



## 穿戴式科技應用於大專甲組女子排球選手比賽與訓練之監控

<sup>1</sup>黃冠勳、<sup>2</sup>林昀昀、<sup>1</sup>張恩崇、<sup>1</sup>相子元\*

<sup>1</sup>國立臺灣師範大學運動競技學系、<sup>2</sup>美國加州大學柏克萊分校

投稿日期：2018 年 05 月；通過日期：2018 年 06 月

### 摘要

**目的：**監控活動量能讓球員及教練明確知道比賽累積下的負荷，幫助球員避免傷害，近年來足球與橄欖球開始利用方便且精準的加速規監測球員的活動量，相比之下排球運動缺乏相關的運動監控。**方法：**本實驗讓不同位置的排球選手在各種運動情境下（比賽、模擬賽以及練習）配戴加速規以監控活動量，並且比較位置間和不同運動情境下的加速規數據的差異，探討加速規應用在排球上的可行性。**結果：**發現所有位置過半的活動皆為低強度運動。其中，舉球員在比賽時的活動量最高，自由球員休息時間則最長皆符合排球的技術特徵。**結論：**利用加速度訊號量化活動量與運動強度，能分辨出不同位置的球員在不同的情境下之間的差異，這些差異也符合過去研究指出的排球運動特徵，可見加速規量化排球運動的可行性。

**關鍵字：**加速規、強度、量化、訓練

### 壹、緒論

科學化的運動監控是近年來相當熱門的議題，透過科學、客觀的方式來判斷選手的體能狀況與疲勞程度受到許多教練與選手的重視，因為疲勞往往在無形的清況下造成選手受傷。像是在排球場上，比賽中選手間雖然沒有身體接觸、碰撞，但在排球訓練與比賽時受傷的數量還是非常高 (Briner & Kacmar, 1997)。其中傷害有高百分比 (63%) 是發生在跳躍著地時 (Gerberich, Luhman, Finke, Priest, & Beard, 1987)，在高次數的跳躍下，造成選手下肢過度使用導致發炎，甚至受傷 (Fontani, Ciccarone, & Giulianini, 2000; Schafle 1993)，在反覆的跳躍下，也會造成疲勞的肌肉，過去研究便指出肌肉疲勞會造成肌肉力量的下降，無法負荷相同動作下的運動強度 (Opar, Williams, & Shield, 2012)，同時也會降低下肢關節的活動度，使跳躍著地時，下肢受到較大的地面衝擊 (李育銘、李恒儒, 2013)，排球動作中許多急停跳躍動作，也同樣造成下肢著地時產生較大的衝擊 (許年瑩、孫苑梅、張木山、王令儀, 2015)，導致受傷的機率增加。其中女子排球選手著地時，容易有較大的膝關節外翻角度，因此比男子選手有更高的傷害發生風險 (謝耀毅、陳柏潔、黃長

福, 2015)，透過量化選手的活動量，選手及教練可明確知道累積下來的運動強度，有效的預防過度使用及傷害。現今常見的監控方式主要包含教練或選手的主觀判斷、血乳酸濃度、心跳以及電子監測器 (Halson, 2014)，這些方法各有其優劣，以教練或選手的判斷來說，雖然能即時反應選手狀況，但缺乏客觀、科學依據；血乳酸濃度容易受到飲食影響，且無法在場上即時回饋 (Nunes et al., 2014)；心跳會有延滯情形，並會受到心情與環境影響 (Narazaki, Berg, Stergiou, & Chen, 2009)；而近年來電子科技的進步，電子監測器的體積越來越輕巧，可提供即時又準確的數據，且能夠結合置入於穿戴式產品中，使選手及教練更方便攜帶使用，因此近年來許多學者以加速規、陀螺儀等電子監測器做為監控活動量的工具。其中加速規數據在走路、跑步以及一般日常活動中與生理指標呈現高相關性 (Bento, Cortinhas, Leitao, & Mota, 2012; Nichols, Morgan, Sarkin, Sallis, & Calfas, 1999; Fudge et al., 2007)。也有研究者運用加速規數據監控籃球、澳式足球以及各項運動選手的活動量，並比較不同位置間以及不同情況下的活動量的差異 (Boyd, 2011; Schelling,

\*通訊作者：相子元 國立臺灣師範大學運動競技學系  
Email: tyshiang@gmail.com  
地址：(11677)臺北市文山區汀洲路四段88號

& Torres, 2016)。市售穿戴式產品經研究證實有著不錯的信效度 (林昱安、李恆儒, 2017)。

過去研究透過不同的演算方式進行整場比賽選手的活動量偵測, 例如 Player Load、MAD、MPD 等 (Gabbett, 2015; Schelling, & Torres, 2016; Scott, Lockie, Knight, Clark, & Janse de Jonge, 2013; Vähä-Ypyä, Vasankari, Husu, Suni, & Sievänen, 2015), 其中 Player Load 演算法常被運用在訓練上, 來計算運動中的活動量, Scott 等學者透過監測足球選手的訓練, 比較知覺性的問卷、生理性的指標與物理性的活動量指標 Player Load 值的相關性, 結果顯示 Player Load 與知覺性、生理性都具有高度相關 (Scott et al., 2013), Casamichana 等學者的研究中也得到相似的結果 (Casamichana, Castellano, Calleja-Gonzalez, San Román, & Castagna, 2013), 由這些研究可發現加速規與 Player Load 對於監測運動訓練的可行性, 然而, 單是了解整場比賽選手的活動量, 對於選手和教練是不夠的, 像是籃球、排球、足球等高強度且間歇的運動, 若能進一步了解選手在場上從事低、中、高強度動作的比例, 便能更有效地了解選手狀況, 並且針對選手安排不同強度的訓練菜單, 有效的量化選手的活動狀況, 提供即時又準確的資訊幫助球員減少運動傷害的風險, 並做為調整訓練強度的依據。

過去研究透過心率來觀察不同位置的排球選手在比賽場上的差異, 其結果顯示出不同位置的球員在賽場上心率的差異 (李建毅、周德倫, 2003), 這代表著不同位置的球員在場上所進行活動量與強度差異, 然而心率會有延遲反應的現象, 有研究指出心率會在運動開始後的一到四分鐘仍然會持續上升 (Chacon-Mikahil et al., 1998), 表示運動時的心跳無法代表當下之運動強度。因此, 本研究的目的是透過對於動作較敏感且不易受到生理影響的加速規感測器, 收取不同位置的排球選手, 在練習、模擬賽、正式比賽之間的資料, 探討排球選手的整體的活動量與從事低、中、高強度動作的比例, 提供給選手與教練作為安排訓練的依據。而由於過去排球研究中並無對排球運動強度進行定義, 因此, 本研究試以最易懂的純量大小方式, 將加速規感測器所收到數據定義低、中、高三種強度, 並探討本研究強度定義方式是否有效或有哪些不足, 以利未來相關應用上的改進。

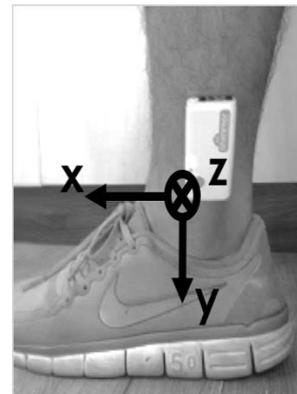
## 貳、方法

### 一、受試者資料

受取三個不同位置的女子甲組排球選手 (身高:  $164.4 \pm 7.4$  公分, 體重:  $56 \pm 3.32$  公斤, 年齡:  $21.4 \pm 1.7$  歲), 球員位置分別為自由球員、攻擊手與舉球員各一名, 都為大專排球聯賽女一級冠軍成員。

### 二、實驗器材

Shimmer Sensor (65\*32\*12 毫米, 31 公克, Burns et al., 2010): 如圖一所示, 為了避免穿戴感測器影響球員訓練與比賽, 以及預防球員在撲球過程中撞擊造成傷害, 本研究將附有加速規的 Shimmer 感測器配戴在選手慣用著地腳的腳踝外側上十公分處, 記錄加速度。感測器是以雙面膠貼於腳踝上方後, 再以運動貼紮專用的皮膚膜包住。Shimmer 感測器擷取頻率為 60 Hz, 加速度收取範圍為  $\pm 16$  g。加速規軸向是將左右方向定為 x 軸, 前後方向為 z 軸, 垂直方向為 y 軸。



圖一、加速規擺放位置示意圖

### 三、實驗設計

分別在一場比賽、一場模擬賽及一次練習中各取三位不同位置的球員配戴感測器, 記錄並擷取統一的開始與結束時間。透過這九筆的加速度數據, 比較不同位置以及不同情況下加速度數據的差異。比賽場次為 2017 亞瑟士盃社會女子公開組 (分數 25:22、25:20, 勝), 模擬賽為邀請高中女子校隊所進行的非正式比賽 (進行三局, 分數 25:10、25:13、25:9, 全勝)。

### 四、數據分析

先利用 Matlab 將加速規原始訊號經 Butterworth 低通濾波 10 Hz、4 order 進行濾波處理後進行數據分析。將各軸的加速度平方, 取三軸總和後, 開根號算出合加速度, 公式如下:

$$\text{合加速度} = \sqrt{a_{x\text{軸}}^2 + a_{y\text{軸}}^2 + a_{z\text{軸}}^2}$$

## 五、強度定義

### 1. 活動量 (Player Load)

參考過去研究常用於監測運動活動量的演算法 Player Load，將整場比賽的每分鐘平均 Player Load 值作為選手整場活動量指標。Player Load 為三軸向加速度的瞬時變化，能監測到低速度下的高強度的動作(例如：碰撞、變換方向)，Player Load 以任意單位 (arbitrary units, AU) 表示 (Boyd, Ball, & Aughey, 2011)，公式如下：

Player Load

$$= \sqrt{\frac{(a_{xn} - a_{xn-1})^2 + (a_{yn} - a_{yn-1})^2 + (a_{zn} - a_{zn-1})^2}{100}}$$

$a_{xn}$  為 x 軸第 n 筆的加速度值， $a_{yn}$  為 y 軸第 n 筆的加速度值， $a_{zn}$  為 z 軸第 n 筆的加速度值，n 為資料筆數。

### 2. 運動強度

將濾波後的原始訊號以每五秒為單位算出五秒內的平均合加速度 (Mcclain, Abraham, Brusseau, & Tudor-Locke, 2008)，透過牛頓第二運動定律，力量等於物體質量乘上加速度，假設選手的動作力量越大，代表所產生的加速度也會越大，將這次實驗所測得最大合加速度  $28.6 \text{ m/s}^2$ ，當作本次實驗所產生最大強度的動作，再以地心引力為  $9.8 \text{ m/s}^2$  來定義當下處在球員靜止的情況，最後將  $28.6 \text{ m/s}^2$  到  $9.8 \text{ m/s}^2$  兩數間定義低、中、高三種強度，如圖二所示。將地心引力  $9.8 \text{ m/s}^2$  以下定義為靜止， $16.1 \text{ m/s}^2$  至  $9.8 \text{ m/s}^2$  之間定義為低強度運動， $22.3 \text{ m/s}^2$  至  $16.1 \text{ m/s}^2$  之間定義為中強度運動， $22.3 \text{ m/s}^2$  以上皆定義為高強度運動。



圖二、強度定義示意圖

## 參、結果

練習中自由球員與舉球員的活動量高於攻擊手；模擬賽與正式比賽中舉球員活動量最高，攻擊手次之，自由球員最低；將三種情境平均後，單就不同位置的活動量可見舉球員擁有最高的活動量，攻擊手第二，自由球員最低；自由球員在練習時活動量最高，正式比賽稍低於練習，模擬賽活動量最低；舉球員與攻擊手在正式比賽都有最高的活動量，練習次之，模擬賽最低；將三個位置平均後，單就不同情況的活動量比較可見正式比賽最高，練習第二，模擬賽最低 (表一)。

模擬比賽靜態與低強度比例高於正式比賽和練習；正式比賽有較低比例的靜態，與較高比例的中、高度；舉球員在比賽中有 21% 為中、高強度的運動，攻擊手與自由球員較低，各有 13% 跟 11% 的中、高強度運動；攻擊手的低強度運動佔了個人活動量的 75%，舉球員與自由球員各佔了 69% 跟 55% (表二)。

表一、不同運動情境下各位置球員的活動量 (Player Load/分鐘，單位：AU/min)

	自由	舉球	攻擊	三個位置平均值
練習	6.44	6.44	4.82	5.90 ± 0.94
模擬賽	2.20	4.25	3.20	3.22 ± 1.03
正式	6.37	9.11	7.67	7.72 ± 1.37
三種情境平均值	5.00 ± 2.43	6.60 ± 2.43	5.23 ± 2.26	5.61 ± 2.19

表二、各位置的運動強度百分比

項目	位置	運動強度百分比 (%)			
		靜態	低強度	中強度	高強度
練習	自由	28.09	60.53	6.29	5.09
	舉球	24.40	60.88	14.07	0.65
	攻擊	50.95	39.47	9.48	0.10
模擬賽	自由	51.11	44.59	4.30	0.00
	舉球	31.77	57.82	10.21	0.20
	攻擊	30.85	63.48	4.54	1.13
正式賽	自由	33.59	55.32	10.79	0.31
	舉球	10.32	68.88	18.95	1.85
	攻擊	12.33	75.19	11.71	0.77

## 肆、討論

### 一、各位置在比賽中的差異

中高強度：舉球員在比賽中有著最高的活動量，並有 21% 為中高強度的運動，攻擊手與自由球員較低，各有 13% 跟 11% 的中高強度運動。過去研究指出雖然攻擊手的高強度跳躍次數大於舉球員，但舉球員的總

跳躍次數卻是所有位置中最多的 (Sheppard, Gabbett, & Stanganelli, 2009)。此外，幾乎每波攻擊都需要舉球員移動到不特定的位置舉球給攻擊手進行攻擊。相反地，攻擊手通常是在特定的位置準備攻擊，攻擊的責任也會分散在場上的其他攻擊手身上。而自由球員僅僅負責後場的防守，這些情況導致舉球員的中高強度運動高出其餘的球員。

低強度：攻擊手的低強度運動佔了個人活動量的 75%，舉球員與自由球員各佔了 69% 跟 55%。各位置的低強度運動都超過活動量的一半以上。過去分析排球運動特徵的研究指出，高強度運動，例如殺球、發球與舉球等動作通常只佔所有動作的 20-30%，其餘大多為移動、助跑等低強度運動，與本實驗結果相近 (邱金治、林則旻、余清芳, 2016)。

靜止：自由球員有 34% 為靜止狀態，舉球員與攻擊手各只有 10% 和 12%。自由球員從首節到末節比賽中持續的與攻擊手交替上場。此外，自由球員做為專門負責後場的防守球員，在球沒有落到自由球員附近時以及進攻不需要移動時，導致自由球員的靜止狀態高出舉球員與攻擊手。

## 二、比賽與模擬賽和練習的差異

舉球員、攻擊手與自由球員在模擬賽中的活動量明顯低於比賽與練習，在運動強度上模擬賽中的中高強度運動的百分比皆低於在比賽以及練習的百分比。此次模擬賽因對手是高中排球隊，強度明顯有落差，也反應在本實驗的數據上。其中舉球員與自由球員在模擬賽的靜止狀態甚至高於比賽與練習。在比賽中舉球員與攻擊手各只有 10.32% 和 12.33% 的靜止休息時間，反應出此次模擬賽在強度上與比賽相差甚遠。

而與練習相比，只有自由球員達到了接近比賽的強度。舉球員練習與比賽強度相差較大。攻擊手在練習時有 50.95% 是靜止狀態，幾乎一半的時間都沒有活動，遠遠高出了比賽時 12.33% 的靜止狀態。另外，自由球員練習時高強度運動高達 5%，遠遠高於其他位置與情境，這可能是因為自由球員練習時進行撲救動作造成，撲救過程中撞擊地面使加速規感測器收取到大的訊號，而相較於其他位置，自由球員在練習中有較多的撲救訓練，因此使自由球員在練習時高強度運動的比列明顯較高。

本研究最大加速度  $28.6\text{m/s}^2$  發生於攻擊手，然而攻擊手各情境下高強度運動比例卻不高，推測最大加速度是發生在攻擊手跳躍著地時，可能是一時平衡受

到影響或疲勞造成著地策略不佳，產生較大的衝擊 (李育銘、李恒儒, 2013)，而大多時候攻擊手都能以較佳的著地策略，透過下肢關節緩衝著地時的衝擊，因此產生較高強度運動的比例不高。

不同位置上的運動強度與不同位置間動作差異有所相關，像是攻擊手高強度動作主要來自於跳躍著地，此時會測量到較大的垂直方向加速度，而自由球員在撲救過程中，感測器的水平方向加速度可能比垂直方向加速度測到更大的數值，未來若針對感測器不同軸向去分析，便有可能進一步的判斷不同位置間運動強度的差異。

過去有研究進行不同的訓練量的比較，指出無法由心跳與自覺量表來看出訓練量的差異 (吳柏翰、蔡懷安、楊佳元, 2017)，而本次實驗透過加速規的監測能分辨出選手在比賽、模擬賽與練習時的活動量與運動強度差異，顯示出加速規應用量化選手訓練的可行性。

## 三、運動強度數值定義

本次研究中運動的活動量參考了過去許多以 Player Load 評估活動量的相關研究 (Scott et al., 2013; Dalen, Jørgen, Gertjan, Havard, & Ulrik, 2016; Gabbett, 2015)，然而，相對較少有研究去評估排球運動強度進行定義，因此本研究運動強度是以純量大小、平均分成三等份來簡單的定義低、中、高三種強度，未來若針對特定強度排球動作進行測量，以此來定義不同運動強度的合加速度閾值範圍，便能更準確地判斷運動員在訓練與比賽場上的運動強度。或是可以參考過去使用 GPS 紀錄橄欖球比賽中不同跑步速度的時間，來評估運動員運動強度差異 (Wisbey, Montgomery, Pyne, & Rattray, 2010)，雖然 GPS 用於室內球場較小的運動時，準確度相對較差，且須額外加設室內轉用設備 (Duffield, Reid, Baker, & Spratford, 2010)，但是過去已有許多研究指出加速度感測器所測得數值與跑步數度有高的相關 (江宗麟、李湘庭、吳慧君, 2018; 李尹鑫, 戴一涵, 相子元, 2016; Fudge et al., 2007) 參考過去研究中不同跑步速度的加速度數值來定義運動強度，以加速度感測器取代 GPS，便有機會判斷出更為準確的運動強度；有學者整理感測裝置相關研究便指出，感測裝置絕對具有判斷不同特定動作的能力 (Chambers, Gabbett, Cole, & Beard, 2015)，因此本研究相信未來透過感測器的運用幫助排球運動訓練與調度絕對是可行。

#### 四、研究限制

本研究受限於收取對象與比賽配合的機會難得，故限制了本次實驗收取受試者人數與賽次，結果因此無法給予明確的證實，但本研究中每位受試者所收取練習的時間與比賽時間都相當充足，每個球員位置與情境所收取的資料相當龐大，因此本研究結果仍具有相當的代表性與參考價值。

#### 伍、結論與建議

此次實驗利用加速度訊號量化活動量與運動強度，可看出不同位置的球員在不同的情境下之間的差異，結果中的差異也符合過去研究指出的排球動作特徵，與比賽、模擬賽和練習情況也相符合，可見加速現在量化排球選手活動量可行性，未來可做為提供給選手與教練安排訓練的指標。本實驗定義強度的方式雖然足以呈現數據上的趨勢與差異，但本次實驗強度定義較為簡略，若能更有效的劃分強度或是針對不同軸向進行分析，便可更佳的監測選手在場上的情形。未來可收取更多不同選手的資料（男子排球選手、一般選手等），探討其間的差異，提供給各基層教練，做為指導的依據。

#### 陸、引用文獻

江宗麟、李湘庭、吳慧君 (2018)。市售穿戴式裝置估計輕度至費力運動強度的效果與閾值。《體育學報》，51(1)，25-36。

李尹鑫、戴一涵、相子元 (2016)。身體加速度及步頻分別與心跳之相關性-前導性實驗。《運動表現期刊》，3(1)，23-27。

李育銘、李恒儒 (2013)。在躍起著地時誘發疲勞運動對下肢關節和地面反作用力的影響。《華人運動生物力學期刊》，(8)，1-8。

李建毅、周德倫 (2003)。排球比賽心跳率變化之研究。《排球教練科學》，(3)，48-58。

吳柏翰、蔡懷安、楊佳元 (2017)。體能訓練模式對單次訓練表現與生理反應之影響。《運動表現期刊》，4(1)，33-41。

邱金治、林則旻、余清芳 (2016)。排球之負荷強度及訓練原則分析。《興大體育學刊》，(15)，1-11。

林昱安、李恆儒 (2017)。穿戴式裝置於陸上與水中運動之信效度檢驗。《運動表現期刊》，4(1)，63-69。

許年瑩、孫苑梅、張木山、王令儀 (2015)。著地急停與反彈跳著地期下肢運動學與地面反作用力之比

較。《華人運動生物力學期刊》，12(2)，65-71。

謝耀毅、陳柏潔、黃長福 (2015)。不同性別排球選手扣球著地下肢生物力學之差異。《體育學報》，48(2)，195-203。

Bento, T., Cortinhas, A., Leitao, J. C., & Mota, M. P. (2012). Use of accelerometry to measure physical activity in adults and the elderly. *Revista de Saú'de Pública*, 46, 561-570.

Boyd, L. J. (2011). A new way of using accelerometers in Australian rules football: Assessing external loads. *Doctoral Dissertation, Victoria University*.

Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 311-321.

Briner, W. W., & Kacmar, L. (1997). Common injuries in volleyball. *Sports Medicine*, 24(1), 65-71.

Burns, A., Greene, B. R., McGrath, M. J., O'Shea, T. J., Kuris, B., Ayer, S. M., ... & Cionca, V. (2010). SHIMMER™—A wireless sensor platform for noninvasive biomedical research. *IEEE Sensors Journal*, 10(9), 1527-1534.

Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Román, J., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 369-374.

Chacon-Mikahil, M. P. T., Forti, V. A. M., Catai, A. M., Szrajzer, J. S., Golfetti, R., Martins, L. E. B., ... & Maciel, B. C. (1998). Cardiorespiratory adaptations induced by aerobic training in middle-aged men: the importance of a decrease in sympathetic stimulation for the contribution of dynamic exercise tachycardia. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 31(5), 705-712.

Chambers, R., Gabbett, T. J., Cole, M. H., & Beard, A. (2015). The use of wearable microsensors to quantify sport-specific movements. *Sports Medicine*, 45(7), 1065-1081.

Dalen, T., Jørgen, I., Gertjan, E., Havard, H. G., & Ulrik, W. (2016). Player load, acceleration, and deceleration during forty-five competitive matches

- of elite soccer. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 351-359.
- Duffield, R., Reid, M., Baker, J., & Spratford, W. (2010). Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 523-525.
- Fontani, G., Ciccarone, G., & Giulianini, R. (2000). Nuove regole di gioco ed impegno fisico nella pallavolo. *SDS*, 19(50), 14-20.
- Fudge, B. W., Wilson, J., Easton, C., Irwin, L., Clark, J., Haddow, O., Pitsiladis, Y. P. (2007). Estimation of oxygen uptake during fast running using accelerometry and heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(1), 192-198.
- Gabbett, T. J. (2015). Relationship between accelerometer load, collisions, and repeated high-intensity effort activity in rugby league players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3424-3431.
- Gerberich, S. G., Luhmann, S., Finke, C., Priest, J. D., & Beard, B. J. (1987). Analysis of severe injuries associated with volleyball activities. *The Physician and Sportsmedicine*, 15(8), 75-79.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139-147.
- McClain, J. J., Abraham, T. L., Brusseau, T. A., & Tudor-Locke, C. (2008). Epoch length and accelerometer outputs in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(12), 2080-2087.
- Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N., & Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19(3), 425-432.
- Nichols, J. F., Morgan, C. G., Sarkin, J. A., Sallis, J. F., & Calfas, K. J. (1999). Validity, reliability, and calibration of the Tritrac accelerometer as a measure of physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(6), 908-912.
- Nunes, J. A., Moreira, A., Crewther, B. T., Nosaka, K., Viveiros, L., & Aoki, M. S. (2014). Monitoring training load, recovery-stress state, immune-endocrine responses, and physical performance in elite female basketball players during a periodized training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2973-2980.
- Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2012). Hamstring strain injuries. *Sports Medicine*, 42(3), 209-226.
- Schelling, X., & Torres, L. (2016). Accelerometer Load Profiles for Basketball-Specific Drills in Elite Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15, 585-591.
- Schafle, M. D. (1993). Common injuries in volleyball. *Sports Medicine*, 16(2), 126-129.
- Sheppard, J. M., Gabbett, T. J., & Stanganelli, L. R. (2009). An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1858-1866.
- Scott, B. R., Lockie, R. G., Knight, T. J., Clark, A. C., & Janse de Jonge, X. (2013). A comparison of methods to quantify the in-season training load of professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(2), 195-202.
- Vähä - Ypyä, H., Vasankari, T., Husu, P., Suni, J., & Sievänen, H. (2015). A universal, accurate intensity-based classification of different physical activities using raw data of accelerometer. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 35(1), 64-70.
- Wisbey, B., Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Rattray, B. (2010). Quantifying movement demands of AFL football using GPS tracking. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 531-536.



## Monitoring Physical Activity of University-Level Volleyball Players in Matches and Training using Wearable Technology

<sup>1</sup>Kuan-Hsun Huang, <sup>2</sup>Yun-Yun Lin, <sup>1</sup>En-Chung Chang, <sup>1</sup>Tzyy-Yuang Shiang\*

<sup>1</sup>Department of Athletic Performance National Taiwan Normal University

<sup>2</sup>University of California, Berkeley

Accepted : 2018/06

### ABSTRACT

**Purpose:** Monitoring the amount of activity allows players and coaches to clearly know the cumulative load of the matches and help the players avoid injury. In recent years, soccer and football have begun to monitor the amount of player activity with accelerometers, which are convenient and accurate. In contrast, volleyball still lacks of related sports monitor. **Method:** The purpose of this study was to test the feasibility of its application in volleyball. Participants of different positions wore accelerometers on the outside ankle during one match, one scrimmage match and one practice. **Result:** The result was comparable to prior research on the characteristics of motion in volleyball, in which low intensity activity occupied more than 50% of physical activities across all positions. The setter had the highest physical demand in the match and the libero had the most amount of rest. **Conclusion:** Using the acceleration signal to quantify the player load and exercise intensity, the difference between players in different positions in different situations can be distinguished. These differences are also consistent with the characteristics of volleyball movements pointed out in previous studies, and the feasibility of quantifying volleyball by accelerometers can be seen.

**Keywords:** acceleration, intensity, quantify, training