

中華台北大學女子足球隊選手的有氧耐力測驗之評估

周台英¹、謝忠展¹、黃玉娟^{2*}

摘要

目的：旨釐清不同有氧耐力與羅浮堡間歇性折返跑測驗 (Loughborough Intermittent Shuttle Test, LIST) 間的關係，期能建立其有效評估女子足球員有氧耐力之方式。**方法：**以平衡次序方式讓七名參加2018年亞洲大學足球賽的中華台北大學女子足球代表隊選手 (21 ± 1歲)，各進行一次：最大攝氧量 (maximal oxygen uptake, $\dot{V}O_{2max}$)、12分鐘跑 (12-min running)、800公尺跑 (800-m running)、6 × 10公尺折返跑 (6 × 10-m shuttle running)、Yo-Yo間歇恢復第一級 (Yo-Yo intermittent recovery test level 1, Yo-Yo IR1) 及LIST測驗 (各項測驗間間隔休息為3天)，所測得結果均以皮爾遜積差相關進行相關分析。**結果：**女子足球選手在LIST與12分鐘跑 ($r = .983$) /Yo-Yo IR1 ($r = .978$) / $\dot{V}O_{2max}$ ($r = .942$)、Yo-Yo IR1與12分鐘跑 ($r = .944$) / $\dot{V}O_{2max}$ ($r = .875$)、 $\dot{V}O_{2max}$ 與12分鐘跑 ($r = .933$) /Yo-Yo IR1 ($r = .875$) /LIST ($r = .942$)、12分鐘跑與 $\dot{V}O_{2max}$ ($r = .933$) /Yo-Yo IR1 ($r = .944$) /LIST ($r = -.983$) 之間有相關 ($p < .001$)。**結論：**這些研究結果顯示， $\dot{V}O_{2max}$ 、LIST、12分鐘跑和Yo-Yo IR1之間具有高相關。從足球運動特殊性來看，Yo-Yo IR1、LIST與12分鐘跑較適合作為評估女子足球員的專項有氧間歇耐力與一般性有氧耐力之用。

關鍵詞：最大攝氧量測驗、12分鐘跑測驗、Yo-Yo間歇恢復第一級測驗、羅浮堡間歇性折返跑測驗、體能評估

Evaluation of the Aerobic Endurance Test of Chinese Taipei Women's University Football Players

Tai-Ying Chou¹, Chung-Chan Hsieh¹, Yuh-Chuan Huang^{2*}

Abstract

Purpose: To determine the relationship between different evaluation methods of aerobic endurance and the Loughborough Intermittent Shuttle Test (LIST) performance, in order to establish an effective method for assessing the aerobic endurance of women football players. **Methods:** Seven players from the Chinese Taipei women's national football team (age: 21 ± 1 years), who had participated in the 2018 Asian University Football Tournament, were recruited and performed maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_{2max}$), 12-min running, 800-m running, 6 × 10-m shuttle running, Yo-Yo intermittent shuttle running (Yo-Yo IR1) and LIST. Participants were given 3 days of rest between tests using the counterbalanced methods. All results among parameters were analyzed by Pearson product-

Submitted for publication: January 2, 2021; Accepted for publication: February 2, 2021

1 國立臺灣師範大學體育學系；Department of Physical Education, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

2 銘傳大學體育室；Office of Physical Education, Ming Chuan University, Taipei, Taiwan

* Corresponding author: 黃玉娟 E-mail: ychuang@mail.mcu.edu.tw

moment correlation. **Results:** The results showed that: There was a high positive correlation ($p < .001$) between LIST and 12-min running ($r = .983$), LIST and Yo-Yo IR1 ($r = .978$), LIST and $\dot{V}O_{2\max}$ ($r = .942$), Yo-Yo IR1 and 12-min running ($r = .944$), Yo-Yo IR1 and $\dot{V}O_{2\max}$ ($r = .875$), $\dot{V}O_{2\max}$ and 12-min running ($r = .933$), $\dot{V}O_{2\max}$ and Yo-Yo IR1 ($r = .875$), $\dot{V}O_{2\max}$ and LIST ($r = .942$), 12-min running and $\dot{V}O_{2\max}$ ($r = .933$), 12-min running and Yo-Yo IR1 ($r = .944$), and 12-min running and LIST ($r = -.983$), respectively. **Conclusion:** These results show a significant positive correlation among $\dot{V}O_{2\max}$, LIST, 12-min running and Yo-Yo IR1 tests. Considering the particular characteristics of football, the Yo-Yo IR1 and LIST tests are likely to be more suitable for evaluating the specific aerobic intermittent endurance of women football players, while 12-min running seems to be more suitable for evaluating these players' general aerobic endurance.

Keywords: maximal oxygen uptake test, 12-min running test, Yo-Yo intermittent shuttle running test, Loughborough Intermittent Shuttle Test, physical fitness assessment

壹、問題背景

足球在世界上是非常受歡迎的運動，足球運動屬於長時間耐力型對抗式運動項目，在90分鐘的比賽中選手必須不斷地重覆進行高低運動強度的體能刺激，且比賽後之生理狀態已接近耗竭。研究指出在90分鐘的足球比賽中，精英選手以接近無氧閾值（最大心跳率的80~90%）的平均強度，奔跑總距離約為10~12公里（Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005），在國際足球總會（International Federation of Association Football, FIFA）舉辦2018年世界盃足球賽中，除了守門員，559名男子足球選手於59場比賽平均跑步距離約為9公里，高速跑 27.8 ± 2.7 km/h，每分鐘衝刺 0.34 ± 0.15 次（Tuo, Wang, Huang, Zhang, & Liu, 2019）；而職業足球選手於比賽最後15分鐘的跑步總距離，相較於比賽前15分鐘明顯下降6.5%，且上半場大量奔跑所消耗的體能情形，會影響下半場的運動表現（Gonçalves et al., 2018）。優秀女子足球選手的比賽期間跑步總距離約為10公里，其中完成高速跑步距離（ > 15 km/h）達1.7公里（Datson et al., 2014），在107場國際比賽期間，總跑步和總高速之距離，明顯受比賽位置而影響，最高為中場選手 $10,985 \pm 706$ 公尺和 $2,882 \pm 500$ 公尺，最低為後衛選手 $9,489 \pm 562$ 公尺和 $1,901 \pm 268$ 公尺（Datson et al., 2017）。可見不論男女，足球

選手欲贏得比賽和展現優異運動表現，在90分鐘比賽期間的基本體能狀態，至少要奔跑約10公里總距離，對選手而言是一項嚴峻的有氧耐力體能考驗。

足球比賽型態，可分為一週的單場比賽，或類似4天比賽4場（或5天4場）的密集比賽。研究發現單場比賽後，優秀女子足球選手的衝刺速度下降 $3.0 \pm 0.5\%$ ，垂直跳高度減少 $4.4 \pm 0.8\%$ 、血液肌酸激酶（creatine kinase, CK）活性增加 $152 \pm 28\%$ 、肌肉酸痛情形明顯增加，導致比賽產生疲勞造成選手的生理與體能狀態下滑（Andersson et al., 2008），而青年女子足球選手單場比賽後，其CK指數明顯增加情形，至賽後長達7天仍無法恢復（Hughes, Denton, Lloyd, Oliver, & De Ste Croix, 2018）。至於密集比賽，研究發現密集模擬足球比賽（multiple simulated soccer matches, MSSM），青年男子足球選手於4天內比賽4場，賽後腿部造成酸痛和疲勞情形，其高速跑步距離（ > 15 km/h）及總跑步距離均下降，且CK指數亦增加（Rowell, Coutts, Reaburn, & Hill-Haas, 2009, 2011）。顯示足球選手於比賽期間及比賽後，產生的疲勞與體能下降情形值得重視，因此找尋符合足球長時間高強度的有氧耐力測驗方式，幫助選手瞭解並評估自我體能狀態，以及追蹤訓練進度，是足球運動訓練計畫中的重要環節。

常見的心肺有氧耐力測驗，有實驗室及比賽活動現場，包括：一、最大攝氧量

(maximal oxygen uptake, $\dot{V}O_{2max}$)， $\dot{V}O_{2max}$ 是傳統實驗室公認最能有效評估心肺耐力的黃金指標；二、12分鐘跑(12-min running)，12分鐘跑經證實能準確評估 $\dot{V}O_{2max}$ ，測驗時設備需求少，是適合大團體共同測驗的指標(Cooper, 1968)；三、800公尺跑(800-m running)，是教育部推行的「800公尺跑走」測驗，對象以女性為主(除國小階段)；四、6 × 10公尺折返跑(6 × 10-m shuttle running)，為各運動專項體能測驗常採用項目；五、Yo-Yo間歇恢復第一級及第二級測試(Yo-Yo intermittent recovery test level 1 [Yo-Yo IR1] & 2 [Yo-Yo IR2])，由於Yo-Yo可評估運動員努力重複完成短距離、高強度跑步的最大有氧運動能力，Ingebrigtsen et al. (2014)發現Yo-Yo IR1和IR2之間具相關性($r = .753, p \leq .01$)，且測驗期間可重現比賽時次最大心率之測量值，且因Bangsbo, Iaia, and Krstrup (2008)指出Yo-Yo IR1其間歇運動型態與足球比賽屬性略同，可用來評估選手的跑步距離及有氧耐力。因此本研究將採用Yo-Yo IR1進行測驗；六、羅浮堡間歇性折返跑測驗(Loughborough Intermittent Shuttle Test, LIST)，LIST設計穿插中度和高強度的跑步，可模擬一場90分鐘的足球比賽的活動模式及強度，且運動後造成選手們的生理負荷、疲勞程度與恢復時間，相似於正式足球比賽後的疲勞恢復曲線，是現今足球文獻公認最符合足球比賽之測驗(Nicholas, Nuttall, & Williams 2000)；七、全球定位系統(global positioning system, GPS)，GPS是國外足球團隊運動常用的技術，利用GPS技術，來量化選手比賽中移動之距離、速度和加速度等運動方式，以瞭解其比賽需求(Strauss, Sparks, & Pienaar, 2019)，此技術較常運用於俱樂部或職業隊之比賽現場，對基層教練而言，要執行是困難的。顯示在上述各項測驗中，12分鐘跑、Yo-Yo IR1及LIST，已成為足球選手常用之有氧耐力體能評估的測驗方式。

足球選手為成功應付激烈比賽，並展現良好的運動表現，部分關鍵因素取決於身體具備良好的有氧耐力體能，因此有計畫的監控其變化狀態，亦是重要的訓練成果評估。

$\dot{V}O_{2max}$ 部分，優秀成年女子足球選手為49.4 ~ 57.6 ml/kg/min (Datson et al., 2014)，優秀男子足球選手的 $\dot{V}O_{2max}$ (> 60 ml/kg/min)部分，研究發現層級越高的球隊其 $\dot{V}O_{2max}$ 能力較佳，其中香港青少年選手為57.9 ± 5.1 ml/kg/min、義大利成人選手為58.5 ± 4.0 ml/kg/min、克羅埃西亞成人選手為60.1 ± 2.3 ml/kg/min、挪威成人選手為65.7 ± 4.3 ml/kg/min (Dodd & Newans, 2018)；Yo-Yo IR1部分，優秀青年女子足球選手總距離為1,278 ± 80公尺 (Bangsbo et al., 2008)，挪威成人男子足球選手總距離為1,736 ± 443公尺 (Ingebrigtsen et al., 2014)，Castagna, Impellizzeri, Cecchini, Rampinini, and Alvarez (2009)指出性青年足球選手Yo-Yo IR1成績為842 ± 352公尺，與足球比賽中的高速跑和總跑步距離皆顯著相關，並指出Yo-Yo IR1為有效之測試，有助於訓練選手的體能狀態適應比賽之需求。此外，Schmitz et al. (2018)發現業餘足球男性選手 $\dot{V}O_{2max}$ 45.3 ± 5.8 ml/kg/min進行Yo-Yo IR1來評估其有氧耐力，發現兩項測驗之間具高度相關；12分鐘跑部分，台灣國家女子足球代表隊員成績跑為2,477.1 ± 115.9公尺 (陳鴻, 1983)，中國大學男子足球選手跑為3,015.0 ± 124.3公尺 (周俊飛, 2010)，Cooper (1968)則發現12分鐘跑與 $\dot{V}O_{2max}$ 兩者之間呈高度相關，Das (2013)發現印度女青年學生的 $\dot{V}O_{2max}$ 與12分鐘跑之間發現高相關。LIST部分Nicholas et al. (2000)以7名訓練有素的健康成年男子足球和橄欖球選手進行LIST，其跑動距離為12.4公里，da Costa, Barbosa, Spinetti, Pedrosa, and Pierucci (2011)發現巴西青年男子足球選手進行LIST，其跑動總距離為10.8公里。上述研究發現， $\dot{V}O_{2max}$ 、Yo-Yo IR1及12分鐘跑共3項測試相互之間有很高的有效預測指標，確實可視為評估足球運動有氧體能的重要指標。此外，當進一步搜尋近年來與LIST相關之研究，發現非常缺乏，因此以LIST議題來進行相關分析實屬重要。

現代足球競爭激烈，很大的決勝部分取決於具備優異的體能狀態，已知LIST被設計為複製足球比賽不同運動強度之活動

模式，中間穿插衝刺、快跑、慢跑和走路等之體能測驗，亦是近期國際足球研究中被認同較能模擬完成比賽之生理反應，而被 Sun, Cooper, and Tse (2020)、Daab, Bouzid, Lajri, Bouchiba, and Rebai (2020) 及 Leeder et al. (2019)，使用來瞭解其認知、恢復及運動表現等研究。綜觀前述，足球有氧耐力測驗有許多選擇，但目前國內足球體能文獻中，尚未有提供有效明確之測驗，來作為評估 LIST 或女子足球選手的有氧耐力。因此本研究動機，為釐清在實驗室和運動現場測驗之相關性。研究目的旨釐清不同有氧耐力與 LIST 之間的關係，期能幫助建立一種可有效評估女子足球選手有氧耐力的測驗方式。

貳、研究方法

一、研究對象

研究對象為7名參加2018年亞洲大學足球錦標賽之現役中華台北大學女子足球代表隊選手（簡稱中華台北大學女足選手）（年齡：21 ± 1歲；身高：160.7 ± 3.9公分；體重：59.3 ± 11.9公斤），球齡為9.3年，每週訓練5.2天，每次訓練2.4小時。測驗前確認參與之受試者健康狀態良好，並瞭解研究流程及填妥同意書後始可參與，為避免影響訓練和比賽，利用休賽期進行測驗。各項測驗間間隔休息為3天

二、測驗方法

全體受試者以平衡次序方式進行 $\dot{V}O_2\max$ 、12分鐘跑、800公尺跑、6 × 10公尺折返跑、Yo-Yo IR1及LIST等6項有氧耐力（各項測驗間間隔休息為3天），正式測驗前1個月，皆預先進行1遍測驗來熟悉測試程序，測驗期間全程配戴手腕式光學心率測量錶（M430, Polar, Kempele, Finland）進行心率率監控；在上述每種測驗前和測驗後第0或第3分鐘檢測血乳酸濃度，利用乳酸機（Lactate Scout, EKF Diagnostic GmbH, Magdeburg, Germany）進行分析；使用 Borg 於1982年制定的運動強度自覺量表（ratings of perceived exertion, RPE）來監控選手測驗時的

自覺運動疲勞評估及主觀努力程度指標（鄭景峰等，2013），此量表適合用於監控足球選手，瞭解測驗時的努力程度（黃玉娟、周台英、王秀銀，2016）。測驗流程如下。

（一） $\dot{V}O_2\max$

研究利用跑步機（TM500, Trackmaster, Newton, KS）測驗 $\dot{V}O_2\max$ ，受試者全程配戴攝氧量採氣面罩，以電腦軟體攝氧量測量分析系統（Vmax Encore 29, CareFusion, San Diego, CA）進行分析測量。包括： $\dot{V}O_2\max$ 、最大運動心率及運動耗竭時間（time to exhaustion, TTE）等。測驗時先進行跑步暖身2分鐘，之後每3分鐘增加一階的強度，直到跑步力竭為止。此外，於LIST測驗前，全體受試者模擬練習慢跑和快跑（55%和95%的 $\dot{V}O_2\max$ ）速度，幫助熟悉LIST測驗時之速度控制。本研究 $\dot{V}O_2\max$ 判定標準：1. 增加運動量後，其攝氧量並無明顯增加；2. 呼吸交換率（respiratory exchange ratio, R值）大於1；3. 最高心跳率每分鐘大於180下。當3種情況出現任何2種時來判定；如果3種情況皆未出現，而受試者已呈現耗竭狀況，則停止測驗並取最大值判定 $\dot{V}O_2\max$ 。

（二）12分鐘跑測驗

12分鐘跑為運動場實地跑測驗，利用碼錶記錄12分鐘內跑走完成的總距離（公尺），測驗一次進行統計分析。

（三）800公尺跑測驗

800公尺跑測驗方式，為利用碼錶記錄跑走完成800公尺的時間（以秒為單位），測驗一次，最小取到0.01秒進行統計分析。

（四）6 × 10公尺折返跑測驗

足球比賽中，進攻與防守的轉換常伴隨大量的折返跑，利用折返跑可實際瞭解選手們快速變換方向的速度能力。測驗方式：1. 受試者站在A點預備，開始起跑後，盡力向10公尺處之B點三角錐衝刺並以手碰觸三角錐底部，隨後轉身衝刺跑回A點，共計進行6趟；2. 共測驗2次，每次間隔休息5分鐘，取兩次測驗中的最佳時間進行統計分析，最小取到0.01秒。

(五) Yo-Yo IR1

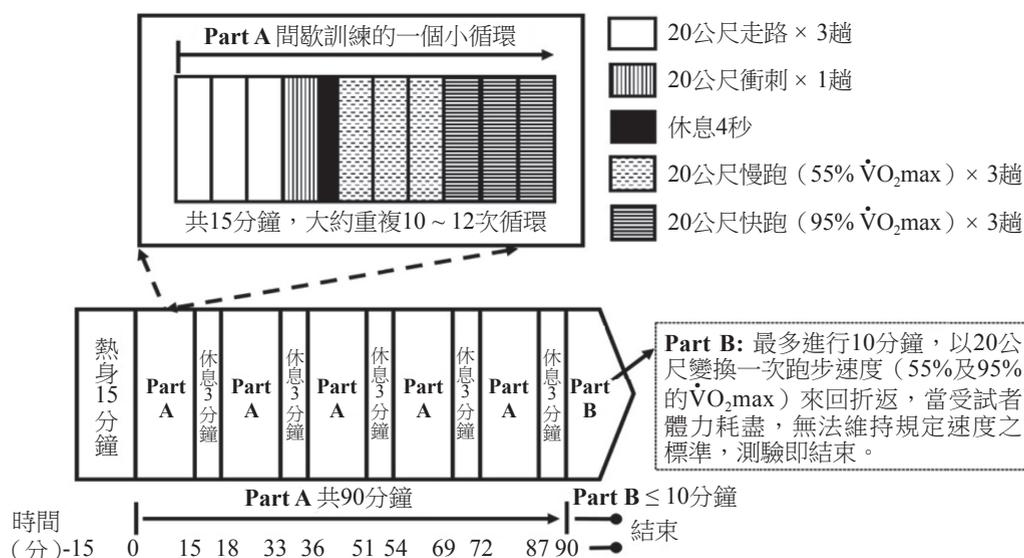
Yo-Yo IR1為有規律之連續跑模式，其間歇運動型態與足球比賽屬性略像，可評價有氧耐力指標，測驗中的跑步速度，是由已錄製好的音頻信號進行控制，跑步時要跟上信號指示並盡力完成 (Krustrup et al., 2003)。測驗場地共3段距離，A點至B點距離5公尺（緩衝區），B點至C點距離20公尺（跑步區）。測驗方式：1. 受試者站在B點預備，以音頻信號「嗶」聲響後出發，第二「嗶」聲響時必須跑至距離20公尺的C點隨即折返，並於第三「嗶」聲響前跑回B點，回到B點後，於緩衝區有10秒恢復時間，可走路或慢跑至A點並折返回B點準備，依此方式反覆進行。2. 受試者跑向C點時，只需用一隻腳踩線即可折返，應以自己速度完成，勿超過規定之速度，當受試者自覺疲憊跟不上規定速度，無法在「嗶」聲響時抵達各點，即提醒警告一次，當第二次警告出現，測驗即終止，此時則記錄已完成的折返次數並換算成跑步總距離（以公尺為單位），共測驗1次進行統計分析，最小取到0.1公尺。

(六) LIST

LIST測驗流程如圖一所示，係參考Nicholas et al. (2000) 研發的LIST方式，研究對象在距離20公尺的距離間來回奔跑，配合音頻信號指示各種跑步速度，受試者先熱身接著進行Part A及Part B共2部分循環，總時間約100分鐘。測驗方式：1. Part A共90分鐘，包含5個15分鐘的小循環間歇訓練（走路、衝刺、休息、慢跑和快跑），及小循環間3分鐘的休息恢復。2. Part B最多進行10分鐘，每20公尺變換慢跑和快跑（55%和95%的 $\dot{V}O_2\max$ ）的規定速度來回折返，當受試者體力耗盡，無法維持其速度標準，測驗即結束。3. 測驗時記錄完成每一循環的走路、衝刺、慢跑及快跑等次數，並換算成跑步總距離（以公尺為單位），共測驗1次進行統計分析，最小取到0.1公尺。

三、統計分析

測驗所得結果以平均值 (mean) \pm 標準差 (standard deviation) 表示。實驗各項數據以SPSS for Windows 18.0中文版進行統計分析，皮爾遜積差相關係數 (Pearson's



圖一 羅浮堡間歇性折返跑測驗 (Loughborough Intermittent Shuttle Test, LIST)

資料來源：參考Nicholas et al. (2000) 文獻之LIST方式自行畫出。

註：測驗方式：(一) Part A共90分鐘，包含5個小循環間歇訓練及期間的3分鐘休息恢復；(二) Part B最多進行10分鐘，每20公尺變換慢跑和快跑 (55%和95%的 $\dot{V}O_2\max$) 來回折返直到結束。

product-moment correlation) 分析 $\dot{V}O_{2\max}$ 、12分鐘跑、800公尺跑、6 × 10公尺折返跑、Yo-Yo IR1及LIST之相關性，各項統計檢定之顯著水準設定為 $p < .05$ 表示達顯著差異。

參、結果

一、有氧耐力測驗表現

中華台北大學女足選手進行各項有氧耐力測驗結果如下： $\dot{V}O_{2\max}$ 為 60.3 ± 3.2 ml/kg/min、12分鐘跑 $2,591.4 \pm 163.5$ 公尺、800公尺跑 178.7 ± 15.5 秒、6 × 10公尺折返跑 17.1 ± 1.0 秒、Yo-Yo IR1 $1,317.1 \pm 267.9$ 公尺及LIST $11,080.0 \pm 1,480.4$ 公尺。

二、有氧耐力測驗之相關性

中華台北大學女足選手不同有氧耐力測驗之間的相關性，如表一所示，本研究發現，1. 女子足球選手在LIST與12分鐘跑 ($r = .983$)、Yo-Yo IR1 ($r = .978$)、 $\dot{V}O_{2\max}$ ($r = .942$) 之間呈高度相關 (相關係數為.51) ($p < .001$)；2. Yo-Yo IR1與12分鐘跑 ($r = .944$)、 $\dot{V}O_{2\max}$ ($r = .875$) 之間，也具有相關 ($p < .001$)；3. $\dot{V}O_{2\max}$ 與12分鐘跑 ($r = .933$)、Yo-Yo IR1 ($r = .875$)、LIST ($r = .942$) 之間，也有顯著相關 ($p < .001$)；4. 12分鐘跑與 $\dot{V}O_{2\max}$ ($r = .933$)、Yo-Yo IR1 ($r = .944$)、LIST ($r = .983$) 之間，也有顯著相關 ($p < .001$)；800公尺跑及6 × 10公尺折返跑呈高度相關；各項有氧耐力測驗之相關散布情形，如圖二所示。

肆、討論

一、有氧耐力測驗表現

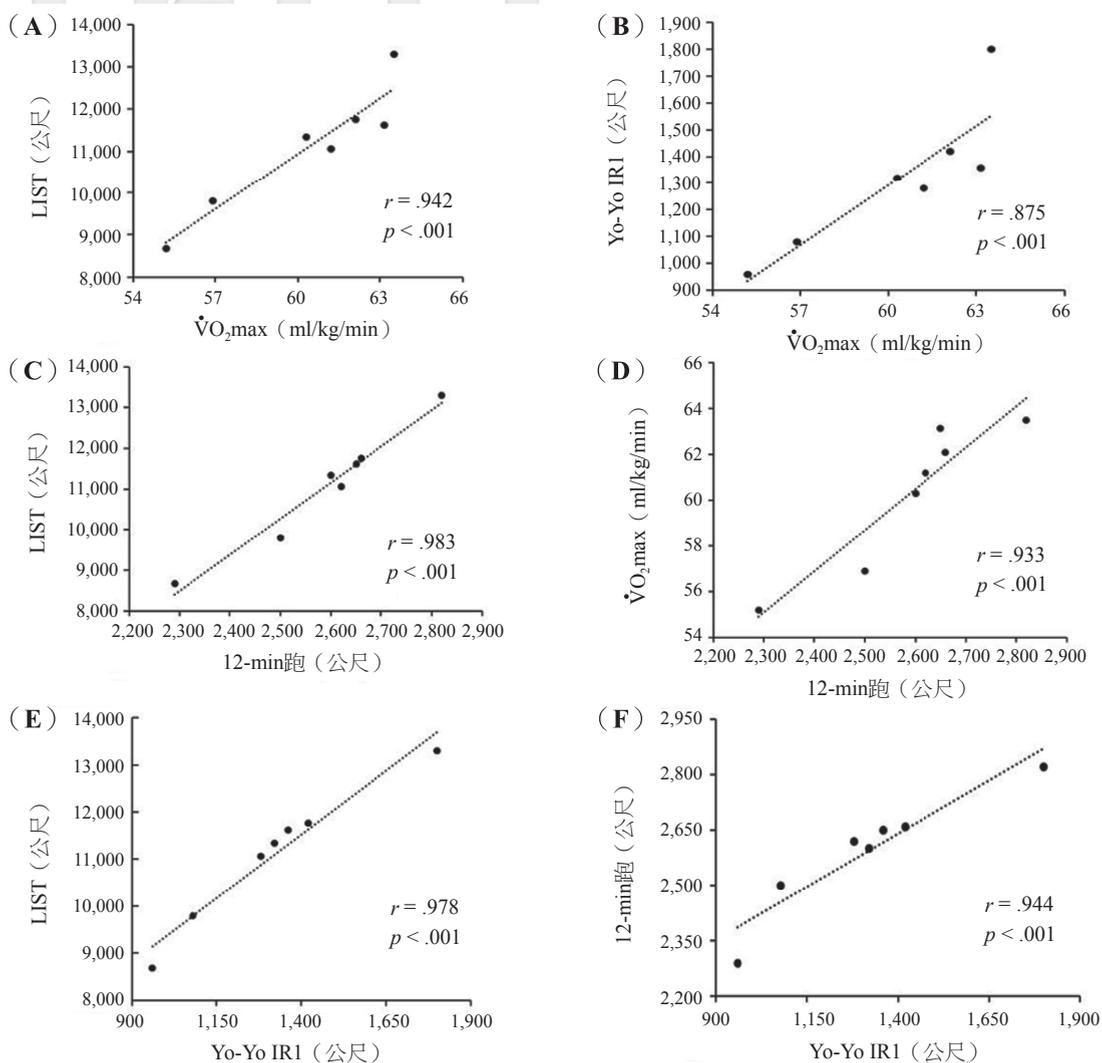
中華台北大學女足選手，於實驗室跑步機所測得之 $\dot{V}O_{2\max}$ 60.3 ± 3.2 ml/kg/min，此結果較高於Datson et al. (2014) 發現國外精英女子足球選手的 $\dot{V}O_{2\max}$ 為 $49.4 \sim 57.6$ ml/kg/min，且不亞於Dodd and Newans (2018)，調查各國精英男子足球選手 $\dot{V}O_{2\max}$ 能力，新加坡青年 51.2 ± 3.5 ml/kg/min、香港青少年 57.9 ± 5.1 ml/kg/min、義大利成人 58.5 ± 4.0 ml/kg/min及克羅埃西亞成人 60.1 ± 2.3 ml/kg/min。由於研究發現男子足球選手 $\dot{V}O_{2\max}$ 與他們的競技水準之間有相關，較高水平的選手運動表現較高於較低水平的選手 (Slimani, Znazen, Miarka, & Bragazzi, 2019)，顯示中華台北大學女足選手，具備良好有氧耐力運動能力，應繼續維持並努力再訓練，相信可提升整體運動表現。

中華台北大學女足選手在12分鐘跑之成績為 $2,591 \pm 164$ 公尺，此結果類似陳鴻 (1983) 測驗19位當選1983年國家女子足球代表選手，在12分鐘跑之運動能力為 $2,477 \pm 116$ 公尺；由於現代女子足球比賽更快速且對抗更強，而中華台北大學女足選手在12分鐘跑僅較佳於1983年國家女子足球選手平均約114公尺，顯示中華台北大學女足選手在12分鐘跑的能力應再提升，以應付更高強度的國際賽事。研究發現中華台北大學女足選手的 $\dot{V}O_{2\max}$ 高達 60.3 ± 3.2 ml/kg/min實屬相當優異，但12分鐘跑卻僅有 $2,591$ 公尺，由於兩者

表一 中華台北大學女子足球代表隊選手不同有氧耐力測驗之間的相關性

變項	12分鐘跑	$\dot{V}O_{2\max}$	Yo-Yo IR1	800公尺跑	6 × 10公尺折返跑	LIST
12分鐘跑	—	.933*	.944*	-.907	-.411	.983*
$\dot{V}O_{2\max}$		—	.875*	-.893	-.474	.942*
Yo-Yo IR1			—	-.726	-.174	.978*
800公尺跑				—	.706*	-.846
6 × 10公尺折返跑					—	-.346
LIST						—

註： $\dot{V}O_{2\max}$ ：最大攝氧量測驗 (maximal oxygen uptake)；Yo-Yo IR1：Yo-Yo間歇恢復第一級測驗 (Yo-Yo intermittent recovery test level 1)；LIST：羅浮堡間歇性折返跑測驗 (Loughborough Intermittent Shuttle Test)。* $p < .05$ 。



圖二 中華台北大學女子足球代表隊選手在 $\dot{V}O_2\max$ 、LIST、Yo-Yo IR1及12分鐘跑測驗相關散布圖

註：LIST：羅浮堡間歇性折返跑測驗（Loughborough Intermittent Shuttle Test）； $\dot{V}O_2\max$ ：最大攝氧量測驗（maximal oxygen uptake）；Yo-Yo IR1：Yo-Yo間歇恢復第一級測驗（Yo-Yo intermittent recovery test level 1）。

都屬於連續跑步無間歇的測驗模式，原因可能受到研究對象取樣僅有七位而落於偏態影響。此外，相較於周俊飛（2010）檢測中國大學男子足球選手，其12分鐘跑成績為 $3,015 \pm 124$ 公尺，顯示不同性別之大學生足球選手，其有氧耐力狀態確實有差異。

800公尺跑為台灣推廣健康體適能來瞭解心肺耐力的指標，研究顯示中華台北大學女足選手800公尺跑 179 ± 16 秒，此成績遠超

過教育部體育署（2020），體適能常模中，百分等級95th的金牌成績為227秒；顯示中華台北大學女足選手的有氧耐力運動能力較佳於同性別同年齡族群的一般生，因此可多鼓勵一般生多參與運動，相信對提升其有氧耐力有助益。而在 6×10 公尺折返跑部分，印度將其列為國家青年體育選材方案中的運動能力測驗，其12歲的 6×10 公尺折返跑標準，訂為男子小於16.60秒，女子則是17.40

秒 (National Sports Talent Search Scheme, 2015)，而中華台北大學女足選手在 6×10 公尺折返跑成績為 17.1 ± 1.0 秒，顯示在此運動能力有一定之水準，應繼續維持並精進。

男子足球Yo-Yo IR1在頂尖、精英、次精英及一般選手成績，分別為 $2,302 \pm 509$ 公尺、 $2,126 \pm 456$ 公尺、 $1,891 \pm 466$ 公尺及 $1,743 \pm 529$ 公尺，挪威精英男子足球選手總移動距離為 $1,736 \pm 443$ 公尺 (Ingebrigtsen et al., 2014)。這些結果顯示不同級別男子足球選手之間，其高強度間歇性有氧耐力運動能力差異很大。然而，本研究針對中華台北大學女足選手的Yo-Yo IR1測驗結果為 $1,317 \pm 268$ 公尺，此結果高於Schmitz et al. (2018) 調查國外女子足球次精英及一般選手成績為 $1,197 \pm 502$ 公尺及 920 ± 322 公尺，類似於Bangsbo et al. (2008) 指出測驗20歲優秀女子足球選手 $1,278 \pm 80$ 公尺之成績。因此，顯示中華台北大學女足選手，其高強度間歇性有氧耐力運動能力達國際優秀女子足球的水準，足以應付國際女子足球賽事的能力。此外，我們從南韓國家隊參加2002年世界盃，藉由該隊優異體能及高昂團隊奪志讓南韓獲得第四名的過程中，學習到具有優異足球具備的體能，是可彌補足球足下功夫不足的能力。所以，中華台北大學女足選手若能繼續提升Yo-Yo IR1能力的話，相信將有助於未來對外參加國際賽事時，彌補足下技術不足及體型上的限制之問題，對於比賽的運動成績表現將會有無形的助益。

在LIST部分，中華台北大學女足選手成績為 $11,080 \pm 1,480$ 公尺，此結果類似da Costa et al. (2011) 發現巴西青年男子足球選手進行LIST，其跑動總距離為 $10,820 \pm 1,720$ 公尺；此結果對於中華台北大學女足隊是一大鼓舞，顯示選手們在測驗當時，已充分準備好在90分鐘比賽期間要奔跑約11公里有氧耐力體能狀態。此外，相較於訓練有素的成人男子足球與橄欖球選手進行LIST，其跑動總距離為12.4公里 (Nicholas et al., 2000)，中華台北大學女足選手仍有再努力空間，亦顯示不同層級及性別之足球選手，專項足球

體能狀態確實有差異。由於台灣足球運動以LIST介入來進行研究之報告相當缺乏，建議各級球隊教練可定期進行LIST，將可瞭解選手們專項有氧耐力體能狀態，更能確實掌握球隊訓練之實質成果。

二、有氧耐力測驗之相關性

已知 $\dot{V}O_2\max$ 、12分鐘跑、Yo-Yo IR1及LIST測驗對足球有氧耐力體能之重要性，本研究發現中華台北大學女足選手在 $\dot{V}O_2\max$ 與Yo-Yo IR1之間顯著相關 ($r = .875, p < .001$)，結果類似Schmitz et al. (2018)，發現業餘男性足球選手Yo-Yo IR1與 $\dot{V}O_2\max$ 之間具高度相關 ($r = .75, p < .0001$)，由於Castagna et al. (2009) 指出Yo-Yo IR1的結果與比賽中的高速跑 ($> 13 \text{ km/h}$) ($r = .77, p < .001$) 和總距離 ($r = .65, p = .002$) 皆顯著相關，並指出Yo-Yo IR1對青年男子足球選手的比賽專項耐力表現有正向影響。此發現原因可能如Krustrup et al. (2003) 所述，Yo-Yo IR1與選手的有氧和無氧能力相關，並與比賽所需間歇有氧耐力體能密切相關；已知足球體能中有氧耐力表現是非常重要亦影響比賽時的運動表現，Bangsbo et al. (2008) 指出優秀運動員的比賽水平越高，在Yo-Yo IR測試中的表現就越好，以及Karsten et al. (2016) 指出足球選手進行力量訓練可顯著提升Yo-Yo IR1間歇跑步距離。因此本研究顯示Yo-Yo IR1為非常適用作為評估女子足球選手準備比賽的有效測驗方法，並建議配合肌力訓練，協助提高間歇有氧耐力體能，相信對同時提高比賽中的運動表現有很大之助益。

由於一般足球隊要進實驗室進行 $\dot{V}O_2\max$ 並不容易，本研究發現中華台北大學女足選手12分鐘跑結果發現與 $\dot{V}O_2\max$ ($r = .933$)、Yo-Yo IR1 ($r = .944$)、LIST ($r = -.983$) 之間有顯著相關 ($p < .001$)，此結果類似Cooper (1968) 以及Das (2013) 發現於現場測驗12分鐘跑的結果與在實驗室利用跑步機測試 $\dot{V}O_2\max$ 之結果皆呈現高度相關。由於 $\dot{V}O_2\max$ 需要較多器材以及Yo-Yo IR1需要音頻控制測驗，對基層足球教練而言要執行並不便

利，建議可適時採用12分鐘跑來評估有氧耐力，其優點為可同時多人進行亦較便利。上述結果發現， $\dot{V}O_{2max}$ 、Yo-Yo IR1及12分鐘跑共3項測試相互之間有很高的有效預測指標，確實可視為評估足球運動有氧體能的重要指標。由於目前以LIST進行體能測驗之相關分析報告非常缺乏，本研究發現中華台北大學女足選手在LIST與12分鐘跑 ($r = .983$)、Yo-Yo IR1 ($r = .978$)、 $\dot{V}O_{2max}$ ($r = .942$) 之間有高相關 ($p < .001$)，此結果對長達約90分鐘比賽時間的測驗而言是重要的，亦即若測驗時間有限，可選擇以12分鐘跑及Yo-Yo IR1來替代。

具備優異的有氧耐力體能，絕對是足球選手努力訓練的一環，結果顯示中華台北大學女足選手在 $\dot{V}O_{2max}$ 、12分鐘跑、Yo-Yo IR1及LIST四項體能之間呈現顯著的提升與正向影響。本研究的結果，將對足球教練及運動科學人員具有一些參考價值。例如，足球教練可有系統的於年度計畫中多加利用各項測驗，作為女子足球選手例行的檢測方式，利用定期瞭解女子足球選手的有氧耐力體能情況。在進行這些不同有氧耐力測驗時，足球教練宜瞭解這些不同有氧耐力測驗的優缺點，並善用其測驗優點，幫助足球選手。

本研究可能的研究限制：1. 研究對象僅有7位，部分結果落於偏態可能會造成影響；2. 相關文獻指出，LIST及Yo-Yo IR1之後，會有引起肌肉損傷及發炎反應的虞慮 (Chiu et al., 2018; Hammouda et al., 2013; Thomas, Dent, Howatson, & Goodall, 2017)，而本研究以LIST與Yo-Yo IR1列為有氧耐力測驗之一，但這二項測驗前及後第1~3天期間，無觀察其生理及體能指標的反應，以確保是否在間隔休息三天時，就足以完成恢復，進而不會影響下一個測驗項目的成績表現。

伍、結論

本研究結果發現， $\dot{V}O_{2max}$ 、LIST、12分鐘跑和Yo-Yo IR1測驗之間具有高相關，顯示這四種測驗可作為有效評估女子足球選手有氧耐力；但是，從足球運動特殊性觀點來

看，LIST、12分鐘跑和Yo-Yo IR1等三項測驗，較適合用來作為評估女子足球選手其專項有氧間歇耐力與一般性有氧耐力之用。因此，本研究建議足球教練可在年度訓練計畫中，依照不同訓練期的要求，慎選本研究採用的有氧耐力測驗方式，作為定期監控優秀足球選手的有氧耐力情況，利於監控足球選手的訓練成效以及瞭解足球選手的有氧耐力表現的評估方式。

在足球運動中，選手們接受有氧耐力測驗是辛苦的，教練們可依團隊的現況及所需能力選擇適當的測驗方式，相信對全面提升選手體能狀態有助益。建議如下：(一) $\dot{V}O_{2max}$ 測驗必須進實驗室進行較精準，可定期於年度計畫中固定進行1次測試並記錄。

(二) 實驗室外的LIST、Yo-Yo IR1和12分鐘跑測驗之間具有高相關，但因其測驗進行時所需時間不同 (LIST約100分鐘、Yo-Yo IR1約10~15分鐘及12分鐘跑)，教練可於擬定訓練計畫時穿插各項測驗，季外期的比賽策略演練可搭配LIST，模擬90分鐘比賽兼訓練有氧耐力體能；賽前期可利用Yo-Yo IR1，監控體能兼訓練間歇有氧運動能力；若測驗時間有限，12分鐘跑可同時多人測驗亦是鍛鍊選手意志力的好方法。

參考文獻

- 周俊飛 (2010)。12分鐘跑與YOYO訓練對男子足球運動員專項體能影響的比較研究。《武漢體育學院學報》，44 (9)，97-100。
- 教育部體育署 (2020)。體適能常模／心肺耐力。資料引自<https://www.fitness.org.tw/model07.php>
- 陳鴻 (1983)。女子足球員人體測量特質、基本運動能力與足球技術之間的關係研究。《體育學報》，5，61-69。doi:10.6222/pej.0005.198312.1206
- 黃玉娟、周台英、王秀銀 (2016)。液體攝取方案對女子足球員訓練後的血糖與運

- 動強度自覺之影響。人文社會科學研究：教育類，10（2），21-31。doi:10.6618/HSSRP.2016.10(2)2
- 鄭景峰、李佳倫、何仁育、周峻忠、劉錦謀、林明儒等譯，Kraemer, W. J., Fleck, S. J., & Deschenes, M. R. 著（2013）。應用運動生理學：整合理論與實務。新北市：藝軒。
- Andersson, H. M., Raastad, T., Nilsson, J., Paulsen, G., Garthe, I., & Kadi, F. (2008). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: Effects of active recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 372-380. doi:10.1249/mss.0b013e31815b8497
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51. doi:10.2165/00007256-200838010-00004
- Castagna, C., Impellizzeri, F., Cecchini, E., Rampinini, E., & Alvarez, J. C. B. (2009). Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1954-1959. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b7f743
- Chiu, C.-J., Chi, C.-W., Hsieh, H.-R., Huang, Y.-C., Wu, H.-J., & Chen, Y.-J. (2018). Modulation of macrophage polarization by level-1 Yo-Yo intermittent recovery test in young football players. *Medicine*, 97(42), e12739. doi:10.1097/MD.0000000000012739
- Cooper, K. H. (1968). A means of assessing maximal oxygen intake: Correlation between field and treadmill testing. *The Journal of the American Medical Association*, 203(3), 201-204. doi:10.1001/jama.1968.03140030033008
- da Costa, C. S. C., Barbosa, M. A., Spinetti, J., Pedrosa, C. M., & Pierucci, A. P. T. R. (2011). Oxidative stress biomarkers response to exercise in Brazilian junior soccer players. *Food and Nutrition Sciences*, 2(5), 5753. doi:10.4236/fns.2011.25057
- Daab, W., Bouzid, M. A., Lajri, M., Bouchiba, M., & Rebai, H. (2020). Brief cycles of lower-limb occlusion accelerate recovery kinetics in soccer players. *The Physician and Sportsmedicine*, 27, 1-8. doi:10.1080/00913847.2020.1785260
- Das, B. (2013). Estimation of maximum oxygen uptake by evaluating cooper 12-min run test in female students of West Bengal, India. *Journal of Human Sport & Exercise*, 8(4), 1008-1014. doi:10.4100/jhse.2013.84.11
- Datson, N., Drust, B., Weston, M., Jarman, I. H., Lisboa, P. J., & Gregson, W. (2017). Match physical performance of elite female soccer players during international competition. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2379-2387. doi:10.1519/JSC.0000000000001575
- Datson, N., Hulton, A., Andersson, H., Lewis, T., Weston, M., Drust, B., et al. (2014). Applied physiology of female soccer: An update. *Sports Medicine*, 44(9), 1225-1240. doi:10.1007/s40279-014-0199-1
- Dodd, K. D., & Newans, T. J. (2018). Talent identification for soccer: Physiological aspects. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(10), 1073-1078. doi:10.1016/j.jsams.2018.01.009
- Gonçalves, B., Coutinho, D., Travassos, B., Folgado, H., Caixinha, P., & Sampaio, J. (2018). Speed synchronization, physical workload and match-to-match performance variation of elite football players. *Plos One*, 13(7), e0200019. doi:10.1371/journal.pone.0200019
- Hammouda, O., Chtourou, H., Chaouachi, A., Chahed, H., Zarrouk, N., Miled, A., et al. (2013). Biochemical responses to level-1 Yo-Yo intermittent recovery test in young Tunisian football players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(1), 23-28. doi:10.5812/

- asjism.34522
- Hughes, J. D., Denton, K., Lloyd, R. S., Oliver, J. L., & De Ste Croix, M. B. A. (2018). The impact of soccer match play on the muscle damage response in youth female athletes. *International Journal of Sports Medicine, 39*(5), 343-348. doi:10.1055/s-0044-101147
- Ingebrigtsen, J., Brochmann, M., Castagna, C., Bradley, P. S., Ade, J., Krstrup, P., et al. (2014). Relationships between field performance tests in high-level soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 28*(4), 942-949. doi:10.1519/JSC.0b013e3182a1f861
- Karsten, B., Larumbe-Zabala, E., Kandemir, G., Hazir, T., Klose, A., & Naclerio, F. (2016). The effects of a 6-week strength training on critical velocity, anaerobic running distance, 30-m sprint and Yo-Yo intermittent running test performances in male soccer players. *Plos One, 11*(3), e0151448. doi:10.1371/journal.pone.0151448
- Krstrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., et al. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 35*(4), 697-705. doi:10.1249/01.MSS.0000058441.94520.32
- Leeder, J. D. C., Godfrey, M., Gibbon, D., Gaze, D., Davison, G. W., van Someren, K. A., et al. (2019). Cold water immersion improves recovery of sprint speed following a simulated tournament. *European Journal of Sport Science, 19*(9), 1166-1174. doi:10.1080/17461391.2019.1585478
- National Sports Talent Search Scheme. (2015). *Ministry of Youth Affairs & Sports Department of sports guidelines on National Sports Talent Search Scheme*. Retrieved January 8, 2021, from https://yas.nic.in/sites/default/files/NSTSS%20Guidelines%2020.02.2015_1.pdf
- Nicholas, C. W., Nuttall, F. E., & Williams, C. (2000). The Loughborough intermittent shuttle test: A field test that simulates the activity pattern of soccer. *Journal of Sports Sciences, 18*(2), 97-104. doi:10.1080/026404100365162
- Rowell, G. J., Coutts, A. J., Reaburn, P., & Hill-Haas, S. (2009). Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players. *Journal of Sports Sciences, 27*(6), 565-573. doi:10.1080/02640410802603855
- Rowell, G. J., Coutts, A. J., Reaburn, P., & Hill-Haas, S. (2011). Effect of post-match cold-water immersion on subsequent match running performance in junior soccer players during tournament play. *Journal of Sports Sciences, 29*(1), 1-6. doi:10.1080/02640414.2010.512640
- Schmitz, B., Pfeifer, C., Kreitz, K., Borowski, M., Faldum, A., & Brand, S.-M. (2018). The Yo-Yo intermittent tests: A systematic review and structured compendium of test results. *Frontiers in Physiology, 9*, 870. doi:10.3389/fphys.2018.00870
- Slimani, M., Znazen, H., Miarka, B., & Bragazzi, N. L. (2019). Maximum oxygen uptake of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: Implication from a network meta-analysis. *Journal of Human Kinetics, 66*(1), 233-245. doi:10.2478/hukin-2018-0060
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine, 35*(6), 501-536. doi:10.2165/00007256-200535060-00004
- Strauss, A., Sparks, M., & Pienaar, C. (2019). The use of GPS analysis to quantify the internal and external match demands of semi-elite level female soccer players during a tournament. *Journal of Sports Science & Medicine, 18*(1), 73-81.
- Sun, F.-H., Cooper, S. B., & Tse, F. C.-F. (2020).

Effects of different solutions consumed during exercise on cognitive function of male college soccer players. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 18(3), 155-161. doi:10.1016/j.jesf.2020.06.003

Thomas, K., Dent, J., Howatson, G., & Goodall, S. (2017). Etiology and recovery of neuromuscular fatigue after simulated soccer match play. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(5), 955-964. doi:10.1249/MSS.0000000000001196

Tuo, Q., Wang, L., Huang, G., Zhang, H., & Liu, H. (2019). Running performance of soccer players during matches in the 2018 FIFA World Cup: Differences among confederations. *Frontiers in Psychology*, 10, 1044. doi:10.3389/fpsyg.2019.01044