



澳門大學

UNIVERSIDADE DE MACAU

教育學院

Faculty of Education

體育教學及運動碩士學位課程

Master's Degree Programme of Physical Education and Sports Studies

不同運動方式主觀疲勞感覺、心率與血乳酸的關係研究
**The Correlations among Rating Perceived Exertion, Heart
Rate and the Levels of Blood Lactic Acid during Different
Exercises**

學生姓名：	周康政	Student:	Chau Hong Cheng
指導教師：	孔兆偉	Supervisor:	Dr. Kong Zhaowei

二零一一年四月

April, 2011

謝辭

光陰似箭，日月如梭，在澳門大學兩年的研究生生涯亦即告一段落，值此研究完成之際，我要特別感謝我的導師孔兆偉教授。感謝他一直以來對我無微不至的關心和培育，使我的研究生生涯得以順利完成，導師嚴謹的治學態度和靈活的學術思維，使我受益匪淺，他淵博的學識、誠懇的待人態度、無私的奉獻精神，成為我今後學習的模範。在此，我謹向導師致以由衷的敬意，祝願他身體健康，生活愉快！

另外，我要感謝澳門大學，澳門大學為是次研究提供所有測試用的器材及一間活動室，好讓是次研究的實驗能在最舒適的環境下進行。少不了要感謝的是曾經參與實驗研究的所有受試者，沒有他們無私的奉獻精神和主動的合作態度，我的論文定必不能夠順利完成，所以說，是次研究是交織著他們的汗和血。接著我要感謝幾位師兄師姐，孫盛燕、李斌、劉楠等，感謝他們曾經指導及協助我進行實驗工作，讓我的實驗能夠在最短的時間內順利地完成。

當然還要感謝與我一起共渡研究生生涯的同學們，感謝各位在學習上給予我摯誠的鼓勵和支持，特別是臧延鵬在實驗測試時給予許多無私的幫助；最後，我要感謝的是我勞苦功高的家人，從小到大一直是父母在我背後默默地鼓勵和栽培我，讓我在學業路上一帆風順。

現在謹以此學位論文回報各位曾經關心、支持我的家人、老師和朋友們！

中文摘要

研究目的：本研究旨在透過測定遞增負荷、60% 最大心率及 80% 最大心率所對應的功率三種單車運動負荷時主觀疲勞感覺等級值 (RPE)、心率 (HR)、血乳酸水平 (BLa) 的變化，探討遞增負荷和中小強度的恒定負荷的運動時 RPE、HR 和 BLa 的相關關係。

研究方法：研究對象為 42 名參與業餘訓練的運動員，身體健康，自願參與本研究。年齡為 19.98 ± 2.35 歲，身高為 1.75 ± 0.55 米，體重為 68.66 ± 11.08 公斤，訓練年限為 4.18 ± 3.01 年。研究對象分別完成逐級遞增負荷至疲勞、60% 最大心率所對應的負荷 40 分鐘和 80% 最大心率所對應的負荷至疲勞，在運動前、運動每 3 分鐘測定 RPE 等級值、HR 和 BLa 值。

研究結果：1. 遞增負荷運動時，RPE 等級值、HR 和 BLa 值相關係數為為 0.81 ~ 0.89 ($p < 0.01$)；低強度 (60%最大心率所對應的恒定負荷) 持續運動時，HR與 RPE等級值呈中低度正相關 ($r = 0.19 \sim 0.61$)，與 BLa 值相關係數為 0.19 ~ 0.34 ($p < 0.01$)，BLa 值和 HR 之間相關關係不穩定，RPE 不能很好地反映相對穩定狀態的起伏變化；中等強度 (80%最大心率所對應的恒定負荷) 持續運動時，RPE 和 HR 相關係數為 0.40 ~ 0.88 ($p < 0.01$)，RPE 和 BLa 相關係數為 0.52 ~ 0.69 ($p < 0.01$)，HR 和 BLa 相關關係為 0.37 ~ 0.72 ($p < 0.01$)，RPE 能夠較好地反映狀態的變化；2. 遞增負荷運動及中等強度的持續運動時，可使用 HR 預測 RPE，預測公式可解釋 77% ~ 80% 的 RPE 變異度；3. 遞增負荷運動時，RPE 預測血乳酸的回歸方程可解釋其 65% 的變異度，中等強度的持續運動時，HR 預測 BLa 的回歸方程可解釋其 49% 的變異度，加入 HR 或者 RPE 後，BLa 的回歸方程可補充解釋 2% - 4% 的 BLa 變異度。

結論：低強度的功率車持續運動負荷時，RPE 不能很好地反映相對穩定狀態的起伏；遞增負荷和中等強度的持續運動負荷時，RPE、心率及血乳酸之間存在著顯著

的中高度相關，PRE 值可有效地反映運動強度和血乳酸水平；遞增負荷和中等強度的持續運動負荷時，可用根據資源和需要，使用 RPE 或 RPE 和 HR 來預測 BLa 水平。

關鍵字：遞增負荷運動實驗，恒定工作負荷，主觀疲勞感覺，心率，血乳酸



Abstract

Objective: The purpose of this study is to investigate associations among ratings of perceived exertion (RPE), heart rates (HR) and blood lactic acid levels (BLa) according to the data recorded in three different kinds of cycling exercises, which are incremental cycling exercise, constant cycling exercise with workload of 60%HRmax and 80%HRmax.

Methods: 42 male amateur athletes were recruited for this study, all of whom were in good health and attended this research voluntarily. Their age was 19.98 ± 2.35 yr, height was 1.75 ± 0.55 m, weight was 68.66 ± 11.08 kg, and training years were 4.18 ± 3.01 yr. Each participant performed three kinds of cycling exercises - incremental cycling exercise until the subjects can't keep up with the workloads, 40 minutes of constant cycling exercises with respective workload of 60%HRmax and 80%HRmax. The concentrations of blood lactic acid, Borg 20-point RPE scales and heart rate responses were recorded before the exercise and every 3 minutes during the exercise.

Results: 1. Correlation coefficients among RPE, HR and BLa were 0.81 to 0.89 ($p < 0.01$) during incremental cycling exercise. HR and RPE showed low-medium positive correlation ($r = 0.19 - 0.61$) in the low-intensity constant cycling exercise (the workload was 60%HRmax), and the correlation coefficients between HR and BLa were 0.19 – 0.34 ($p < 0.01$). That the correlation between BLa and HR was unstable suggests RPE can't reflect the fluctuation in a relatively stable state. During the medium-intensity constant cycling exercise (80%HRmax workload) the correlation coefficients between RPE and HR were 0.40 – 0.88 ($p < 0.01$), the correlation coefficients between RPE and BLa were 0.52 – 0.69 ($p < 0.01$), the correlation coefficients between HR and BLa were 0.37 – 0.72 ($p < 0.01$). It suggests RPE can reflect the fluctuation in this state well. 2.

HR can be used to predict RPE during incremental cycling exercise and medium-intensity constant cycling exercise, 77% – 80% of the variance can be explained by the regression equation. 3. BLa can be regressed by RPE during incremental cycling exercise, and 65% of the variance can be explained by the regression equation. BLa can also be regressed by HR during medium-intensity constant cycling exercise, 49% of the variance can be explained by the regression equation, and when added in HR or RPE to the equation, 2% – 4% additional variance could be explained.

Conclusion: RPE can't reflect the fluctuation in a relatively stable state as the low-intensity constant cycling exercise. RPE, HR and BLa are significantly related with each other during incremental cycling exercise and medium-intensity constant cycling exercise, also RPE can reflect the exercise intensity and BLa levels well. RPE or both RPE and HR can be used to predict BLa during incremental cycling exercise and medium-intensity constant cycling exercise.

Keywords: GXT, Constant Workload, RPE, Heart Rate, Blood Lactic Acid.

內容目錄

第一章 前言	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究問題	4
第四節 研究假設	4
第五節 名詞操作性定義	4
第六節 研究範圍與限制	5
第二章 文獻綜述	6
第一節 運動機能評定	6
第二節 機能評定的常用生理簡易指標	7
第三節 主觀疲勞感覺	11
第四節 RPE 與生理指標的關係	12
第五節 文獻總結	14
第三章 研究方法	16
第一節 研究對象	17
第二節 研究方案及方法	18
第四章 結果與分析	22
第一節 遞增負荷功率單車運動之心率、RPE 及血乳酸的變化特點	22
第二節 穩定負荷功率單車運動之心率、RPE 及血乳酸的變化特點	25
第三節 不同形式功率運動之心率、RPE 及血乳酸的相關分析	37
第四節 RPE 及血乳酸的回歸分析	40
第五章 結論與建議	42
第一節、結論	42
第二節、建議	43
參考文獻	44
一、中文文獻	44
二、英文文獻	46
附錄 測試文件與資料	49

圖表目錄

表目錄

表 1 受試者所從事的運動項目分佈.....	17
表 2 受試者的基本資料.....	17
表 3 遞增負荷功率單車運動之心率 (beats/min) 的變化.....	22
表 4 遞增負荷功率單車運動之 RPE 的變化.....	23
表 5 遞增負荷功率單車運動之血乳酸 (mmol/L) 的變化.....	24
表 6 60%HR _{max} 所對應功率單車運動之心率 (beats/min) 變化.....	25
表 7 60%HR _{max} 所對應功率單車運動之 RPE 變化.....	26
表 8 60%HR _{max} 所對應功率單車運動之血乳酸 (mmol/L) 變化.....	27
表 9 80%HR _{max} 所對應功率單車運動之心率 (beats/min) 變化.....	29
表 10 80%HR _{max} 所對應功率單車運動之 RPE 變化.....	30
表 11 80%HR _{max} 所對應功率單車運動之血乳酸 (mmol/L) 變化.....	31
表 12 不同強度功率車負荷之心率 (beats/min) 比較.....	33
表 13 不同強度功率車負荷之 RPE 比較.....	35
表 14 不同強度功率單車負荷之血乳酸 (mmol/L) 比較.....	36
表 15 遞增負荷功率單車之心率、RPE 及血乳酸的相關關係.....	38
表 16 60%HR _{max} 所對應功率單車運動之心率、RPE 及血乳酸的相關關係.....	39
表 17 80%HR _{max} 所對應功率單車運動之心率、RPE 及血乳酸的相關關係.....	40
表 18 心率、血乳酸對 RPE 的回歸預測.....	40
表 19 心率、RPE 對血乳酸的回歸預測.....	41

圖目錄

圖 1 對應功率的計算.....	19
圖 2 遞增負荷至疲勞的心率變化.....	22
圖 3 遞增負荷至 150 瓦的心率變化.....	22
圖 4 遞增負荷至疲勞 RPE 的變化.....	23
圖 5 遞增負荷至 150 瓦 RPE 的變化.....	23
圖 6 遞增負荷至疲勞血乳酸的變化.....	24
圖 7 遞增負荷至 150 瓦血乳酸的變化.....	24
圖 8 60%HR _{max} 所對應功率單車運動持續 40 分鐘之心率的變化.....	26
圖 9 60%HR _{max} 所對應功率單車運動持續 40 分鐘之 RPE 的變化.....	27
圖 10 60%HR _{max} 所對應功率單車運動持續 40 分鐘之血乳酸的變化.....	28
圖 11 80%HR _{max} 所對應功率單車運動之心率的變化.....	29
圖 12 80%HR _{max} 所對應功率單車運動之 RPE 的變化.....	30
圖 13 80%HR _{max} 所對應功率單車運動之血乳酸的變化.....	31
圖 14 60%和 80%HR _{max} 所對應功率單車運動之心率變化比較.....	34
圖 15 60%和 80%HR _{max} 所對應功率單車運動之 RPE 變化比較.....	35
圖 16 60%和 80%HR _{max} 所對應功率單車運動之血乳酸變化比較.....	36

