

戰鬥有氧課程能量代謝運用特性之研究

陳銘正 張嘉澤

國立體育學院

摘 要

目的：探討戰鬥有氧(Body-Combat, BC)課程之運動負荷強度與能量代謝運用特性。**方法：**對象為健康男女共 8 位，平均年齡 31 ± 3.7 歲，身高 161 ± 6 公分，體重 62.4 ± 15.4 公斤，參與此課程共 2.5 ± 0.9 年。診斷方式，分別為基礎耐力能力檢測與課程測試兩項，基礎耐力能力檢測方法是應用 Mader (1976) 階梯式測試方式，檢測個人 2-4mmol/L 乳酸閾值之心跳率與速度。課程檢測是應用戰鬥有氧課程上課方式，在課程中第 3、5、7、9、10 首歌曲結束後，採集參與者耳垂血液 10 μ l 作為乳酸分析，所得數據以重複量數單因子變異數分析，顯著水準設為 $\alpha = .05$ 。**結果：**八位參與者有氧閾值(2mmol/l)心跳率平均 132.50 ± 14.90 beats/min，無氧閾值(4mmol/l)心跳率平均為 157.25 ± 14.50 beats/min，戰鬥有氧課程實施過程之心跳率平均為 155.50 ± 11.12 beats/min。結果顯示課程心跳率與有氧閾值心跳率達顯著差異，與無氧閾值心跳率未達顯著差異。表示戰鬥有氧課程運動負荷強度接近無氧閾值強度。**結論：**本研究對象為一般民眾，從事戰鬥有氧課程時所產生之心跳率明顯高於個人有氧閾值能力，已接近無氧閾值範圍，表示此課程之能量代謝特性趨向於利用碳水化合物。

關鍵詞：戰鬥有氧(Body Combat)、能量代謝、乳酸閾值、有氧-無氧閾值、基礎耐力能力檢測。

壹、緒論

一、問題背景

科技的進步、勞動力的下降以及坐式生活的增加，肥胖者將與日遽增，也造成了許多文明病的產生。此一改變將已成為 21 世紀人類最大的危機之一。肥胖(obesity)對一般民眾除了外觀上的影響外，還嚴重影響生活品質及身體健康(林正常等人,2004;Colditz,1999; National Institutes of Health,1985)。肥胖會增加高血脂症、冠狀動脈心臟病、中風、高血壓、葡萄糖不耐症、第二類型糖尿病、膽囊疾病、關節炎以及某些癌症的罹患風險(林正常等人,2004; National Institutes of Health,1985)。這些疾病與缺乏身體活動有密切的關係,因此又可稱之為「運動不足症」。許多研究證實從事規律而適當的運動，能改善及維持好的體適能，增強最大攝氧能力，與不運動的人比較，規律運動的人有較低的心跳率，較好的血液循環和氧氣供應全身，並且有較低的膽固醇和三酸甘油酯，可預防及減少罹患心血管疾病(Haapan, Miilunpalo, Vuori, Oja, & Pasanen, 1997; Rodriguez et al., 1994; 方進隆，1993)。因此如何讓大家生活更為充實、身體更健康、避免慢性疾病的威脅是重要的課題。

依照美國運動醫學會(ACSM,1998)建議，適合體重控制及增進心肺適能的運動處方為每週須從事 3~5 天,每次 20~60 分鐘,強度為 50%~85%最大心跳率的有氧運動。但如果要減少體脂肪比例，同時維持或增加肌肉的塑身效果，運動才是最健康有效的方式。運動減肥最主要目的是能夠消耗大量之脂肪，而為了能透過運動消耗體內大量的脂肪，則必須以長時間連續不斷的有氧運動為先決條件。根據許多文獻指出，以 40%~60% VO_{2max} 的強度持續進行有氧性運動是最適宜減肥的運動強度(ACSM,1995; Miles,1991; Young, 1995)。

近幾年來台灣運動俱樂部的發展越趨競爭，團體有氧課程也是各家俱樂部爭鋒較勁的部分。澳洲紐西蘭 Les Mill 公司在 1999 年將 BODY TRAINING SYSTEM 引進台灣，此系統簡稱 BTS，引領著台灣運動俱樂部團體有氧課程另一種新的潮流，其中戰鬥有氧課程大受男女老少

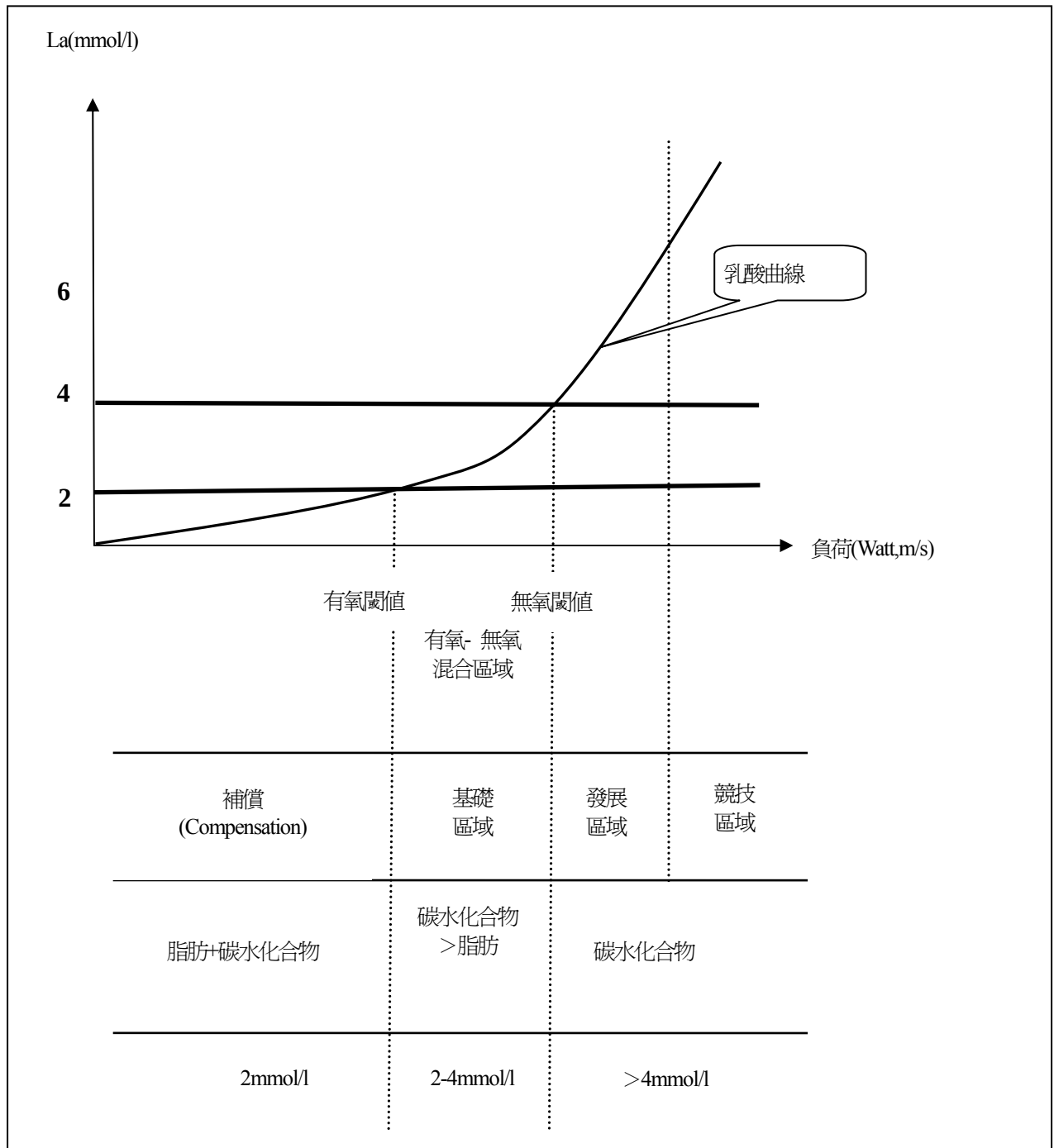
所青睞，也幾乎取代了市場上原有的拳擊有氧(Kick Boxing)課程，亦成為時下愛美人士減肥利器。

戰鬥有氧課程與一般拳擊有氧課程性質雷同，主要是以武術類動作為主體，結合出拳、踢腿、閃躲、移動、跳躍等武術動作，配合適當的音樂所創造的一種有氧舞蹈課程。

一般拳擊有氧課程均為利用節奏穩定之連續性音樂，配合適當的武術動作所設計的課程，包括熱身動作、主課程動作、緩和動作以及些許肌力訓練，整堂課程約為 60 分鐘，動作組合均由老師個人習慣與喜好來設計安排，課程內容及品質也將隨之改變。

戰鬥有氧課程一共分為十段組合動作，每段課程約 3~5 分鐘不等；第一段課程安排為基本動作練習與熱身效果；第二段至第八段課程安排為主運動課程；第九段課程安排為肌力訓練；第十段課程安排為緩和運動；每段課程中間約有 1 分鐘休息時間，整堂課程約為 60 分鐘。此課程之音樂及動作組合，均由澳洲紐西蘭 Les Mill 公司統一設計規劃，每季更新一次，並且全球統一發行，每位老師每次教學課程內容就不致參差不齊。

因此本研究目的是希望能夠更加瞭解戰鬥有氧課程的能量代謝運用特性，依據有氧-無氧閾值 (Mader, 1976) 能量代謝解說，2mmol/l 乳酸為有氧能量代謝 (脂肪)，2 - 4mmol/l 乳酸為碳水化合物與脂肪混合區域，大於 4mmol/l 乳酸主要能量來源為純碳水化合物，如圖一(Pansold, 1982)。期盼能提供課程設計者以及課程參與者參考依據，依據此理論基礎，應用檢測運動中血乳酸值之變化，確認其運動強度區間，協助參與者如何在安全的前提下有效的達成促進體適能與健康的目標，以確實掌握其訓練效果。



圖一 乳酸閾值與能量代謝關係(Pansold, 1982)

貳、研究方法與流程

一、參與者

本研究是以運動俱樂部中，參與戰鬥有氧課程之一般民眾男女共8位為對象，平均年齡 31 ± 4 歲，身高 161 ± 6 公分，體重 62.4 ± 15.4 公斤，參與此課程經歷 2.5 ± 0.9 年，如表一。

表一 參與者人體測量資料

Nr.	年齡(歲)	身高(公分)	體重(公斤)	運動年數 (年)
1	30	166	56	3
2	30	153	47	3
3	30	158	70	3
4	32	153	50	1
5	41	160	58	1
6	27	160	55	3
7	32	168	68	3
8	29	170	95	3
平均數	31 ± 4	161 ± 6	62.4 ± 15.4	2.5 ± 0.9

二、實驗方法

(一)、實驗工具

- 1、Diagnostic Biosen C_line 德國製乳酸血糖分析儀
- 2、Polar(610i)心跳錶
- 3、碼表
- 4、筆記型電腦
- 5、跑步機
- 6、採血工具（酒精棉球、外科用手套、採血針、採血用毛細管、Standard 紅血球破壞劑）

(二)、課程介紹

本研究使用之課程為澳洲紐西蘭 Les Mill 公司，BTS 系列第 24 套課程，於 2005 年 7 月份所發表的課程。本套課程內容安排與音樂節拍，如表二所示，第一段課程安排目的為基本動作練習與熱身效果，音樂節拍每分鐘 140 拍，共 7 分 20 秒；第二段至第八段課程安排目的為主運動課程，平均音樂節拍為每分鐘 160 拍，共 36 分 43 秒；第九段課程安排目的為肌力訓練，音

樂節拍為每分鐘 160 拍，共 3 分 40 秒；第十段課程安排目的為緩和運動，共 5 分 22 秒；每段課程中間約有 1 分鐘講解動作及休息時間，整堂課程約 60 分。

表二 戰鬥有氧 24 套課程內容安排與音樂節拍

序曲	課程目的	課程時間(分)	動作安排	節拍(拍/分)
1	Upper & Lower Body Warm up	7:20	出拳+踢腿	138
2	Combat-1	4:40	出拳+踢腿	140
3	Power Training-1	5:16	出拳	175
4	Combat-2	5:52	出拳+踢腿	145
5	Power Training-2	5:55	出拳	155
6	Combat-3	5:05	出拳+踢腿	145
7	Muay Thai	5:11	出拳+踢腿	175
8	Power Training-3	4:44	出拳	155
9	Conditioning-Chst/Abdominals	3:40	肌力訓練動作	170
10	Cooldown	5:22	緩和與伸展動作	----

(三)、實驗方法

本研究分別實施基礎耐力能力檢測與課程檢測兩項，首先檢測基礎耐力能力，一週後再執行課程檢測。

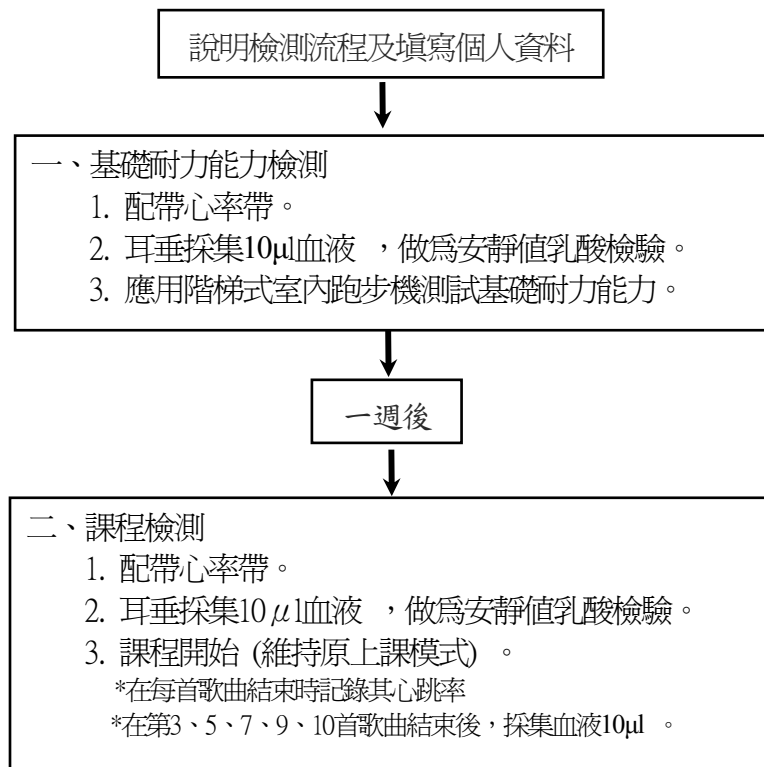
1. 基礎耐力能力檢測方法：

運用 (Mader ,1976) 階梯式室內跑步機測試法。測試開始前，讓參與者帶上 Polar 心跳錶 (610i)，先輕輕按摩耳垂，促進其周邊血液循環，利用採血用毛細管於耳垂採集 10 μ l 血液，將毛細管放入 Standard 紅血球破壞劑試管內，做為安靜值乳酸檢驗。跑步機開始速度為 2.0m/s(7.2km/h)，沒有設定坡度，每階實施 5 分鐘停止並紀錄此時心跳率及耳垂採集 10 μ l 血液(需在 30 秒內完成採血)再進入下一階，每階速度上升 0.5m/s(1.8km/h)，進行至參與者所能承受之最大負荷(速度)為止。

2. 課程檢測方法：

運用戰鬥有氧課程上課方式，實施戰鬥有氧 24 套課程，整個過程維持上課模式。測試開始前，讓參與者帶上 Polar 心跳錶 (610i)，並且於耳垂採集 10 μ l 血液，做為安靜值乳酸檢驗。課程開始後，在每首歌曲結束時記錄其心跳率，以及在課程中第 3、5、7、9、10 首歌曲結束後，採集參與者耳垂血液 10 μ l 利用 Biosen 血糖乳酸分析儀進行乳酸分析。

(三)、實驗流程圖



圖二 實驗流程圖

三、資料處理

實驗所得數據，以德國奧林匹克中心乳酸分析軟體進行有氧閾值與無氧閾值分析，最後所有資料整理與分析以 SPSS for Window 10.0 套裝軟體處理，統計方法以重複量數單因子變異數分析，比較戰鬥有氧課程與個人有氧-無氧閾值心跳率是否有差異，顯著水準設為 $\alpha = .05$ ，並以 LSD 進行事後比較，曲線圖形以 Sigma plot 8.0 版軟體進行製作。

叁、結果與討論

結果發現八位參與者有氧閾值(2mmol/l)心跳率平均數為 132.50 ± 14.90 beats/min，速度為 1.6 ± 0.55 m/s。無氧閾值(4mmol/l)心跳率平均數為 157.25 ± 14.50 beats/min，速度為 2.4 ± 0.48 m/s，如表三所示。

表三 有氧-無氧閾值心跳率與速度平均數

	m/s	HR(beats/min)
有氧閾值 (2 mmol/l)	1.6 ± 0.55	132.50 ± 14.90
無氧閾值 (4 mmol/l)	2.4 ± 0.48	157.25 ± 14.50

實施戰鬥有氧課程，如表四所示在第一首歌曲之運動心跳率平均數為 134.4 ± 11.7 beats/min，在第二首歌曲之運動心跳率平均數為 153.9 ± 18.0 beats/min，在第三首歌曲之運動心跳率平均數為 158.4 ± 12.9 beats/min，乳酸值為 3.3 ± 1.5 mmol/l，在第四首歌曲之運動心跳率平均數為 156.3 ± 15.7 beats/min，第五首歌曲運動心跳率平均數為 161.9 ± 12.8 beats/min，乳酸值為 4.1 ± 1.2 mmol/l，第六首歌曲之運動心跳率平均數為 157.3 ± 12.2 beats/min，第七首歌曲運動心跳率平均數為 161.8 ± 9.0 beats/min，乳酸值為 3.4 ± 0.9 mmol/l，在第八首歌曲之運動心跳率平均數為 161.5 ± 10.5 beats/min，第九首歌曲運動心跳率平均數為 118.4 ± 14.9 beats/min，乳酸值為 4.6 ± 0.9 mmol/l，第十首歌曲運動心跳率平均數為 118.5 ± 15.0 beats/min，乳酸值為 3.8 ± 0.9 mmol/l。在課程中每一次測量之血中乳酸值均高於 3mmol/l，整堂課程中所測得血中乳酸值平均高達 3.9 ± 0.9 mmol/l，其中第五首歌曲及第九首歌曲結束所測得血中乳酸值高過 4mmol/l 以上。整堂課程過程心跳率平均數為 155.5 ± 11.12 beats/min，其中主運動心跳率平均數為 158.55

±2.99 beats/min。

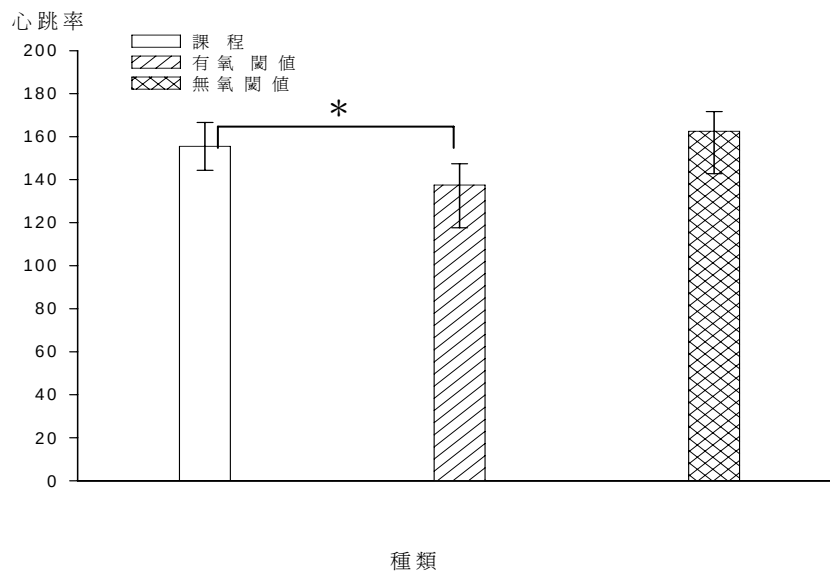
八位參與者之暖身至主運動課程心跳率平均數為 155.50±11.12 beats/min，有氧閾值心跳率平均數為 132.50±14.90 beats/min，無氧閾值心跳率平均數為 157.25±14.50 beats/min，如表五所示。其中主運動課程心跳率平均數為 158.55±2.99 beats/min，。從統計結果可得知，相依樣本的球形檢定並未違反 Mauchly's，係數為 .026 ($X^2=21.920$, $P=.000$)，因此採用修正後參數。組間效果 $F(2,14)=10.405$ ， $P=.014<.05$ 。表示參與戰鬥有氧課程之心跳率與有氧-無氧閾值心跳率之間確有所不同，課程心跳率與有氧閾值心跳率達顯著差異，與無氧閾值心跳率未達顯著差異，如圖四所示。顯示戰鬥有氧課程暖身至主運動課程運動負荷強度接近無氧閾值強度，其中主運動課程負荷強度已超過無氧閾值強度，表示此運動過程主要運用無氧代謝系統。依據有氧-無氧閾值 (Mader,1976) 能量代謝解說，2mmol/l 乳酸為有氧能量代謝 (脂肪)，2 - 4mmol/l 乳酸為碳水化合物與脂肪混合區域，大於 4mmol/l 乳酸主要能量來源為純碳水化合物，表示戰鬥有氧課程能量代謝主要是運用碳水化合物較高。

表四 戰鬥有氧課程心跳率與乳酸值(mean ± SD)

	HR (beats/min)	La (mmol/l)
R	---	1.2±0.3
1x	134.4±11.7	---
2x	153.9±18.0	---
3x	158.4±12.9	3.3±1.5
4x	156.3±15.7	---
5x	161.9±12.8	4.1±1.2
6x	157.3±12.2	---
7x	161.8±9.0	3.4±0.9
8x	161.5±10.5	---
9x	118.4±14.9	4.6±0.9
10x	118.5±15.0	3.8±0.9

表五 參與者課程心跳率與有氧無氧閾值心跳率 (mean $\pm$ SD)

課程 HR	有氧閾值 HR	無氧閾值 HR
155.50 $\pm$ 11.12	132.50 $\pm$ 14.90	157.25 $\pm$ 14.50



圖四 八位參與者之課程平均心跳率與有氧-無氧閾值心跳率柱狀圖。

(*) 表示有顯著差異。

戰鬥有氧課程架構採間歇性安排課程方式，其主運動課程節奏平均為 156 拍/分，課程內容運用許多出拳與踢腳的組合動作，這些動作的實施都具有一定程度技巧性，會因個人對動作技巧能力及對組合動作熟悉度，加上實施時用力程度的不同而產生不同的效果。課程安排的趣味性與挑戰性往往也是吸引人們願意且持續參與的主要因素，其中課程的節拍速度、動作安排的順暢性以及課程內容的緊湊性，都是攸關此課程是否具有趣味性與挑戰性的重點。在面對運動俱樂部中各別體能狀態與技術能力不同的客戶群時，如何設計一堂兼顧趣味性、效果性與安全性的課程就顯得非常的重要。

肆、結論與建議

一、結論

(一)、本研究對象為一般民眾，平均每週參與戰鬥有氧課程 2-3 次，持續參與 2.5 ± 0.9 年。透過有氧-無氧耐力能力診斷結果發現，八位參與者之測量具有個別差異。

(二)、從事戰鬥有氧課程之心跳率明顯高於個人有氧閾值能力，已接近無氧閾值負荷強度。依據有氧無氧閾值能量代謝解說，此課程之能量代謝特性較趨向碳水化合物比例較高。

二、建議

(一)、建議實施此項運動課程之前，可先檢測其個人有氧-無氧閾值心跳率，運用個人閾值心跳率進行運動課程，過程中監控與維持閾值心跳率即可達到最佳之運動效果。

(二)、從事此項運動課程時，均接近個人無氧閾值範圍，對於增進其心肺耐力是有效益。

參考文獻

- 方進隆 (1993) : **健康體能的理論與實際**。台北：漢文。
- 林正榮總校閱，蔡崇濱等人譯 (2004) : **肌力與體能訓練**。台北：藝軒圖書出版社。
- American College of Sports Medicine. (1998). A Position stand statement on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardio respiratory and muscular fitness, and flexibility in health adult. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 971-991.
- American College of Sports Medicine. (1995) .*Guidelines for Exercise Testing and Prescription 5th Edition*, 153-176.
- Colditz , G. A. (1999). Economic costs of obesity and inactivity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*,31(11),S663-S667.
- Haapanen, N., Miilunpalo, S., Vuori, I., Oja, P., & Pasanen, M. (1997) . Association of leisure time physical activity with the risk of coronary heart disease, hypertension and diabetes in middle-aged men and women. *International Journal of Epidemiology*, 26, 739-747.
- Mader, A., H. Lisen, H. Heck, H.. Philippi, R. Rost, P. Schürch,, W. Hollamnn. (1976) : Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmedizin*. 27(4): S.80-88.
- Miles, D. S. (1991) . *Weight control and exercise*. Clinics in Sports Medine. 10(1), 157-169.
- National Institutes of Health.(1985).Health implications of obesity. *NIH Consensus Development Conference Statement*.
- Rodriguez, B. L., Curb, J. D., Burchfiel, C. M., Abbott, R. D., Petrovitch, H., Masaki, K., et al. (1994). Physical activity and 23-year incidence of coronary heart disease morbidity and mortality among middle-aged men. *The Honolulu Heart Program. Circulation*, 89, 2540-2544.
- Young, J. C. (1995) . Exercise prescription for individuals with metabolic disorders. *Sports Medicine*. 19(1), 43-54.

The research of the applying characteristics of body combat classes in metabolic energy

Chen, Ming-Cheng Jang, Jia-Tzer

National College of Physical Education and Sports

ABSTRACT

The main purpose of the research is to discuss the intensity and metabolism of energy in the Body combat group exercise classes. The research subjects are participants of the classes. There are 8 people, male and female. The average age is 31 ± 3.7 years old. The average height is 161 ± 6 centimeters. The average body weight is 62.4 ± 15.4 kilograms. The participants have taken this course for 2.5 ± 0.9 years. I applied two tests to this research: the ability of basic endurance and in-class testing. The method of the first test is to examine the individual heart rate and the speed of the lactic acid threshold by 2-4mmol/L by way of Mader (1976) ladder test. In-class testing is executed as follow : I recorded their heart rates after each song ends, totally 10 songs. And I collected 10 μ l of their earlobe blood to do the analysis of the lactic acid and the blood sugar analysis when the 3rd, 5th, 7th, 9th and 10th songs end. Then use one way ANOVA to analyze the result. The differential standard is set at $\alpha=.05$. It turns out that difference between in-class heart rate and the heart rate of oxygen threshold is over the standard. **results:** the average value of the heart rate of the individual oxygen threshold (2mmol/L) is 132 ± 14.9 beats/min, the average value of the heart rate of the non-oxygen threshold (4mol/L) is 157.25 ± 14.5 beats/min in the basic diagnosis. The average value of the heart rate in the test of Body combat class is 155.50 ± 11.12 beats/min. The average value of the blood lactic reaches to 3.9 ± 0.8 mmol/L. While the difference between in-class heart rate and the heart rate of non-oxygen threshold isn't. This indicates the fact that Body-Combat reaches the intensity of non-oxygen threshold. **conclusion :** Those average participants of Body Combat generate heart rates that are higher than oxygen threshold, and reaches non-oxygen threshold. In terms of energy metabolism, it has a higher consumption of carbohydrates.

Key Words : Body combat , energy metabolism , lactate threshold , Aerobic Anaerobic threshold

陳銘正、張嘉澤(2006)。戰鬥有氧課程能量代謝特性之研究。運動生理暨體能領域 2006 年學術研討會，高雄正修工專，49。