

## 大專男性甲乙組網球選手上肢功能測試之比較

邱奕傑<sup>1</sup> 邱偉庭<sup>1</sup> 王信民<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 國立彰化師範大學運動學系應用運動科學碩士班

<sup>2</sup> 國立彰化師範大學運動健康研究所

\*通訊作者：王信民

通訊地址：500 彰化縣彰化市進德路 1 號

E-mail: hmwangat@gmail.com

DOI:10.6167/JSR.202412\_33(2).0002

投稿日期：2024 年 3 月 接受日期：2024 年 5 月

### 摘要

網球是一種單邊持拍運動，需要使用慣用手來抽球與發球，在長期大量擊球的情況下，可能會造成網球選手肩關節肌力及活動度產生變化。因此，本研究旨在瞭解國內大專男性甲乙組網球選手，慣用手握力、肩關節活動度、肌力以及上肢 Y 字平衡測試 (upper quarter Y balance test, UQ-YBT) 之間的差異。研究對象為大專男子甲組及乙組網球選手各 12 名，並測量慣用手握力、肩關節內外轉活動度與肌力，以及 UQ-YBT 測試。使用獨立樣本 *t* 檢定，比較甲乙組大專男子網球選手，握力、肩關節內外轉活動度與肌力，以及上肢 YBT 測試之差異。甲組與乙組網球選手在握力 (甲組：54.92 ± 4.98 公斤；乙組：48.42 ± 7.98 公斤，*p* = .026) 以及肩外轉肌力 (甲組：13.11 ± 1.62 公斤；乙組：10.64 ± 1.78 公斤，*p* = .002) 達顯著差異，而肩內轉肌力、肩外轉以及肩內轉活動度均無達顯著差異，UQ-YBT 測試的三個方向延伸距離也無達顯著差異。甲組比乙組網球選手，有更好的握力和肩關節外轉肌力，可能是兩組選手在訓練模式及訓練強度不同所導致。而 UQ-YBT 測試不太符合網球專項能力，建議未來研究可探討其他更適合網球專項的上肢功能性測試。

**關鍵詞：**關節活動度、等長肌力、上肢 YBT 測試

## 壹、緒論

網球是一項隔網持拍運動，選手需控制球拍，將球揮擊至對方的有效得分區域中，並將球打到空檔或是加快球速讓對方來不及回球，由另一方贏得比數之運動。比賽時，經常可以看見網球選手在比賽場上來回擊球的畫面，其中包含許多專項技術，如：發球、正拍、反拍、截擊等等，對於網球選手來說，發球與抽球是一項非常重要的技術，不論是訓練或是比賽，網球選手常常要做大量的發球及抽球。過去的研究指出，職業男子網球選手，平均一場比賽要發 143 顆發球，237 顆正拍抽球以及 219 顆反手抽球 (Kovalchik & Reid, 2017)。近年來在器材上的改進以及技術層面上的提升，使得每一位網球選手的擊球力量與速度都明顯的提高，現今職業網球選手比賽時，發球的時速最高能達到 227 公里／小時 (Hodgkinson, 2023)，與過去相比，在 1999 年時，職業網球選手最快發球球速只有 180 公里／小時 (Cross & Pollard, 2009)。網球屬於持拍之單邊運動，需長期使用慣用手來抽球與發球，因此，在長期大量擊球的情況下，可能會造成網球選手慣用手之肩關節內外轉肌力及活動度產生變化 (Cools et al., 2014)。

從運動力學的角度來看，網球的發球與大多數過頭運動一樣，分為五個時期：準備期 (wind-up phase)、揮臂期 (cocking phase)、加速期 (acceleration phase)、減速期 (deceleration phase) 以及跟隨期 (follow-through phase) (Chung & Lark, 2017; Escamilla & Andrews, 2009)；而抽球則分為四個時期：揮拍準備期 (racket preparation)、

加速期、減速期以及跟隨期 (Chung & Lark, 2017)。揮臂期和揮拍準備期時，肩膀會達到最大的外展、外轉角度，並在加速期快速內收、內轉，來進行擊球的動作，在減速期，肩關節會持續內收、內轉，以減少手臂的慣性動量和消散沒有傳遞到球體的動能 (Chung & Lark, 2017; Escamilla & Andrews, 2009)。因此，肩關節肌力與活動度都可能會影響網球選手的運動表現。過去研究指出，在菁英和非菁英網球選手的比較中，發現菁英網球選手的擊球球速，比非菁英網球選手快 (Landlinger et al., 2011)；許多因素可能會影響到網球選手的球速，握力就是其中之一，當選手在擊球時，球拍的拍面必須與球之間有穩定的接觸，才能將力量完整的轉移到球上的同時，控制球的落點 (Kovacs, 2006)；而握力的好與壞會影響球拍揮擊時的穩定性，避免球拍在高角速度和力矩的影響下，偏移原本揮拍軌跡，造成擊出的球速度變慢且無法有效的控制球的落點 (Behm, 1988)。許多研究也顯示，肩關節肌力與發球速度之間存在一定的相關性，並指出肩關節肌力在發球動作中對於球速的重要性 (Baiget et al., 2016; Hayes et al., 2021)。除了肩關節肌力外，先前研究也發現，在發球前擺階段的慣用側肩關節活動度與發球球速呈正相關 ( $r = .616$ )，發球球速較快的選手在肩關節活動度顯著優於發球球速較慢的選手 (Wong et al., 2014)。綜合上述所論，握力的強弱會影響球拍的穩定，肩關節肌力和活動度對於網球選手之球速，可能也會造成影響。

網球的揮拍動作是由各種不同的動作組合而成的，若只看單一因素對揮拍的影響，可能會與球員在場上的表現有所落差，過去常見的上肢功能性測試中，上肢 Y 字平衡測試 (quarter Y balance test, UQ-YBT) 所需能力包含活動度、肌力，以及動態平衡 (Gorman et al., 2012)，且已被證實有良好的測量信度，經常被學者拿來評估上肢之功能性表現 (Gorman et al., 2012; Lee & Kim, 2015)，然而，過去較少探討綜合性因素，對於網球運動表現中之影響，因此，希望藉由 UQ-YBT，來探討甲乙組網球選手，在綜合性的功能測試中，是否存在差異。

綜上所述，握力、肩關節內外轉活動度、肌力皆與網球運動表現息息相關，雖然過去上肢功能性測試相關研究較少，但由於包含的面向更廣，或許更適合用來評估不同級別選手之差異。本研究之目的，未藉由探討不同競賽級別大專男性網球運動員，在握力、慣用手肩關節內外轉活動度、肌力以及功能性測試之間的差異，以進一步瞭解屬於網球運動員的專項能力，提供教練以及球員訓練策略之參考，並幫助乙組運動員提升運動表現。

## 貳、方法

### 一、研究對象

本研究對象為現役國內不同地區之大專男子網球選手共 24 名，甲組網球選手與乙組網球選手各 12 名，選手分組是以全國大專運動會採用的分級制度作為標準。收案條件如下：(一) 年齡 19 歲–26 歲；(二)

有 2 年以上網球專項訓練經驗，且每週訓練 2 次以上；(三) 過去 6 個月內無重大運動傷害。排除條件如下：(一) 過去曾有肩關節韌帶或是肩盂唇受傷之病史；(二) 接受過上肢韌帶或關節相關手術；(三) 有神經或是平衡方面疾病；(四) 有認知功能障礙。對於符合條件的受測者，會仔細講解實驗流程及內容，取得受測者同意並填寫受測者同意書。本研究的研究倫理編號為 NCUEREC-111-076。

### 二、研究工具

#### (一) 握力

以電子握力測量器 (Digital Dynamometer 5401) 測量慣用手的握力。進行測量時會請受測者呈站姿，並且手臂和測量器要與身體平行，同時維持最大自主收縮 3 秒。共進行 2 次測試並採用最大值，且 2 次測試之間會休息 2 分鐘 (Fett et al., 2020)。組內相關係數 (intraclass correlation coefficient, ICC) [2,1]  $\pm$  測量標準誤 (Standard Error of measurement, SEM) :  $0.98 \pm 1.4$  公斤。

#### (二) 肩關節內轉、外轉關節活動度

使用關節角度量尺測量慣用手的肩關節內、外轉關節活動度，測量時請受測者仰躺，並將軸心對準鷹嘴突，前臂與移動臂平行，軀幹與固定臂垂直。接著測試者會在穩定受測者的肩胛骨後，測量最大的被動內轉和外轉關節活動度各一次，紀錄其肩關節移動角度 (Moreno-Pérez et al., 2018)。ICC [2,1]  $\pm$  SEM : 內轉  $0.98 \pm 1.8$  度、外轉  $0.98 \pm 1.4$  度。

### (三) 肩關節內轉、外轉肌力

採用手持式測力器 (MicroFET3) 來測量慣用手肩關節內、外轉等長肌力，測量時受測者自主收縮，接著保持最大自主收縮 5 秒，內外轉各進行 1 次測試並取收縮過程中者呈坐姿，將肩關節外展 90° 和肘關節屈曲 90°，並要求在 2 秒內逐漸出力至最大所測得之最大值 (Johansson et al., 2022)。ICC [2,1] ± SEM：內轉 0.85 ± 1.0 公斤、外轉 0.74 ± 1.0 公斤。

### (四) UQ-TBT

使用 UQ-TBT 套件 (Y Balance Test Kit)，測量時受測者須維持單臂俯臥撐姿勢將支撐手放置在中央平臺上，同時測試手盡可能移動標記盒至往支撐手的內側、前外側以及後外側方向可延伸之最遠距離，測驗 2 次後取平均值，並除以臂長進行標準化 (Bauer et al., 2020)。ICC [2,1] ± SEM：內側 = 0.89 ± 2.2 公分、下外側 = 0.87 ± 2.4 公分、上外側 = 0.9 ± 2.3 公分。

## 三、資料處理

受測者基本資料 ( 身高、體重、身體質量指數【body mass index, BMI】、年齡、球齡 ) 會使用描述性統計進行分析，並以獨立樣本 *t* 檢定，來比較甲乙組大專男子網球選手握力、慣用手肩關節內外轉活動度、肌力以及 UQ-YTB 之差異。本研究再測信度測量方法，共測量 10 名未參與本研究的大專運動員，由同一位施測者進行所有人體測量之前後測，前後的測量間

隔時間為一週以上 ICC 用來評估施測者測量一致性，測量標準誤則是代表測量的可信範圍，SEM 值計算如下： $SEM = 標準差 \times \sqrt{1 - ICC}$ ，此研究的所有數據，會以 IBM SPSS Statistics for Windows 22.0 中文版進行統計分析與處理，各項統計之顯著水準皆定為  $\alpha = .05$ 。

## 參、結果

### 一、基本資料

本研究以大專甲乙組男子網球運動員各 12 位，共 24 位進行實驗，甲組網球運動員平均身高 175.17 ± 6.51 公分，體重 70.59 ± 6.24 公斤，BMI 23.10 ± 2.68 公斤 / 公尺<sup>2</sup>，年齡 21.16 ± 1.74 歲，球齡 12.17 ± 2.94 年；乙組網球運動員平均身高 174.23 ± 5.55 公分，體重 71.01 ± 8.39 公斤，BMI 23.51 ± 3.50 公斤 / 公尺<sup>2</sup>，年齡 23.25 ± 2.30 歲，球齡 10.83 ± 6.44 年，而在甲乙兩組之間的比較中，僅有球齡有達顯著差異 ( $p = .008$ )。

### 二、不同級別網球選手肌力之比較

首先進行甲組與乙組網球運動員肌力之比較，分析結果如表 1。甲組網球運動員的握力 ( 甲組：54.92 ± 4.98 公斤；乙組：48.42 ± 7.98 公斤， $p = .026$ ) 與肩外轉肌力 ( 甲組：13.11 ± 1.62 公斤；乙組：10.64 ± 1.78 公斤， $p = .002$ )，皆大於乙組，達顯著差異。而甲乙兩組的肩內轉肌力，則無達顯著差異。

### 三、不同級別網球選手關節活動度之比較

在甲組與乙組網球運動員關節活動度之比較中，甲乙兩組間的肩外轉活動度、肩內轉活動度以及肩關節總活動度，皆無達顯著差異，如表 2。

### 四、不同級別網球選手 UQ-YBT 之比較

在分析甲組與乙組網球運動員 UQ-YBT 之比較中，甲乙組網球運動員在 UQ-YBT

測試中，於內側、下外側和上外側三個方向，以及其三個方向總和之數據，皆無達顯著差異，如表 3。

### 肆、討論

根據本研究結果顯示，甲組網球選手與乙組網球選手的握力有顯著差異，甲組網球選手較乙組網球選手有較好的握力。過去研究發現，與球撞擊懸空且不被握著的球拍所造成的震動相比，用手握住球拍能夠減少 45.2% 的擊球時所產生的振動

表 1

大專甲乙組網球選手肌力之比較

大專甲乙組網球選手肌力之比較	甲組 (平均數 ± 標準差)	乙組 (平均數 ± 標準差)	p 值
握力 (公斤)	54.92 ± 4.98	48.42 ± 7.98	.026*
肩外轉肌力 (公斤)	13.11 ± 1.62	10.64 ± 1.78	.002*
肩內轉肌力 (公斤)	19.11 ± 3.80	16.28 ± 4.21	.098

\* $p < .05$  甲乙兩組之間數值達顯著差異。

表 2

大專甲乙組網球選手關節活動度之比較

大專甲乙組網球選手關節活動度之比較	甲組 (平均數 ± 標準差)	乙組 (平均數 ± 標準差)	p 值
肩外轉活動度 (度)	96.75 ± 10.66	90.21 ± 11.43	.161
肩內轉活動度 (度)	38.08 ± 10.12	40.75 ± 9.97	.522
總活動度 (度)	134.83 ± 10.86	130.96 ± 10.97	.394

表 3

大專甲乙組網球選手上肢 YBT 之比較

大專甲乙組網球選手上肢 YBT 之比較	甲組 (平均數 ± 標準差)	乙組 (平均數 ± 標準差)	p 值
內側 (% 臂長)	85.61 ± 4.33	84.70 ± 6.42	.691
下外側 (% 臂長)	66.75 ± 6.13	67.30 ± 8.83	.861
上外側 (% 臂長)	59.50 ± 6.53	55.53 ± 6.68	.156
總和 (% 臂長)	70.62 ± 4.42	69.18 ± 6.26	.523

(Yeh et al., 2019)，也就是說握力可以快速降低振動，並增加擊球的力量。除此之外，擊球時，拍面與球接觸時的角度與位置也會影響到擊球，若是能將擊球位置控制在球拍面的甜蜜區中，則能夠降低球撞擊球拍時的衝擊與振動，使揮擊時損失的能量減少，同時將力量盡可能的轉移到球上 (Miller, 2006; Westrick et al., 2012)。上述文獻說明了，握力在擊球過程中是影響球速的一項重要因素，因此，握力越好，越能防止球拍在揮擊過程中受到衝擊與振動的影響，避免球拍偏離原本擊球位置與角度，並在擊球時提高力量，進而影響到網球選手的運動表現。

在肩外轉肌力的部分，甲乙兩組間也有顯著差異，甲組網球選手比乙組網球選手有較好的肩外轉肌力，而甲乙兩組在肩內轉肌力則無顯著差異，過去的研究證實，不同的訓練方式及強度，可能會造成肩關節肌力上的差異 (Torres-Banduc et al., 2021)。且文獻指出，有較好的慣用手肩關節外轉肌力，對於維持肩關節穩定度是非常重要的 (Saccol et al., 2010)，在揮臂過程的跟隨期中，肩外轉肌群扮演一個很重要的角色，肩外轉肌群要利用離心肌力來減緩手臂速度，因超過負荷的使用，可能導致肩外轉肌群無力 (Meister, 2000)，因此容易造成肩關節前後側肌力不平衡。旋轉肌袖的肌力不平衡或肌肉無力會導致肩關節的動態穩定結構產生變化，也會使靜態穩定結構承受過多的壓力而造成肩部動作的改變，因而可能造成擊球動作的改變，並影響運動表現。綜合上述所論，兩組選

手在肌力表現上之不同，可能與不同層級選手，訓練強度及訓練方式之不同有關，且肩關節穩定度與肩外轉肌力有相關，若是肩外轉肌力相對於肩內轉肌力差距太大時，可能會造成肩關節穩定度不足，影響到擊球的動作與品質，因而影響到網球場上的運動表現。

而在肩關節活動度方面，本研究結果顯示，甲乙兩組在肩外轉、肩內轉活動度以及肩關節總活動度，皆無達顯著差異，在其他過頭運動項目中，針對肩關節活動度則有不一樣的發現，過去研究指出，不同年齡層的棒球選手，其肩關節活動度會有差異，U12 的棒球選手 (年齡： $12.0 \pm 0.5$  歲) 相較於大學棒球選手 (年齡： $19.1 \pm 0.9$  歲)，會有較大的肩外轉活動度 (Wilcox et al., 2021)，另一篇研究也發現，在不同年齡組之間的肩內轉、肩外轉或者是肩關節總活動度，都會有年齡上之顯著差異 (Meister et al., 2005)。先前有研究指出，青春期的網球選手慣用手經常能發現到肩外轉活動度較大，肩內轉活動度較小的現象 (Gillet et al., 2017)，因此，推測年齡因素會影響網球選手肩關節活動度之結果，而在本研究中，不論甲組還是乙組的選手，皆為成年的大專男子網球選手，可能因為骨骼肌肉系統之成熟，造成肩關節活動度測量上沒有差異。在網球、棒球等過頭運動選手的日常訓練和比賽中，需要進行大量重複性的揮臂動作，會反覆地讓肩關節在較大的角度下運動，導致慣用側肩關節前側關節囊鬆弛以及肩關節後側關節囊攣縮 (Borsa et al., 2008)。根據國外研究結果，成年網球選手，肩外轉活動度為

107.1 ± 7.7 度，肩內轉活動度為 49.2 ± 8.6 度 (Marcondes et al., 2013)，美國職業棒球大聯盟 (Major League Baseball, MLB) 職業棒球選手，肩外轉活動度為 103.2 ± 9.1 度，肩內轉活動度為 42.4 ± 15.8 度 (Ellenbecker et al., 2002)，一般健康大學生，肩外轉活動度約為 94.9 ± 0.8 度，肩內轉活動度約為 66.6 ± 0.9 度 (Fleisig et al., 2023)，而若與本研究結果相比，肩外轉活動度 (甲組：96.75 ± 10.66 度；乙組：90.21 ± 11.43 度) 及肩內轉活動度 (甲組：38.08 ± 10.12 度；乙組：40.75 ± 9.97 度)，可以發現本研究肩關節活動度，比起國外成年網球選手以及棒球選手來的小，但與一般健康大學生之肩關節活動度相近，由於肩關節結構複雜，關節周圍肌肉的緊繃程度、韌帶之穩定、不同專項的訓練模式、不同的訓練強度及不同年齡等，皆有可能造成肩關節活動度測量結果之不同，可能由於國內網球選手與國外網球以及棒球選手，在專項訓練模式以及訓練強度的不同，導致本研究甲乙兩組選手，在肩關節活動度上之測量沒有出現差異，建議未來學者可針對國內網球選手肩關節活動度較小的發現，做更進一步之原因探討。

在偏向功能性測試的 UQ-YBT 測試中，本研究結果顯示，甲乙兩組網球選手於內側、下外側和上外側三個方向，以及其三個方向總和之數據，皆無達顯著差異。過去研究指出，UQ-YBT 測試所需的能力，包括支撐手的上肢穩定度和測試手的上肢活動度，在測試動作中，測試手要盡可能的移動到最遠距離 (Gorman et al., 2012; Westrick et al., 2012)，因此，測驗時若要

將手向下外側延伸，肩關節需要做出內轉及肩胛骨上旋的動作，若要將手向上外側延伸，肩關節需要保持外轉並將肩胛骨下壓的動作 (Westrick et al., 2012)，所以肩關節內外轉活動度會影響到 UQ-YBT 測試中上外側及下外側之延伸距離。然而本研究中，甲乙兩組網球運動員之間在肩關節活動度並無顯著差異，可能因此導致 UQ-YBT 測試的結果也沒有顯著差異，建議未來研究可探討其他更適合網球專項的上肢功能性測試。

## 伍、結論與建議

本研究結果顯示，甲組網球選手與乙組網球選手相比，有較好的握力以及肩外轉肌力，好的握力能防止球拍在揮擊過程中，受到衝擊與振動的影響，增加擊球穩定性；而好的肩外轉肌力，對於肩關節穩定很重要，而這些都會影響到網球選手的運動表現，顯示握力與肩外轉肌力對於網球選手來說十分重要。而甲乙組選手之間的差異，可能與過去訓練的強度及方式不同有關。另外，UQ-YBT 測試不太符合網球專項能力，建議未來研究可探討其他更適合網球專項的上肢功能性測試。未來建議乙組網球選手除了精進技術上的訓練之外，也應該特別針對握力以及肩關節的肌力做加強，提升持拍的穩定度和肩關節穩定性，期待能因此提升運動表現。

## 參考文獻

1. Baiget, E., Corbi, F., Fuentes, J. P., & Fernández-Fernández, J. (2016). The

- relationship between maximum isometric strength and ball velocity in the tennis serve. *Journal of Human Kinetics*, 53(1), 63–71. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0028>
2. Bauer, J., Schedler, S., Fischer, S., & Muehlbauer, T. (2020). Relationship between upper quarter Y balance test performance and throwing proficiency in adolescent Olympic handball players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 12, Article 50. <https://doi.org/10.1186/s13102-020-00199-4>
  3. Behm, D. (1988). Sports performance series: A kinesiological analysis of the tennis service. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 10(5), 4–15. [https://doi.org/10.1519/0744-0049\(1988\)010<0004:AKAOTT>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1519/0744-0049(1988)010<0004:AKAOTT>2.3.CO;2)
  4. Borsa, P. A., Laudner, K. G., & Sauers, E. L. (2008). Mobility and stability adaptations in the shoulder of the overhead athlete: A theoretical and evidence-based perspective. *Sports Medicine*, 38(1), 17–36. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00003>
  5. Chung, K. C., & Lark, M. E. (2017). Upper extremity injuries in tennis players: Diagnosis, treatment, and management. *Hand Clinics*, 33(1), 175–186. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2016.08.009>
  6. Cools, A. M., Palmans, T., & Johansson, F. R. (2014). Age-related, sport-specific adaptations of the shoulder girdle in elite adolescent tennis players. *Journal of Athletic Training*, 49(5), 647–653. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.02>
  7. Cross, R., & Pollard, G. (2009). Grand Slam men's singles tennis 1991–2009. Serve speeds and other related data. *Coaching & Sport Science Review*, 16(49), 8–10. <https://doi.org/10.52383/itfcoaching.v17i49.637>
  8. Ellenbecker, T. S., Roetert, E. P., Bailie, D. S., Davies, G. J., & Brown, S. W. (2002). Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(12), 2052–2056. <https://doi.org/10.1097/00005768-200212000-00028>
  9. Escamilla, R. F., & Andrews, J. R. (2009). Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Medicine*, 39(7), 569–590. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939070-00004>
  10. Fett, J., Ulbricht, A., & Ferrauti, A. (2020). Impact of physical performance and anthropometric characteristics on serve velocity in elite junior tennis players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(1), 192–202. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002641>
  11. Fleisig, G. S., Slowik, J. S., Daggett, M., Rothermich, M. A., Cain, E. L., Jr., & Wilk, K. E. (2023). Active range of motion of the shoulder: A cross-sectional study of 6635 subjects. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 7(1), 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2022.09.008>
  12. Gillet, B., Begon, M., Sevrez, V., Berger-Vachon, C., & Rogowski, I. (2017). Adaptive alterations in shoulder range of motion and strength in young tennis players. *Journal of Athletic Training*, 52(2), 137–144. <https://doi.org/10.4085/1062-6050.52.1.10>
  13. Gorman, P. P., Butler, R. J., Plisky, P. J., & Kiesel, K. B. (2012). Upper quarter Y



- balance test: Reliability and performance comparison between genders in active adults. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(11), 3043–3048. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182472fdb>
14. Hayes, M. J., Spits, D. R., Watts, D. G., & Kelly, V. G. (2021). Relationship between tennis serve velocity and select performance measures. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(1), 190–197. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002440>
  15. Hodgkinson, M. (2023). The Championships 2023: By the numbers. Wimbledon. [https://www.wimbledon.com/en\\_GB/news/articles/2023-07-18/the\\_championships\\_2023\\_by\\_the\\_numbers.html](https://www.wimbledon.com/en_GB/news/articles/2023-07-18/the_championships_2023_by_the_numbers.html)
  16. Johansson, F., Asker, M., Malmberg, A., Fernandez-Fernandez, J., Warnqvist, A., & Cools, A. (2022). Eccentric and isometric shoulder rotation strength and range of motion: Normative values for adolescent competitive tennis players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, Article 798255. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.798255>
  17. Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 381–386. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.023309>
  18. Kovalchik, S. A., & Reid, M. (2017). Comparing matchplay characteristics and physical demands of junior and professional tennis athletes in the era of big data. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(4), 489–497.
  19. Landlinger, J., Stöggl, T., Lindinger, S. J., Wagner, H., & Müller, E. (2011). Differences in ball speed and accuracy of tennis groundstrokes between elite and high-performance players. *European Journal of Sport Science*, 12(4), 301–308. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.566363>
  20. Lee, D.-R., & Kim, L. J. (2015). Reliability and validity of the closed kinetic chain upper extremity stability test. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(4), 1071–1073. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.1071>
  21. Marcondes, F. B., Jesus, J. F., Bryk, F. F., Vasconcelos, R. A., & Fukuda, T. Y. (2013). Posterior shoulder tightness and rotator cuff strength assessments in painful shoulders of amateur tennis players. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 17(2), 185–194. <https://doi.org/10.1590/s1413-35552012005000079>
  22. Meister, K. (2000). Injuries to the shoulder in the throwing athlete. Part one: Biomechanics/pathophysiology/classification of injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(2), 265–275. <https://doi.org/10.1177/03635465000280022301>
  23. Meister, K., Day, T., Horodyski, M., Kaminski, T. W., Wasik, M. P., & Tillman, S. (2005). Rotational motion changes in the glenohumeral joint of the adolescent/little league baseball player. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(5), 693–698. <https://doi.org/10.1177/0363546504269936>
  24. Miller, S. (2006). Modern tennis rackets, balls, and surfaces. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 401–405. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.023283>
  25. Moreno-Pérez, V., Elvira, J., Fernandez-Fernandez, J., & Vera-Garcia, F. J. (2018). A comparative study of passive shoulder rotation range of motion, isometric rotation strength and serve speed between elite tennis

- players with and without history of shoulder pain. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(1), 39–49.
26. Saccol, M. F., Gracitelli, G. C., da Silva, R. T., Laurino, C. F. D. S, Fleury, A. M., Andrade M. D, S., & da Silva, A. C. (2010). Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. *Physical Therapy in Sport*, 11(1), 8–11. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2009.11.002>
27. Torres-Banduc, M. A., Jerez-Mayorga, D., Moran, J., Keogh, J. W. L., & Ramírez-Campillo, R. (2021). Isokinetic force-power profile of the shoulder joint in males participating in CrossFit training and competing at different levels. *Peer J*, 9, Article e11643. <https://doi.org/10.7717/peerj.11643>
28. Westrick, R. B., Miller, J. M., Carow, S. D., & Gerber, J. P. (2012). Exploration of the y-balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(2), 139–147.
29. Wilcox, C. L., Plummer, H. A., & Ostrander, R. V., III. (2021). Comparison of glenohumeral range of motion deficits in youth, collegiate, and professional baseball players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(6), 1485–1491. <https://doi.org/10.26603/001c.29683>
30. Wong, F. K. H, Keung, J. H. K., Lau, N. M. L., Ng, D. K. S., Chung, J. W. Y., & Chow, D. H. K. (2014). Effects of body mass index and full body kinematics on tennis serve speed. *Journal of Human Kinetics*, 40, 21–28. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0003>
31. Yeh, I.-L., Elangovan, N., Feczer, R., Khosravani, S., Mahnan, A., & Konczak, J. (2019). Vibration-damping technology in tennis racquets: Effects on vibration transfer to the arm, muscle fatigue and tennis performance. *Sports Medicine and Health Science*, 1(1), 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2019.09.001>

# The Comparisons of Upper Extremity Functional Measurements Between Division I and Division II Collegiate Tennis Athletes

Yi-Jie Qiu<sup>1</sup>, Wei-Ting Chiu<sup>1</sup>, Hsin-Min Wang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Graduate Institute of Applied Sport Sciences, National Changhua University of Education

<sup>2</sup> Graduate Institute of Sports and Health, National Changhua University of Education

\*Corresponding Author: Hsin-Min Wang

Address: No. 1, Jinde Rd., Changhua City, Changhua County 500, Taiwan (R.O.C.)

E-mail: hmwangat@gmail.com

DOI:10.6167/JSR.202412\_33(2).0002

Received: March, 2024 Accepted: May, 2024

## Abstract

Tennis is a unilateral racket sport. Tennis athletes need to hold the racket with the dominant hand for serves and strokes. Due to the repetitive serves and strokes, it may lead to the changes in the shoulder muscle strength and the shoulder range of motion in tennis athletes. Thus, the purpose of this study was to compare the differences in dominant grip strength, dominant shoulder range of motion, dominant shoulder strength, and upper quarter Y balance test (UQ-YBT) between division I and division II collegiate tennis athletes. 12 division I and 12 division II collegiate tennis athletes were recruited to measure dominant grip strength, dominant shoulder internal and external range of motion, dominant shoulder internal and external muscle strength and UQ-YBT. Independent t test was used to compare all upper extremity functional measurements between division I and division II collegiate tennis athletes. The grip strength (division I athletes:  $54.92 \pm 4.98$  kg; division II athletes:  $48.42 \pm 7.98$  kg,  $p = .026$ ) and shoulder external rotator strength (division I athletes:  $13.11 \pm 1.62$  kg; division II athletes:  $10.64 \pm 1.78$  kg,  $p = .002$ ) were greater in division I athletes than division II athletes. There were no significant differences in shoulder internal rotator strength, shoulder internal and external range of motion and UQ-YBT between division I and division II collegiate tennis athletes. Division I athletes have better grip strength and shoulder external rotator strength than division II athletes, which may result from the different training protocols and training intensity. The UQ-YBT is not suitable for tennis as a functional measurement. Therefore, future comprehensive investigation of the upper limb functional measurements in the tennis athletes are needed.

**Keywords:** range of motion, isometric strength, UQ-YBT

