

## 第肆章 結果與討論

### 第一節 結果

#### (一) 運動強度

啦啦隊訓練運動強度記錄表(如附錄四)。

本研究啦啦隊訓練運動強度以個人心跳率來看最低平均為  $67.89 \pm 3.66$  次/分鐘，最高平均為  $203.89 \pm 9.37$  次/分鐘，全程運動強度總平均達到  $156.21 \pm 6.31$  次/分鐘，約為預估個人最大心跳率的 78.11%。全程運動強度直條圖(如圖 4-1)。

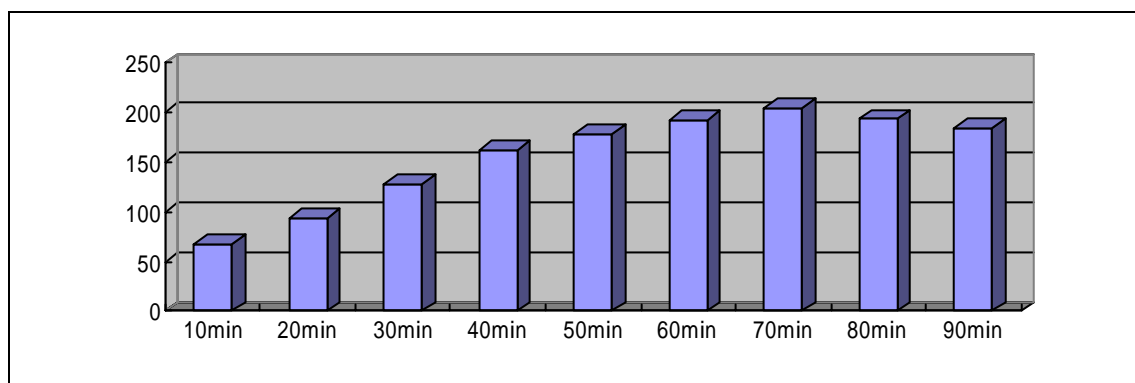


圖 4-1 啦啦隊訓練全程運動強度直條圖

#### (二) CK 指標在實驗前、後的差異比較

兩組受試者 CK 指標在實驗前、後的差異(如表 4-1)。實驗組後測有低於前測的現象，但其間差異以相依樣本 t-test 分析，並未達顯著水準 ( $t=1.145, P>0.05$ )。對照組前測與後測間的差異以相依樣本 t-test 分析，亦未達顯著水準( $t=0.018, P>0.05$ )。結果顯示：啦啦隊運動員的 CK 指標在實驗前後的差異並不明顯。說明實施啦啦隊運動訓練對於啦啦隊運動員的 CK 不具負面影響。

表 4-1、兩組受試者各指標在實驗前、後的差異比較

指標	組別	前測	後測	t-test	p 值	顯著性
CK (U/L)	實驗組	149.67±103.90	116.60±40.42	1.145	0.271	N.S.
	對照組	145.43±37.57	145.29±53.09	0.018	0.986	N.S.
LDH (U/L)	實驗組	188.07±25.09	160.47±29.34	2.880	0.012	*
	對照組	177.51±33.20	167.57±34.24	1.461	0.168	N.S.
SOD (U/gHb)	實驗組	1287.94±174.61	1461.78±233.29	-5.045	0.000	**
	對照組	1316.14±301.88	1278.00±256.40	0.467	0.649	N.S.
GPX (U/gHb)	實驗組	64.55±15.91	65.21±14.83	-0.367	0.719	N.S.
	對照組	80.53±27.14	80.64±24.80	-0.010	0.992	N.S.
MDA (uM)	實驗組	0.434±0.047	0.379±0.080	3.165	0.007	**
	對照組	0.411±0.059	0.381±0.057	1.355	0.198	N.S.

$P > 0.01^{**}$  ;  $P > 0.05^{*}$

### (三) LDH 指標在實驗前、後的差異比較

兩組受試者 LDH 指標在實驗前、後的差異(如表 4-1)。實驗組前測與後測間的差異以相依樣本 t-test 分析，達顯著水準( $t=2.880$ ， $P < 0.05$ )。對照組前測與後測間的差異以相依樣本 t-test 分析，並未達顯著水準 ( $t=1.461$ ， $P > 0.05$ )。結果顯示：啦啦隊運動員的 LDH 指標在實驗後較實驗前明顯降低。說明實施啦啦隊運動訓練對於降低啦啦隊運動員的 LDH 具正面的意義。

### (四) SOD 指標在實驗前、後的差異比較

兩組受試者 SOD 指標在實驗前、後的差異(如表 4-1)。實驗組前測與後測間的差異以相依樣本 t-test 分析，達極顯著水準( $t=-5.045$ ， $P < 0.01$ )。對照組前測與後測間的差異以相依樣本 t-test 分析，並未達顯著水準 ( $t=0.467$ ， $P > 0.05$ )。這顯示：啦啦隊運動員的 SOD 指標在

實驗後較實驗前明顯提高。說明實施啦啦隊運動訓練對於調高啦啦隊運動員的 SOD 具正面的作用。

#### (五) GPX 指標在實驗前、後的差異比較

兩組受試者 GPX 指標在實驗前、後的差異(如表 4-1)。實驗組呈現後測有略高於前測的現象，但其間差異以相依樣本 t-test 分析，並未達顯著水準 ( $t=-0.367$ ， $P>0.05$ )。對照組前測與後測間的差異以相依樣本 t-test 分析，亦未達顯著水準 ( $t=-0.010$ ， $P>0.05$ )。結果顯示：啦啦隊運動員的 GPX 指標在實驗前後的差異並不明顯。說明實施啦啦隊運動訓練對於啦啦隊運動員的 GPX 不具任何影響。

#### (六) MDA 指標在實驗前、後的差異比較

兩組受試者 MDA 指標在實驗前、後的差異(如表 4-1)。實驗組前測與後測間的差異以相依樣本 t-test 分析，達極顯著水準( $t=3.165$ ， $P<0.01$ )。對照組前測與後測間的差異以相依樣本 t-test 分析，並未達顯著水準 ( $t=1.355$ ， $P>0.05$ )。結果顯示：啦啦隊運動員的 MDA 指標在實驗後較實驗前為低。說明實施啦啦隊運動訓練對於降低啦啦隊運動員的 MDA 具一定程度的影響。

## 第二節 討 論

從生物化學觀點而言，自由基是具有不成對電子的化學單元，體內自由基是相當活躍的分子，在身體內破壞力很大，許多因氧化壓力所造成的疾病多與自由基有著很大的相關性。自由基所造成的疾病傷害不勝枚舉，像是很多的慢性病，例如：癌、腦中風、心血管疾病等，其他如：關節炎、痛風、神經萎縮、免疫系統等慢性疾病，都是源於「自由基的作祟」導致。這些慢性疾病，都是由於身體長時期遭受過

多的自由基傷害，造成身體老化的現象，而這些症狀都不是一夕之間就會發生的，都是經由時間的累積，漸漸造成更嚴重的傷害。但是，人體中卻有一種非常微妙的保護機制，因為我們體內可以分泌抗氧化酵素，這些酵素可以消除自由基對我們細胞的傷害。但是，隨著時間的增長，人體在老化的過程中，很多的代謝效率會漸漸地變慢，如此一來很多的激素分泌，或是酵素的產量也會全面的降低或是停止，這些因素更會使得體內抗氧化功能下降，進而引起器官功能的退化，當然人體中原本存在的保護機制便也大大的失效了。(劉吉豐，民 92)。

身體運動期間對能量需求的增加，特別在有氧的運動型式下，身體活動組織對氧氣量的需求更高於安靜時。在活動期間身體的耗氧量則可能增加到十至十五倍之多，不同周圍組織則有不同的耗氧量。運動時所增加的氧被運送到身體組織，促進氧化作用，增進新陳代謝，產生能量供給活動所需並避免乳酸的堆積。然而，有氧生物所賴以生存的氧氣，卻相對也會產生毒性，對身體內部造成傷害 Halliwell (1989)，身體在自然的代謝過程中，會有氧自由基的產生，在正常休息的狀況下大約有 2-5 兆的氧會在電子轉換過程中產生過氧化物 Ernster (1986)。有文獻指出運動時，所增加的氧會對不同生物結構產生影響 Sen (1994)。而更多的文獻指出，氧自由基會隨著耗氧量的增加而遞增(Alessio & Goldfarb, 1988；Davies, Quintanilha, Brooks & Brooks, 1982； Jenkins,1998；Kanter, 1993；Sojdin, Hellensten-Westin & Apple, 1990)。

近幾年許多中外學者研究認為劇烈的強度運動或中高強度運動，可以讓人體內產生大量自由基(Vina, Gomez-Cabrea, Lloret, Marquez, Minana, & Pallordo, 2000；徐台閣、徐廣明、林明鈺、李建明、林孝義、謝伸裕，民 88；林學宜、林培元、徐廣明、徐台閣，

民 89；陳德海，民 91)。

Dillard, Litov, Savin, Dumelin & Tappel (1978)更提出激烈運動會引起身體組織脂質的氧化損傷。而氧自由基的產生，是由於體內的抗氧化酶，無法及時消除過多的氧自由基，使得氧自由基產生連鎖反應，進而對人體造成傷害(林天送，民 85)。在這過程中產生過氧化氫(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)、氫氧化物(OH<sup>-</sup>)等物質，其中以氫氧化物所造成的傷害性最大，它能在極短暫的時間內和細胞膜上的不飽和脂肪酸結合，因而形成脂質過氧化物(lipid peroxidation)。脂質過氧化物會使得細胞膜的結構破壞，改變其通透性，使得細胞內的鉀離子外洩，鈉離子和水往細胞內流入，導致細胞內外不平衡，最後使細胞破壞及功能喪失(Sjodin, 1990；Kanter, Lesmes, Nequin, Kaminsky, LaHam-Saeger & Nequin, 1988；Loviin, Cottle, Kavanagh & Belcastro, 1987；Maughan, Donnelly, Gleeson, Whiting, Walker & Clough, 1989)。林欣盈、許美智(民 88)；Jenkins (1988)；Smith (1995)即指出，當體內自由基增加，氧化性壓力也就增加，此時若抗氧化系統無法應付，氧化性傷害就會發生。Meydani, Evans & Handelmam (1993)認為，這些代謝所產生的氧化反應作用，可能導致組織的損傷。我們更可從最近的相關研究中得知，激烈運動所引起的脂質過氧化物對於腰酸背痛、疲勞及運動傷害，有著密切的關係。

適量的氧自由基會被體內的防禦系統所排除，而轉變為無害的水，排出體外。這些人體的防禦系統為：過氧化物歧化酶(superoxide-dismutase, SOD)、過氧化氫酶(catalase, CAT)、谷胱甘肽過氧化物酶(glutathione peroxidase, GPX)、谷胱甘肽還原酶(glutathione reductase, GRd)。大多文獻指出，以測量氧自由基的最終產物脂質過氧化物：丙二醛(malondialdehyde, MDA)，或過氧化物歧化酶

(superoxide dismutase, SOD)來做為判斷氧化壓力(oxidative stress)和脂質過氧化作用後的指標 Alessio (1993)。那麼啦啦隊運動訓練是否會產生氧化壓力，造成過氧化的傷害呢？這是前人研究尚未涉及，為我們所極需探討的課題。

本研究採用大專啦啦隊女子運動員 18 人為實驗組，以一般同齡學生 14 人為對照組。探討啦啦隊組訓 12 週前、後人體的防禦系統中做為判斷氧化壓力(oxidative stress)和脂質過氧化作用後的血液生化指標等的變化，進而瞭解其對個體抗氧化能力的影響。

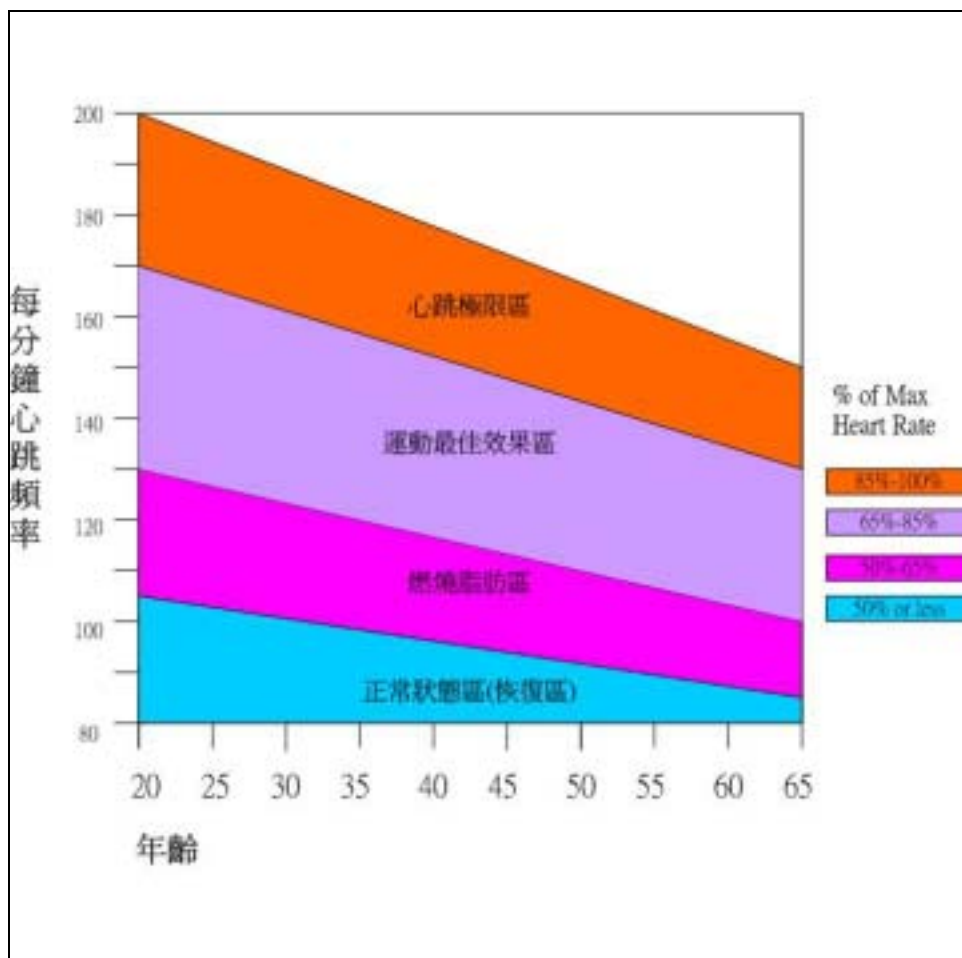


圖 4-2 運動強度目標區圖

(Chart based on A Basic Guide to Heart Rate Monitors by Les Knight, Ph.D. and Jack Groppe, Ph.D.)

結果發現：啦啦隊全程運動強度總平均達到  $156.21 \pm 6.31$  次/分鐘，約為預估個人最大心跳率的 78.11%。參考(如圖 4-2)可知啦啦隊訓練全程運動強度平均位於運動最佳效果區(65%~85%)，係培養耐力與一般體適能最適合的強度範圍。同時發現：啦啦隊運動員的 CK 指標在實驗前後的差異並不明顯。說明實施啦啦隊運動訓練對於啦啦隊運動員的 CK 不具負面影響。啦啦隊運動員的 LDH 指標在實驗後較實驗前明顯降低。說明實施啦啦隊運動訓練對於降低啦啦隊運動員的 LDH 具正面的意義。啦啦隊運動員的 SOD 指標在實驗後較實驗前明顯提高。說明實施啦啦隊運動訓練對於調高啦啦隊運動員的 SOD 具正面的作用。啦啦隊運動員的 GPX 指標在實驗前後的差異並不明顯。說明實施啦啦隊運動訓練對於啦啦隊運動員的 GPX 不具任何影響。啦啦隊運動員的 MDA 指標在實驗後較實驗前明顯降低。說明實施啦啦隊運動訓練對於降低啦啦隊運動員的 MDA 具正面的意義。

吳其芸(民 90)從事運動對於人體血液中脂質過氧化及抗氧化物含量之影響。認為規律的運動可以增強體力、減輕精神壓力、增進心臟血管的機能以及預防疾病的感染。但不當的劇烈運動會使身體產生氧化壓力(oxidative stress)，進而導致細胞受到傷害。身體中抗氧化的能力也會隨著長期的運動訓練而有所改變。研究選擇了 21 位單次劇烈運動 1~2 小時，以及 31 位每週運動 2~3 天，每次 1~2 小時，為期 12 週的大學生，收集其運動前後之血液，測定其血液中之脂質過氧化產物—lipid hydroperoxide(簡稱 LOOH)以及谷胱甘肽過氧化物酶(glutathione, 簡稱 GSH)和總硫醇類分子(mercaptans, 簡稱 RSH)之含量，並測量超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, 簡稱 SOD)的活性。結果得知，無論在單次劇烈運動或是長期規律運動，其前後的脂質過氧化物濃度(LOOH)並無明顯變化。同樣的，長期運動之後與短期運動之後的脂質過氧化物濃度亦無顯著差異。但是發現：長期運動後的

SOD 活性顯著的比單次劇烈運動後來得高，顯示長期規律運動可能會提高體內之抗氧化能力。

廖家祺(民 90)探討中等強度有氧舞蹈訓練對女性身體組成、血液生化值及抗氧化能力之影響。實驗以二十九名健康女性(平均年齡  $37.41 \pm 9.83$  yrs、身高  $158.62 \pm 4.79$  cm、體重  $55.4 \pm 5.74$  kg)為對象，分為 A 組(30 歲以下)、B 組(31 歲至 45 歲)、C 組(46 歲至 60 歲)等三組，受試者每週進行二次，每次約六十分鐘，為期八週之有氧舞蹈訓練，其運動強度介於 70% 至 80% HRmax。受試者於訓練前、訓練四週後及訓練八週後接受身體組成測量及抽血取樣分析，所得數據經相依樣本 t 考驗，其實驗結果結果顯示：抗氧化能力部分：執行訓練四週後，各變項皆無差異；而訓練八週後，超氧化物歧化酶、谷胱甘肽過氧化物酶、丙二醛及硫巴比妥酸反應物皆達顯著差異，超氧化物歧化酶、谷胱甘肽過氧化物酶的濃度顯著高於訓練前，而丙二醛及硫巴比妥酸反應物則顯著下降。顯示中等強度的有氧訓練不會造成氧化壓力，且持續八週的訓練才會增強抗氧化防禦能力。

以上研究顯示，長期規律從事中等強度的運動訓練不會造成氧化壓力，且持續八週以上至十二週的訓練能夠增強個體抗氧化的能力。此與本研究的結果基本上是一致的。

此外尚有學者從補充營養的角度對提昇體內抗氧化能力進行研究。

杜姿慧(民 90)從事優秀年輕女性排球運動員的飲食攝取及其體內抗氧化狀態與脂質過氧化之評估。認為良好的飲食攝取是決定運動員運動表現與能力的關鍵，飲食攝取不適當及長期高強度的運動訓練



下，可能會引發體內氧化壓力的提高。研究以 16 名高中優秀女性排球運動員，並以同年齡之非運動員為對照組，利用體位測量、飲食及體能活動問卷、三天飲食紀錄、血液及尿液生化檢驗，以評估運動員飲食攝取、體內抗氧化與脂質過氧化之狀態。體位結果顯示運動員身高及體重皆顯著高於一般生，而體脂肪及三頭肌皮脂厚度則顯著較低。分析春、冬兩季之平均每日飲食營養素攝取，發現運動員單位體重熱量及蛋白質攝取顯著高於一般生，因運動員大量能量消耗，故此為必然之現象。而從體重在兩季之間無顯著改變，推測其熱量攝取符合個體所需。另外，兩組受試者在三大營養素方面皆有脂肪攝取過高(約佔總熱量 33%)及醣類攝取過低(約佔總熱量 54%)之情況，且平均維生素 E、B6、鈣、鐵及鋅攝取低於我國每日營養素攝取建議量表(Recommended Daily Nutrient Allowance, RDNA 1993)，建議量，顯示其對食物選擇能力較差。分析運動員體內在休息狀態下之抗氧化狀態，其血漿中  $\beta$ -胡蘿蔔素及維生素 C 濃度與非運動員間無差異，而全血中總麩胱、血漿中視網醇及維生素 E 濃度則顯著高於一般生，可能因飲食攝取量較高及訓練產生向上調節所致。將其與參考正常範圍相較發現，兩組受試者血漿中抗氧化物質濃度呈現正常偏低之現象。紅血球中超氧化物歧化酶、谷胱甘肽過氧化物酶活性、血漿中丙二醛濃度及總抗氧化能力在兩者之間皆無差異，推測長期激烈運動訓練會刺激運動員體內代謝系統產生適應現象，使其維持一恆定狀態。從飲食攝取不適當及血漿中抗氧化物質偏低之現象，建議實施營養教育，改善其飲食習慣與行為及體內營養素狀況，以期運動員能有更佳之運動表現。

姚承義(民 91)探討抗氧化劑增補對激烈運動及魚油引發之氧化壓力的影響。表示運動與魚油對生理具有相當的影響，特別是降低 TG 及 LDL-血脂質的部份，於學界及臨床上已具共識，但魚油富含多

元不飽和脂肪酸的特性及高強度運動容易造成細胞蒙受氧自由基攻擊，可能導致氧化壓力升高；抗氧化劑對消除有害自由基有明顯效果。研究以 33 位未曾接受過運動訓練之健康男性，依平衡次序分為 8 組：運動組、運魚組、運抗組、三合組、魚油組、抗氧組、魚抗組及控制組。研究者操控運動、魚油及抗氧化劑，分別以單純或同時介入之不同條件；運動者得接受 2 次近乎衰竭的間歇運動評估；魚油組與抗氧化劑組，每日服用魚油 9 公克、500mg 維生素 C 及 400IU 維生素 E 錠片並持續四週。運動前後均抽血檢驗：包含 TAA (total antioxidant ability)、SOD (superoxide dismutase)、t-GSH (total glutathione)、GSH-Px (glutathione peroxidase)、MDA (malondialdehyde) 等濃度或活性、維生素 C、E 及血脂質濃度。結論指出：單純一次衰竭性激烈運動及單純服用魚油四週後，造成相當程度的氧化壓力，致脂質過氧化壓力明顯升高；且兩者同時介入具加成性；抗氧化系統亦隨之部份調昇現象。單獨或併服抗氧化劑，對運動與魚油引致之氧化性壓力，不具有消除的效益。

劉秀麗(民 91)以柔道選手為對象探討補充抗氧化營養素對運動員體內抗氧化狀態之影響。研究之目的為探究長時間的運動訓練，是否會令運動員承受較高之氧化壓力，並探討抗氧化營養素之補充，是否能提高運動員受訓時期之抗氧化能力。運動員篩選自國立臺灣體育學院柔道選手共 40 人(男：23 人，女：17 人)，非運動員則篩選自中山醫學大學同年齡群之非運動員 20 人(男：10 人，女：10 人)。實驗一、研究結果顯示：就抗氧化物質而言，男、女性運動員血漿中維生素 C 濃度皆顯著低於非運動員。在血中抗氧化酵素活性方面，男性運動員血液中的 Superoxide dismutase (SOD) 的活性顯著高於男性非運動員。以血漿中脂質過氧化物 Thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS) 之濃度作為指標，男、女性運動員血漿中 TBARS

濃度皆顯著高於非運動員。實驗二、結果歸納出：運動員體內的氧化壓力比非運動員高，且抗氧化狀態有較低的傾向，顯示長時間的運動訓練會降低運動員的抗氧化能力；然於抗氧化營養素補充後，則可增強運動員的抗氧化能力，降低其氧化壓力的產生。因此對於長期處於運動訓練的運動員而言，抗氧化營養素的補充實有其必要性，研究支持運動員應增加含抗氧化營養素食物的攝取，或藉由額外補充抗氧化營養素錠片來提高體內抗氧化物濃度，以增強抗氧化能力，減少在運動訓練中所產生的氧化壓力。

黃榮松(民 91) 從事阻力訓練與維生素 E 補充對男性血中抗氧化酶、丙二醛、及肌酸激酶的影響。以 26 位大學男性自願擔任受試者，經隨機抽樣分配至控制組(C 組)、阻力訓練組(R 組)及阻力訓練+維生素 E 組(E 組)。阻力訓練以 8RM、10 個動作、三回合、每週三次訓練。維生素 E 補充量為每天 400IU。受試者於訓練前(A 期)、一週訓練完立即(B 期)、七週訓練完立即(C 期)及訓練結束後兩天(D 期)抽血檢查 GSH、MDA 及 CK。結果指出：阻力訓練有助於上半身及下半身肌力進步，而維生素 E 補充進步的情況有比較好的趨勢。無論短期或是長期的阻力訓練都不致於使 GSH 改變，但在維生素 E 的補充下有降低的作用。而 MDA 濃度顯示阻力訓練後不會有脂質過氧化的發生。至於 CK 方面則於短期訓練後明顯較高，而長期訓練後則下降的情形。

以上研究指出，長期的劇烈運動訓練會降低運動員的抗氧化能力；然於抗氧化營養素補充後，則可增強運動員的抗氧化能力，降低其氧化壓力的產生。本研究中的啦啦隊運動員在持續接受啦啦隊訓練十二週期間並未特別在飲食營養上進行控制，運動員的抗氧化能力亦未發現受到長期運動訓練的影響而降低，可能是該批受試者為護理

系科學生，平日對正確飲食營養認識較深入，營養攝取較為均衡全面，不致因飲食攝取不適當及血漿中抗氧化物質偏低而導致其抗氧化能力降低之現象。是否確如所述，有待再進一步研究探討。