

大專甲組男性排球運動員下肢不對稱性與爆發力表現之探討

¹楊竣傑、¹張愷呈、²邱金治、¹王信民*

¹國立彰化師範大學運動健康研究所、²國立彰化師範大學運動學系

投稿日期：2022 年 03 月；通過日期：2022 年 09 月

摘要

目的：探討大專甲組男性排球運動員下肢身體組成與功能性測試的不對稱性，以及下肢不對稱性與連續爆發力之相關性。**方法：**共招募 20 名大專甲組男性排球運動員，測量其肌肉量、體脂率、單腳反向跳高度與巴士可 15 秒連續跳躍，以成對樣本 *t* 檢定比較左右腳肌肉量、體脂率及單腳反向跳高度之差異，並以皮爾森積差相關分析來檢測下肢不對稱性與巴士可連續跳躍疲勞指數之相關。**結果：**受試者之下肢兩側肌肉量、單次單腳反向跳躍高度達到顯著差異 (肌肉量 $p = .008$ ；單腳反向跳躍高度 $p = .019$)，反向跳不對稱指數與連續動力垂直跳之疲勞指數達到顯著中度相關 ($p = .014, r = .545$)。**結論：**大專甲組男性排球運動員具有下肢肌肉量與功能性測試之不對稱性，而下肢雙側不對稱越高，連續跳躍高度遞減幅度越大。未來研究可針對不同運動專項之下肢雙側不對稱性，以及雙側不對稱性對於其他功能性測試的影響進行探討。

關鍵詞：肌肉量、體脂率、疲勞指數

壹、緒論

排球是需要爆發力來執行跳躍、減速與加速的運動專項 (Gabbett & Georgieff, 2007)。為了因應運動專項的技術與戰術需求，運動員經常需要將重心側在一邊的肢段來達成動作，這使得運動員會產生下肢神經肌肉相關的適應 (Menzel et al., 2013)。在學者針對次菁英級籃網球選手執行垂直、水平與側向三個方向的單腳反向跳力學相關研究中，觀察到三種測試之左右側力量峰值 (peak force)、功率峰值 (peak power) 與跳躍距離皆呈現顯著的雙側不對稱 (不對稱指數 asymmetry index, ASI = 3.1 % ~ 11.4 %, $p < .001 \sim .05$) (Hewit et al., 2012)。在成年男性與女性排球和籃球選手的研究生中，也

觀察到垂直跳躍高度具有雙側不對稱的情形 (不對稱指數：男性 ASI = 10.49 %；女性 ASI = 14.26 %, $p < .05$)，而其中有 27 ~ 34 % 的籃球與排球選手，其單腳垂直跳躍高度的雙側差異超過 15 % (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016)。另外，在不同專項的選手間，也觀察到雙側不對稱性對於運動表現的影響，如女性足球選手之單腳反向跳躍不對稱性與 20 公尺衝刺時間表現呈現正相關 ($r = .49 \sim .59, p < .05$) (Bishop et al., 2021)、男性籃球選手之反向跳躍不對稱性與 505 敏捷測試時間呈現正相關 ($\rho = .45 \sim .48, p < .05$) (Bishop et al., 2020)。而以 24 位健康成年人下肢等速肌力對稱性作為分組的下肢動作研究中也發現，在垂直

*通訊作者：王信民 國立彰化師範大學運動健康研究所
 地址：50007 彰化市進德路 1 號
 Email：hmwangat@gmail.com

跳躍動作的過程中，其股二頭肌 ($p = .015$, $d = 1.12$) 與下肢肌肉共同作用 (leg coactivation)($p = .028$, $d = 0.96$) 的肌電圖活動訊號也呈現顯著的雙側不對稱 (Bond et al., 2017)。由上述研究可以看到在籃網球、排球、足球與籃球運動項目中，有下肢單次跳躍相關功能性測試雙側不對稱的情形，且不對稱者其兩側下肢肌肉活動訊號會有所不同，而雙側不對稱性甚至可能會影響到敏捷與衝刺的表現。然而，針對連續跳躍可能導致神經肌肉疲勞，造成雙側不對稱的研究相對缺乏，且連續跳躍測試相較於單次跳躍測試更貼近排球專項在臨場比賽中所執行的動作。

在研究中發現雙側不對稱性除了在功能性測試中可以觀察到之外，也可能會顯現在身體組成的相關數據中，在針對 167 名 NCAA 一級運動員的研究結果顯示，下肢淨質量 (lean mass) 不對稱性能夠解釋反向跳力量雙側不對稱 20 % 的變異量 ($R^2 = .20$, $p < .001$)，而骨盆和下肢淨質量不對稱性則是能夠解釋反向跳功率雙側不對稱 25 % 的變異量 ($R^2 = .25$, $p < .001$)；而反向跳力量雙側不對稱與功率不對稱之數值若大於 10 %，其對於反向跳高度是有負面影響的 (差異大於 10% 者，約降低 8.89 公分， $d > 0.8$) (Bell et al., 2014)。而在一項針對菁英級青年女性排球運動員的研究指出，體重過重與體脂率過高 (體重與垂直跳躍高度 $r = -.43$, $p < .001$ ，體脂率與垂直跳躍高度： $r = -.64$, $p < .001$) 會減少垂直跳躍的高度 (Nikolaidis et al., 2017)。另一項針對青少年與成年女性排球運動員的身體素質和擺臂下蹲跳表現的研究中，發現成年運動員的體脂率與跳躍高度呈現負相關 ($r = -.45$, $p < .001$) (Nikolaidis, 2013)。由上述研究可以推測，下肢肌肉量與脂肪量的雙側不對稱性可能會影響運動表現。

在排球比賽中，運動員需要在短時間內多次執行墊步起跳動作，這除了會造成下肢雙側不對稱性之外，也可能使得運動員在連續的跳躍動作後，產生神經肌肉疲勞，導致

膝關節本體感覺、垂直跳躍高度、下肢肌電圖肌肉活動訊號、下肢等長肌力和衝刺速度的下降 (Lesinski et al., 2016; Magalhães Inácio, et al., 2011; Ribeiro et al., 2008; Tavares et al., 2018)。針對有運動習慣的成年男性研究指出，連續衝刺誘發疲勞 (4 組訓練，每組 6×40 公尺) 後的單腳反向跳躍高度，會隨著疲勞程度增加而顯著下降 ($p < .05$, 平均下降高度 13.48 ~ 10.71 公分，ES = -0.52 至 -0.99) 衝刺後的不對稱指數由 7.62 % 逐漸提升至 14.67 %) (Bishop et al., 2021)，因此可以看出單腳反向跳之雙側不對稱性也會隨著疲勞指數增加而加劇。在過去的研究中，疲勞情況的監測多半以溫蓋特無氧能力測試 (Wingate anaerobic test) 來進行疲勞指數 (fatigue index) 之計算，然而，以巴士可連續跳躍測試 (Bosco test) 來監測排球運動員之無氧爆發力較符合專項需求，且其測驗也較為方便，適合在場邊進行測驗 (Adirim & Cheng, 2003; Maud & Foster, 2006; Nikolaidis et al., 2016)。因此，利用巴士可連續跳躍測試來監控排球運動員之疲勞情形，以及探討疲勞後造成的下肢雙側不對稱性，是值得研究的議題。

因此本研究目的在於探討大專甲組男性排球運動員之下肢身體組成與功能性測試的不對稱性，以及下肢不對稱性與連續爆發力疲勞指數之相關性。本研究的假設為大專甲組男性排球運動員之下肢身體組成與功能性測試皆存在不對稱性，且下肢不對稱性與連續爆發力的關係呈現顯著正相關。

貳、方法

一、受試者條件

本研究招募之受試者為排球大專甲組男性選手 ($BMI < 30 \text{ kg/m}^2$)，其年齡介於 18 至 25 歲，且具有至少 2 年以上排球專項運動習慣、每週運動累積時間 180 分鐘以上，並且在過去 6 個月未曾有嚴重的肌肉骨骼相關傷害者，共計 20 名。在招募到受試者後，會先告知實驗目的及相關流程，

並且確認受試者條件是否符合，經本人同意並填妥受試者同意書後開始施測。本研究進行流程皆經由研究倫理審查委員會審查通過，計畫編號為 NCUEREC-109-064。

二、研究方法程序

受試者依序執行身體組成測量、暖身運動、單次動力垂直跳與連續跳躍。受試者在測驗開始前需遵守以下規定：在到達場地前 2 小時進食、測量前至少 24 小時內避免中等強度以上的運動和測量前至少 12 小時內避免飲用含咖啡因的飲料、酒精與抽菸。

(一) 身體組成

本研究用 Inbody 720 (InBody 720, Biospace, Korea) 來測量受試者的體重、肌肉量和體脂肪量，測量時間為早上 8 點至 11 點，僅測量一次，該測驗為各項測試中的第一項測試。在到達測量場地後，說明此次測量的流程與注意事項，並確認受試者條件與身分，請受試者摘除身上的金屬物品，並以赤腳的方式站上量測位置、保持身體直立、雙眼平視正前方並保持放鬆平穩的呼吸，雙手握住測量把手，大拇指則按壓在把手上方的金屬片，其餘四指向後扣在後方的金屬片上。在測量時環境溫度維持在 22 至 24 度並保持安靜。

(二) 單次動力垂直跳：

在執行該項測驗前會有 5 分鐘的暖身，包含 1~2 分鐘的有氧運動，以及全身大肌群的伸展動作，本項測試將會針對受試者之單腳反向跳 (single leg counter movement jump, SLCMJ) 與雙腳反向跳 (double leg counter movement jump, DLCMJ) 進行測試，而測量儀器使用 Optojump 系統 (Microgate Engineering, Bolzano, Italy)，該項儀器能夠紀錄受試者之起跳位置與騰空時間，並將其轉換為跳躍高度。測驗將執行三次，每次測驗間休息 1 分鐘，測驗成績將取高度最高的一次，而單腳反向跳將以左右腳高度來計算不對稱指數 (asymmetry index)，以跳躍高度較高的一側減去另一側後，除以跳躍高度較高的一側，用百分比表

示 (Impellizzeri et al., 2007)。

(三) 巴士可 15 秒連續跳躍測驗 (15s Bosco test)。

測量儀器同樣是使用 Optojump 系統，該測驗之起跳姿勢為垂直站立，受試者需要在 15 秒內，以雙手後擺、雙腳起跳與雙腳落地的方式，盡最大努力的快速連續跳躍追求最大的垂直起跳高度。在暖身完畢後會連續測量 3 次，每次 15 秒，每次之間休息時間為 30 秒，運動員在 15 秒內最少跳躍次數為 10 次，最大為 16 次，因三次平均高度相差不多，測驗成績將取平均高度最高的一次，且計算其疲勞指數，為最初四次跳躍平均高度減去最後四次跳躍平均高度後，除以最初四次跳躍平均高度，用百分比表示 (Maud & Foster, 2006)。

三、統計分析

本研究將使用 SPSS for windows 25.0 版之軟體進行統計分析，針對受試者之人體測量學與身體組成參數進行描述性統計，再使用成對樣本 t 檢定，比較受試者下肢左右雙側之肌肉量、脂肪量與單腳跳躍高度是否存在顯著差異。最後，會以皮爾森相關績差分析來檢視身體組成、單次跳躍測量相關數據與連續下肢爆發力之疲勞指數之間的相關性。各項數據之顯著水準皆訂為 $\alpha = .05$ 。

參、結果

受試者之基本資料、身體組成與連續爆發力測量參數當中，包含年齡、身高、體重、身體質量指數 (body mass index, BMI)、全身肌肉量、全身體脂肪量、連續跳躍平均高度與連續跳躍疲勞指數等相關結果如下 (如表一所示)。

在成對樣本 t 檢定的結果則可以看到受試者之左右腳下肢肌肉量有顯著差異 ($p = .008$)，右側下肢肌肉量較左側多，而單腳反向跳高度也達到了統計學上的顯著差異 ($p = .019$)，同樣是右側的跳躍高度較左側高；然而，下肢脂肪量則沒有觀察到左右側的不對稱 ($p = .577$) (如表二所示)。

表一 受試者基本資料、身體組成與連續爆發力相關參數

	平均數 ± 標準差 (N = 20)
年齡 (yrs)	19.8 ± 1.5
身高 (cm)	182.2 ± 4.2
體重 (kg)	80.0 ± 10.5
身體質量指數 (kg/m ²)	24.1 ± 3.1
全身肌肉量 (kg)	40.4 ± 3.3
全身脂肪量 (kg)	13.1 ± 6.3
反向跳不對稱指數 (%)	8.9 ± 6.9
連續跳躍平均高度 (cm)	34.6 ± 6.1
連續跳躍疲勞指數 (%)	20.3 ± 7.3

表二 受試者左右腳身體組成與下肢爆發力參數之比較

	左腳	右腳	<i>p</i> 值
下肢肌肉量 (kg)	10.6 ± 0.9	10.7 ± 0.9	.008*
下肢脂肪量 (kg)	2.0 ± 0.9	2.0 ± 0.9	.577
單腳反向跳高度 (cm)	24.4 ± 3.8	25.8 ± 4.0	.019*

**p* < .05 表示左右腳相關參數達顯著差異 (肌肉量右腳多於左腳，反向跳高度右腳高於左腳)

根據皮爾森相關績差分析結果可以得知，單腳反向跳之不對稱指數與連續動力垂直跳躍之疲勞指數呈現顯著中度正相關 ($r = .545, p = .014$)，而下肢肌肉量差和下肢脂肪量差並沒有達到顯著相關 (下肢肌肉量差 $p = .38$ ；下肢脂肪量差 $p = .428$) (如表三所示)。

肆、討論

本研究之主要結果為大專甲組男性排球運動員在下肢肌肉量與單腳反向跳高度呈現兩側不對稱性，這與研究假設相符，而過去研究結果也指出排球運動員在單腳反向跳與單腳立定跳躍的相關研究中有觀察到下肢不對稱性的情況 (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2020; Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016)。在針對 18 至 24 歲男性與女性排球選手的跳躍動作力學研究可能可以解釋這樣的結果，該項研究之測試動作包括有墊步垂直跳躍 (step-close countermovement jump) 與無墊步垂直跳躍 (no-step countermovement jump)，並比較兩種跳躍方式前後腳相關力學數據之不同 (Lawson et al., 2006)。該研究

結果發現在無墊步的垂直跳動作過程中，後腳 (trail leg) 在踝關節整體活動角度 ($p = .04$) 與踝關節最大輸出功率 ($p = .048$) 比前腳 (leading leg) 大；而在墊步垂直跳躍動作中，則是發現前腳 (leading leg) 的髖關節活動角度 ($p = .004$) 與踝關節角度 ($p = .032$)、平均地面反作用力 (ground reaction force) ($p < .001$)、膝關節平均與最大力矩 ($p = .018, p < .001$)、踝關節平均力矩和最大功率 ($p = .002, p = .015$) 比後腳 (trailing leg) 大 (Lawson et al., 2006)。這說明了排球選手在執行跳躍時，無論是否有墊步動作，其前後腳在關節活動角度、地面反作用力、力矩與功率會有所不同，即前後腳呈現兩側不對稱。由上述研究結果可以發現，排球運動員在跳躍動作會有下肢關節力矩與動作輸出功率的兩側不對稱，且雙腳起跳的動作也可能因此產生關節活動角度與輸出功率的兩側不對稱，而這樣的結果可能與下肢傷害風險有關和運動表現下降有關 (Helme et al., 2019)。另外根據研究顯示，下肢淨質量與關節所受到的力矩有直接關係 (Fukunaga et al., 2001)，同時也會影響在落

表三 不對稱性與疲勞指數之相關性分析

測量變項	疲勞指數	下肢肌肉量差	下肢脂肪量差	不對稱指數
疲勞指數		-.208	.188	.545*
下肢肌肉量差			.078	.075
下肢脂肪量差				.102
不對稱指數				

* $p < .05$ 表示不對稱指數與疲勞指數達到顯著中度正相關

地動作過程中吸收衝擊能力 (Montgomery et al., 2012)，而重複性的專項動作 (如：單腳著地與變換方向) 可能會導致淨質量雙側不對稱的情況加劇 (Bell et al., 2014)。綜合以上敘述可以得知，排球專項動作的需求或許可以解釋本研究運動員單腳反向跳高度與肌肉量兩側不對稱的情形。

本研究另一個研究結果是單腳反向跳高度不對稱指數與連續跳躍疲勞指數呈現顯著中度正相關。在其他下肢不對稱性的研究中也有發現類似的趨勢，以青少年籃球、排球與手球運動員為對象的研究發現，單腳反向跳高度不對稱性與 30 公尺衝刺時間呈現顯著正相關 ($r = .26, p < .05$)，而單腳反向跳高度不對稱性與單腳反向跳高度呈現顯著負相關 (整體組別 $r = -.26, p < .05$ ；男性： $r = -.48, p < .01$ ；女性： $r = -.30, p < .05$)，而單腳立定跳躍 (one leg hop test, OLHT) 的不對稱性，也與單腳立定跳躍距離呈現顯著負相關 (全部 $r = -.44, p < .01$ ；男性： $r = -.56, p < .01$ ；女性： $r = -.64, p < .01$) (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2020)。由此可以觀察到單腳跳躍高度的兩側不對稱性對於單腳跳躍高度、單腳立定跳躍與衝刺時間存在負面之影響。另外，在不同項目的選手間，也觀察到雙側不對稱性對於運動表現的影響，如女性足球選手之單腳反向跳躍不對稱性與 20 公尺衝刺時間表現呈現正相關 ($r = .49 \sim .59, p < .05$) (Bishop et al., 2021)、男性籃球選手之反向跳躍不對稱性與 505 敏捷測試時間呈現正相關 ($\rho = .45 \sim .48, p < .05$) (Bishop et al., 2020)。而在針對成年男性與女性排球選手的跳躍動作力學研究發現，在沒有墊步的垂直跳動作過程中，雙側

踝關節整體活動角度與踝關節最大輸出功率呈現雙側不對稱性 (Lawson et al., 2006)，因此可以推測雙側不對稱性者在執行雙腳跳躍動作偏重某一側肢段動作而提早達到疲勞，因而使得表現下降 (Tomkinson et al., 2003)，而本研究結果顯示，有下肢雙側不對稱的運動員，其連續爆發力的表現也較差，而連續爆發力與排球運動專項表現有關，因此若能針對排球運動員之雙側不對稱進行監控，或許更能清楚選手的訓練狀況。除了單次的跳躍高度之外，連續爆發力的影響因素包括了無氧能力 (anaerobic capacity) 與無氧爆發力 (anaerobic power) (Čular et al., 2018)，然而目前的研究當中並未針對單腳巴士可跳躍測試進行深入探討。因此，未來研究除了可以針對單腳跳躍連續爆發力相關指標來進行分析之外，也能夠探討下肢雙側不對稱性對於其他功能性測試與不同運動專項的影響，期待能夠更加全面的了解下肢雙側不對稱性以及對於運動表現之影響。

伍、結論

大專甲組男性排球運動員在下肢肌肉量與單腳反向跳高度皆有雙側不對稱性，而單腳反向跳高度之不對稱指數與連續爆發力之疲勞指數呈現顯著中度正相關，即單腳反向跳高度不對稱性越高者，其疲勞指數較大，在連續跳躍過程中的高度遞減幅度較大。未來研究可針對下肢雙側不對稱性對於其他功能性測試的影響，以及針對不同運動專項的雙側不對稱性進行探討。

誌謝

本研究之完成感謝科技部大專生研究計畫大專甲組男性排球選手下肢體脂肪與爆發力之相關性，計畫編號 109-2813-C-018-022-H 所提供研究人力的支援。

陸、參考文獻

- Adirim, T. A., & Cheng, T. L. (2003). Overview of injuries in the young athlete. *Sports Medicine*, 33(1), 75-81. <https://doi.org/doi:10.2165/00007256-200333010-00006>
- Bell, D. R., Sanfilippo, J. L., Binkley, N., & Heiderscheidt, B. C. (2014). Lean mass asymmetry influences force and power asymmetry during jumping in collegiate athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 884-891. <https://doi.org/doi:10.1519/jsc.00000000000000000367>
- Bishop, C., McAuley, W., Read, P., Gonzalo-Skok, O., Lake, J., & Turner, A. (2021). Acute effect of repeated sprints on inter-limb asymmetries during unilateral jumping. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 2127-2132. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000003109>
- Bishop, C., Perez-Higueras Rubio, M., Gullon, I. L., Maloney, S., & Balsalobre-Fernandez, C. (2020). Jump and change of direction speed asymmetry using smartphone apps: between-session consistency and associations with physical performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(4), 927-934. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000003567>
- Bishop, C., Read, P., McCubbine, J., & Turner, A. (2021). Vertical and horizontal asymmetries are related to slower sprinting and jump performance in elite youth female soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(1), 56-63. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000002544>
- Bond, C. W., Cook, S. B., Swartz, E. E., & Laroche, D. P. (2017). Asymmetry of lower extremity force and muscle activation during knee extension and functional tasks. *Muscle and Nerve*, 56(3), 495-504. <https://doi.org/10.1002/mus.25506>
- Čular, D., Ivančev, V., Zagatto, A. M., Milić, M., Beslija, T., Sellami, M., & Padulo, J. (2018). Validity and reliability of the 30-s continuous jump for anaerobic power and capacity assessment in combat sport. *Frontiers in Physiology*, 9, 543. <http://doi.org/10.3389/fphys.2018.00543>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Bishop, C., Buscà, B., Aguilera-Castells, J., Vicens-Bordas, J., & Gonzalo-Skok, O. (2020). Inter-limb asymmetries are associated with decrements in physical performance in youth elite team sports athletes. *PloS One*, 15(3), e0229440. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229440>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gual, G., Romero-Rodriguez, D., & Unnitha, V. (2016). Lower limb neuromuscular asymmetry in volleyball and basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 50, 135-143. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0150>
- Fukunaga, T., Miyatani, M., Tachi, M., Kouzaki, M., Kawakami, Y., & Kanehisa, H. (2001). Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 172(4), 249-255. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.2001.00867.x>
- Gabbett, T., & Georgieff, B. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 902-908. <https://doi.org/10.1519/r-20616.1>
- Helme, M., Tee, J., Emmonds, S., & Low, C. (2021). Does lower-limb asymmetry increase injury risk in sport? A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 49, 204-213. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.03.001>

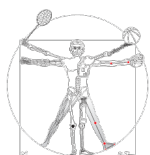
- Hewitt, J. K., Cronin, J. B., & Hume, P. A. (2012). Asymmetry in multi-directional jumping tasks. *Physical Therapy in Sport*, 13(4), 238-242. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.12.003>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., & Marcora, S. M. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(11), 2044-2050. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb55c>
- Lawson, B. R., Stephens, T. M., Devoe, D. E., & Reiser, R. F. (2006). Lower-extremity bilateral differences during step-close and no-step countermovement jumps with concern for gender. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 608-619. <https://doi.org/10.1519/r-18265.1>
- Lesinski, M., Prieske, O., Demps, M., & Granacher, U. (2016). Effects of fatigue and surface instability on neuromuscular performance during jumping. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(10), 1140-1150. <https://doi.org/10.1111/sms.12548>
- Magalhães, J., Inácio, M., Oliveira, E., Ribeiro, J. C., & Ascensão, A. (2011). Physiological and neuromuscular impact of beach-volleyball with reference to fatigue and recovery. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(1), 66-73.
- Maloney, S. J. (2019). The relationship between asymmetry and athletic performance: A critical review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(9), 2579-2593. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002608>
- Maud, P. J., & Foster, C. (2006). *Physiological Assessment of Human Fitness: Human Kinetics*.
- Menzel, H. J., Chagas, M. H., Szmuchrowski, L. A., Araujo, S. R., de Andrade, A. G., & de Jesus-Moraleida, F. R. (2013). Analysis of lower limb asymmetries by isokinetic and vertical jump tests in soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1370-1377. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318265a3c8>
- Montgomery, M. M., Shultz, S. J., Schmitz, R. J., Wideman, L., & Henson, R. A. (2012). Influence of lean body mass and strength on landing energetics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(12), 2376-2383. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318268fb2d>
- Nikolaidis, P. T. (2013). Body mass index and body fat percentage are associated with decreased physical fitness in adolescent and adult female volleyball players. *Journal of Research in Medical Sciences*, 18(1), 22-26.
- Nikolaidis, P. T., Afonso, J., Clemente-Suarez, V. J., Alvarado, J. R. P., Driss, T., Knechtle, B., & Torres-Luque, G. (2016). Vertical jumping tests versus Wingate anaerobic test in female volleyball players: The role of age. *Sports (Basel, Switzerland)*, 4(1). <https://doi.org/10.3390/sports4010009>
- Nikolaidis, P. T., Gkoudas, K., Afonso, J., Clemente-Suarez, V. J., Knechtle, B., Kasabalis, S., & Torres-Luque, G. (2017). Who jumps the highest? Anthropometric and physiological correlations of vertical jump in youth elite female volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(6), 802-810. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06298-8>
- Ribeiro, F., Santos, F., Gonçalves, P., & Oliveira, J. (2008). Effects of volleyball match-induced fatigue on knee joint position sense. *European Journal of Sports Sciences*, 8(6), 397-402. <https://doi.org/10.1080/02614360802373060>
- Tavares, F., Simões, M., Matos, B., Smith, T. B., & Driller, M. (2018). Wellness, muscle soreness and neuromuscular performance during a training week in volleyball athletes. *The Journal of Sports Medicine and*

Physical Fitness, 58(12), 1852-1858.

<https://doi.org/10.23736/s0022-4707.17.07818-5>

Tomkinson, G. R., Popović, N., & Martin, M. (2003). Bilateral symmetry and the com-

petitive standard attained in elite and sub-elite sport. *Journal of Sports Sciences*, 21(3), 201-211. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071029a>



The relationship of lower extremity asymmetry and power in male collegiate volleyball players

¹Jun-Jie Yang, ¹Kai-Cheng Chang, ²Chin-Chih Chiou, ¹Hsin-Min Wang^{1*}

¹Graduate Institute of Sports and Health, National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan

²Department of Sports, National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan

Received: 2022/03; Accepted: 2022/09

ABSTRACT

Purpose: To examine the asymmetry of lower extremity body composition and functional tests and to investigate the relationship of lower extremity asymmetry and power in male collegiate volleyball players. **Methods:** Twenty Division I male collegiate volleyball players were recruited. Muscle mass, body fat, single leg countermovement jump, and the Bosco 15s vertical jump tests were performed. The paired-*t* test was used to compare the lower extremity muscle mass, lower extremity fat mass, and single leg countermovement jump height between the right and left legs. Pearson product-moment correlation coefficient was used to analyze the relationship between the lower extremity asymmetry and the Bosco jump fatigue index. **Results:** The lower extremity asymmetries in muscle mass and single leg countermovement jump height were found (muscle mass: $p = .008$, SLCMJ: $p = .019$). The asymmetry index in single leg countermovement jump height was positively correlated with the Bosco jump fatigue index ($p = .014$, $r = .545$). **Conclusion:** The asymmetries of lower extremity muscle mass and functional tests existed in male collegiate volleyball players. Higher bilateral asymmetry resulted in greater decrease in the continuous jump height. Future study could investigate the bilateral asymmetry in different sports and the effects of bilateral asymmetry on other functional tests.

Keywords: muscle mass, body fat, fatigue index

*Corresponding author: Hsin-Min Wang Graduate Institute of Sports and Health, National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan
Address: No.1, Jin-De Road, Changhua City 50007, Taiwan
E-mail: hmwangat@gmail.com