

第貳章 文獻探討

第一節 啦啦隊相關文獻探討

一、國內方面

張育銓(民 88)在國內跨越第一步，首度做「大專院校啦啦隊組訓、競賽目標及體育課程目標認同之研究」。以參加「中華民國大專院校八十七學年度啦啦隊錦標賽」九所學校的指導老師及學生為研究對象，發出問卷 257 份，得有效問卷 236 份。結果如下：一、大專院校啦啦隊組訓方面：(一)指導老師對啦啦隊的指導訓練與比賽成績皆有程度不等的壓力存在。(二)指導老師對啦啦隊的訓練指導工作，皆有程度不等的興趣存在。同時皆有進修啦啦隊專業指導技能的需求。(三)多數的學校因由學校傳統而設有啦啦隊。成員多為男女混合組成。(四)多數學校的啦啦隊皆有舉辦校內啦啦隊比賽或活動。而訓練比賽的經費來源大部分由學校支出。且啦啦隊多為校隊兼運動社團性質。(五)各校參與啦啦隊的學生人數大多為 20 人到 50 人不等。(六)多數學校的啦啦隊在招收新隊員時採自由參加方式。(七)多數學校均很支持啦啦隊。多數學校的啦啦隊未擬有訓練計畫，未有良好的練習場地。訓練期多為 2 月至 5 月。(八)多數學校的啦啦隊非集訓期每週練習 2 到 4 次不等，集訓期每週練習 3 到 6 次不等，每次 2 到 3 小時不等。(九)各校在組訓啦啦隊的過程中所遭遇最大的困難，依序為場地不良、隊員招收不易、學生素質不佳、缺乏訓練資訊。(十)各校除了參加大專啦啦隊比賽之外，皆有參與其他活動。對學生參加啦啦隊比賽多以記功嘉獎為獎勵方式。(十一)多數學校老師並未要求啦啦隊學生學業成績及操行成績必須達一定標準。(十二)多數老師對競賽規則(比賽辦法)與如何推展啦啦隊活動分別提出許多相關的意見與建

議。二、大專院校啦啦隊競賽目標方面：(一)前十優先性目標：1.可增進學生的體適能。2.啦啦隊競賽很令人興奮且富刺激性。

其後，陳淑菁(民 91)在「不同運動類型及不同年齡層女性運動員之性別角色及角色衝突之研究」中亦對啦啦隊運動員的心理方面進行探討。受試者為參與體操、競技啦啦隊、舞蹈、游泳及網球等社會贊同型運動之大專女性運動員 123 人、高中女性運動員 115 人；以及參與足球、籃球、舉重、跆拳道及柔道等非社會贊同型運動之大專女性運動員 138 人、高中女性運動員 120 人，共 496 人。平均年齡為 19 歲±2.46 歲。研究工具包括：個人態度問卷及角色衝突問卷(包括知覺與經驗)。結果顯示：(1)不同運動類型及不同年齡層女性運動員在四種性別角色的人數百分比均無差異。(2)在運動類型差異上，參與非社會贊同型運動之女性運動員知覺角色衝突的程度高於參與社會贊同型之女性運動員；在年齡層差異上則未達顯著水準；而在運動類型與年齡層的交互作用效果上，參與非社會贊同型運動的大專女性運動員在知覺角色衝突的程度上高於參與社會贊同型運動的大專女性運動員及非社會贊同型運動的高中女性運動員。(3)在運動類型差異上，參與非社會贊同型運動之女性運動員經驗角色衝突的程度高於參與社會贊同型運動之女性運動員；在年齡層差異上則未達顯著水準；而運動類型與年齡層的交互作用效果也未達顯著水準。(4)參與非社會贊同型運動之大專女性運動員知覺到角色衝突的程度高於實際經驗到的；其餘三組則是知覺與經驗角色衝突之間的差異未達顯著水準。

謝銘燕(民 85)以個案研究方式，實際探訪美國加州洛杉磯大學 University of California Los Angeles (UCLA)啦啦隊之組織狀況，獲得重要結論如下：(一)該校經費來源由校友會贊助。(二)1995-96 年該校

啦啦隊結構包含 1.叫喊組 6 人。2.啦啦組 12 人。3.吉祥物組 4 人。4.舞蹈組 14 人。合計 36 人，每組相互支援並賦有伴隨運動代表隊出場表演和領導群眾喝采的任務。(三)該校啦啦隊員選拔活動每年四月開始，擬有詳細公平的辦法、時間計劃法、召開選拔說明會、臨場講習，並規定隊員資格須具有正式學生身份及每科成績須維持在 2.0GPA 以上。(四)該校啦啦隊有義務出現在校園、社區與由校友會舉辦的活動中露面。在沒有報酬和獎學金的情況下，有時膳食自理。(五)該校啦啦隊每年都參加四天三夜的夏令營訓練，返校後由學生自行練習，配合不同的樂曲編排幾套不同性質的舞蹈和體操動作，依比賽實況和中場休息時間隨時表演。(六)該校非常重視隊員的身體和健康問題，要求學生出具醫師證明和勸告學生加強醫藥保險範圍。(七)該校訂有合理的選拔規則，由專業的裁判團公開甄選，亦尊重候選人之上訴權，明文規定初選和決選之評分標準。

謝銘燕(民 86)研究我國與美國大專院校啦啦隊組隊相關要素之比較，研究結論如下：(一)從中美大專院校啦啦隊競賽規程，瞭解我國採人數眾多、時間長、道具陪襯、花樣百出的形態，與美國有安全法規、人數少、時間短、快節奏、高難度技巧方式不同。(二)我國大專院校啦啦隊評分標準，較趨於抽象和外在裝飾，而美國則重視實質的動作法規和實施流程。(三)中美大專院校啦啦隊教師經歷，均以 1 至 4 年佔多數。我國大部分屬專任女性體育老師，美國則男女均衡來自個科系之專業教練，以兼任居多，大部分教師喜用流行樂曲編排。(四)中美大專院校啦啦隊多半是綜合各年級之男女組合而成。在美國要加入啦啦隊，必須由醫師開具健康證明，通過甄試，且多數隊員在高中時已有表演經驗；我國啦啦隊隊員有不少是被老師強迫指派的。(五)啦啦隊在我國大專院校成為點綴可有可無；但在美國，很多學校認它為不可或缺的團體，有些學校甚至設獎學金或書本補助費。(六)

我國大專院校啦啦隊是因為表演而組隊，既不參加慶典和社區活動，也不隨同運動代表隊喝采，其因在於場地不佳、經費不足、學生意願不高，這是我國教師面臨的難題。根據美國資料統計，啦啦隊員受傷比例為 1.1%，比其它運動項目受傷率較低。(七)美國大專院校啦啦隊組隊目的，多數是為橄欖球隊和籃球隊加油。整年表演次數最少 5-10 次，最多 200 次以上，和我國為比賽而組隊的目的截然不同。

二、國外方面

Gottlieb (1994)表示對啦啦隊的發展營養與相關危險是不能被忽視的。啦啦隊傷害預防的發佈被學校當局、家長、及健康保護資助者繼續提出，雖然規則被改寫增加安全，但是參與者個人的風險狀態被評價，希望啦啦隊員將開始被視為如同運動員，如同小兒科護士，我們可以扮演一個重要的角色如同擁護者及這些青少年團體的資源，教練、家長及啦啦隊隊員對青少年的發展、營養、及風險因子的知識是需要的。在護士的涉入，在參與者身體提供一個絕佳機會，提供有關的病患知識，而且幫助有關飲食失調、聲音濫用、傷害及年齡適當發展的危險因子評價，與這些挑戰及精神提昇的團體工作，在我們提供關懷的練習，青少年可能甚至提供一個機會，摻入一些「萬歲」的歡呼聲。

Axe 等人 (1991)從事一年的追蹤研究針對 619 名運動員進行運動傷害調查發現每日運動傷害啦啦隊居首(28.8)其次是女子籃球、角力等項目。

Shields 等人 (1986)報導一例 16 歲女生參加啦啦隊運動受傷的情況。指出啦啦隊員手掌中的神經病在啦啦隊活動期間一位 16 歲女

孩，手掌慢性創傷的結果發展為手掌中的神經病，臨床研究發現刺痛異常感覺分佈在手掌中神經壓縮造成症狀的惡化與診斷符合，神經傳導研究，證明手掌神經的損害取消啦啦隊的活動造成大概完全症狀的消腫，這實質的認知及神經傳導價值的研究是在建立診斷可能避免混亂及使容易正確的診斷與管理。

Reel (1995)曾針對 73 名大專與 84 名高中女子啦啦隊運動員進行飲食紊亂調查 Eating Disorder Inventory (EDI)，社會軀體焦慮調查 the Social Physique Anxiety Scale (SPAS)以及啦啦隊壓力調查。

Luckstead 等人 (2002)報導指出高中女子啦啦隊角力體操冰上曲棍球等項目運動傷害居高應該受到特別注意提供較為安全的場地與器材。

Davison, Earnest & Birch (2002)進一步針對 197 名女生(5-7 歲)與 192 名母親進行美感運動(美感運動包括：游泳、舞蹈、體操、啦啦隊、有氧運動、花式滑冰等，非美感運動包括：排球、足球、籃球、壘球、曲棍球、武術、跑步等)與體重的相關研究縱貫調查。研究結果發現：7 歲比較 5 歲重視體重的控制，達顯著水準。從事美感運動者，比較重視體重的控制，由於太過於重視體重，導致飲食不正常，忽略以健康為減重的行為。另外，發現學童的母親，相同的注意體重的發展，同樣忽略了健康的重要性。

Sinha 等人 (1999)曾針對 44 名壓力性骨折患者的臨床特徵進行研究，根據參加者上肢運動型態區分為四種類型：舉重類、上肢承重類、投擲類、揮動類，啦啦隊歸屬於上肢承重類，並認為壓力性骨折診斷時，應依照患者的上肢運動型態進行針對性的思考與處理。

Rowe 等人 (1999)曾針對 17 名啦啦隊運動員(女生 8 名、男生 9 名，年齡 18-25 歲)進行研究，評估 2 小時啦啦隊的練習，對於膝關節與大腿脛繩肌等的影響，以及下肢肌肉的伸展性與姿勢動力穩定性影響的評估(8 位女性、9 位男性，年齡在 18-25 歲間)。研究背景：運動增加前膝關節鬆弛及腿筋延展性。然而並未檢驗運動誘發前膝關節的柔軟度，下肢肌肉的伸展性及姿勢動力穩定性之間的關係。研究方法：練習前測後測的差異以相依樣本 t-test 與龐費洛尼修正多重比較法(Bonferroni's correction for multiple comparison)檢驗，用 3×2 變異數分析及 Tukey 事後比較評量特定關節力量水平。結果發現啦啦隊練習後膝關節與大腿脛繩肌延展性分別增加 1.5 ± 1 與 3 ± 4 度。結論指出在啦啦隊的練習後，有關內側主導執行平台的角度與增加前膝關節鬆弛之間的關係，提示腳跟距下(Subtalar joint)關節位置與前十字韌帶扭傷之間存在一定的必然關係。

Hutchinson 等人 (1995)報導指出，體操與啦啦隊運動員雖然沒有劇烈的身體接觸環境，但是運動過程中的急停與剪切動作，常會導致女性運動員膝關節嚴重傷害，造成十字韌帶與髕骨損傷。女性運動員從事不同運動產生的運動傷害風險在增加中，尤其那些涉及膝關節的運動，造成風險增加的因素是不同的性別結構，不同的性別包括健康狀況的基礎值，極端低的排列，生理的鬆弛，骨盤寬度，脛骨轉動及足部準線。運動隨體操跟啦啦隊創造一個沒有接觸的環境，但可造成膝關節明顯受傷的狀況，在急速停止切入的運動，女性運動員藉由無觸碰的狀況下，增加前十字韌帶(ACL)傷害的發生率，在女性運動員大腿膝蓋骨(Patellofemoral, PF)的失調是非常的普通。這些事情真相的認知可幫忙職業性運動醫學做快速的診斷，而且作為研究單位早期復健治療焦點或免除動手術，更遠的將來及後面的研究是需要在流行病學，途徑，嚴重程度及膝關節類型的領域的傷害，這目標是為減少

某種膝關節傷害的嚴重及預防其他的傷害。

Finkenberg 等人 (1992)曾針對 77 名大專女子啦啦隊運動員進行競技焦慮狀態調查(CSAI-2)，報導指出，認知焦慮與軀體狀態焦慮呈顯著正相關，此兩者又與自信呈顯著負相關。跟先前的研究有一致性。如同先前研究在認知身體的焦慮狀態及自我的自信研究發現呈負相關，標準的識別分析法表示各隊顯著的識別，可用焦慮狀態變異數的混合來完成。36 位男性、41 位女性的兩組中，在身體等級的基準分數有顯著的不同。

三、小結

綜合以上發現，前人的研究多針對啦啦隊運動員的心理與運動傷害方面進行探討，至於啦啦隊運動對運動員的抗氧化等指標的影響如何？國內外諸研究皆尚未見涉及。

第二節 運動與抗氧化物的變化

運動可提昇體適能，亦可提昇生活品質，然而過度的運動強度與超長運動時間卻會對人體組織造成傷害，包括脫水、虛脫、熱痙攣、中暑、氧化傷害及肌肉受損等現象(徐台閣等人,民 88;關宏宜,民 88)。肌肉收縮反應時，所需的激酶(enzyme)使肌肉收縮得以持續不斷，肌酸激酶是一種器官異性酶，主要存在心肌、骨骼肌、腦和甲狀腺組織中。在人體內 ADP 需在肌酸激酶的催化下，還原成 ATP，而肌酸激酶主要存在細胞內，在肌肉受損時細胞膜被破壞，或是細胞膜的通透性增加時，才會大量釋放，因此可做為器官或肌肉受損的指標。而血清乳酸脫氫酶廣泛存在於心肌、肝臟、肺及人體的多種組織內，組織

中酶的活力約比血清中高 1000 倍，所以即使有少量組織受損後釋放的酶也可能使乳酸脫氫酶活力增加。組織細胞受損後釋放的酶可能使乳酸脫氫酶活力增加，而肌肉細胞受損則可促使肌酸激酶活性增加，那啦啦隊組訓是否會造成類似的傷害呢？在激烈運動中，人體的氧消耗量是休息時的 10 到 15 倍，活動肌肉的血流量增加 30 倍，動靜脈的含氧差增加 3 倍，而活動肌肉的氧流量可增加至一百倍 Sen (1995)，尤其耐力型運動選手，由於長時間的運動需要消耗大量的氧氣，運動中組織暴露於氧氣的機會大幅增加，造成氧化壓力的產生，當氧化壓力產生時，會消耗體內的抗氧化物，使組織傷害嚴重而導致運動疲勞、運動傷害及其他疾病的產生。運動對人體而言，從另一個角度而言可以說是一個壓力原，體內維持恆常性的狀態經由此項壓力原的刺激破壞之後，會誘發體內維持恆定(Homeostasis)的機制進行運轉，由於這種適應(Adaptation)的機轉，會使人經由運動訓練後，適應環境的能力不斷增強。雖然人體內會有自由基的產生，破壞身體的組織結構，但人體的構造是非常微妙的，複雜的抗氧化酵素系統也不斷發展，與有害的氧自由基結合，以保護人體組織器官，不受自由基的侵害 Halliwell (1985)。

一、短期高強度或漸增衰竭運動的變化

在年齡漸增、環境污染或運動過度等因素，都可能造成自由基排除困難，導致老化、心血管疾病、癌症、關節炎等問題。促進個人健康的方法，不僅是要有充足的營養，規律的運動更是不可或缺，因為運動對健康有著實質的幫助。但近年來卻有另一派學者主張，認為運動與自由基的產生以及免疫功能下降的關係密切；所以主張過度運動有害健康。Ji (1993)更證實在長時間有氧運動後導致大量自由基產生外，在年長者由於排除效率較差，以至於會有更多的自由基累積的現

象。Ernster (1986)更明白指出人體在自然代謝中有近百分之三左右的氧會在電子轉換過程中產生氧化物，尤其是在有氧運動的狀態下，因身體活動時耗氧量大於安靜時，氧的自由基也因而遽增，Dillard 等人 (1978)首次報告以 50% VO_{2max} 和 75% VO_{2max} 負荷踏車運動一小時之後，呼出氣中脂質過氧化產物含量明顯增加，運動至力竭，心肌粒線體之 MDA 含量明顯增加。其後，Alessio, Goldfarb & Cutler (1988)；Kanter, Nolte & Holloszy (1993)；Sen, Atalay & Hanninen (1994)等學者表示高強度的激烈運動會有害健康。

乳酸脫氫酶活性因運動型態或運動時間不同而有不同的改變。一般認為血清酵素的活性增加是因身體運動等特殊情況升高，運動後的血清酵素釋出是因肌肉細胞在氧氣供應不足、缺血、壞死等狀態所引起的細胞膜通透性改變所造成的。Stewart, Ahlquist & McGill (1984)則認為長跑選手的血紅素及血比容低於正常值，是因 LDH 的活性增加導致溶血作用而有輕微貧血現象。以短時間高強度衝刺類型的運動項目而言，通常會有較高的 LDH 值；不過吳一德(民 88)則持不同的看法，認為運動型態並不會影響血中乳酸脫氫酶的活性。

乳酸脫氫酶的活性在運動評量所代表意義上，仍存有諸多爭議；Spitler, Alexander, Hoffler, Doerr & Buchanan (1984)指出不同體能水準與高強度運動後的 LDH、CK、SGOT 之間並無明顯關係，因此認為運動後的酵素量不能作為體適能的指標。Pansare, Kulkarni & Pendse (1989)則指出無氧代謝中所需的 NAD，是依據 LDH 的量而定，因此認為 LDH 的活性是無氧能力的指標，亦可作為體適能評量的指標之一。血清肌酸激酶是一種器官異性酶，主要存在心肌、骨骼肌和腦以及甲狀腺組織中。當肌肉組織受到損傷後，肌肉酵素中的肌酸激酶 (Creatine Kinase, CK)最先被釋出，流到血液中。因此抽血檢測 CK

的活性會比測其他的肌肉酵素來得更有意義。林文弢(民 89)認為以 CK 做運動強度評定時，一般在運動後的值約為 100~200 U/L，若超過 200 U/L 則表示運動量過大，身體並未恢復。在運動後 CK 值升高的原因，學者們認為與活動肌群高度缺氧使得細胞膜通透性增加，兒茶酚胺的 (Catecholamine) 釋放、賀爾蒙的影響及肌崩壞 (rhabdomyolysis)、激烈或長時間的運動所造成的肌肉損傷等因素有關 (林正常,民 74；王光濤等人,民 77；鄭桂玫、洪明吉,民 89；莊鏡清、李淑媛、王光濤,民 84；McArdle, Katch & Katch, 2001)。

大陸學者馮連世、楊奎生、宗丕芳、郭軍(1994)以人體實驗報告顯示，急性運動後血漿 SOD 活性會有增加的趨勢。而長時間衰竭性運動體內的 GSH 會下降 Ji, Stratman & Lardy (1988)。Stanley 等人(1985)的研究認為，最大負荷下，乳酸的產生率超過清除率，表示細胞膜的 NADH 和 NADPH 濃度下降，因此，消除自由基的酵素受到破壞，自由基因而累積。Niess, Hartmann, Grunert-Fuch, Poch & Speit (1996)使受試者運動至衰竭，結果發現兩組受試者在衰竭運動後 MDA 有顯著增加 ($P < .05$)。

國內方面，謝錦城(民 84)將 24 隻老鼠隨機分成四組，探討激烈運動與維生素 E 補給，對老鼠心肌過氧化物產生：黃嘌呤氧化酶(OX)及過氧化物歧化酶(SOD)含量的影響。結果發現每天補充每公斤體重 20 毫克維生素 E 能促使心肌過氧化物歧化酶含量明顯上升。激烈運動會造成心肌自由基的大量產生，對心肌產生氧化壓力及傷害。維生素 E 的補給，有助於过氧化物的排除，進而減少或避免氧自由基的傷害。林學宜、林培元、徐廣明、徐台閣(民 89)以 12 名長跑選手為對象，分別接受 100% VO_{2max} 跑至衰竭、85% VO_{2max} 及 60% VO_{2max} 運動強度在原地跑步機上跑 30 分鐘的方式，探討不同強度運動對抗氧化

酵素及丙二醛的影響。結果發現 SOD 及 GSH-PX 在 100%VO_{2max} 及 85%VO_{2max} 之運動後及運動後 60 分鐘有明顯的改變。謝伸裕(民 86)指出，在極高強度或爆發性的訓練下，能量代謝適應上最明顯的便是調控酶的活性提高，其中包括 ATPase、myosin、CK、myokinase 等；LDH 雖不是調控酶，但仍深受影響；梁金銅(民 87)則認為，耐力持久性的運動所造成重複發生的肌肉傷害，可能促使肌肉酶的釋出，導致 CK、LDH 及 SGOT 活性的增加。

二、短期中低強度運動的變化

高強度的激烈運動會導致氧化傷害，中等強度如 60%VO_{2max} 的運動負荷則無損抗氧化系統。顧榮瑞和郭林(1994)曾報導 60% 強度對老年人及中年人是必須的強度，可有效減少血液中自由基，防止冠狀動脈疾病發生。Jenkins (1984)曾報導血及組織中 SOD 活性在有氧訓練後明顯增加，體內的抗氧化系統會隨著運動而發生因應的變化。而林正常等人(民 90)的研究則認為運動強度與氧化壓力活性之間並無明顯關係。謝錦城(民 86)研究發現，八名受試者以他們個別的 70%VO_{2max} 為運動強度，經歷一小時的腳踏車耐力運動，結果發現人體骨骼肌的抗氧化酶在中強度的腳踏車耐力運動下沒有受到影響，研究認為中強度的耐力運動對於人體的骨骼肌可能不會造成氧化壓力。Skinner & Mclellan (1982)發現在最大負荷的 40%的強度，血液流動更快，乳酸也會增加，細胞質內的 NADH 和 NADPH 濃度增加，同時也減少了自由基的產生，脂質過氧化物和 MDA 都會減少。另一利用大老鼠進行的實驗中，歸納了二項結果：1.心臟內抗氧化酵素的活性除了 SOD 之外，其他酵素活性不受衰竭運動的影響，維持一個穩定的增高趨勢。2.骨骼肌中所有的抗氧化酵素包括 SOD、GSH-Px 及 CAT 在衰竭的運動之後均有明顯增高的趨勢。這樣的研究結果顯示，運動的刺激

促使體內的氧自由基數量增加，而抗氧化酵素也相對的大量產生，以防止氧化自由基侵害體內組織，自由基濃度的變化將會受到各種防禦機轉控制，而維持一恆定狀態，不易受外界刺激而影響其功能。

三、長期運動訓練的變化

徐台閣等人(民 88)以 12 位長跑選手為對象，以 60%最大攝氧量的強度在田徑場跑 60 分鐘，連續七天，抽血檢測分析血液中 SOD、GSHPx、MDA，以探討中等運動強度對脂質過氧化的影響。結果發現 MDA、SOD、GSHPx 在第一、三、七天的跑前、跑後即刻及跑後一小時並沒有明顯高於基礎值。以 60%最大攝氧量的強度並不會造成運動者脂質過氧化的現象。Tharp, Weir & Stout (1995) 等人發現以最大心跳率的 85%強度訓練八週後，MDA 僅在休息時反而會增加。Tiidus & Houston (1994)探討運動訓練對心肌抗氧化酶的影響，研究指出老鼠以每分鐘 40 公尺、15%坡度、每天 60 分鐘，從事八週的訓練後，從事訓練的老鼠與未從事訓練的老鼠 SOD、GSH 並沒有差異性存在。Tiidus, Pushkarenko & Houston (1996)以人體為實驗對象，測量運動訓練對股外側肌抗氧化酶的影響，研究結果也顯示訓練前後 SOD、GSH 並沒有差異性的改變。

Ohno, Sato & Yamashita (1986)探討運動對體內紅血球的抗氧化酶之影響，發現運動前後紅血球的 SOD、GSH 與 CAT 皆沒有顯著差異存在，僅發現運動造成 GSH-Px 顯著地上升，研究又證明運動員以及老鼠在向心性運動後，其血漿酵素活性上升，因此可以證明衰竭性運動造成細胞在組織學上和生化學上之傷害，至少會增加肌纖維膜滲透性之可能性，而且這種傷害，已被認為至少有一部份是由於自由基引起之氧化壓力所造成。

也有許多的研究指出長期性的運動訓練可以提升抗氧化酵素的活性及內源性抗氧化物質的濃度。部分的研究室以老鼠為實驗對象，而部分的研究則是以人體為受試者，給予一訓練量比較訓練前後或經過訓練及未經訓練兩組間的差異。

Quintanilha (1984)報導經耐力訓練的老鼠 Hct 明顯降低、血中 SOD、GSH-Px、CAT 以及肝組織中的 GSH-Px 活性也出現顯著增高。Kanter, Hamlin, Unverferth, Davies & Merola (1985)的研究，以兩種不同的訓練強度(9 週、21 週)，來觀察對血液、肝臟及心肌抗氧化酵素的影響。經過 9 週的游泳訓練後，老鼠血液中的 SOD、CAT、GSH-Px，及肝臟中的 GSH-Px 都顯著上升。而第 21 週訓練後血液及肝臟中的三種抗氧化酵素及心肌中的 CAT 也有顯著提昇。曹國華(1991)和 Kanter 的研究結果是相同，並指出老鼠體內自由基防禦系統有得到增加。可見訓練期的長短亦是影響抗氧化酵素變化的原因。Ji, Wu & Thomas (1991)年研究中，以老鼠進行耐力運動訓練，經過十週後，肌肉中 GSH-Px 有顯著上升。Hammeren, Powers, Lawaer, Griswell, Lowenthal & Pollock (1993)以 24 個月大的老鼠，經十週的耐力訓練後，紅肌中的 GSH-Px 有顯著上升。Leeuwenburgh, Chandwanney & Ji (1994)以老鼠為對象，70% VO_{2max} 的運動強度，每週訓練 60 分鐘，每週訓練五天，連續十週，測量紅血球 SOD 顯著上升。Kim, Yu, McCarter, Lee & Herlihy (1996)以老鼠為對象，經過十八週的飲食控制及運動訓練後，發現飲食控制及運動訓練組 MDA 都顯著比對照組低。但在抗氧化酶部分，則出現不一樣的變化，飲食控制組 SOD、GSH-Px 都上升，而運動訓練組只有 CAT 上升。以上可瞭解長期規律的運動訓練，同樣可以提昇體內的抗氧化能力。

Tessier, Margaritis, Richard, Moynoy & Marconnet (1995) 以

65%VO_{2max} 的運動強度下，每週訓練三天，連續十週，測量紅血球 GSH-Px 顯著上升。

部分的研究針對運動員與非運動員或職業及業餘選手進行比較分析，指出長期接受運動訓練者，抗氧化防禦系統能力較高。Ortenblad 等人 (1997)測量訓練者與為訓練者，各八名男性，在訓練者方面施於每週訓練 5-8 次，每週平均 7 至 17 小時的訓練時數，測量結果有訓練者的骨骼肌上 SOD 和 GSH-Px 的含量明顯高於未訓練者。曹國華等人(1991)研究指出，優秀運動員 MDA 含量明顯低於一般大學運動員，而 SOD 和 GSH-Px 明顯高於後者。Mena, Manynar, Gutierrez, Tiimon & Campillo (1991)的研究發現：職業與業餘自行車選手比坐式生活的人，有更高的紅血球 SOD 活性。而職業自行車選手的 CAT 及 GSH-Px 活性比上班族和業餘自行車選手來得高。有氧耐力訓練，可提高紅血球中的主要抗氧化酵素活性。不少研究已證實粒腺體呼吸酵素和抗氧化酵素基因的表現程度與哺乳動物的骨骼肌收縮運動活性有極為密切的關係 Williams & Morlon (1986)。Powers 等人(1994)研究指出抗氧化酵素系統之活性與濃度會隨長期運動而改變。

四、小結

綜合上述文獻結果可知，高強度的激烈運動，將促使自由基的累積，會導致氧化傷害，中等強度以下如 60%VO_{2max} 的運動負荷則無損抗氧化系統。增強自身的抗氧化能力，養成正常的飲食習慣並攝取各種維生素，是維持人體健康的重要關鍵。體內的抗氧化系統會隨著運動而發生因應的變化，若抗氧化系統提高將有助於保護細胞組織，同時可以延遲老化的發生，所以用氧化壓力及抗氧化的角度來看運動對

抗氧化能力的影響是值得探討的問題。然而從事啦啦隊運動對於人體氧自由基的產生和身體抗氧化能力的影響如何，目前的文獻研究尚屬罕見，所以其結論如何仍不十分明瞭，針對這方面確實有待深入去探討研究的必要。