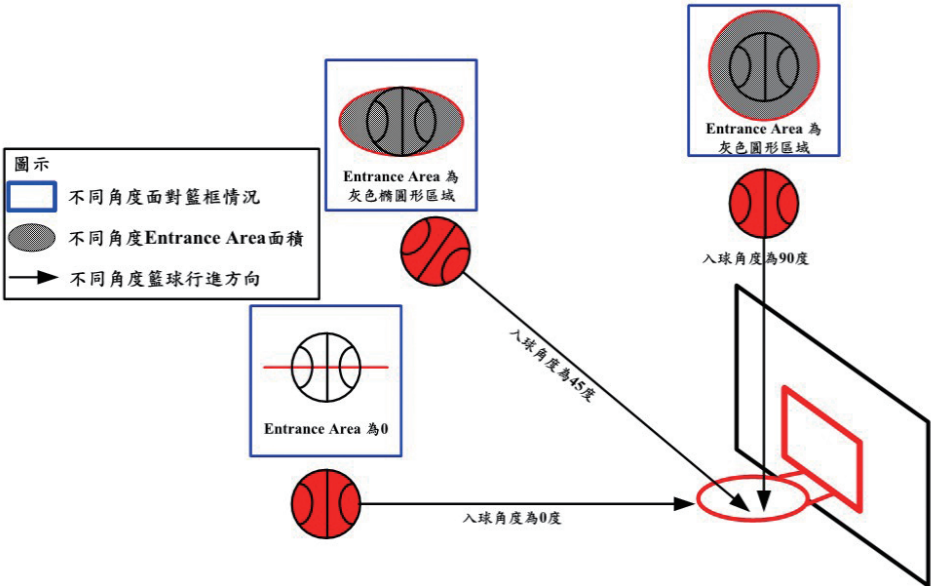


圖 1 籃球入射角度與 Entrance Area 關係圖

從圖 1 來看，假設籃球上面有眼睛的話，當球與框的角度呈 90 度的時候，可以看到框與球的關係呈現垂直的狀態，這時 Entrance Area( 灰色圓形區域 ) 是面積最大，也就是這時進球率將會是最高的，而隨著進球角度的減少，Entrance Area 也越來越小，進球率也會隨之越來越低，直到當球面向籃框呈現 0 度的時候，眼睛與框已經呈現一直線，這時候眼睛看不到任何 Entrance Area，也就是到了 0 度時已經沒有任何進球的機會 (Okazaki, Rodacki, & Satern, 2015)。

為了清楚瞭解實際籃框與 Entrance Area 的關係，透過實際在不同角度所拍攝籃框照片進行說明。圖 2 所呈現的是當進球角度為 0 度時情況，球與籃框兩者呈現水平的關係，如果籃球上有眼睛，這時候所看到只有籃框，此時 Entrance Area 為 0，其結果為籃球將會直接撞擊籃框，無法進球。





圖 2 進球角度為 0 度時 Entrance Area 情境圖

圖 3 所示為進球角度為 45 度時的情境，從圖 3 可以看到 Entrance Area 此時呈現橢圓型，明顯較 0 度時來得大，但仍較 90 度時小，與 0 度時相比，進球的機率有了明顯提升。

中華資訊與科技教育學會



圖 3 進球角度為 45 度時 Entrance Area 情境圖

圖 4 則顯示進球角度為 90 度時的情境圖，從圖 4 來看這時候 Entrance Area 為整個籃框原來的圓面積，相較於 45 度時的橢圓形面積這時候的 Entrance Area 則增大了許多，此時 Entrance Area 最大，進球的機率更高。



圖 4 進球角度為 90 度時 Entrance Area 情境圖  
中華資訊與科技教育學會

從圖 2- 圖 4 來比較，雖然 90 度的進球角度之 Entrance Area 最大，但在實際投球的情況下，依照物理學原理要投出垂直 90 度的情況只有向上垂直投擲，才有可能垂直落下。而且要投出較高的進球角度需要較大的施力，較大的施力又會不容易掌控投籃技巧導致投球失準 (翁梓林、謝志鍵，2004)，根據先前相關研究發現理想的進球角度約為 43 度 -47 度之間，這個結果可能與 Entrance Area 的大小有關。

為深入探討 Entrance area 的面積大小，參考先前研究資料 (Hung, Johnson, & Coppa, 2004) 與實地測量有關不同入球角度下 Entrance area 橢圓形的長、短軸長度，經過估算將面積相關資料製作成表 1。

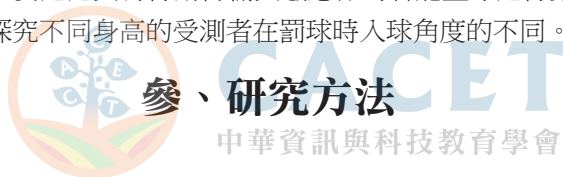
表 1 不同入球角度下 Entrance area 面積一覽表

|                        | 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 (in)                | 9 英吋     | 7.425 英吋     | 6.075 英吋     | 4.855 英吋     | 0    |
| 表面積 (in <sup>2</sup> ) | 81 $\pi$ | 66.825 $\pi$ | 54.675 $\pi$ | 43.695 $\pi$ | 0    |

從表 1 來看，隨著入球角度減少，短軸的長度也逐漸縮短，以男子成人正式比賽所使用的 7 號球規格來看，7 號球為半徑約 4.715-4.755 英吋，比對表 1 短軸數據，當入球角度接近 32.5 度時，這時短軸長度為 4.855 英吋，換言之能夠容許籃球進入籃框的空間越小 (Margin for error)，此時罰球者需要更高的投籃準確度方可將球投入籃框中。

如果從垂直入球角度來看，這時籃框的長軸 (18 英吋) 與短軸 (18 英吋) 距離都大於球的直徑 (9.43-9.51 英吋)，隨著入球角度遞減短軸的距離也相對減少，雖然入球角度越高可以獲得較多的 Entrance area 以及較高的 Margin for error，但是將球以高角度出手，相關研究指出高角度的出手，往往需要更多的投籃技巧與準確度 (包含水平的準確度與高度的準確度) (翁梓林、謝志鍵，2004)，反而無法有效提供罰球命中率，相較介於 43 度 -47 度的入球角度，對於提高罰球命中率卻有正向關係。

根據入球角度相關研究指出，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將有所提升 (黃昭銘、劉孟竹、鄭文玄及賴胤璋，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。



## 一、研究樣本

本研究發現，過去的實驗僅有距離與出手角度等相關研究，而探討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 5 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 6 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 5 增高十公分



圖 6 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，本次研究主要記錄罰球進球角度，進球的判定依據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的當時角度，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 7 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)分別記錄 50 次空心球的投球角度，及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 7 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 8 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，藉此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度 (Abdelrasoulb, Mahmoudc, Stergioua, & Katza, 2015)。



圖 8 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 9 與圖 10 所示



圖 9 94fifty 進球角度資料示意圖

圖 9 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記錄。

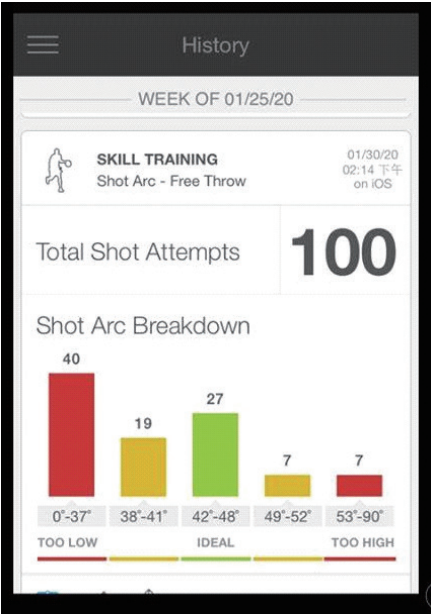


圖 10 94fifty 進球角度統計資料示意圖

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 10 所示 )，該應用程式已經將進球角度劃分五個區間，分別從 0 度 -37 度，38 度 -41 度，42 度 -48 度，49 度 -52 度與 53 度 -90 度。應用程式將 0 度 -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

本研究透過 94fifty 智能籃球感應器所設定之區間 (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 度 -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 度 -37 度進球數統計分析表

| 進球<br>角度  | 25<br>度 | 26<br>度 | 27<br>度 | 28<br>度 | 29<br>度 | 30<br>度 | 31<br>度 | 32<br>度 | 33<br>度 | 34<br>度 | 35<br>度 | 36<br>度 | 37<br>度 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 170<br>公分 | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 1       | 1       | 2       | 2       |
| 180<br>公分 | 0       | 0       | 0       | 1       | 0       | 1       | 2       | 3       | 0       | 0       | 2       | 2       | 4       |
| 190<br>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，進球率也隨著角度的提升而跟著提高。



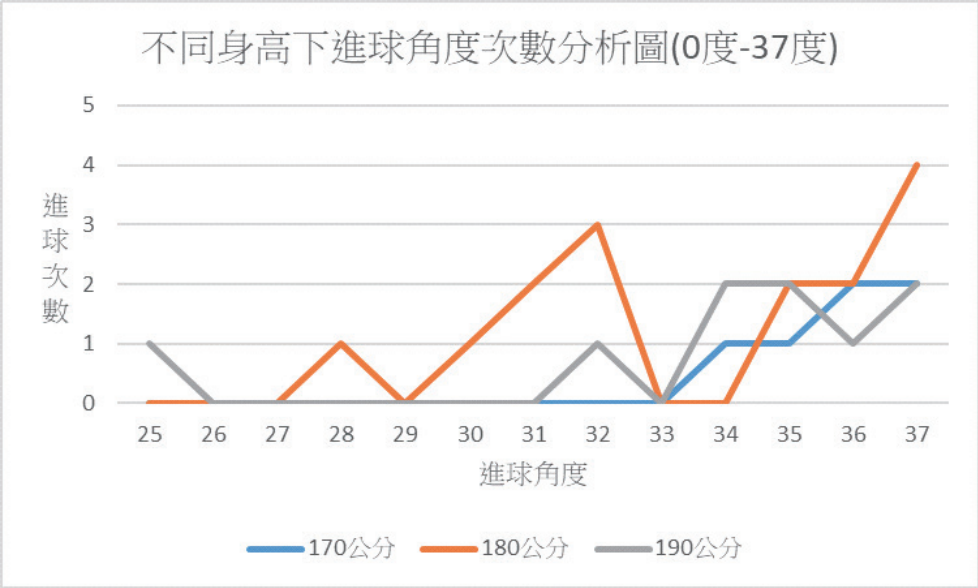


圖 11 不同身高在 25 度 -37 度進球數統計圖

從圖 11 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。

中華資訊與科技教育學會

表 3 不同身高在 38 度 -41 度進球數統計分析表

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

針對 38 度 -41 度區間進球數進行資料整理並繪製成表 3 與圖 12，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。



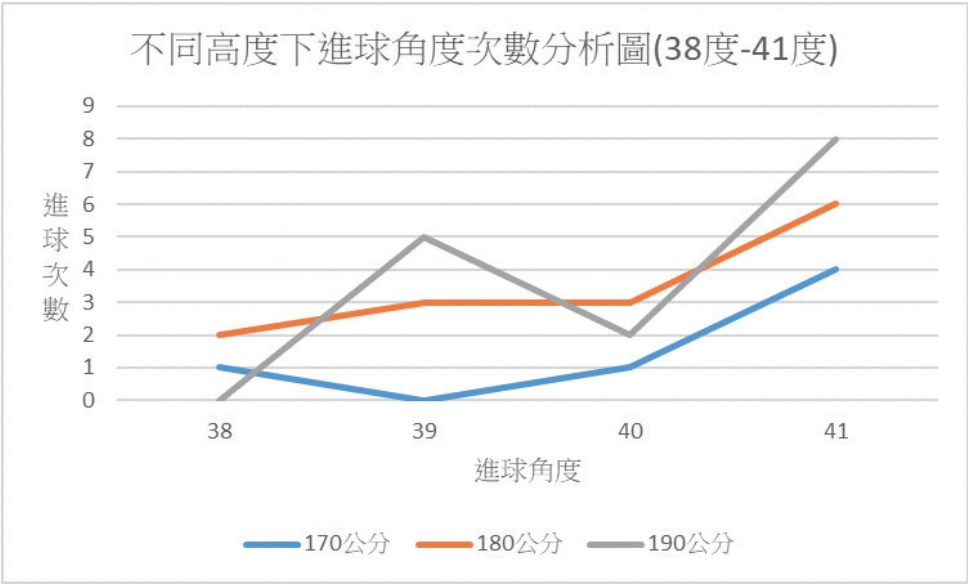


圖 12 不同身高在 38 度 -41 度進球數統計圖

從圖 12 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度-48度區間進球數進行資料整理並繪製成表4與圖 13，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 度 -48 度進球數統計分析表

| 進球角度   | 42 度 | 43 度 | 44 度 | 45 度 | 46 度 | 47 度 | 48 度 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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    |

由圖 13 觀察 42 度 -48 度這段區間，是進球數最多的一段，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，所投出進球角度較大的球，會更難控制精準，導致進球數減少。

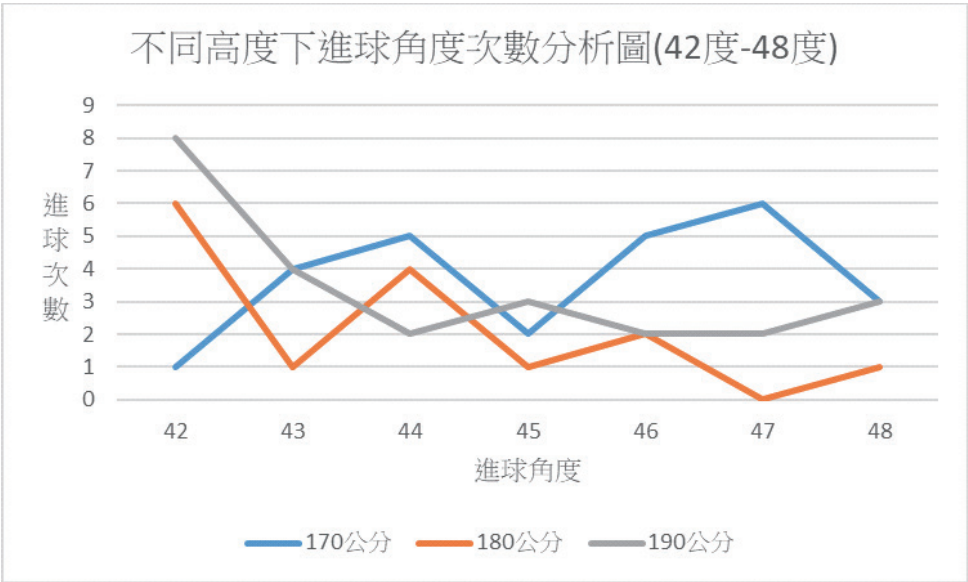


圖 13 不同身高在 42 度 -48 度進球數統計圖

從針對 49 度 -52 度區間進行資料整理並繪製成表 5 與圖 14，從表 5 來看，170 公分進球角度區間為 49 度 -52 度，180 公分進球區間則為 49 度，190 公分進球區間亦為 49 度，可看出進球角度愈高，身高較低的位置仍有較高的進球數，但身高愈高，進球數卻有了顯著的下滑。

表 5 不同身高在 49 度 -52 度進球數統計分析表

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

從圖 14 來看，49 度開始，由於進球角度更高，高度較高位置的進球數有了顯著下滑，高度較低的位置則仍有較高的進球數。

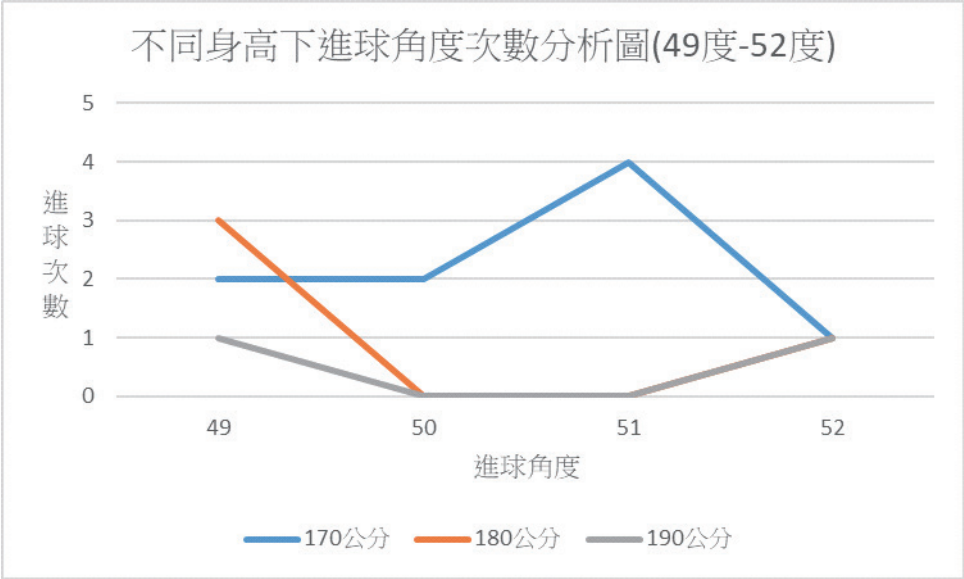


圖 14 不同身高在 49-52 度進球數統計圖

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 15。從表 6 來看，原始身高進球角度區間為度 53 度 -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 度 -56 度進球數統計分析表

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

從圖 15 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。

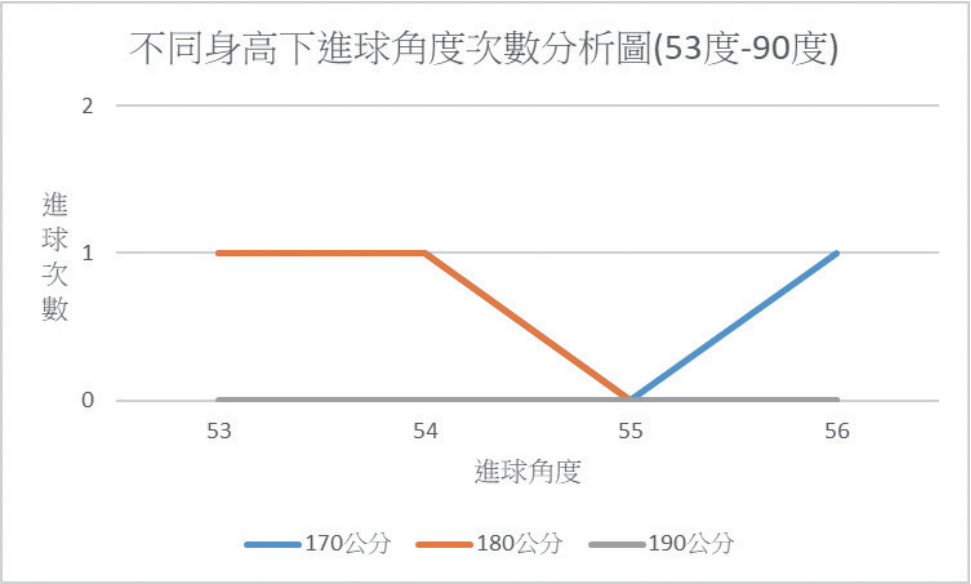


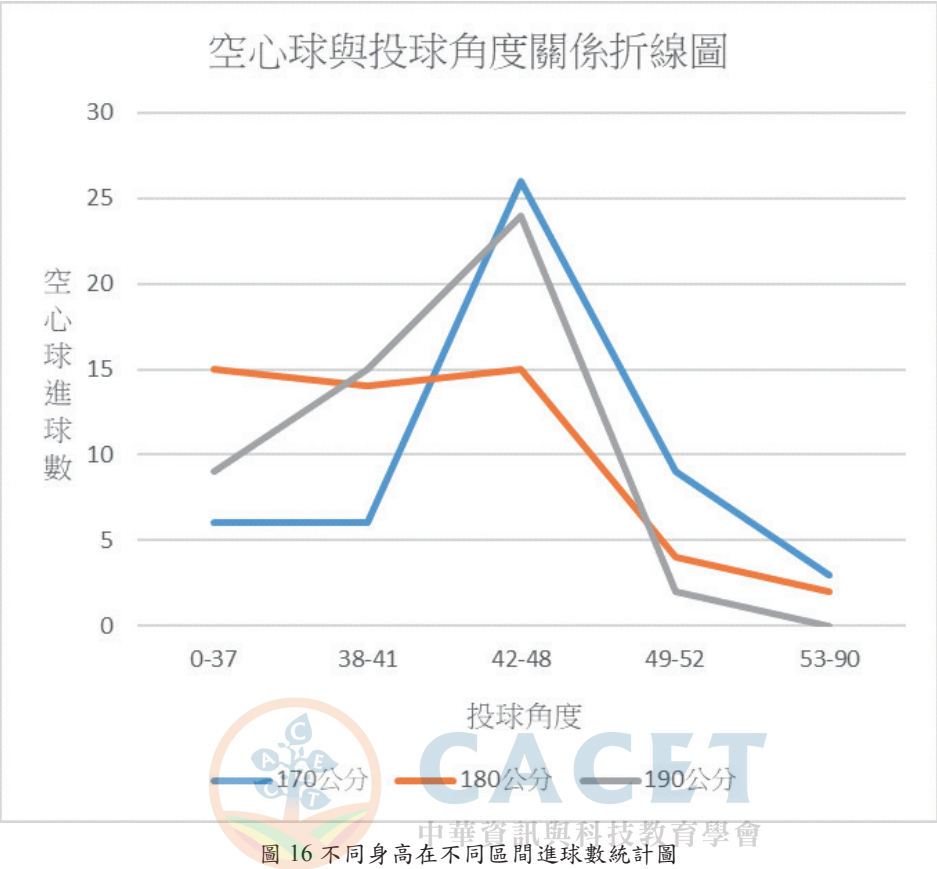
圖 15 不同身高在 53 度 -56 度進球數統計圖

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 7 與圖 16。

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 度 -37 度 | 38 度 -41 度 | 42 度 -48 度 | 49 度 -52 度 | 53 度 -90 度 | Total |
|--------|-----------|------------|------------|------------|------------|-------|
| 170 公分 | 6 (12%)   | 6 (12%)    | 26 (52%)   | 9 (18%)    | 3 (6%)     | 50    |
| 180 公分 | 15 (30%)  | 14 (28%)   | 15 (30%)   | 4 (8%)     | 2 (4%)     | 50    |
| 190 公分 | 9 (18%)   | 15 (30%)   | 24 (48%)   | 2 (4%)     | 0 (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 度 -48 度區間（26 顆，佔 52%），當 180 公分時最多進球的區間為 0 度 -37 度（15 顆，佔 30%）與 42 度 -48 度（15 顆，佔 30%），190 公分的時候，最多的進球區間為 42 度 -48 度區間（24 顆，佔 48%）。



從圖 16 來看，在 38 度 -41 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 度 -52 度與 53 度 -90 度區間 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，藉此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 事後比較，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<br>偏差 | 平均數    | 標準<br>偏差 | 平均數    | 標準<br>偏差 |          |                    |
| 0 度 -90 度<br>進球區間 | 45.08  | 5.1      | 40.54  | 5.93     | 41.4   | 4.78     | 10.36*** | 170>180<br>170>190 |

\*p<.05 \*\*p<.01 \*\*\*<.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，亦達顯著差異。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。

從表 9 可得知，170 公分的平均進球角度為 35.83、180 公分時進球角度為 33.73、190 公分時為 33.89。經 ANOVA 統計與事後比較分析，可得知在進球角度為 0 度 -37 度的時候，170 公分、180 公分、190 公分三者之間是沒有顯著差異的。

表 9 不同身高在 0 度 -37 度進球角度區間統計比較表

|                   | 170 公分 (n=6) <sup>a</sup> |          | 180 公分 (n=15) |          | 190 公分 (n=9) |          | F     |
|-------------------|---------------------------|----------|---------------|----------|--------------|----------|-------|
|                   | 平均數                       | 標準<br>偏差 | 平均數           | 標準<br>偏差 | 平均數          | 標準<br>偏差 |       |
| 0 度 -37 度<br>進球區間 | 35.83                     | 1.16     | 33.73         | 3.01     | 33.89        | 3.68     | 1.121 |

a= 不同身高在不同區間進球數

從表 10 可得知，在進球角度為 38 度 -41 度的時候，170 公分的平均進球角度為 40.33、180 公分時進球角度為 39.93、190 公分時為 40.2。經 ANOVA 統計與事後比較分析，發現 170 公分、180 公分、190 公分三者之間沒有顯著差異。

表 10 不同身高在 38 度 -41 度進球角度區間統計比較表

|                    | 170 公分 (n=6) <sup>a</sup> |          | 180 公分 (n=14) |          | 190 公分 (n=15) |          | F     |
|--------------------|---------------------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|-------|
|                    | 平均數                       | 標準<br>偏差 | 平均數           | 標準<br>偏差 | 平均數           | 標準<br>偏差 |       |
| 38 度 -41 度<br>進球區間 | 40.33                     | 1.21     | 39.93         | 1.14     | 40.2          | 0.94     | 0.384 |

a= 不同身高在不同區間進球數

表 11 為 42 度 -48 度區間分析結果，結果顯示 170 公分的平均進球角度為 45.38，180 公分為 43.73，190 公分為 44.21，此外在進球角度為 42 度 -48 度的時候，170 公分、180 公分、190 公分三者之間呈現顯著差異，經過事後比較發現，身高 170 公分與 180 公分在平均進球角度表現上達顯著差異，170 公分進球角度高於 180 公分進球角度，顯示在 42 度 -48 度進球區間，會因身高的不同，而對投球角度產生影響。

表 11 不同身高在 42 度 -48 度進球角度區間統計比較表

|                    | 170 公分 (n=26) <sup>a</sup> |          | 180 公分 (n=15) |          | 190 公分 (n=24) |          | F             |
|--------------------|----------------------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|
|                    | 平均數                        | 標準<br>偏差 | 平均數           | 標準<br>偏差 | 平均數           | 標準<br>偏差 |               |
| 42 度 -48 度<br>進球區間 | 45.38                      | 1.81     | 43.73         | 1.87     | 44.21         | 2.2      | 3.94* 170>180 |

a= 不同身高在不同區間進球數, \* $p<.05$

表 12 不同身高在 49 度 -52 度進球角度區間統計比較表

|                    | 170 公分 (n=9) <sup>a</sup> |          | 180 公分 (n=4) |          | 190 公分 (n=2) |          | F    |
|--------------------|---------------------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|------|
|                    | 平均數                       | 標準<br>偏差 | 平均數          | 標準<br>偏差 | 平均數          | 標準<br>偏差 |      |
| 49 度 -52 度<br>進球區間 | 50.44                     | 1.01     | 49.75        | 1.5      | 50.5         | 2.12     | 0.45 |

a= 不同身高在不同區間進球數

從表 12 可得知，在進球角度為 49 度 -52 度的時候，170 公分的平均進球角度為 50.44、180 公分時進球角度為 49.75、190 公分時為 50.5。經 ANOVA 統計以及事後比較分析後，發現 170 公分、180 公分、190 公分三者之間皆未達顯著差異。

針對在 53 度 -90 度進球區間分析，由於 190 公分在此區間沒有任何投進記錄，因此這個區間僅針對 170 公分與 180 公分，進行獨立樣本 t 檢定分析，從表 13 來看 170 公分的平均角度為 54.33，180 公分則為 53.5，經過分析比較兩者沒有顯著差異。

表 13 不同身高在 53 度 -90 度進球角度區間統計比較表<sup>b</sup>

|                    | 170 公分 (n=6) <sup>a</sup> |          | 180 公分 (n=15) |          | t-value |
|--------------------|---------------------------|----------|---------------|----------|---------|
|                    | 平均數                       | 標準<br>偏差 | 平均數           | 標準<br>偏差 |         |
| 53 度 -90 度<br>進球區間 | 54.33                     | 1.52     | 53.5          | 0.7      | 0.696   |

a= 不同身高在不同區間進球數

b= 此區間 190 公分進球數為 0 無法進行 ANOVA 分析所以採用獨立樣本 t 檢定方法進行分析

綜合上述分析結果不同身高在平均進球角度呈現顯著差異，藉由不同區間比較平均數分析 (ANOVA 與獨立樣本 t 檢定) 進一步發現不同身高與進球平均角度在 42 度 -48 度進球區間達顯著差異，而且 170 公分的進球角度顯著高於 180 公分進球角度。

本研究由於所收集的實驗數據，為三種不同身高的個別投入 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，在研究結果引用上注意上述研究限制，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蒐集。

## 伍、結論與建議

經由實驗發現，高度 170 公分的進球區間集中於 42 度 -48 度區間，180 公分進球區間集中於 0 度 -37 度區間與 42 度 -48 度區間，190 公分時進球區間集中於 42 度 -48 度區間，這與先前研究的結果相似，換言之理想的入球角度介於 42 度 -48 度之間（黃昭銘等，2018）。透過 one-way ANOVA 與事後比較統計方式發現，在 42 度 -48 度進球區間身高 170 公分的平均進球角度（45.38 度）高於 180 公分的平均進球角度（43.73 度）並達顯著差異，但是在其他罰球入球角度區間，不同身高之間的平均進球角度，則較無顯著差異，顯示身高可能影響空心球的入球角度。

本研究嘗試運用新型的資訊科技進行實驗，並透過新型資訊科技進行資料蒐集與即時反饋。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，進球數可以額外記錄反彈進球的進球角度，對比其是否也會有所差異，或是將進球數提升至 100 球以增加實驗的準確度。

中華資訊與科技教育學會

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，進而調整、修改與投籃技巧，提高罰球時動作的穩定性（Malone, Gervais, & Steadward, 2002），尤其在國小階段，透過智能籃球協助可以讓學生看到實際的數據（入球角度），隨時調整投籃機制，熟練投籃技巧，掌握投籃的穩定性與準確性（翁梓林、謝志鍵，2004），進而增加罰球命中率，提高訓練成效（田珮甄，2018；謝兆騰、鍾寶弘，2016）。

## 參考文獻

- 田珮甄（2018）。從資訊科技融入高中體育素養導向課程教學 - 以臺北市景美女中為例。《學校體育》，169，32-43。
- 林玟君（2018）。科技 x 體育的日常。《學校體育》，169，2-3。
- 柯斐馨（2013）。籃球攻守記錄的運用。《競技運動》，15，11-19。
- 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》，17，519-534。
- 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分析研究 - 以大專男子籃球隊為例。《教育科技與學習》，6，127-144。
- 謝兆騰、鍾寶弘（2016）。以智慧感應籃球比較罰球入籃角度與出手速度之研究。《華人運動生物力學期刊》，13，27-32。
- 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.
- Ammar, A., Chtourou, H., Abdelkarim, O., Parish, A., & Hoekelmann, A. (2016). Free throw shot in basketball: Kinematic analysis of scored and missed shots during the learning process. *Sport Science for Health*, 12, 27-33.
- Hung, G. K., Johnson, B., & Coppa, A. (2004). Aerodynamics and biomechanics of the free throw. In G. K. Hung & J. M. Pallis (Eds.), *Biomedical engineering principles in sports* (pp. 367-390). New York: Springer US.
- Khlifa, 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.
- Malone, L. A., Gervais, P. L., & Steadward, R. D. (2002). Shooting mechanics related to player classification and free throw success in wheelchair basketball. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39, 701-710.
- 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(2), 190-205.

- Uchida, Y., Mizuguchi, N., Honda, M., & Kanosue, K. (2014). Prediction of shot success for basketball free throws: Visual search strategy. *European Journal of Sport Science*, 14, 426-432.
- Yang, X. (2014). Research on free throw shooting skills in basketball games. *BioTechnology: An Indian Journal*, 10, 11799-11805.



CACET  
中華資訊與科技教育學會



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

Yu-Shou Huang

Student

National YiLan Senior High School

E-mail: arthur2019260@gmail.com

Yu-Jhih Jheng

Student

National YiLan Senior High School

E-mail: joe0905014181@gmail.com

Yuan-Chen Luo

Student

National YiLan Senior High School

E-mail: thomas930405@gmail.com

Yin-Wei Lai

Rongfu Elementary School, Xinzhuang District, New Taipei City

E-mail: puta0612@yahoo.com.tw

## Abstract

*This study tried to explore the performance of entrance angle of free throw (FT) among three different heights by means of smart basketball. This study were conducted by one male player (height=170cm) by means of standing on field (170cm), 10cm stacked wood blocks (180cm) and 20cm stacked wood blocks (190cm). The player had to complete 50 free throw including 170cm, 180cm and 190cm condition. The result revealed that the entrance angle of FT might varied by the player's height. When the player's height is 170cm, the entrance*

angle was located between 42 degree and 48 degree. In the 180cm condition, the entrance angle of FT was located these two intervals, including 0-37degree and 42-48 degree. Once the player's height was 190cm, the entrance angle of FT is located between 42 degree and 48 degree. According to one-way ANOVA analysis, it showed that the difference of average entrance angle is significant among three different players' height. Furthermore, this study also found that the 170cm condition of entrance angle is higher than the 180cm condition significantly in the interval of 42-48 degree. The entrance angle of FT might relate to three throw percentage (FTP). By means of smart basketball, it can provides a real time data feedback the players. These data will assist basketball player to modify or adjust individual's free throw processing. Moreover, with successive practice to enhance the stability and accuracy, furthermore improves individual's basketball FTP.

**Keywords:** smart basketball, free throw percentage, Entrance angle



