

IHHT 運動負荷對心跳與血壓之急性調節

王淳穎 張嘉澤

摘要

近代在工業國家與開發中國家皆面臨人民的心血管疾病問題，特別是高血壓症狀。在綜多的研究也證明運動可以預防與改善高血壓症狀。因此，本研究應用間歇低氧-高氧交互方式進行運動負荷血壓觀察。方法：研究受試者為 5 名健康成人 (35.8±17 歲、身高 171±10.6 cm、體重 66±20.4 kg)。測試方式分為 常氧-低氧與常氧-高氧兩項，運動強度為 2.5 Watt/kg，持續時間 2 min，間歇 3 min。兩項測試間隔 24 h。結果：分析顯示 Test A (O₂-13%) 第一次收縮壓平均值為 158±21.3mmHg，第二次低氧訓練收縮壓平均值為 150.6±15mmHg，兩次差異 -7.4 mmHg (p>0.05)。Test B (O₂-70%) 兩次收縮壓平均值則分別為 150.6±12.2mmHg、139±9mmHg，平均值差異為 -11.6 mmHg (p<0.05)。Test B 第一次(Set-1) 心跳率平均值為 146±11 min⁻¹，第二次 (Set-2) 則為 153±11 min⁻¹，兩次差異為 +7 min⁻¹ (p>0.05)。結論：結果分析發現高氧與低氧運動負荷皆可以改善血壓，特別是收縮壓。

結論:研究結果分析顯示應用 IHHT 後，無論是在常氧-低氧(O₂-13%)或者是常氧-高氧(O₂-70%)運動負荷都會造成心跳率上升以及血壓下降，特別是常氧-高氧(O₂-70%)改善血壓具有顯著差異。

問題背景

心血管疾病一直都是國際的健康議題，而且不只會發生在中高齡者，近年來在年輕成年人中的盛行率增加(Charlotte Andersson,2017)，運動能夠改善心臟調節，對於預防罹患心血管疾病是很重要的角色。間歇性低氧訓練 IHT (Intermittent Hypoxic Training) 對於心肺健康已經被證實都是有幫助的，近年來另一種方式間歇性低氧-高氧訓練 IHHT (Intermittent Hypoxic-Hyperoxic Training) 也被證實對於心血管疾病是能夠提高運動的耐受性以及得到更好的生活品質 (Oleg Glazachev et.al,2017)。呼吸高濃度氧氣常被用來當作運動後恢復的方法，但在訓練中應用可以提升運動的表現。過去研究指出運動中處於高氧環境 (FiO₂-60%) 可以降低粒線體中丙酮酸及 NADH 代謝活性，延緩疲勞發生 (Linossier et al., 2000)。但較少文獻顯示 IHHT 對於體循環的影響，因此本研究目的旨在探討間歇性低氧-高氧運動負荷對心跳率以及血壓的急性調節。

方法:

本研究受試者為三名男性兩名女性共五位(35.8±17 歲、身高 171±10.6 cm、體重 66±20.4 kg)，每周運動 3-4 次，將受試者隨機分成兩組，以腳踏車側功儀 (Bicycle ergometer)測試，研究測試分為兩項 TestA 常氧-低氧(O₂-13%)及 Test B 常氧-高氧(O₂-70%) 交互運動兩項。以平衡次序法進行兩項測試。運動負荷強度皆為 Watt:2.5w/kg ,RPM:80-90 持續時間 2 min，共進行 2 組。間歇時間 3min，兩項測試間隔 24 小時。生物參數收集包含記錄心跳率 (HR)、血氧飽和濃度 (SpO₂) 以及血壓(Blood pressure)，記錄時間如下圖 (圖-1)。

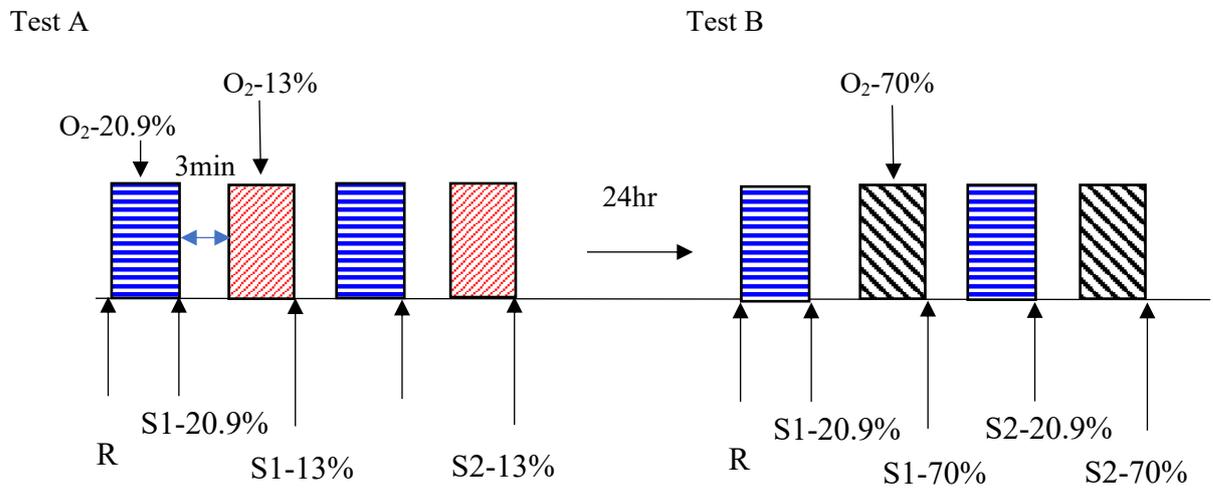


圖-1: 研究測試程序與生物參數收集時間

研究結果

圖-2 結果分析顯示在 Test A 血壓(Blood pressure) 第一次 (Set-1) 低氧 (O₂-13%)收縮壓平均值為 158±21.3mmHg，第二次(Set-2)低氧訓練收縮壓平均值為 150.6±15mmHg，兩次差異-7.4 mmHg (p>0.05)。在 Test B(O₂-70%)兩次收縮壓平均值分別為 150.6±12.2mmHg、139±9mmHg，平均值差異為-11.6mmHg(p<0.05)。Test A 第一次低氧與 Test B 第一次高氧收縮壓平均值差異為-7.4mmHg (p>0.05)；Test A 第二次低氧與 Test B 第二次高氧收縮壓平均值差異為-11.6 mmHg (p>0.05)。

表 1 為心跳率 (HR)及血氧飽和濃度(SpO₂)與氧氣濃度(Oxygen)數據比較，結果分析顯示 Test B 第一次 (Set-1)平均值為 146±11 min⁻¹，第二次(Set-2)平均值為 153±11 min⁻¹ 兩次差異為+7 min⁻¹。

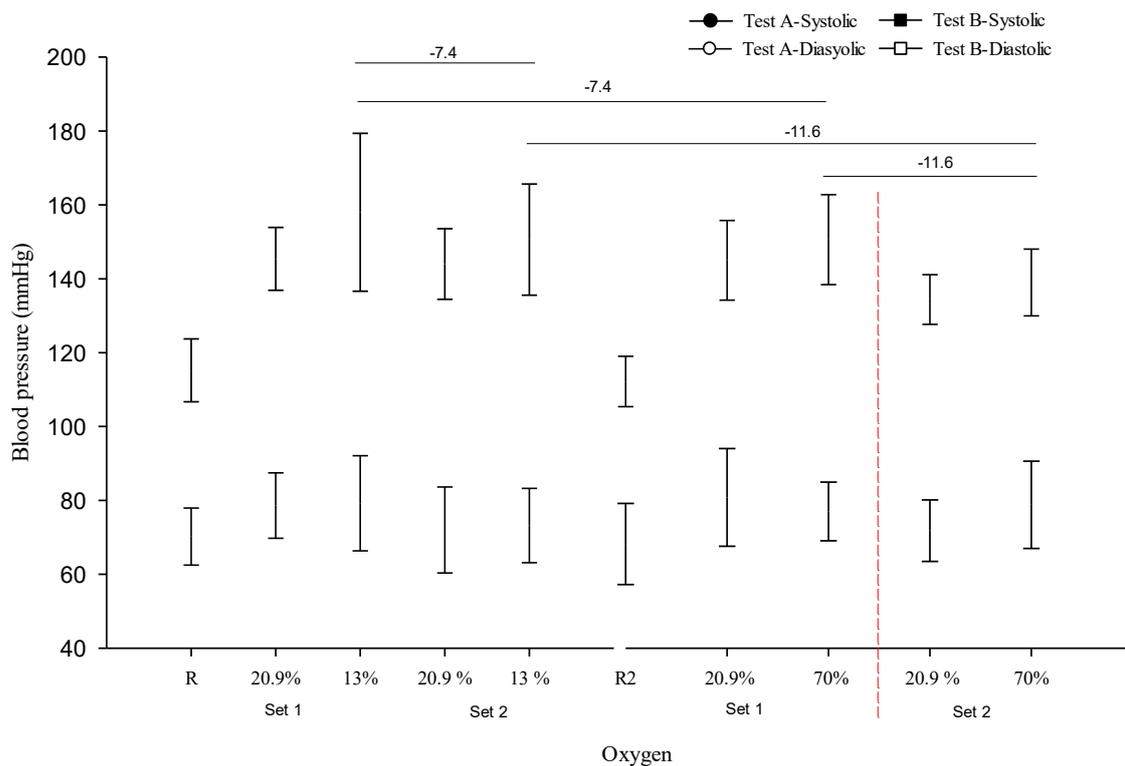


圖-2 氧氣濃度(Oxygen)與血壓(Blood pressure)數據分析

表-1 心跳率 (HR)及血氧飽和濃度(SpO2)與氧氣濃度(Oxygen)數據比較，

Test A 為 O₂-13%，Test B 為 O₂-70%

		HR(min ⁻¹)	SpO ₂ (%)
Test A	Set-1	155±7	82.8±2.7
	Set-2	159±8	82±3.2
Test B	Set-1	146±11	98.4±0.8
	Set-2	153±11	97.8±1.2

分析與討論

過去文獻指出在八週的有氧訓練後 SBP 下降 5.1 mmHg 然而在阻力訓練後 SBP 下降 4 mmHg(Marinei L. Pedralli et al,2020)。和本研究結果相同，無論是在低氧訓練(O₂-13%)或者是高氧訓練(O₂-70%)平均收縮壓皆有下降，此現象可能是人體在運動時，因為骨骼肌需要大量血液，因此周邊血管系統會增加血管密度與數量，在低氧環境中骨骼肌循環能夠調整血流灌注，以維持組織中的氧氣供應，滿足細胞代謝需求，另外上述文獻有提及血管內皮細胞會增加分泌一氧化氮，因此引起血管擴張，造成血壓降低(Manukhina E.B et al,2009)；然而在高氧環境中，由於血中氧氣充足，心輸出量下降，周邊血管收縮，導致灌流量下降，降低血壓。(Bob Smit et al, 2018.Elisa Damiani,2021)

但是本研究另一發現，觀察到心跳率在高氧訓練時有上升的趨勢，這種可能和周邊血管阻力上升，心搏量下降造成冠狀動脈無法得到血流，使得心跳上升有關。

結論

研究結果分析顯示應用 IHHT 後，無論是在常氧-低氧(O₂-13%)或者是常氧-高氧(O₂-70%)運動負荷都會造成心跳率上升以及血壓下降，然而在常氧-高氧(O₂-70%)改善血壓具有顯著差異。

參考文獻

- Ogita, F.Nishikawa, M.Tamaki, H. Yotani, K.Kurobe, K.(2011)course of blood pressure and arterial stiffness to intermittent hypobaric hypoxic exercise training.Advances in Exercise & Sports Physiology.1340-3141
- Charlotte Andersson, Ramachandran S. Vasan.(2017) Epidemiology cardiovascular disease in young individuals.Nature Reviews Cardiology 15, 230–240
- Manukhina E.B., Vanin A.F., Malyshev I.Yu.(2009)Intermittent hypoxia-induced cardio- and vasoprotection. Intermittent Hypoxia: From Molecular Mechanisms to Clinical Applications. Nova Science Publishers; Hauppauge,79–112
- Michael J. Joyner and Darren P. Casey.(2015)Regulation of Increased Blood Flow (Hyperemia) to Muscles During Exercise: A Hierarchy of Competing Physiological Needs.American physiological society.10.1152
- Bob Smit,Yvo M. Smulders,Johannes C. van der Wouden, Heleen M. Oudemans-van Straaten,Angelique M. E. Spoelstra-de Man.(2018)Hemodynamic effects of acute hyperoxia: systematic review and meta-analysis.Critical care.10.1186
- Elisa Damiani.(2021)Effects of Normoxia, Hyperoxia, and Mild Hypoxia on Macro-Hemodynamics and the Skeletal Muscle Microcirculation in Anesthetised Rats.Frontiers in Medicine.10.3389
- Marinei L. Pedralli. Et al.(2020) Different exercise training modalities produce similar endothelial function improvements in individuals with prehypertension or hypertension: a randomized clinical trial Exercise, endothelium and blood pressure.Scientific reports.10.1038