



兩天低氧-常氧運動負荷對中年人心跳率與肌肉代謝機制之效果-個案探討

段忻¹ 張嘉澤¹

¹ 國立體育大學競技與教練科學研究所

壹、緒論

依據 2020 年，國家發展委員會提供的資料顯示，台灣人口年齡結構已快速高齡化，並且推估至 2025 年邁入超高齡社會。從行政院主計總處近期公告之全民健保醫療費用申報點數數據顯示，108 年 45 歲以上者占總醫療點數高達 73 %。因此，如何健康老化已是我國必須面對的課題。

老化與肌肉質量流失、骨骼肌代謝量與肌肉血流減少、對低氧通氣的敏感性降低與其他限制身體活動的改變有關 (Korkusko, Sarkisov, & Frajfel'd, 1982; Kolesnikova & Serebrovskaya, 2001; Wagenmakers, Dela, & Kjaer, 2006)。

低氧的應用已有多年的歷史，從早期提升運動員的運動表現 (Roskamm et al., 1969)，到現今用於預防與治療心血管疾病 (Serebrovskaya & Xi, 2016)、肥胖者 (Kong et al., 2017) 或年長者 (Pramsohler et al., 2017) 等特殊族群。而其應用對生理機制皆有許多正面的效果，其中阻抗性運動結合低氧訓練的研究指出，此種訓練方式能促進快縮肌纖維的徵招 (Manimmanakorn et al., 2013)，提高脊髓神經激活性，進而提升肌肉力量，並且提升無氧代謝能力 (Feriche, García-Ramos, Morales-Artacho, & Padial, 2017)。

體循環對身體活動至關重要，影響體循環能力的因素眾多，心跳率是判斷指標之一。左心室收縮將充氧血送至全身器官，若收縮力不佳，運動時將呈現高心跳率反應 (張嘉澤, 2010)。此外，肌肉代謝也影響運動時肌肉收縮能力，它與粒線體密度、微血管數量與激活酵素有關 (Powers, Howley, & Quindry, 2007)。早期研究若要改善上述機轉，都必須進行每週 3 至 5 天的長時間運動且維持數週，但隨訓練趨勢日漸多樣化，縮短訓練時間、週期或頻率的運動模式也逐漸被納入研究 (Takei, Kakinoki, & Hatta, 2020; Kasai et al., 2019; Kong et al., 2017)。

綜合上述文獻，本研究目的為探討短期運動頻率應用低氧與常氧對中年者心跳率與肌肉代謝機轉之效果。

貳、研究方法

研究受試者為中年男性一名 (58 歲、身高 170 cm、體重 66 kg)。以腳踏車測功儀進行三次 10 分鐘 (3x10 min) 持續運動，組間休息 3 分鐘。強度設定為 160 Watt，踩踏轉速為 75-80 RPM。第一次 (S-1) 與第二次 (S-2) 在低氧艙 (O₂-13%) 進行，第三次 (S-3) 則在常氧環境 (O₂-21%) 進行。常壓低氧 (Normobaric Hypoxia) 艙，氧氣濃度設定為 13%。生物參數 (La、HR) 採集為每次結束後 (S1-2-3) 與恢復期第 5 分鐘 (E5)。

參、結果分析與討論

結果分析顯示第一天 (Day-1) 第一組 (Set-1) 在低氧環境血液乳酸堆積濃度為 8.3 mmol/l，Day-2 則為 10.5 mmol/l，兩次差異 +2.2 mmol/l。Day-1 與 Day-2 第三組

(Set-3) 血液乳酸濃度分別為 10.9 mmol/l、8.02 mmol/l，兩次差異 -2.9 mmol/l (圖-1)。心跳率在 Day-1 與 Day-2 第三組 (Set-2) 運動負荷分別為 149 min⁻¹、133 min⁻¹，兩項差異 16 min⁻¹ (圖-2)。

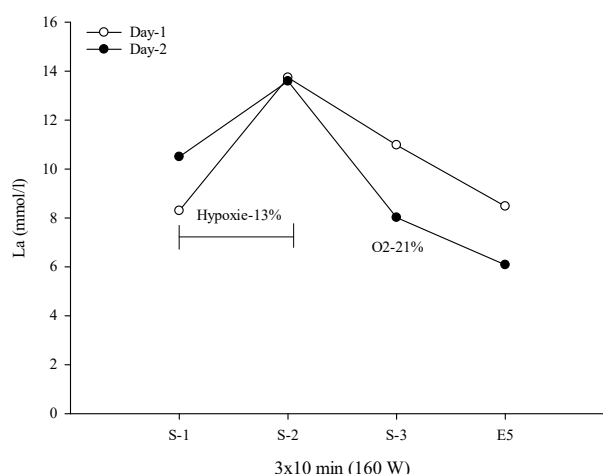


圖-1 低氧-常運動負荷血液乳酸堆積濃度分析

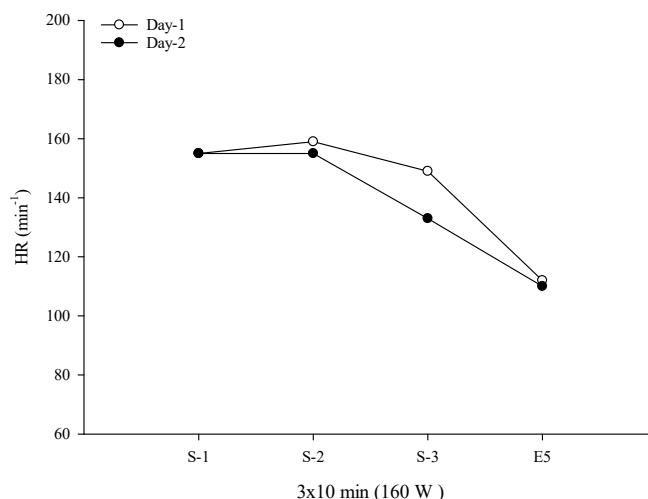


圖-2 低氧-常氧交互運動負荷心跳率分析

肆、結論

結果分析顯示第二天 (Day-2) 在 Set-3 運動負荷血液乳酸與心跳率均呈現下降趨勢。這種症狀反應表示體循環與肌肉未呈現累積疲勞。因此，建議一般人如無法規律運動，可以應用短期模式維持身體健康。

參考文獻

- Korkusko, O. V., Sarkisov, K. G., & Frajfel'd, V. E. (1982). Age-associated peculiarities of microcirculation system in skeletal muscles and their role in muscle work capacity in human aging (author's transl). *ZfA. Zeitschrift für Altersforschung*, 37(3), 147-153.
- Kolesnikova, E. E., & Serebrovskaya, T. V. (2001). Agerelated peculiarities of catecholamines exchange and ventilatory responses to hypoxia and hypercapnia under adaptation to intermittent hypoxia. *Arkhiv. Clin. Exper. Med*, 10(2), 165-166.
- Wagenmakers, A. J., Dela, F., & Kjaer, M. (2006). Resistance training, insulin sensitivity and muscle function in the elderly. *Essays in biochemistry*, 42, 75-88.
- Roskamm, H., Landry, F., Samek, L., Schlager, M., Weidemann, H., & Reindell, H. (1969). Effects of a standardized ergometer training program at three different altitudes. *Journal of Applied Physiology*, 27(6), 840-847.
- Serebrovskaya, T. V., & Xi, L. (2016). Intermittent hypoxia training as non-pharmacologic therapy for cardiovascular diseases: Practical analysis on methods and equipment. *Experimental Biology and Medicine*, 241(15), 1708-1723.
- Kong, Z., Shi, Q., Nie, J., Tong, T. K., Song, L., Yi, L., & Hu, Y. (2017). High-intensity interval training in normobaric hypoxia improves cardiorespiratory fitness in overweight chinese young women. *Frontiers in physiology*, 8, 175.
- Pramsohler, S., Burtcher, M., Faulhaber, M., Gatterer, H., Rausch, L., Eliasson, A., & Netzer, N. C. (2017). Endurance training in normobaric hypoxia imposes less physical stress for geriatric rehabilitation. *Frontiers in physiology*, 8, 514.
- Manimmanakorn, A., Manimmanakorn, N., Taylor, R., Draper, N., Billaut, F., Shearman, J. P., & Hamlin, M. J. (2013). Effects of resistance training combined with vascular occlusion or hypoxia on neuromuscular function in athletes. *European journal of applied physiology*, 113(7), 1767-1774.
- Ferliche, B., García-Ramos, A., Morales-Artacho, A. J., & Padial, P. (2017). Resistance training using different hypoxic training strategies: a basis for hypertrophy and muscle power development. *Sports medicine-open*, 3(1), 1-14.
- Kasai, N., Mizuno, S., Ishimoto, S., Sakamoto, E., Maruta, M., Kurihara, T., ... & Goto, K. (2019). Impact of six consecutive days of sprint training in hypoxia on performance in competitive sprint runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(1), 36-43.
- Takei, N., Kakinoki, K., & Hatta, H. (2020). Repeated sprint training in hypoxia delays fatigue during 30-sec all-out sprint and reduces blood lactate concentrations after exercise in trained cyclists: a case study. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 9(1), 31-35.
- 張嘉澤. (2010). 運動能力診斷與訓練調整. 臺灣運動能力診斷協會.
- Powers, S. K., Howley, E. T., & Quindry, J. (2007). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (p. 640). New York, NY: McGraw-Hill.