

本文章已註冊DOI數位物件識別碼

▶ 不同技術層次排球選手在攻擊動作上之視覺偵察分析

The Analysis of Visual Detection of Different Attack Movements from Volleyball Players of Different Skill Levels

doi:10.6948/SVC.200906.0086

排球教練科學, (13), 2009

作者/Author：吳高讚(Kao-Tsan Wu)

頁數/Page：86-99

出版日期/Publication Date：2009/06

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

<http://dx.doi.org/10.6948/SVC.200906.0086>



DOI Enhanced

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，是這篇文章在網路上的唯一識別碼，用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 <http://doi.airiti.com>

For more information,

Please see: <http://doi.airiti.com>

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE



不同技術層次排球選手

在攻擊動作上之視覺偵察分析

◆吳高讚 國立政治大學

摘要

目的：瞭解不同技能間與年齡間在預測勝算之差異情形。**方法：**以政治大學運動績優生、選修排球初級學生及世新大學運動績優生共 145 名為受試者，依受試者對 2000 年男子奧運排球冠亞軍比賽影片中攻擊動作與攻擊落點之判斷，來測試受試者的視覺偵察能力，所得資料以廣義線性混合效應模型進行統計分析。**結果：**一、不同技能之差異情形：(一)『18-19 歲』一般在 2 號位直線球於擊球前與 3、4 號位斜線球於擊球中時，其預測勝算略高於『18-19 歲』績優生。(二)『18-19 歲』績優生在 2 號位斜線球於擊球前中後、3 號位直線球於擊球前中與 4 號位直線球於擊球後時，其預測勝算顯著高於『18-19 歲』一般生。二、不同年齡之差異情形：(一)『20 歲以上』績優生在 2 號位直線球於擊球中後時，其預測勝算顯著高於『18-19 歲』績優生。(二)『18-19 歲』績優生在 2 號位斜線球於擊球後時，其預測勝算顯著高於『20 歲以上』績優生。**結論：**一、2 號位直線球與 3、4 號位斜線球攻擊之肩膀方向與球體落點方向較一致，故其較易預測，年輕初學者較以肩膀為前線索，故其預測勝算有略高於年輕熟練者之趨勢；2 號位斜線球與 3、4 號位直線球攻擊之肩膀方向與球體落點方向較不一致，故其較難預測，年輕熟練者較易感知潛藏的動作意圖，故其預測勝算高於年輕初學者。二、年長熟練者較以肩膀方向為前線索，促使在 2 號位直線球攻擊上，其預測勝算高於年輕熟練者；年輕熟練者較以助跑方向為前線索，促使在 2 號位斜線球攻擊上，其預測勝算高於年長熟練者。

關鍵詞：預測、動作視覺、廣義線性混合效應模型

壹、緒論

一、研究背景

Henry 與 Rogers (1960) 的運動神經記憶鼓理論指出，經過一連串的技能練習後，其學習經驗將儲存於記憶鼓中，每當需要某技能時，就可從記憶鼓中喚回已學過的特殊技能；Schmidt (1975) 的基模理論指出，動作經驗的學習必須經由各類情境的練習才能將充分的訊息加以抽象化，概念化，以形成長期記憶的運動基模，當欲從事運動時，相關訊息將刺激中樞神經系統，並經由已建立的運動基模中叫出適當、類似的基模而產生動作。上述學習經驗的概念似乎可推論，技能水準較高的運動員因有較豐富的學習經驗，而有較優的視覺預測能力。為了探討不同技能個體的視覺偵察能力，相關研究亦指出：在預測能力方面，熟練運動員較能正確地預測對方的意圖 (Ward, Williams, & Bennett, 2002; Savelsbergh, Williams, Van Der Kamp, & Ward, 2002; Wright, pleasants, & Gomez-Meza, 1990; Abernethy & Russell, 1987)，且 Abernethy (1988) 指出，熟練者因年齡增加而較能利用前線索來增加預測能力，而此現象無法適用於初學者；在回憶能力方面，熟練者對於相關的動作情境具較優回憶能力 (Borgeaud & Abernethy, 1987; Starkes, 1987; Allard & Starkes, 1980; Allard, Graham, & Paarsalu, 1980)；在神經效率方面，聰明或熟練的個體在執行認知性的作業時，腦部上有較少的電位活化，亦即呈現較高神經效率 (Neubauer, Grebner, Fink, & Neuper, 2005; Lamm, Bauer, Vitouch, & Gstattner, 1999; Lamm 等, 2001; Grabner, Neubauer, & Stern, 2006)。熟練者之所以有較優的預測能力，在於能善加利用重要的前線索，如在擊球較早階段時，預測者應以身體為前線索，來得知動作的前後關係 (Ward 等; Wright 等)；在擊球較後階段時，又接近擊球中之前後時間，預測者應以手

臂或手腕為前線索，來得知動作的真正意圖 (Abernethy & Russell, 1987; Goulet, Bard, & Fleury, 1989)。由上述研究可知，不同技能或年齡在預測能力上有其差異性，若能從差異性來推知其動作屬性，再進而推知其在前線索之利用情形，相信在預測上有其應用價值。

一個排球動作的完成包含反應時間 (reaction time) 與動作時間 (movement time)，雖然利用真動作的前線索可以提高預測的正確率，進而縮短反應時間，使得排球動作因充裕的動作時間而更加穩定，但假動作的前線索卻可以混淆對手的判斷，進而增加反應時間，使得排球動作因動作時間的延後而更加不穩定。排球運動的假動作亦可應用在長攻攻擊上，如右手攻擊員於 4 號位置以斜線球長攻攻擊的助跑方向面向對方時，因吊球的球體落點方向與攻擊員的肩膀方向較相同；直線球的球體落點方向與攻擊員的肩膀方向較不相同，所以與肩膀方向有異同的球體落點是否會造成不同技能間的預測差異，其差異性在不同的擊球時間點又是如何？此為本研究所感興趣的議題。有些研究以不同的擊球時間點來探討視覺偵察能力，如 Abernethy 與 Russell (1987) 以擊球前 167ms (4 個畫面)、擊球前 83ms (2 個畫面)、擊球中、擊球後 83ms (2 個畫面) 及看到整個揮拍過程等時間點，來探討羽球拍擊訊息；Wright 等 (1990) 以碰球前 167ms (5 個畫面)、碰球中、碰球後 167ms

(5 個畫面)、碰球後 333ms (10 個畫面) 及碰球後 499ms (15 個畫面) 等時間點，來探討排球舉球訊息。但上述研究的擊球時間點沒有一致性，且無法確定擊球前、中、後那三個時間點最具視覺偵察效果，因此本研究以預試研究來取得適當的擊球時間點，來探討不同技能或年齡的個體在不同攻擊時間點上之預測差異。

二、名詞界定

- (一) 視覺偵察：利用視覺來預測個體的動作意圖。本研究以運動績優生及選修排球初級之男女生來預測 2000 年奧運男子排球冠軍荷蘭隊攻擊球員的動作意圖。
- (二) 前線索：以排球攻擊員攻擊動作的動作特徵作為預測動作意圖的依據。本研究以接發球員接球瞬間來啟動視覺預測，並在攻擊員擊球前、中、後之時間點其影片各停留八秒，供參與者依據攻擊動作的動作特徵來預測攻擊落點。
- (三) 攻擊動作：排球攻擊員將球體擊至對區之肢體動作。本研究攻擊位置及球之落點，如圖一。1. 直線球攻擊動作：三、四號位置攻向一號位置或二號位置攻向五號位置之攻擊動作。2. 斜線球攻擊動作：三、四號位置攻向五號位置或二號位置攻向一號位置之攻擊動作。3. 吊球攻擊動作：二、三、四號位置攻向三號位置之攻擊動作。

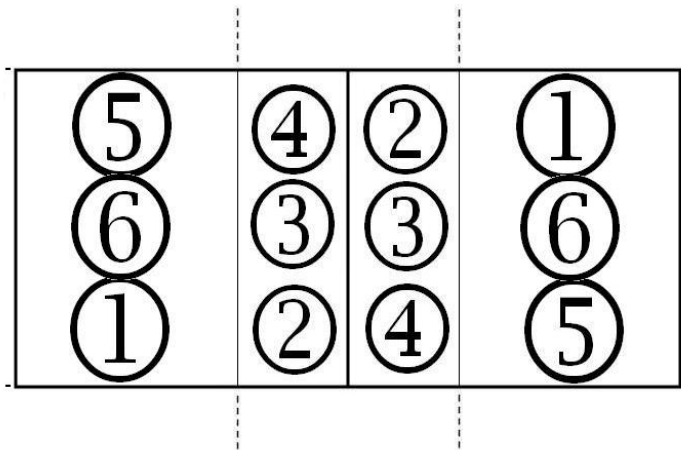


圖 1 排球場位置圖

註：1 表一號位置，2 表二號位置，3 表三號位置，4 表四號位置，5 表

五號位置，6表六號位置。

貳、方法

一、研究對象

第一階段以國立政治大學選修排球初級之 35 名男生及 38 名女生為參與者，其平均年齡為 19.56 ± 1.26 歲。第二階段以國立政治大學選修排球初級之學生共 50 名，國立政治大學及世新大學排球運動績優生之學生共 22 名，其中 18-19 歲共 38 名，20 歲以上共 34 名，男生 33 名，女生 39 名，其平均年齡為 19.00 ± 1.12 歲。

二、研究工具

本研究共分三套影片，第一套影片：擊球前 90ms（三個畫面）、擊球中畫面及擊球後 30ms（一個畫面）；其呈現順序：吊球 → 直線球 → 斜線球 → 吊球 → 斜線球 → 直線球（四號位置） → 斜線球 → 吊球 → 斜線球 → 直線球 → 吊球 → 直線球（三號位置）。第二套影片：擊球前 180ms（六個畫面）、擊球中畫面及擊球後 60ms（二個畫面）；其呈現順序：直線球 → 斜線球 → 直線球 → 吊球 → 斜線球 → 吊球（四號位置） → 直線球 → 斜線球 → 吊球 → 直線球 → 吊球 → 斜線球（三號位置）。第三套影片：擊球前 270ms（九個畫面）、擊球中畫面及擊球後 90ms（三個畫面）；其呈現順序：斜線球 → 直線球 → 吊球 → 直線球 → 斜線球 → 吊球（四號位置） → 吊球 → 斜線球 → 吊球 → 直線球 → 斜線球 → 直線球（三號位置）。正試研究為第二套影片，其呈現順序：（一）四號位置長攻攻擊：直線球 → 吊球 → 斜線球 → 吊球 → 斜線球 → 直線球。（二）三號位置快攻攻擊：斜線球 → 直線球 → 吊球 → 斜線球 → 吊球 → 直線球。（三）二號位置長攻攻擊：吊球 → 直線球 → 斜線球 → 直線球 → 斜線球 → 吊球。

三、預試研究之影片信、效度分析

第二套影片之擊球時間點與球路之間存在交互作用 ($F=2.26, p<.05$)，由交互作用，內容效度及再測信度可知第二套影片具有信效度。

在擊球前 180ms 之畫面，可發現 4 號攻擊位置之吊球，其勝算有較高趨勢但沒有顯著高於 4 號攻擊位置之直線球 ($Z=0.29, 0.29, 0.59, 0.59, p>.05$)；4 號攻擊位置之斜線球，其勝算有二組顯著高於 4 號攻擊位置之吊球 ($Z=-2.17, -2.17, p<.05$)；4 號攻擊位置之斜線球，其勝算皆顯著高於 4 號攻擊位置之直線球 ($Z=2.43, -2.70, 2.18, 2.45, p<.05$)。3 號攻擊位置之吊球，其勝算皆顯著高於 3 號攻擊位置之直線球 ($Z=4.62, -4.62, 4.43, 4.43, p<.05$)；3 號攻擊位置之斜線球與 3 號攻擊位置之吊球其勝算皆沒有顯著差異 ($Z=0.60, 0.64, 0.29, 0.94, p>.05$)；3 號攻擊位置之斜線球，其勝算皆顯著高於 3 號攻擊位置之直線球 ($Z=4.24, -4.24, 5.00, 5.00, p<.05$)。4 號攻擊位置各球路之再測值沒有顯著差異存在（吊-吊： $Z=0.00$ ，斜-斜： $Z=-0.28$ ，直-直： $Z=-0.30, p>.05$)；3 號攻擊位置各球路之再測值沒有顯著差異存在（吊-吊： $Z=-0.30$ ，斜-斜： $Z=1.22$ ，直-直： $Z=0.00, p>.05$)。

在擊球中之畫面，可發現 4 號攻擊位置之吊球，其勝算皆顯著高於 4 號攻擊位置之直線球 ($Z=3.47, 3.47, 2.75, 2.75, p<.05$)；4 號攻擊位置之吊球，其勝算只有二組顯著高於 4 號攻擊位置之斜線球 ($Z=2.58, 2.58, p<.05$)；4 號攻擊位置之斜線球，其勝算有較高趨勢但沒有顯著高於 4 號攻擊位置之直線球 ($Z=0.00, 1.90, -0.19, 1.52, p>.05$)。3 號攻擊位置之吊球，其勝算皆顯著高於 3 號攻擊位置之直線球 ($Z=3.86, -2.86, 4.17, 3.62, p<.05$)；3 號攻擊位置之吊球，其勝算有較高趨勢但沒有顯著高於 3 號攻擊位置之斜線球 ($Z=0.64, -0.22, 1.15, -0.71, p<.05$)；3 號攻擊位置之斜線球，其勝算皆顯著高於 3 號攻擊位置之直線球 ($Z=3.50, 3.68, -2.35, 2.94, p<.05$)。4 號攻擊位置各球路之再測值沒有顯著差異存在（吊-吊： $Z=0.00$ ，斜-斜： $Z=1.33$ ，直-直： $Z=-0.28, p>.05$)；3 號攻擊位置各球路之再測值沒有

顯著差異存在（吊-吊： $Z=0.51$ ，斜-斜： $Z=0.41$ ，直-直： $Z=1.54$ ， $p>.05$ ）。

在擊球後 60ms 之畫面，可發現 4 號攻擊位置之吊球，其勝算皆顯著高於 4 號攻擊位置之直線球（ $Z=3.97, 3.64, 4.11, 3.32$ ， $p<.05$ ）；4 號攻擊位置之吊球，其勝算只有二組顯著高於 4 號攻擊位置之斜線球（ $Z=2.68, 1.98$ ， $p<.05$ ）；4 號攻擊位置之斜線球，其勝算只有二組顯著高於 4 號攻擊位置之直線球（ $Z=3.69, 2.91$ ， $p<.05$ ）。3 號攻擊位置之吊球，其勝算皆顯著高於 3 號攻擊位置之直線球（ $Z=3.94, -3.05, 4.12, 3.62$ ， $p<.05$ ）；3 號攻擊位置之吊球，其勝算有較高趨勢但沒有顯著高於 3 號攻擊位置之斜線球（ $Z=0.84, 0.00, 1.09, -0.24$ ， $p>.05$ ）；3 號攻擊位置之斜線球，其勝算皆顯著高於 3 號攻擊位置之直線球（ $Z=3.37, 3.87, -2.40, 3.33$ ， $p<.05$ ）。4 號攻擊位置各球路之再測值沒有顯著差異存在（吊-吊： $Z=-1.21$ ，斜-斜： $Z=1.48$ ，直-直： $Z=-0.29$ ， $p>.05$ ）；3 號攻擊位置各球路之再測值沒有顯著差異存在（吊-吊： $Z=0.25$ ，斜-斜： $Z=0.82$ ，直-直： $Z=0.93$ ， $p>.05$ ）。

四、研究設計

（一）實驗分組

第一階段 73 名參與者依隨機方式分成三組，每組以隨機方式只測試一套影片。第二階段以 50 名一般生及 22 名運動績優生為參與者，分別測試第二套影片。

（二）信效度界定

- 1.再測信度：相同的動作在前後不同的時間測驗相同的受試者前後兩次，再求兩次測驗勝算比，若 Z 統計量值沒達到顯著差異，代表參與者之偵察反應一致，亦即具有再測信度。
- 2.內容效度：符合預測球路勝算由高而低排列的趨勢為『吊球 → 斜線球 → 直線球』，且兩兩球路勝算比之 Z 統計量值達到顯著差異，代表測驗內容符合球路預測

難易度，亦即具有內容效度。

（三）實驗設計

本研究參與者以排球攻擊員的攻擊動作作為前線索，來預測其球路，為避免預測難易度的困擾，操弄球路（直線球、斜線球、吊球）及擊球時間點（前、中、後）的難易度，並實施三套不同擊球時間點之預試研究，以期提高作答有效性。為求動作之標準化、實際比賽情境之重現及參與者的參與動機，特以 2000 年奧運男子排球冠亞軍賽（荷蘭—南斯拉夫）為測試影片。經由 CyberLink PowerDirector3 軟體來編輯視覺偵察影片並分別存入影片光碟，最後經由電腦及投影機投入畫面面積為 2.1×2.1 平方公尺之螢幕，視聽教室座位距離螢幕 3.5-8.5 公尺，受試者依自己的視力選擇座位，以最大化畫面來呈現影片，於預答後調整觀看影片之距離，以利能看清楚影片的動作畫面。並以側面的角度由近而遠依序面向 4、3、2 號位置，且以 33 個畫面/秒（0.03 秒/一個畫面）之速率來呈現影片，其動作畫面如圖 2。每套影片均含直線球、斜線球及吊球，且重複兩次，其動作順序以間隔方式來呈現，以避免相同動作因前後出現之關係而產生記憶效果。參與者於施測前先預答三題，其內容包括直線球，斜線球及吊球。各類視覺偵察影片均以接發球員碰球瞬間來啟動視覺偵察，並在擊球前之時間點其影片停留八秒，以利參與者依據攻擊動作預測攻擊落點，並於測驗表上勾選攻擊落點，作答後由接發球員接球瞬間重新啟動測驗影片，以利依序完成擊球中及擊球後等時間點之預測及作答。參與者依攻擊者動作預測攻擊落點（對區 1、3、5 號位置），測驗表上排球場圖形之勾選位置與視覺偵察影片

之攻擊落點在方向上是一致的，且在測驗表上 1、3、5 號位置各畫上三個格子，並依序由前場到後場標示前、中、後等字眼來提示不同擊球時間點之作答，最後把預測正確計為「1」或預測錯誤計為「0」等原始資料納入統計分析。預試研究中供參與者判斷之靜止動作影片總

共 36 張（六個動作 × 二個位置 × 三個時間點 = 36 張影片），三套不同擊球時間點影片之作答時間均為 8 分 23 秒。正試研究中供參與者判斷之靜止動作影片總共 54 張（六個動作 × 三個位置 × 三個時間點 = 54 張影片），其影片之作答時間為 12 分 52 秒。



左邊：擊球前攻擊動作 中間：擊球中攻擊動作 右邊：擊球後攻擊動作

圖 2 4 號攻擊位置不同擊球時間點之直線球攻擊動作（箭號所示）

五、統計分析

由於本研究的依變項為每次實驗中是否預測正確（計為「1」）或是預測錯誤（計為「0」），屬於二元（binary）型態，此種隨機實驗稱為伯努利試驗（Bernoulli trial），相對應的機率分配為伯努利（Bernoulli）分配（Agresti, 2002），我們有興趣的參數為預測正確球路的機率 p 。一般處理二元型態依變項的統計模型為邏輯斯迴歸（logistic regression），在邏輯斯迴歸模型中考慮將機率 p 作對數勝算轉換（預測正確的機率除以預測錯誤的機率再取對數， $\log(p/(1-p))$ ），並且假設此對數勝算與相關自變項呈現線性關係。在此研究中，影響觀測值變異的自變項分成兩類：第一類為固定效應項：包括技能、年齡、擊球時間點、攻擊球路與攻擊位置，由於其水準為實驗者所決定，因此為固定效應因素。第二類為隨機效應項：在相同的固定因子水準下，每位受測者的表現是否會相同？答案是並不盡然，這是由於每位受測者的異質性的不同所致。因此我們考慮不同受測者在相同的固定因子水準下，加入截距項的隨機效應，使得在相同的固定因子水準

時，每位受測者會有不同的表現。此外，每位參與者在不同位置、球路與擊球時間點的作答為重複量測，因此同一位受測者每次的作答間存在著相關性，我們可以進一步假設受測者隨機效應的共變異數矩陣存在著相關的結構，而這些都是一般的邏輯斯迴歸沒有考慮到的地方，故本研究採用可同時考慮固定效應與隨機效應的廣義線性混合效應模型（Generalized Linear Mixed Effects Model）加以分析（Agresti, 2002; Diggle, Liang, & Zeger, 1996）。

本研究採用「R」統計軟體進行資料整理與統計分析（林真真，2007），其中配適廣義線性混合效應模型所用的是「MASS」與「nlme」套件下的「glmmPQL」指令。當我們根據變異數分析決定了模型與每個參數的估計後，就可以利用參數的估計值、標準誤與相關係數進行對比檢定（ t 檢定）來檢定因子水準間是否有顯著的差異。由於對比的數量龐大且有多次重複量測，根據大樣本理論， t 檢定會近似至標準常態分配的 z 檢定。

參、結果

一、不同技能預測球路之勝算差異

由表一與表二可知：

(一) 一般生預測球路的勝算略高(不顯著)於運動績優生的情況：

1. 『18-19 歲』且 2 號位直線球於擊球前。
2. 『18-19 歲』且 3、4 號位斜線球於擊球中。

(二) 績優生預測球路的勝算顯著高於一般生的情況：

1. 『18-19 歲』且 2 號位斜線球於擊

球前中後。

2. 『18-19 歲』且 3 號位直線球、吊球於擊球前中。
3. 『18-19 歲』且 4 號位直線球於擊球後、4 號位吊球於擊球前。
4. 『20 歲以上』且 2、4 號位直線球、斜線球與吊球於擊球前中後(2 號位斜線球於擊球前除外)。
5. 『20 歲以上』且 3 號位直線球於擊球前、3 號位斜線球於擊球前中、3 號位的吊球於擊球中後。

表一 不同技能預測球路的勝算差異之對比檢定

	Z 值	組別差異
g2-g1 a1, p2, w1, t1	-1.00	1 ≈ 2
g2-g1 a1, p2, w1, t2	0.90	2 ≈ 1
g2-g1 a1, p2, w1, t3	1.46	2 ≈ 1
g2-g1 a1, p2, w2, t1	1.97*	2 > 1
g2-g1 a1, p2, w2, t2	2.55*	2 > 1
g2-g1 a1, p2, w2, t3	4.30*	2 > 1
g2-g1 a1, p2, w3, t1	1.73	2 ≈ 1
g2-g1 a1, p2, w3, t2	2.09*	2 > 1
g2-g1 a1, p2, w3, t3	1.74	2 ≈ 1
g2-g1 a1, p3, w1, t1	2.91*	2 > 1
g2-g1 a1, p3, w1, t2	2.37*	2 > 1
g2-g1 a1, p3, w1, t3	1.55	2 ≈ 1
g2-g1 a1, p3, w2, t1	1.39	2 ≈ 1
g2-g1 a1, p3, w2, t2	-0.20	1 ≈ 2
g2-g1 a1, p3, w2, t3	1.69	2 ≈ 1
g2-g1 a1, p3, w3, t1	3.84*	2 > 1
g2-g1 a1, p3, w3, t2	2.69*	2 > 1
g2-g1 a1, p3, w3, t3	1.64	2 ≈ 1
g2-g1 a1, p4, w1, t1	1.12	2 ≈ 1
g2-g1 a1, p4, w1, t2	1.08	2 ≈ 1
g2-g1 a1, p4, w1, t3	2.04*	2 > 1
g2-g1 a1, p4, w2, t1	2.91*	2 > 1
g2-g1 a1, p4, w2, t2	-0.92	1 ≈ 2
g2-g1 a1, p4, w2, t3	4.18*	2 > 1
g2-g1 a1, p4, w3, t1	2.64*	2 > 1
g2-g1 a1, p4, w3, t2	1.93	2 ≈ 1
g2-g1 a1, p4, w3, t3	0.91	2 ≈ 1

* $p < .05$ 。>表大於且 $p < .05$ ，≈表大於且 $p > .05$ 。對比之規則為「左方的組別—右方的組別」，若 Z 統計量為正值，且達到顯著，代表左方組別的勝算較右方組別的勝算大。g1 表一般生，g2 表運動績優生。a1 表 18-19 歲。p2 表 2 號位置，p3 表 3 號位置，p4 表 4 號位置。w1 表直線球，w2 表斜線球，w3 表吊球。t1 表碰球前，t2 表碰球中，t3 表碰球後。

表二 不同技能預測球路的勝算差異之對比檢定

	Z 值	組別差異
g2-g1 a2, p2, w1, t1	2.46*	2 > 1
g2-g1 a2, p2, w1, t2	3.74*	2 > 1
g2-g1 a2, p2, w1, t3	4.38*	2 > 1
g2-g1 a2, p2, w2, t1	0.61	2 ≈ 1
g2-g1 a2, p2, w2, t2	3.25*	2 > 1
g2-g1 a2, p2, w2, t3	3.40*	2 > 1
g2-g1 a2, p2, w3, t1	2.47*	2 > 1
g2-g1 a2, p2, w3, t2	4.52*	2 > 1
g2-g1 a2, p2, w3, t3	4.81*	2 > 1
g2-g1 a2, p3, w1, t1	2.32*	2 > 1
g2-g1 a2, p3, w1, t2	1.67	2 ≈ 1
g2-g1 a2, p3, w1, t3	1.35	2 ≈ 1
g2-g1 a2, p3, w2, t1	2.58*	2 > 1
g2-g1 a2, p3, w2, t2	2.83*	2 > 1
g2-g1 a2, p3, w2, t3	1.84	2 ≈ 1
g2-g1 a2, p3, w3, t1	0.31	2 ≈ 1
g2-g1 a2, p3, w3, t2	2.73*	2 > 1
g2-g1 a2, p3, w3, t3	2.68*	2 > 1
g2-g1 a2, p4, w1, t1	2.27*	2 > 1
g2-g1 a2, p4, w1, t2	2.12*	2 > 1
g2-g1 a2, p4, w1, t3	3.47*	2 > 1
g2-g1 a2, p4, w2, t1	2.85*	2 > 1
g2-g1 a2, p4, w2, t2	1.97*	2 > 1
g2-g1 a2, p4, w2, t3	3.77*	2 > 1
g2-g1 a2, p4, w3, t1	3.49*	2 > 1
g2-g1 a2, p4, w3, t2	4.51*	2 > 1
g2-g1 a2, p4, w3, t3	4.94*	2 > 1

* $p < .05$ 。>表大於且 $p < .05$ ，~表大於且 $p > .05$ 。對比之規則為「左方的組別—右方的組別」，若 Z 統計量為正值，且達到顯著，代表左方組別的勝算較右方組別的勝算大。g1 表一般生，g2 表運動績優生。a2 表 20 歲以上。p2 表 2 號位置，p3 表 3 號位置，p4 表 4 號位置。w1 表直球，w2 表斜線球，w3 表吊球。t1 表碰球前，t2 表碰球中，t3 表碰球後。

二、不同年齡預測球路勝算由高而低之顯著差異情形

由表三與表四可知：

- (一) 一般生在 2 號位直線球上，且碰球前時，其預測勝算為『18-19 歲 → 20 歲以上』。
- (二) 一般生在 3 號位斜線球上，且碰球

中後時，其預測勝算為『18-19 歲 → 20 歲以上』。

- (三) 績優生在 2 號位直線球上，且碰球中後時，其預測勝算為『20 歲以上 → 18-19 歲』。
- (四) 績優生在 2 號位斜線球上，且碰球後時，其預測勝算為『18-19 歲 → 20

歲以上』。

(五) 績優生在 2、3、4 號位吊球上，其預測勝算為『20 歲以上 → 18-19

歲』，在 3 號位吊球上，且碰球前時，其預測勝算為『18-19 歲 → 20 歲以上』。

表三 不同年齡預測球路的勝算差異之對比檢定

	Z 值	年齡差異
a2-a1 g1, w1, p2, t1	-2.03*	1 > 2
a2-a1 g1, w1, p2, t2	-0.84	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w1, p2, t3	-1.45	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w1, p3, t1	-0.95	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w1, p3, t2	0.20	2 ≈ 1
a2-a1 g1, w1, p3, t3	-0.37	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w1, p4, t1	-1.40	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w1, p4, t2	-0.24	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w1, p4, t3	-0.83	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w2, p2, t1	0.58	2 ≈ 1
a2-a1 g1, w2, p2, t2	-0.85	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w2, p2, t3	-0.31	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w2, p3, t1	-1.68	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w2, p3, t2	-3.09*	1 > 2
a2-a1 g1, w2, p3, t3	-2.56*	1 > 2
a2-a1 g1, w2, p4, t1	-0.05	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w2, p4, t2	-1.49	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w2, p4, t3	-0.94	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w3, p2, t1	1.14	2 ≈ 1
a2-a1 g1, w3, p2, t2	-0.61	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w3, p2, t3	-0.34	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w3, p3, t1	1.87	2 ≈ 1
a2-a1 g1, w3, p3, t2	0.19	2 ≈ 1
a2-a1 g1, w3, p3, t3	0.37	2 ≈ 1
a2-a1 g1, w3, p4, t1	0.82	2 ≈ 1
a2-a1 g1, w3, p4, t2	-0.79	1 ≈ 2
a2-a1 g1, w3, p4, t3	-0.54	1 ≈ 2

* $p < .05$ 。>表大於且 $p < .05$ ，≈表大於且 $p > .05$ 。對比之規則為「左方的年齡—右方的年齡」，若 Z 統計量為正值，且達到顯著，代表左方年齡的勝算較右方年齡的勝算大。g1 表一般生。a1 表 18-19 歲，a2 表 20 歲以上。p2 表 2 號位置，p3 表 3 號位置，p4 表 4 號位置。w1 表直球，w2 表斜線球，w3 表吊球。t1 表碰球前，t2 表碰球中，t3 表碰球後。

表四 不同年齡預測球路的勝算差異之對比檢定

	Z 值	年齡差異
a2-a1 g2, w1, p2, t1	1.68	2 ≈ 1
a2-a1 g2, w1, p2, t2	2.26*	2 > 1
a2-a1 g2, w1, p2, t3	2.16*	2 > 1
a2-a1 g2, w1, p3, t1	-1.26	1 ≈ 2
a2-a1 g2, w1, p3, t2	-0.47	1 ≈ 2
a2-a1 g2, w1, p3, t3	-0.45	1 ≈ 2
a2-a1 g2, w1, p4, t1	0.03	2 ≈ 1
a2-a1 g2, w1, p4, t2	0.82	2 ≈ 1
a2-a1 g2, w1, p4, t3	0.81	2 ≈ 1
a2-a1 g2, w2, p2, t1	-0.87	1 ≈ 2
a2-a1 g2, w2, p2, t2	-0.09	1 ≈ 2
a2-a1 g2, w2, p2, t3	-2.05*	1 > 2
a2-a1 g2, w2, p3, t1	-0.20	1 ≈ 2
a2-a1 g2, w2, p3, t2	0.55	2 ≈ 1
a2-a1 g2, w2, p3, t3	-1.76	1 ≈ 2
a2-a1 g2, w2, p4, t1	0.74	2 ≈ 1
a2-a1 g2, w2, p4, t2	1.55	2 ≈ 1
a2-a1 g2, w2, p4, t3	-0.98	1 ≈ 2
a2-a1 g2, w3, p2, t1	1.45	2 ≈ 1
a2-a1 g2, w3, p2, t2	2.67*	2 > 1
a2-a1 g2, w3, p2, t3	3.43*	2 > 1
a2-a1 g2, w3, p3, t1	-2.04*	1 > 2
a2-a1 g2, w3, p3, t2	0.66	2 ≈ 1
a2-a1 g2, w3, p3, t3	2.01*	2 > 1
a2-a1 g2, w3, p4, t1	2.77*	2 > 1
a2-a1 g2, w3, p4, t2	3.55*	2 > 1
a2-a1 g2, w3, p4, t3	4.18*	2 > 1

* $p < .05$ 。>表大於且 $p < .05$ ，≈表大於且 $p > .05$ 。對比之規則為「左方的年齡—右方的年齡」，若 Z 統計量為正值，且達到顯著，代表左方年齡的勝算較右方年齡的勝算大。g2 表運動績優生。a1 表 18-19 歲，a2 表 20 歲以上。p2 表 2 號位置，p3 表 3 號位置，p4 表 4 號位置。w1 表直球，w2 表斜線球，w3 表吊球。t1 表碰球前，t2 表碰球中，t3 表碰球後。

肆、討論

一、研究設計之討論

本研究之示範者均為右手攻擊員，2 號位直線球、斜線球與吊球攻擊之助跑方向均由 2 號位往對區 1 號位移動；3 號位直線球攻擊之助跑方向由 2 號位往 3 號位移動、斜線球由 4 號位往 3 號位移動、吊球

由 3 號位往 2 號位移動；4 號位直線球、斜線球與吊球攻擊之助跑方向均由 4 號位往對區 5 號位移動。

就內容效度而言，3 號位直線球攻擊之身體方向與攻擊落點方向較不一致，因其以手腕來改變球體的行進方向，其動作屬性與 4 號位直線球及 2 號位斜線球攻擊相

似，故其最不易預測；3號位斜線球攻擊之身體方向與攻擊落點較一致，其動作屬性與4號位斜線球及2號位直線球攻擊相似，故其較易預測；3號位吊球攻擊之動作幅度較小與動作速度較慢，其動作屬性與2、4號位吊球相似，故其最易預測，此預測球路勝算之邏輯性差異即為內容效度。Goulet等(1989)指出，網球發球之側旋轉球比平擊球及正旋轉球較難預測，其側旋轉球之手腕特性與本研究之2號位斜線球、3號位直線球及4號位置直線球相似。Abernethy與Russell(1987)指出，羽球員擊球的深度比方向較易預測，其可說因吊球的動作屬性而使其較易預測。

就影片的呈現角度而言，Michaels與Carello(1981)指出，有機體與環境訊息有著恆定的關係，此訊息的恆定性有二種特性：一為結構性的恆定(structural invariants)，其意謂影片的呈現角度不會改變靜態畫面的動作外型；另一為轉換性的恆定(transformational invariants)，其意謂影片的呈現角度不會改變動態畫面的動作外型，可見側面或正面的影片均能呈現動作應有之特性。

就影片呈現時間而言，Allard與Starkes(1980)模擬排球比賽情境為測驗內容，幻燈片以1/60秒呈現給參與者，要求其以最快的速度來辨認球體的存在與否；Allard, Graham, 與Paarsalu(1980)模擬籃球比賽情境為測驗內容，幻燈片以4秒呈現給參與者，要求其辨認比賽中正確位置的球員人數。上述研究似乎意謂著，測驗情境越簡單則呈現時間越短，若越困難則呈現時間越長，本研究預測攻擊動作的動作意圖是屬於較困難的測驗情境，為得知不同攻擊動作在各變項上之預測差異，故於接發球員碰球瞬間來啟動視覺預測，並於攻擊員擊球前、中、後之時間點其影片各停留八秒，使得參與者有充分時間實施預測與作答。

就碰球時間點而言，Abernethy與Russell(1987)以擊球前167ms、擊球前83ms、擊球中、擊球後83ms及看到整個揮

拍過程等時間點來探討羽球拍擊訊息，結果指出，在擊球前83ms、擊球中及擊球後83ms時，初學者在方向上的誤差顯著高於熟練者。其研究有幾個討論點：一、其在自變項的操弄上較少，導致無法得知擊球前後有顯著差異時間點的最大限度；且擊球前後時間點不應該是對等的，因球體速度與身體動作幅度不對等。二、各個擊球時間點沒有作預試研究，因此無法得知其是否就是最佳的預測點。基於上述，本研究以擊球中的時間點作為預測中心點，並在擊球前各取90ms、180ms、270ms等時間點；擊球後各取30ms、60ms、90ms等時間點作為預測點，以交互作用、內容效度與再測信度來考驗其是否就是最佳的預測點，預試證明擊球前180ms，擊球中及擊球後60ms等三個時間點之影片最具信效度。

二、不同技能在預測勝算上之差異情形

就一般生在預測勝算上高於績優生的情況而言，2號位直線球及3、4號位斜線球為同屬性的攻擊動作，因肩膀後拉方向與球體落點方向較一致且手腕改變方向較少，故技術水準較低之年輕一般生較會順著肩膀方向來預測球路；年輕運動績優生還期待球路改變的可能性，因此對2號位直線球及3、4號位斜線球較有可能會判斷為2號位斜線球及3、4號位直線球，導致年輕一般生預測勝算略高（不顯著）於年輕運動績優生。Nideffer(1985)提出四種不同注意力的型態，其中外寬型注意力型態以較寬廣的注意力焦點來判斷排球攻擊的動作意圖；內寬型注意力型態以較豐富的策略來分析排球攻擊的動作意圖。年輕運動績優生因較具此二種注意力的型態，導致增加誤判的機會。Abernethy與Russell(1987)指出，方向比深度較難預測，本研究斜線球與直線球屬於方向關係，其動作差異只在手腕之變化，熟練者對較難分辨之斜、直線球較易互為誤判，因此降低其預測勝算。

就績優生在預測勝算上高於一般生的情況而言，2號位斜線球與3、4號位直線

球是同屬性且最難判斷的攻擊動作，因肩膀後拉方向與球體落點方向不一致且以手腕來改變球體的行進方向(手腕向內轉)，因此只有技術水準較高之運動績優生較能意識到攻擊員的動作意圖，而技術水準較低之一般生較無法察覺細膩之手腕動作，而導致年輕的運動績優生預測 2 號位斜線球及 3、4 號位直線球的勝算顯著高於同年齡的一般生。Cave 與 Bichot (1999) 認為，熟練者較採內容控制的視覺策略 (context control visual strategy)，其意謂注意力集中在較大區域的視野上，而較能從中心訊息的感知轉移到周邊訊息，以致於提高預測動作意圖的能力；初學者較採目標控制的視覺策略 (target control visual strategy)，其意謂注意力集中在較小區域的視野上，而較無法適當地轉移注意力焦點，以致於降低預測動作意圖的能力，此轉移能力造成不同技能水準在預測勝算之差異。但年長的運動績優生比同年齡的一般生除了能辨別 2 號位斜線球及 3、4 號位直線球外，也較能辨別 2 號位直線球及 3、4 號位斜線球，其似乎意謂運動績優生隨著年齡的增長而擴大了不同技能者間在直線球與斜線球上之預測差異。為提昇預測的廣度，在擊球較早階段時，預測者應以身體為前線索，來得知動作的前後關係 (Ward 等, 2002; Wright 等, 1990)；在擊球較後階段時，尤接近擊球中之前後時間，預測者應以手臂或手腕為前線索，來得知動作的真正意圖 (Abernethy & Russell, 1987; Goulet 等, 1989)。2、3、4 號位吊球是同屬性且最易判斷的攻擊動作，若與直、斜線球相比較，其攻擊之動作幅度較小且動作速度較慢，同年齡的運動績優生幾乎比一般生較能預測此動作屬性。但 3 號位的吊球是單腳背飛動作，因助跑方向由內向外助跑，且其動作幅度與動作速度比 2、4 號位吊球較小較快，其預測難度混淆了不同技能者間之預測差異，使得年長的運動績優生在擊球前無法顯著地高於年長的一般生；但年輕的運動績優生在擊球前卻高於年輕的一般生。也許年輕熟練者比年長熟練者有較窄

化的注意力焦點，而較易感知近距離落點的吊球攻擊，亦即中心訊息比周圍訊息易於感知，而年長熟練者比年輕熟練者有較寬廣的注意力焦點，但也模糊化了中心訊息的感知。

三、不同年齡在預測勝算上之差異情形

就一般生而言，實施 2 號位直線球攻擊，且碰球前時，其肩膀方向較面向直線球落點，較年輕初學者較以肩膀為前線索，而較年長初學者對隱藏的動作意圖(斜線球、吊球)可能有較多的感知，促使其預測勝算由高而低為『18-19 歲 → 20 歲以上』；實施 3 號位斜線球攻擊，且碰球中、後時，其肩膀方向與助跑方向同時較面向斜線球落點，更強化其預測勝算由高而低為『18-19 歲 → 20 歲以上』。Abernethy (1988) 指出，初學者不會因年齡間的差異而較能利用前線索來增加預測能力，其與本研究不一樣，不同的動作前線索會影響不同年齡初學者的預測能力，亦即前線索的動作方向與球體落點方向具有一致性時，會誘導較年輕初學者的注意力。

就運動績優生而言，實施 2 號位直線球攻擊，且碰球中、後時，其助跑方向與攻擊落點較不一致，其肩膀方向與攻擊落點較一致，較年長熟練者較以肩膀方向為前線索，較年輕熟練者較以助跑方向為前線索，促使其預測勝算由高而低為『20 歲以上 → 18-19 歲』；實施 2 號位斜線球攻擊，且碰球後時，其助跑方向與攻擊落點較一致，其肩膀方向與攻擊落點較不一致，因不同年齡的熟練者有不同的前線索，促使其預測勝算由高而低為『18-19 歲 → 20 歲以上』。Abernethy (1988) 指出，熟練者因年齡的增加而較能利用前線索來增加預測能力，其與本研究不一樣，因不同年齡的熟練者使用不同的前線索，而有不同的預測結果。實施 2、3、4 號位吊球攻擊時，因攻擊的動作速度變慢且動作幅度變小，較年長熟練者因年齡增長而較能察覺此差異，促使其預測勝算由高而低為『20 歲以上 → 18-19 歲』。Schmidt (1975) 的基模理論指出，動作經驗的學習必須經由各類情境

的練習才能將充分的訊息加以抽象化，概念化，以形成長期記憶的運動基模，當欲從事運動時，相關訊息將刺激中樞神經系統，並經由已建立的運動基模中叫出適當、類似的基模而產生動作，其似乎意謂熟練者因年齡增長而較能豐富動作學習經驗，進而增加預測能力。但在 3 號位吊球上，且碰球前時，因其尚未暴露動作意圖，且單腳背飛動作的助跑方向及身體方向均與球體落點方向較不一致，故其預測難度混淆了年齡間的順序差異，也許較年輕熟練者因以較窄化的注意力焦點來預測動作意圖，而對近距離落點的吊球較易感知，促使其預測勝算由高而低為『18-19 歲 → 20 歲以上』。Nideffer (1985) 認為，運動員要能轉移不同型態的注意力，方能配合運動情境的需求，其中外寬型注意力型態較適合於動作早期，其以較寬廣的注意力焦點來預測動作的前後關係，而外窄型注意力型態較適合於動作晚期，其以較窄化的注意力焦點來預測擊球時的動作意圖。其可解釋，年輕熟練者有較易感知中心訊息之傾向，而年長熟練者有較易感知周邊訊息之傾向。

四、結論與建議

在結論上：(一) 2 號位直線球與 3、4 號位斜線球攻擊之肩膀方向與球體落點方向較一致，故其較易預測，年輕初學者較以肩膀為前線索，故其預測勝算有高於年輕熟練者之趨勢；2 號位斜線球與 3、4 號位直線球攻擊之肩膀方向與球體落點方向較不一致，故其較難預測，年輕熟練者較易感知潛藏的動作意圖，故其預測勝算高於年輕初學者；隨著年齡的增長，年長熟練者因較能利用重要的前線索，故在 2、3、4 號位之直線球與斜線球攻擊上，其預測勝算高於年長初學者。(二) 年輕初學者較以肩膀為前線索，而年長初學者對隱藏的動作意圖可能有較多的感知，促使在 2 號位直線球與 3 號位斜線球攻擊上，其預測勝算由高而低為『18-19 歲 → 20 歲以上』。年長熟練者較以肩膀方向為前線索，年輕熟練者較以助跑方向為前線索，促使在 2

號位直線球攻擊，其預測勝算由高而低為『20 歲以上 → 18-19 歲』；在 2 號位斜線球攻擊則為『18-19 歲 → 20 歲以上』。在應用上：排球攻擊員應善加利用助跑方向與肩膀方向來扣出不同落點方向的球路，以達欺敵效果；攔網員或守備員在攻擊員碰球較早階段時，應以身體為前線索，來得知動作的前後關係，在攻擊員碰球較後階段時，尤接近碰球中之前後時間，應以手臂或手腕為前線索，來得知動作的真正意圖。在建議上：未來研究可觀察熟練者對不同助跑方向或身體方向在各個攻擊落點上之預測情形，以利在訓練與比賽中之應用。

參考文獻

- 林真真 (2007)。統計分析與應用手冊：使用 R 軟體。臺北市：文魁
- Agresti, A. (2002). *Categorical data analysis*. New York: Wiley.
- Allard, F., & Starkes, J. L. (1980). Perception in sport: Volleyball. *Journal of Sport Psychology*, 2, 22-33.
- Allard, F., Graham, S., & Paarsalu, M. E. (1980). Perception in sport: Basketball. *Journal of Sport Psychology*, 2, 14-21.
- Abernethy, B., & Russell, D. G. (1987). Exper-novice difference in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9, 326-345.
- Abernethy, B. (1988). The effects of age and expertise upon perceptual skill development in a racquet sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59, 210-221.
- Borgeaud, P., & Abernethy, B. (1987). Skilled perception in volleyball defense. *Journal of Sport Psychology*, 9, 400-406.
- Cave, K. R., & Bichot, N. P. (1999). Visuospatial attention: Beyond a spotlight scheme. *Psychonomic Bulletin and Review*, 6, 204-223.
- Diggle, P. J., Liang, K. Y., & Zeger, S. L. (1996). *Analysis of longitudinal data*. Oxford: Clarendon Press.
- Goulet, C., Bard, C., & Fleury, M. (1989). Expertise differences in preparing to

- return a tennis serve: A visual information processing approach. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11, 382-398.
- Grabner, R. H., Neubauer, A. C., & Stern, E. (2006). Superior performance and neural efficiency: The impact of intelligence and expertise. *Brain Research Bulletin*, 69, 422-439.
- Henry, F. M., & Rogers, D. E. (1960). Increased response latency for complicated movements and a memory drum theory of neuromotor reaction. *Research Quarterly*, 31, 448-458.
- Lamm, C., Bauer, H., Vitouch, O., & Gstattner, R. (1999). Differences in the ability to process a visuo-spatial task are reflected in event-related slow cortical potentials of human subjects. *Neuroscience Letters*, 269, 137-140.
- Lamm, C., Bauer, H., Vitouch, O., Durec, S., Gronister, R., & Gstattner, R. (2001). Restriction of task processing time affects cortical activity during processing of a cognitive task: An event-related slow cortical potential study. *Cognitive Brain Research*, 10, 275-282.
- Michaels, C. F., & Carello, C. (1981). Direct perception. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Nideffer, R. M. (1985). *Enhanced performance in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Neubauer, A. C., Grebner, R. H., Fink, A., & Neuper, V. (2005). Intelligence and neural efficiency: Further evidence of the influence of task content and sex on the brain- IQ relationship. *Cognitive Brain Research*, 25, 217-225.
- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- Starkes, J. L. (1987). Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9, 146-160.
- Savelsbergh, G. J. P., Williams, A. M., Van Der Kamp, J., & Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20, 279-287.
- Wright, D. L., Pleasants, F., & Gomez-Meza, M. (1990). Use of advanced visual cue source in volleyball. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 12, 406-414.
- Ward, P., Williams, A. M., & Bennett, S. J. (2002). Visual search and biological motion perception in tennis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73, 107-112.

The Analysis of Visual Detection of Different Attack Movements from Volleyball Players of Different Skill Levels

Kao-Tsan Wu
National Chengchi University

Abstract

Purpose: This study was to understand odds of prediction between different skills and between different ages. **Method:** The subjects were 145 experts and novices from NCCU, and experts from Shih-Shin University. The study was to test the subjects' visual detection competence based on their judgment of attack movement and falling points of attack via 2000 male volleyball championship Olympic film. The data was statistically analyzed in Generalized Linear Mixed Effects Model. **Results:** **A.** Difference between different skills: (a) For straight-lined ball in position number 2, before hitting the ball, and for tilt-lined ball in positions number 3 and 4, during hitting the ball, average students aged from 18 to 19 had little higher odds of prediction than experts aged from 18 to 19. (b) For tilt-lined ball in position number 2, before, during and after hitting the ball, and straight-lined ball in position 3, before and during hitting the ball, and straight-lined ball in position number 4, after hitting the ball, experts aged from 18 to 19 had significantly higher odds of prediction than average students aged from 18 to 19. **B.** Difference between different ages: (a) For straight-lined ball, during and after hitting the ball in position number 2, experts aged above 20 had significantly higher odds of prediction than experts aged from 18 to 19. (b). For tilt-lined ball in position number 2, after hitting the ball, experts aged from 18 to 19 had significantly higher odds of prediction than experts aged above 20. **Conclusions:** **A.** For straight-lined ball in position number 2, and tilt-lined ball in positions number 3 and 4, shoulder direction of attack and direction of falling points were consistent, so it was easier to predict the odds. Young novices used shoulder as precut, so they had little higher odds of prediction than young experts. For tilt-lined ball in position number 2, and straight-lined ball in positions number 3 and 4, shoulder direction of attack and direction of falling points were not very consistent, so it was harder to predict the odds. Young experts were more prone to sense the hidden motion intention, so they had higher odds of prediction than young novices. **B.** Senior experts used shoulder direction as precut, so their odds of prediction were higher than young experts for straight-lined ball in position 2. Young experts used approach direction as precut, so their odds of prediction were higher than senior experts for tilt-lined ball in position 2.

Key words: prediction, motion vision, generalized linear mixed effects model