

### 簡介

本研究旨在探討7人制欖球男子及女子運動員於國際7人欖球錦標賽過程中的血液乳酸反應。7人制欖球男子及女子運動員需要應付反覆高強度間歇運動模式。目前，針對比賽中及比賽後運動員血液乳酸反應的研究比較匱乏<sup>[1, 2]</sup>，研究對象亦多以男性選手為主。再者，鑑於該運動的短時間高強度間歇性質，常見於監測有氧運動的內部（例如：心率和自覺竭力度<sup>[1, 2]</sup>）或外部（GPS和加速度計）生理壓力指標均無法準確地反映運動員的生理反應。故此，本研究希望透過血液乳酸監察，從而了解男子及女子七人欖球運動員於整個賽事中和比賽之間（2日內進行5場比賽）的生理反應。

### 研究方法

這次針對國際錦標賽的研究以橫斷形式進行。25名受試者均來自香港男女子七人欖球隊。研究人員採集比賽前（n=119），比賽後90秒內（n=105）和比賽30分鐘後（n=51）的耳垂血液樣本以測量乳酸水平。數據以線性混合模型分析，當中包括：1）不同場次之間的生理轉變，2）不同性別，3）不同場上位置，以及4）比賽前與比賽後30分鐘作對比。

### 結果

第五場賽後測量出的血乳酸濃度（-1.9 [-3.2 - -0.6] mmol·L<sup>-1</sup>）比第一場賽後的為低（圖1，p = 0.005）。賽後30分鐘所監察出的血乳酸濃度則比賽後即時的為高（+1.7 [1.4 - 2.0] mmol·L<sup>-1</sup>；p < 0.001；圖2）。51個樣本當中，有9個樣本於賽後30分鐘依然高於乳酸堆積起始點（乳酸閾值；4 mmol·L<sup>-1</sup>）。於整個錦標賽中，運動員的乳酸清除能力（比賽後 vs 比賽後30分鐘）則沒有顯著差異。相較於第一場賽前，第二場（+0.8 [0.6 - 1.1] mmol·L<sup>-1</sup>），第三場（+0.8 [0.5 - 1.1] mmol·L<sup>-1</sup>）及第五場（+0.6 [0.4 - 0.9] mmol·L<sup>-1</sup>）賽前所收集的樣本均顯示球員的血乳酸濃度較高（p < 0.001）。而男性運動員於比賽後的乳酸濃度（+1.6 [0.1 - 3.2] mmol·L<sup>-1</sup>，p = 0.042）亦較女性運動員高。不同性別和不同位置之間的乳酸清除能力和賽前乳酸濃度則沒有明顯差異。

### 總結

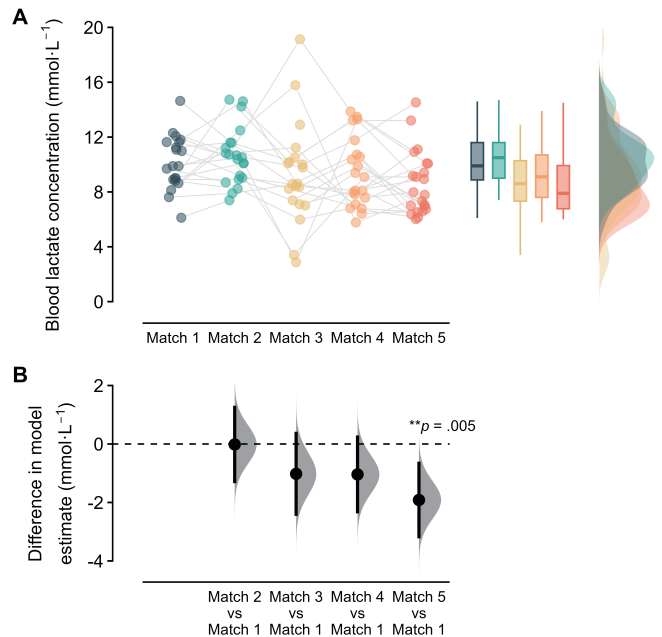
本研究發現運動員於每場比賽完結後的血乳酸值均維持較高濃度（圖1），大約20%的樣本於每場比賽完結後30分鐘依然高於4 mmol·L<sup>-1</sup>（圖2）。約半數樣本更錄得超過10 mmol·L<sup>-1</sup>，當中兩個樣本甚至錄得超過19 mmol·L<sup>-1</sup>。據研究人員所知，這些峰值未曾發現於現有文獻當中。今次發現有助了解7人欖球比賽對無氧能量系統的需求，並作為設計專項能量系統訓練時的參考基準。我們亦發現男性運動員於比賽後即時的血乳酸濃度較女性運動員為高，除此之外其他血乳酸濃度數據則沒有男女差異。當中原因可能為男性運動員擁有更多肌肉量、於運動中使用更多肌肉及男性運動員更高的跑動活動量以應付比賽需求。比賽後即時的血乳酸濃度亦有個體差異（男性2.9 - 20.2 mmol·L<sup>-1</sup>，女性3.4 - 14.6 mmol·L<sup>-1</sup>）。然而，有異於15人制欖球<sup>[3]</sup>，今次研究未有發現前鋒與後衛球員之間血乳酸濃度反應的差異。

我們亦發現於整個賽事當中運動員於每場比賽前的靜止血乳酸濃度有顯著變化，顯示代謝壓力於比賽與比賽之間不斷累積。血乳酸能夠作為身體不同組織的能量基質之外<sup>[4]</sup>，血乳酸濃度亦是一個能夠反映因使用肌肉而組成的生理酸鹼值改變的間接指標。運動員的訓練狀態及有氧適能與其乳酸清除能力息息相關<sup>[5]</sup>。故此，良好的有氧能力有助七人欖球運動員於比賽之間恢復得更好。同樣，針對肌肉緩衝生理酸鹼值能力的補充品和訓練策略亦有助於七人欖球運動員的運動表現。最後，根據個人生理狀態而度身訂造指定運動強度的動態恢復策略也許有助於排除乳酸<sup>[6]</sup>和降低體溫<sup>[7]</sup>。

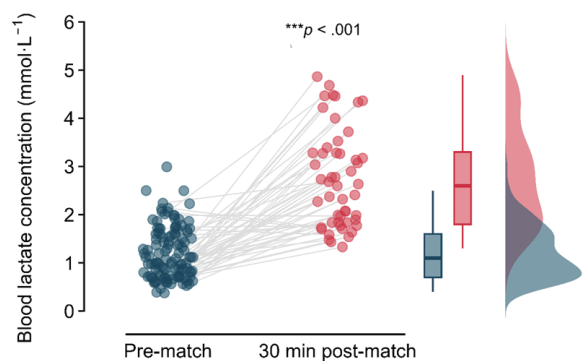
### 參考文獻

1. Granatelli G, Gabbett TJ, Briotti G, et al. Match analysis and temporal patterns of fatigue in rugby sevens. *J Strength Cond Res* 2014; 28: 728–734.
2. Couderc A, Thomas C, Lacomme M, et al. Movement patterns and metabolic responses during an international rugby sevens tournament. *Int J Sports Physiol Perform* 2017; 12: 901–907.
3. Ross A, Gill N, Cronin JB. The match demands of international rugby sevens. *J Sports Sci* 2015; 33: 1035–1041.
4. Golnick PD, Pernow B, Essen B, et al. Availability of glycogen and plasma FFA for substrate utilization in leg muscle of man during exercise. *Clin Physiol* 1981; 1: 27–42.
5. Messonnier LA, Emhoff C-AAW, Fattor JA, et al. Lactate kinetics at the lactate threshold in trained and untrained men. *J Appl Physiol* 2013; 114: 1593–602.
6. Menzies P, Menzies C, McIntyre L, et al. Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery. *J Sports Sci* 2010; 28: 975–982.
7. James CA, Richardson AJ, Watt PW, et al. Physiological responses to incremental exercise in the heat following internal and external precooling. *Scand J Med Sci Sports* 2015; 25: 190–199.

總括而言，我們發現運動員在整個賽程中難以完全清除血液中乳酸濃度。他們往往需要忍受上一場比賽所產生的高乳酸水平進行下一場比賽。我們可以透過訓練，營養和恢復策略來改善運動員的代謝恢復能力，從而加強應付一日多賽的體能需求。



圖一：在比賽之間的賽後乳酸值樣本的差異，與第一場比賽作對比。樣本數據繪製在面板A上，附帶的箱線圖和密度圖。在面板B上，模型係數的差異被繪製為點估計（黑點），附帶95%置信區間（垂直黑線）和相應的分布（灰色陰影區域）。



圖二：比較賽前與比賽後30分鐘乳酸值的測量。

### 機構：

1. Hong Kong Sports Institute (HKSI), 25 Yuen Wo Road, Sha Tin, Hong Kong.
2. Hong Kong Rugby Union (HKRU), Room 2001, Olympic House, 1 Stadium Path, So Kon Po, Causeway Bay, Hong Kong
3. School of Sport, Exercise and Health Sciences, Loughborough University, National Centre for Sport and Exercise Medicine (NCSEM), Loughborough, United Kingdom
4. Te Huataki Waikato School of Health, University of Waikato, Tauranga, New Zealand
5. University of Technology Sydney (UTS), School of Sport, Exercise and Rehabilitation, Faculty of Health, Australia.
6. University of Technology Sydney (UTS), Human Performance Research Centre, Australia.
7. Hong Kong Baptist University (HKBU), Centre for Health and Exercise Science Research, Kowloon Tong, Hong Kong