

2006년 2월

교육학석사학위 청구논문

유 · 무산소성 운동이
남자고등학생의 신체구성과
체력에 미치는 영향

조선대학교 교육대학원

체육교육전공

이동한

유 · 무산소성 운동이
남자고등학생의 신체구성과
체력에 미치는 영향

The Effects of Aerobics and Anaerobics on Body
Composition and Physical fitness of Male High school
Students

지도교수: 원 영 두

2006 년 2월

조선대학교 교육대학원

체 육 교 육 전 공

이 동 한

유 · 무산소성 운동이
남자고등학생의 신체구성과
체력에 미치는 영향

The Effects of Aerobics and Anaerobics on Body
Composition and Physical fitness of Male High school
Students

지도교수 : 원 영 두

이 논문을 교육학 석사학위 신청 논문으로 제출함.

2005 년 10월

조선대학교 교육대학원

체 육 교 육 전 공

이 동 한

이동한의 교육학 석사학위논문을 인준합니다.

심사위원장 조선대학교 교수 _____인

심사위원 조선대학교 교수 _____인

심사위원 조선대학교 교수 _____인

2005년 12 월

조선대학교 교육대학원

목 차

표 목차	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	2
3. 연구의 가설	3
4. 연구의 제한점	3
II. 이론적 배경	4
1. 체력의 정의	4
2. 체력요인	7
3. 신체구성	10
4. 유산소 운동	11
5. 무산소 운동	13
6. 운동의 효과	16
III. 연구방법	18
1. 연구 대상	18
2. 연구절차 및 기간	18
3. 측정도구	19
4. 실험설계 및 운동프로그램	20
5. 측정절차	21
6. 자료처리	24

IV. 연구결과	25
V. 논의	33
VI. 결론	36
참 고 문 헌	38
국 문 초 록	44

표 목차

표-1. 체력의 구성요인	6
표-2. 연구대상자의 신체적 특성	18
표-3. 측정도구	19
표-4. 실험설계	20
표-5. 유산소 운동프로그램	20
표-6. 무산소 운동프로그램	21
표-7. 운동유형별 후 근력의 변화	26
표-8. 운동유형별 근지구력의 변화	27
표-9. 운동유형별 민첩성의 변화	28
표-10. 운동유형별 평형성의 변화	29
표-11. 운동유형별 유연성의 변화	30
표-12. 운동유형별 심폐지구력의 변화	31
표-13. 운동유형별 신체구성의 변화	32

A B S T R A C T

The Effects of Aerobics and Anaerobics on Body Composition and Physical fitness of Male High school Students

Dong-Han, Lee

Advisor : Prof. Young-Doo, Won

Major in Physical Education

Graduate School of Education

Chosun University

Through the experiment which was conducted with sixty students of D-highschool in Jeollanamdo, aerobics and anaerobics are found to have an effect on body composition and physical fitness of male high school students.

1. After eight weeks of exercises, the physical strength was showed significant changes in groups and between groups of aerobics($p < .01$) and anaerobics($p < .001$) by the exercise types.

2. After eight weeks of exercises, muscular endurance showed significant changes in each groups of aerobics($p<.01$) and anaerobics($p<.001$) but not between after-exercised groups.
3. After eight weeks of exercises, agility showed noticeable changes in each pre and post exercise groups and between two groups.
4. After eight weeks of exercises, balance showed noticeable changes in each pre and post exercise groups and no changes between two post-exercised groups.
5. After eight weeks of exercises, flexibility showed noticeable changes in each pre and post exercise groups and no changes between two post-exercised groups.
6. After eight weeks of exercises, Cardio-respiratory endurance showed noticeable changes in the aerobic group($p<.001$) while anaerobics doesn't. Two post-exercised groups showed significant differences each other.
7. After eight weeks of exercises, body composition showed noticeable changes in each pre and post exercised groups($p<.001$ and $p<.01$) and changes between two post-exercised groups.

I. 서론

1. 연구의 필요성

청소년기는 지적, 정서적, 사회적, 신체적인 면에서 급격한 변화를 경험하는 시기로서, 신체적인 면에서 계획적인 신체활동을 통해 신체기능을 최대한으로 발전시켜 일생의 체력과 건강의 기틀을 다지는 중요한 시기(위성식,1994)임에도 불구하고 오늘날 마음껏 뛰어 놀 수 있는 공간 및 운동기회의 부족으로 청소년들의 심신건강상태에 부정적인 영향을 미치고 있다.

오늘날 과학 문명의 발달과 교통수단의 발전, 식생활의 변화는 현대인들에게 편리한 생활을 누릴 수 있게 하였지만 운동 부족으로 인하여 성인병을 비롯한 새로운 질병의 만연을 가져오게 되었다(Heyward,1984). 인간의 활동량 감소와 영양 과잉으로 인해 비만을 유발시키며 이와 같은 상황이 지속될 경우, 인간의 비 활동성은 순환기, 호흡기, 소화기, 등의 질환을 더욱 촉진시키는 계기로 작용하기도 한다(통계청2000).

김진원(1980)은 체력을 신체활동의 기초가 되는 신체적 능력이라고 정의하였으며, 체력은 인간의 생존과 활동의 기초가 되는 신체적 능력을 방위체력, 활동의 기초가 되는 신체적 능력을 행동체력이라 부르며 방위체력에는 여러 가지 스트레스(물리·화학적, 생물적, 정신적, 생리적)에 대한 저항력을 포함시키고 행동체력은 행동을 일으키는 능력(근력, 순발력)과 행동을 지속하는 근지구력, 심폐지구력 그리고 행동을 조절하는 능력(평형성, 민첩성, 유연성, 협응성)으로 구성된다(김기학, 1995)

더욱이 책상에 앉아 있는 시간이 많은 청소년기에는 운동부족으로 인한 체력저하로 이어질 뿐 아니라 성인병 유발을 촉진시키는 시발점이 되고 있다.

신체활동에 있어서 유산소성 운동(aerobic Exercise)과 무산소성 운동(anaerobic Exercise)은 마찬가지로 중요한 요소이기 때문에, 유산소 능력하나만을 측정하여 운동부하에 대한 인체의 반응을 모두 측정하였다고 보기는 어렵다.

운동으로 인한 반복적 자극은 인체 내 항상성(homeostasis)을 유지하기 위한 체내 기관들의 기능조절 측면과 중추신경계의 시상하부, 뇌하수체, 부신수질, 췌장, 그리고 갑상선 등에 존재하는 체내 내분비계 측면에서 다양한 호르몬과 신경전달물질들의 작용뿐만 아니라 엔지 기질의 동원과 관련한 에너지 대사측면에 있어서도 많은 영향을 준다(Palphy,1988).

지금까지의 남자고등학생을 대상으로 한 연구에서는 유산소성 운동을 부하한 것이 대부분이며 무산소성 운동(nieman et.al,1992)은 극소수에 지나지 않는다.

이에 본 연구는 유산소성 운동과 무산소성 운동이 성장기인 남자 고등학생의 체력에 어떠한 영향을 미치는가를 분석하여 청소년들의 체력향상을 위한 유·무산소성 운동프로그램을 제공하는데 있다.

2. 연구의 목적

본 연구는 남자 고등학생을 대상으로 8주간 유산소 운동과 무산소 운동을 실시하였을 때 신체구성과 체력에 미치는 영향을 분석하여 남자 고등학생을 위한 효율적인 운동 프로그램 구성에 필요한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 가설을 설정하고 검증하고자 한다.

1. 8주 유·무산소 운동 전,후 체력(근력, 근지구력, 민첩성, 유연성, 평형성, 심폐지구력)에는 변화의 차이가 있을 것이다.
2. 8주간의 유·무산소 운동 후 신체구성에는 변화가 있을 것이다.

4. 연구의 제한점

본 연구 수행 시 다음과 같은 범위 및 제한점을 가진다.

- 1) 피험자는 전남 D 공업 고등학교 학생 60명으로 질병이나 장애가 없는 건강한 남자 고등학생으로 하였다..
- 2) 규칙적인 운동 실시 자는 제외 하였다.
- 3) 개인의 식생활 습관, 심리적요인, 가정환경요인, 유전적 특성은 고려하지 않았다.
- 4) 피험자의 측정 및 운동조건은 가능한 한 동일하게 하였다.
- 5) 실험기간 중 일상생활과 식생활을 동일하게 통제하지 못하였다.

II. 이론적 배경

1. 체력의 정의

체력이란 용어 그대로 몸에 해당되는 체(體)와 역학적인 힘을 뜻하는 력(力)만을 뜻하는 것이 아니고 오히려 능력으로서의 의미가 더 크다. 다시 말해서 근육, 신장, 생리적 기능 등 운동 기능만을 지적하는 것이 아니고 능력으로서의 힘과 함께 기억능력 등과 인간의 몸의 모든 기능을 종합하여 발현되는 작업능력으로서의 뜻이 포함되고 있다. 따라서 체력이란 “인간생활을 영위해 가는데 기초가 되는 신체적 능력”이라 말할 수 있다.

Cureton(1965)은 “체력이란 신체를 잘 조정하는 능력과 능력의 감소 없이 힘든 작업을 오랫동안 계속할 수 있는 능력”이라 표현하고 Physical fitness는 total fitness의 일부이며 정서적, 정신적, 및 사회적 특성이 포함되지 않는으나 관계가 된다고 하여, “체력을 운동능력의 요소에 두고 근력, 순발력, 지구력, 평형성, 민첩성, 유연성, 등 6가지로 분석할 수 있다”고 하였다. 김진원(1974)은 “행동체력에는 운동을 직접 일으키는 운동발현능력, 운동을 오래 계속하는 지속능력, 운동이 효율적으로 일으키게 하는 운동 조절 능력이 있다”고 하였다.

Sharkey(1990)는 체력은 신체적요인과 정신적 요인으로 구성된다는 체력 구성도를 제시하면서, 체력은 형태, 기능, 정신 등을 포함하는 여러 가지 성질의 종합이라고 하였다. 일반적인 의미에서 체력이란 달리기, 뛰기, 던지기, 물건 옮기기 등의 신체활동을 의미하지만, 넓은 의미에서는 건강을 위협하는

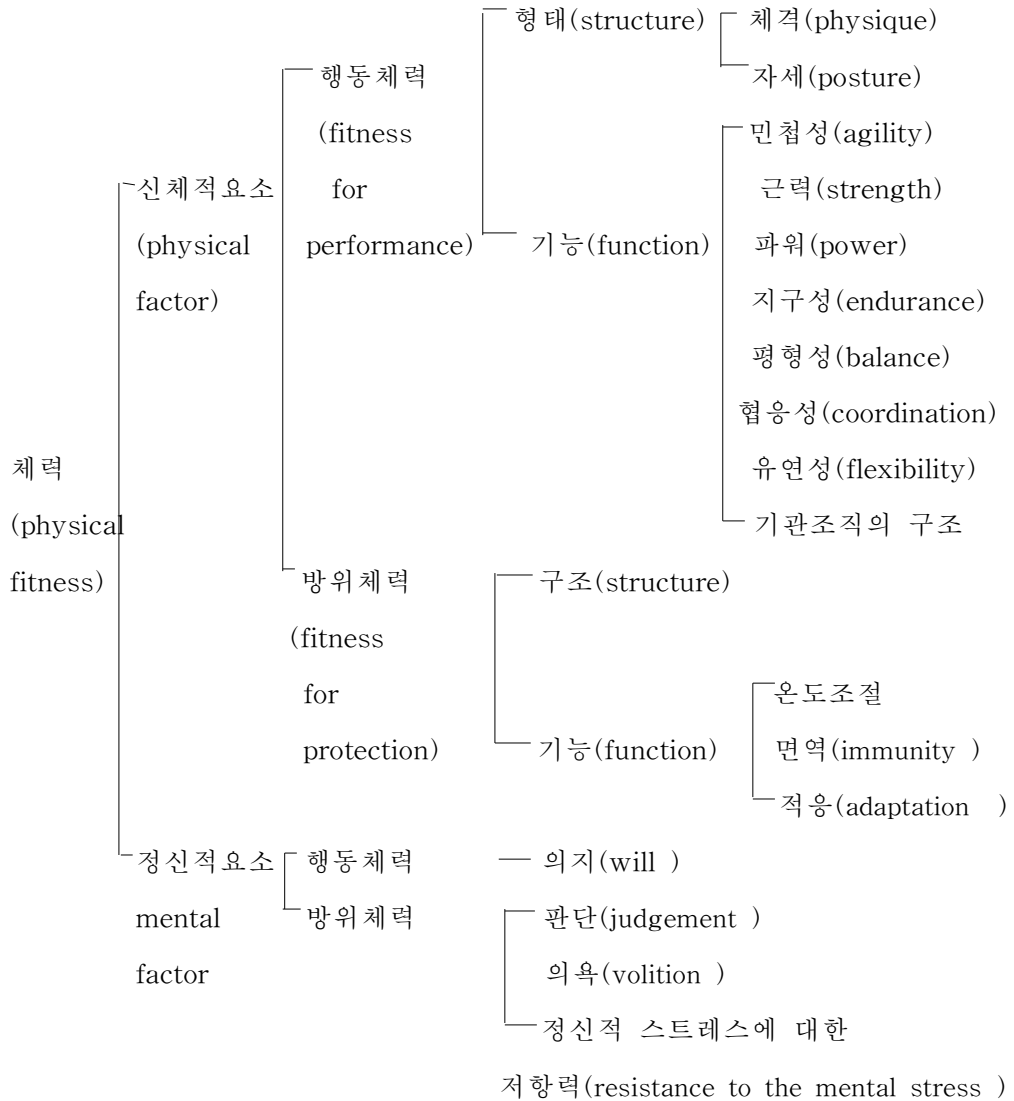
여러 가지 상화에 대한 적응력도 포함하고 있다. 저항력에는 더위, 추위, 습도, 일광, 외상, 등의 물리적인 것에 대한 저항력과 세균감염, 기아, 수면부족, 정신적 고통 등의 생리, 심리적인 것에 대한 저항력도 포함된다. 그러므로 신체적 작업능력이나 운동능력은 의지력으로서 몸을 움직이고 신체운동을 조정하는 능력을 행동능력 또는 행동체력이라 하며, 또한 건강을 위협하는 것과 스트레스에 대한 저항력은 신체를 방위하는 능력으로서 방위체력이라고 한다. 따라서 체력은 행동체력과 방위체력을 종합한 능력이다. 이와 같이 체력은 신체적, 생리적 조건과 함께 의지, 정서, 추리 등의 정신적 능력이 관여된다(조근중, 1995).

Larson(1951)은 체력을 행동체력의 차원에서 근력, 평형성, 지구력, 민첩성, 스피드, 리듬, 협응성 등 7개 요소로 분류하였고 Clarke(1971)는 체력을 근력, 근지구력, 전신지구력, 근 순발력, 민첩성, 스피드, 유연성, 평형성, 등의 8개 요소로 분류하였다.

대체적으로 일반인의 건강증진을 위해 운동 기능관련 체력요인보다 건강 체력요인을 중심으로 이해하는 것이 바람직하다는 견해가 설득력을 보인다. 이처럼 건강관련 체력요인이 보다 중요한 의미를 갖는 것은 성인병 예방은 물론 질병이나 기능적 장애발생의 위험성을 감소시킬 수 있다는 점 때문이다.

Ikai & Matsui(1968)는 “체력은 인간의 원동력으로써 형태, 기능, 신경을 포함한 신체의 여러 가지 성질의 총합”이라고 하며 체력을 <표-1>과 같이 분류하였다.

<표-1> 체력의 구성요인(Ikai & Mtsui, 1968)



2. 체력 요인

1) 근력(Strength)

근력이란 근육이 최대로 발휘할 수 있는 힘(Force)을 말하며, 그 크기는 근육의 횡단면적에 비례한다. 따라서 체력요소로서의 근력은 절대근력보다는 상대근력, 즉 절대근력을 체중으로 나눈 값으로 평가하는 것이 바람직하다. 근력측정은 악력, 배근력, 복 근력, 각근력 등으로 측정할 수 있으며, 힘을 발휘하게 하는 근수축의 형태는 크게 동적수축과 정적수축으로 구분된다.

동적수축에 의한 근력은 저항물체를 이동시키며, 물체가 움직이는 동안 지속적으로 수축하여 발휘하는 힘이다. 정적수축에 의한 근력은 저항물체나 인체의 관절이 움직이지 않고 보통 6-10초의 짧은 기간동안 발휘하는 힘이다. 근수축의 형태를 보다 세분해 보면 등척성 수축(Isometric contraction), 등장성수축(Isotonic contraction), 등속성 수축(Isokinetic contraction)으로 구분되며, 등장성수축은 다시 구심성 수축(concentric contraction)과 원심성수축(eccentric contraction)으로 나눌 수 있다.

Hettinger(1961)는 근력 트레이닝의 강화 부하의 역치는 적어도 최대 근력의 40-50%이상에서 가능하며 75-85%부하에서 최대효과를 얻을 수 있다고 하였다.

2) 근지구력(Muscular endurance)

근지구력이란 신체의 특정 근육 혹은 근육의 일정부하에 대한 “근수축 지속능력” 또는 “동일한 운동 강도로 반복할 수 있는 능력”을 말하며, 정적과 동적 근지구력으로 나누어지고, 정적 근지구력(static muscular endurance)은 일정 부하에 대해 근 수축을 지속할 수 있는 능력(평가기준 : 시간)이며, 동적 근지구력(dynamic muscular endurance)은 어떤 근 작업에 대해 강도변화 없이

근의 수축과 이완을 반복할 수 있는 능력으로써 평가기준은 최대 반복횟수이다.(정성태 등, 1994). 측정항목으로 팔굽혀펴기, 윗몸일으키기, 턱걸이, 철봉 매달리기, 등 속성 근 기능 등의 방법을 이용한다.

Hollman(1979)은 근지구력 트레이닝을 하면 모세혈관의 수가 증가되고 적혈구의 수와 헤모글로빈이 증가된다고 하였다.

3)민첩성(Agility)

민첩성이란 재빠른 동작으로 신체를 잘 조정하고 부드럽게 반응 할 수 있는 능력 혹은 신체동작에 있어서 전신적인 동작이나 부분적인 동작은 신속하게 변경 한다든지, 운동방향을 재빠르게 바꿀 수 있는 능력이라 할 수 있다. 다른 말로는 mobility, softness등으로 표현되고 있다

민첩성은 최대의 노력으로 최단시간에 최대의 힘을 발휘할 수 있는 능력으로 속도에 관련된 운동은 이 범주에 속한다. 민첩성은 근력(힘) \times 속도이며 파워는 힘 \times 거리/시간 = 힘 \times 속도로 민첩성과 파워는 같은 의미로 통하고 있다. 민첩성이 크면 동일한 시간에서 같은 운동을 수행할 수 있고, 동일한 운동도 빨리 수행할 수 있다.

4) 심폐지구력(Cardio-respiratory endurance)

심폐지구력이란 전신적인 운동을 오래 지속할 수 있는가의 능력을 뜻하며 신체활동 시 근력활동을 뒷받침하는 에너지의 생산원에 해당되는 것으로서 호흡기능, 순환기능이 중요한 역할을 한다(김진원, 1978).

장시간 근육이 활동할 수 있는 능력은 활동하는 근육에 산소를 공급하는 신체능력에 달려있다. 신체가 더 많은 산소를 받아들여 사용할수록 근육은 더욱 많은 일을 할 수 있는 것이다. 고도의 심폐지구력을 얻으려면 심장과 순환계 및 호흡계가 효율적으로 작용해야 한다. 고도의 심폐지구력과 관련되어 있으므로 가장 중요한 심폐지구력이 체력의 한 구성요소로 강조되어지고

있다.

5) 유연성(Flexibility)

유연성이란 관절운동범위(ROM)에서 유동적으로 움직일 수 있는 능력이라고 할 수 있다. ROMDMS 관절 각도계, 관절피막(joint caosule), 인대, 건, 그리고 관절의 짧은(spanning)근육과 같은 형태학적 요인에 영향을 받게 되고, 특히 관절에 있어 특수성을 갖게 된다. 신체의 모든 관절부위에 있어서 적당한 유연성은 근 골격 계 상해예방과 노화방지를 위해 필요하다.

신체의 유연성에 대해 큐아톤(cureton)은 운동적성의 구성인자중 하나로 지적하고 있으며 “충분한 균형을 유지하고 증진되어 있는 상태면 보다 강력한 항장력과 신 축력에 대한 근, 건, 인대 및 뼈의 상태”라고 했으며, 매튜스(Mathews)는 “신체의 유연성이란 일반적으로 고관절의 가동범위”라고 정의하고 있으며 이것은 근육의 신장성과 구조나 고관절주변의 인대나 각막의 상태가 관여한다고 했다. 라슨(Larson)도 기본적 운동 요소의 하나로 유연성을 지적하고 있으며 이 요인은 신체운동을 수행하는데 중요한 역할을 다할 뿐만 아니라 운동장애의 예방에도 유효하다.

신체활동이 부족한 주된 원인은 유연성이 없기 때문이다. 활동적인 사람은 비활동적인 사람보다 유연성이 뛰어나며 운동을 통해 유연성은 증가시킬 수 있다, 신체활동과 움직임의 부족으로 인하여 제한된 관절각도 내에서는 결합 조직의 수축력이 쌓이게 된다.

6) 평형성(Balance)

평형성은 신체의 자세를 유지하는 능력으로 운동기술과 발휘에 중요한 기능을 한다. 평형성에는 두 가지 유형이 있는데, 첫째는 정적 평형성이고 다른 하나는 동적 평형성이다. 정적 평형성은 한 곳에 서서 몸 전체를 균형되게 유지하는 능력이고, 동적 평형성은 한 곳에서 다른 한 지점으로 움직이는 동안 몸의 균형을 유지하는 능력이다.

3. 신체구성(Body Composition)

신체구성(Body composition)이라는 것은 신체가 어떠한 조직이나 기관 또는 분자나 원소로 구성되어 있는가 하는 것으로, 연구목적은 요소를 정량적으로 밝히거나 그 상대적 비율을 구하는 것이며 해부학, 생화학, 영양학, 인체계측학이 그 기초 영역(정정진 등, 1994)이라 할 수 있다.

우리 인체에서 체지방은 체열을 보존하기 위한 절연체, 에너지 생산을 위해 대사 연료로서 일정량을 보유하여야 하며 체내에 존재하는 지방은 크게 필수 지방과 저장지방으로 분류되며 이를 합한 것이 총지방량이다. 필수 지방량은 골수, 심장, 폐, 간, 비장, 신장, 대장, 소장, 근육 그리고 중추신경계가 지나는 다 지방조직 등에 분포되어 저장된 지방을 말하며, 이러한 부위에 저장 되어 있는 필수지방은 생리 기능이 정상적으로 작용하는데 요구되는 지방이다. 저장 지방의 분포비율이 남자는 12%, 여자는 15%로써 유사한 수준이지만 필수 지방량은 여성은 특히 지방 12.5%(총지방량의 4.4%) 이상이 가슴에 분포되어 있으며, 나머지는 골반, 둔부, 대퇴부 분포되어 있다.

체지방량이라 함은 지방을 제외한 수분, 단백질, 무기질, 기타 화학물질들의 중량을 합친 것을 말하며, FFM(fat-free mass)과 LBM(lean body mass)이라는 두 가지 용어로 사용되고 있다. LBM은 중추신경계, 골수, 내장기관에 있는 필수 지방량(남자 3%, 여자 12%)을 포함한 개념의 제 지방 체중이며, FFM은 모든 지방을 제거한 개념의 체지방 체중이다. 따라서 FFM은 시체를 해부할 경우에만 정량이 가능하므로 생체측정에서는 일반적으로 LBM을 제 지방 체중으로 간주하게 된다.

체지방과 운동에 관한 선행 연구를 살펴본 결과로써 신문우(1994)는 체지방 그룹별 체력의 차이에 대해 %Fat 11.6이하인 그룹이 근지구력, 유연성, 전신

지구력이 우수하였으며, %Fat 11.6-14.20 그룹이 순발력이 우수한 결과를 나타냈다고 보고한바 있다.

4. 유산소 운동(Aerobics)

유산소 운동이란 에어로빅스(Aerobics), 또는 에어로빅운동이라고도 하는데 숨이 차지 않으며 큰 힘을 들이지 않고도 할 수 있는 운동으로 몸 안에 최대한 많은 양의 산소를 공급시킴으로써 심장과 폐의 기능을 향상시키고 강한 혈관조직을 갖게 하는 효과가 있다. 또한 유산소 운동은 지방이나 글리코겐을 이용하여 많은 양의 ATP를 재합성 하는데 운동에서 장시간이나 지구성 형태의 활동 중에 유산소계가 ATP를 합성하게 된다. 유산소 운동의 형태에는 조깅, 달리기, 수영, 자전거 타기, 에어로빅댄스, 크로스컨트리, 마라톤 등이 속한다.

유산소 운동 시에는 운동 강도, 운동 지속시간, 운동 빈도 등을 고려해야 하는데, 운동 강도는 최대운동능력의 60-80% 범위에서 하는 것이 일반적이다. 이때 운동은 짧은 시간의 격렬한 운동보다는 장시간 지속할 수 있는 유산소성의 전신운동이 바람직하다고 보고되고 있다(Dowdy et al., 1985; cook et al., 1986).

장기간의 유산소성 운동에 단련된 중년여성들의 경우 활동 근 내의 LDH 및 CPK 효소의 활성도가 증가되어 에너지 대사과정을 발달시키고 효소활성의 증가에 의한 에너지 대사의 향진으로 신체활동에 필요한 에너지 공급을 효율적이고 원활하게 증대시킨다고 하였다(Erikson et al., 1973; Thorstensson et al., 1976; Gollnick, 1986). 이외에도 순환 및 대사 계에 미치는 효과에 대해서 Edward(1979)는 일정한 강도의 유산소성 운동은 과도한 운동 시 발생

되는 피로와 통증을 유발하는 혈중 젖산 농도를 낮추는 동시에, 관상 동맥 심 질환, 당뇨병 등의 위험인자에 대한 개선을 가져올 수 있을 뿐만 아니라 휴식 시 및 최대 부하운동 시 심박수 감소, 최대산소섭취량의 증가, 혈압의 감소, 심근산소소비량의 완화 등 심장의 기능적 개선을 가져온다고 하였다. 이러한 유산소 운동의 효과에 관한 연구는 지금까지도 계속 연구되고 있으며 과거 연구된 결과들을 살펴보면 Leutholz 등(1995)은 남·여 40명을 대상으로 12주간 주당 3회의 유산소성 운동(최대심박수의 40~60%)을 실시한 결과 체중에 체지방량 모두 유의하게 감소되었으며, 최건식(1994)은 성인 비만 남자를 대상으로 유산소 운동을 통한 실험 결과 최대산소섭취량은 유의하게 증가하였으며 혈중 지질 성분 중 TC, LDL-C는 감소를, HDL-C는 유의한 증가를 하였다고 보고하고 있다.

한편, 항산화의 관계에서는 정은숙 등(1997)은 저 강도의 꾸준한 유산소성 운동이 신체조성 및 혈중지질의 개선과 심폐기능의 향상에 긍정적인 영향을 미치는 동시에 항산화계의 활성화를 촉진시킬 수 있다고 하였다. 즉 이는 규칙적인 유산소성 운동은 유리기의 생성과 항산화효소의 활성화에 관여하며 세포의 노화 및 각종 만성질환예방에 중요한 역할을 할 수 있다는 것을 시사하고 있다(Jong et al., 1995; yu, 1995). Maxwell(1995)은 유리기의 스트레스는 질병의 병리적 과정에 다양한 영향을 미치며 항산화 요법은 질환과 동맥경화, 종양생성과 같은 만성적 질환과정의 억제에 유익할 것이라고 하였다.

이러한 연구 결과에 따르면 규칙적인 유산소성 운동은 신체구성 성분과 혈중지질 수준을 긍정적으로 변화시킴과 동시에 혈압을 낮추고 신체활동에 필요한 에너지 공급을 효율적으로 원활하게 증대시키며, 심근산소소비량의 감소 등 심장의 기능적 개선을 가져오기도 하고 생성과 항산화를 촉진시켜 세포의 노화 및 피로에 대한 방어나 억제 효과 등 각종 만성질환 예방에 중요

한 역할을 할 것이다.

5. 무산소 운동(Anaerobics)

무산소성 운동이란 강화시키고자 하는 근 군에 저항을 주어 근력을 강화시키기 위하여 중량이 부착된 기구나, 고무튜브, 혹은 자신의 체중 등을 이용하여 근 비대나 신경계의 활성화 등을 일으켜 근 기능을 높이기 위한 트레이닝으로서 정적 무산소성 운동과 동적 무산소성 운동이 있다(Fiatarone et al., 1990). 정적 무산소성 운동은 하나의 관절에 대한 운동이거나, 전신 운동이거나 간에 일정한 자세에서 있는 힘을 다 발휘하는 중에 저항이 운동하는 신체 부위에 영향을 주도록 하는 것으로 운동 강도를 최대로 하기가 쉽다. 그리고 운동시간도 일정하게 정할 수 있는 이점이 있으며, 운동을 실시함에 있어서도 특별한 기술이 필요하지 않으므로 누구나 쉽게 실시할 수 있다. 정적 무산소 운동의 예로서는 고정된 물체, 즉 담 벽이나 난간 등과 같이 이동할 수 없는 물체를 있는 힘을 다하여 미는 것을 들 수 있다. 정적 무산소성 운동의 운동 강도는 최대근력의 40% 이상, 운동시간은 40~60초 정도, 운동 빈도는 3:5세트씩 주 3회 정도가 적당하다.

웨이트트레이닝으로 강화 할 수 없는 관절각 부위의 근력을 향상시키기에 웨이트트레이닝의 보완 운동으로도 효과가 있다(장경태.1997). 동적 무산소 운동은 웨이트 트레이닝 시 사용되는 프리 웨이트(free weight) 기구나 웨이트 머신과 같은 기구로 저항을 주어 실시하는 운동을 말한다. 동적 무산소 운동은 단축 무산소성 운동과 신전 무산소성 운동으로 구분할 수 있는데, 단축 무산소성 운동은 주어진 저항에 대항하여 근의 길이가 신전 되면서 근력

을 발휘하게 하는 저항운동을 말한다. 동적 무산소성 운동의 장점으로는 근력 향상을 눈으로 확인할 수 있으며, 자신이 어느 정도의 부하로 운동을 실시하는지 직접 확인할 수 있고, 정적 무산소운동과는 달리 동작의 전 범위에 걸쳐 근육이 운동을 하게 된다(장경태1997).

무산소성 운동의 종목 중 아령을 이용한 덤 벨 체조는 상·하체 전신을 골고루 발달시킬 수 있으며 저렴한 가격과 운동의 편리성 운동공간이 넓지 않아도 되기 때문에 집이나 사무실에서 짬짬이 할 수 있다는 장점을 지니고 있다(스포츠 서울1996).

덤 벨은 1996년 일본 스쿠바대 스즈키 교수의 덤 벨 체조법이 국내에 소개되면서 새롭게 주목받기 시작한 프로그램으로 2kg 내외의 덤 벨을 이용하여 12~13 종류의 동작을 반복하는 운동으로 실내에서 가능하고 하루에 15분 정도의 시간으로 건강을 유지할 수 있는 운동으로 알려져 있다.

동작 속도는 에어로빅 등의 체조보다는 느리고 단순하여 운동에 익숙하지 못한 고령자도 가능하다. 덤 벨 체조는 우선 근육을 단련시키는 것이며 근육은 지방을 연소시키는 가장 큰 조직이기 때문에 근육을 증가시키면 기초대사가 높아지고 지방이 에너지원으로 산화되기 쉬워지고 에너지 소비가 많아져 체중이 감소하게 된다(임기원, 1995). 또한, 신체적인 운동과 훈련 특히 적절한 부하의 무산소성 운동프로그램을 통하여 연령에 제한 없이 근력과 지구력을 증가시킬 수 있다.(MacDougald et al., 1995).

무산소 운동은 보다 많은 운동단위의 동원을 유도함으로써 근세포의 성장 및 근력의 발달을 촉진시킨다. 운동을 통해 유도된 내 인성 동화호르몬(endogenous anabolic hormone) 및 성장인자(growth factor)의 분비를 자극하여 신경내분비계(neuroendocrine system)를 활성화시킨다(Kraemer, 1988; staron et al., 1991; Fry et al., 1994). 이 운동에 대해 Wilmore 등(1994)은 건

강을 유지하고 증진시키는데 효과가 있어 건강 증진을 위해 무산소성 운동의 이용이 늘어나고 있는 추세이기 때문에, ACSM에서는 일반적인 건강, 체력 프로그램의 지침서에 무산소성 운동을 포함시켜야 한다고 권고하고 있다고 한다.

근력 트레이닝은 동적이며 지속적인 외부저항, 다양한 저항, 그리고 운동과 세트 수, 반복회수를 다양하게 복합한 등속성 트레이닝 프로그램에서 남녀 모두의 체지방을 감소시키며 체 지방 조직을 증가시킨다(Kraemet et al., 1998). 한편 Kraemet 등(1999)은 단-기간의 무산소성 트레이닝에 따른 내분비 기능과 관련된 호르몬들의 남녀간의 성별에 따른 적응 정도를 알아보기 위하여 비 단련자 10명씩 20명을 대상으로 squat, leg press, knee extension 등 3가지로 구성된 하지 운동 프로그램을 주당 3회의 빈도로 8주 동안 트레이닝을 실시한 결과 혈청 테스토스테론의 농도는 여자보다 남자가 유의하게 높았다.

이상의 연구 결과에 따르면 규칙적인 무산소성 운동은 기초체력 향상, 체중과 체지방 감소, 인슐린의 분비 억제, 혈중지질 성분의 변화, 비만, 요통, 빈혈, 당뇨, 고혈압 등의 조절에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(양은주, 1996; 스포츠 서울, 1996; 최양길, 1997; Sozuki, 1996).

하지만 무산소성 운동은 건강과 체력관련 프로그램의 중요한 구성요소임을 인식하고 있음에도 불구하고 장기간 저항 운동프로그램 실시에 따른 운동의 적응에 대한 결과는 극히 제한적이다(James 등, 2001). 그러나 성장기 아동이 무산소 운동으로 인한 상해나 성장 저해의 요소가 있기는 하나, 최근 성장기 아동이나 청소년들에게 적절한 무산소성 운동은 성장호르몬 분비 유발에 따른 성장 발달과 체중조절에 긍정적이다.

6. 운동의 효과

정기적인 운동은 생활습관을 규칙적으로 하고, 건강에 대한 전반적인 관심의 제고와 태도의 변화에 도움을 준다(김성수, 정일규 2001)고 하였으며, 건강의 효과는 반드시 규칙적인 운동에 참여했을 때 일어나며, 중요한 것은 규칙적인 운동을 통해 향상된 높은 체력수준은 면역능력과 관련된 질병에 걸리지 않다는 것이다(위승두 등, 2002). 또한 규칙적인 운동은 비만 및 각종 성인병의 예방은 물론 암, 고혈압, 당뇨병 등의 예방에 좋은 효과가 있다고 보고되고 있는데 특히 아동 및 청소년들의 체력향상에 많은 도움을 주고 있다. 규칙적인 운동은 보다 효율적이고 건강한 신체를 가꾸어 주게 되며, 또한 올바른 운동처방에 의 규칙적인 운동에 의해서 얻어지는 생리적·심리적 효과와 근 기능의 강화, 심장질환의 예방, 비만의 예방과 치료, 정서함양에 지대한 영향을 준다(김수근, 박홍석 1999).

신체활동은 인간의 본능적 욕구충족 수단인 것이며 자신의 적성과 신체적 조건에 알맞은 운동을 적절히 실행함으로써 신체의 균형적인 발달을 가져오게 한다.

현재 지구상에는 비만에 관한 치료 방법이 여러 가지가 존재하고 있지만 비만을 예방하거나 치료를 위해서는 의학적인 검사에 의거하여 식이요법, 규칙적인 운동 그리고 행동수정을 통한 체중감소 및 감소된 체중유지를 위한 지속적인 체중조절 프로그램에 참여하는 것이 가장 효과적이고 바람직한 방법이다.

그중에 가장 효과적인 것이 바로 운동 요법인데 운동은 에너지 대사, 대사과정의 수정, 신체조건의 개선, 만성병에 대한 감수성의 감소, 체중 감량 및 과도한 체지방의 감소 등에 중요한 역할을 한다.

근력을 강화시키기 위한 무산소성 운동의 방법은 그것이 기계나 기구를 사용하지 않든, 특수한 근수축의 양식을 채용하든 간에 관계없이 강화시키고자 하는 근 군에 최대부하가 미칠 수 있도록 하는데 일차적 목적이 있다.

등장성운동(isotonic)은 바벨이나 덤 벨과 같이 무게를 이용하여 무산소성 운동을 하는 방법이 있으며, 등척성 운동(isometrics)에는 벽이나 난간과 같은 고정된 물체에 대하여 관절을 굽히지 않고 있는 힘을 다해 발휘하는 방법이 있다.

근력과 근 지구력 발달을 위한 중량부하운동의 훈련효과는 set를 증가시키는 것이 효과적이다(Morehouse & Miller, 1976). 그러므로 점진 부하의 원리에 의해서 운동 강도가 증가되어야 하며 근력발달은 운동 강도가 가장 중요하다 할 수 있다.

특히 웨이트트레이닝은 바벨, 덤 벨 등과 같이 운동기구를 사용하는 무산소 운동으로서 오늘날 대부분의 등장 성 웨이트 트레이닝 프로그램은 Delorm과 Watkins의 과부하(oxerload)의 원리를 바탕으로 실시하고 있다(김창규 등, 1983; Girandola, 1973).

웨이트트레이닝은 남성의 신체구성 성분을 변화시키고 있으며(Tanner, 1996; Drumm, et al., 1984), 그 트레이닝 효과는 체 지방체중(LBW)을 증가시키고(McMorris, 1954), 체지방(FW)을 약간 감소시키고 있다(Misner, et al., 1974)

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 건강한 남자고등학생으로 유산소 운동그룹 30명과 무산소 운동그룹 30명 총60명으로 운동단계별 프로그램에 따라 8주간 실시하였다. 연구대상자들의 신체 특성은 다음과 같다.

<표-2> 연구대상자의 신체적 특성 신장(단위:cm) 체중(단위:kg)

집단	신 장(cm)				체 중(kg)			
	사 전		사 후		사 전		사 후	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
유산소집단 (n=30)	173.47	4.50	173.87	4.55	66.57	6.53	65.93	6.52
무산소집단 (n=30)	173.13	3.72	173.43	3.64	68.20	5.01	67.67	4.58
Total	173.30	4.11	173.65	4.09	67.39	5.77	66.80	5.55

2. 연구절차 및 기간

- | | | | |
|-------------------|-------|-------------|-------|
| 1) 연구의 설정 및 계획 수립 | 2005. | 3. 1 ~ 2005 | 4. 30 |
| 2) 자료수집 | 2005. | 5. 1 ~ 2005 | 5. 30 |
| 3) 피험자 선정 | 2005. | 6. 1 ~ 2005 | 6. 30 |
| 4) 체력검사 | 2005. | 7. 1 ~ 2005 | 7. 30 |

5) 본 실험	2005. 8. 1 ~ 2005 9. 30
6) 체력검사	2005. 10. 1 ~ 2005 10. 30
7) 자료처리	2005. 11. 1 ~ 2005 11. 30
8) 논문 작성 및 제출	2005. 12. 1 ~ 2005 12. 31

3. 측정 도구

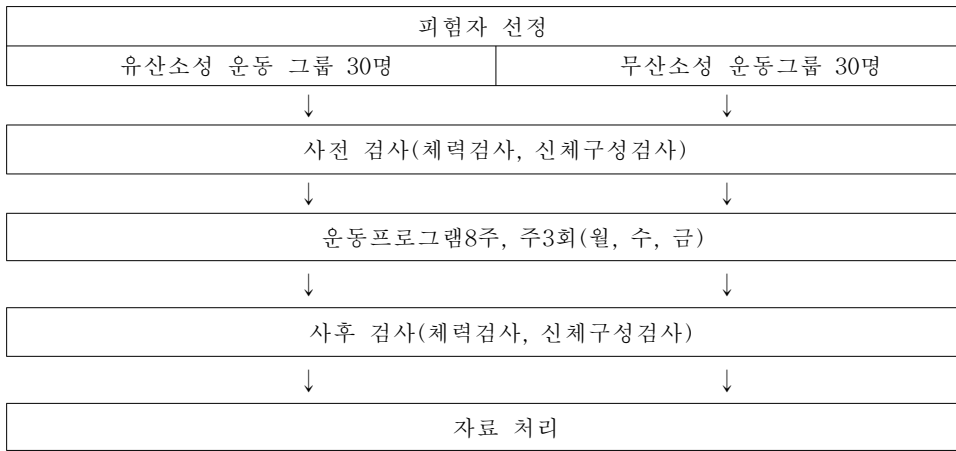
본 연구의 측정은 C대학교 체력 측정실 및 D 고등학교 체육관 등에서 실시하였으며, 측정에 사용되는 측정도구는 <표-3>와 같다.

<표-3> 측정도구

측정항목	도구명	제작회사(국가)	측정방식	
신체구성	신장·체중	DONG SAHV(한국)	Autocursor measurng	
	체성분검사기	Bio space INBODY3.	8점터치식전극법	
근력	악력측정기	TAKEI(일본)	Potentiometer제어방식	
근지구력	윗몸일으키기	TAKEI(일본)	Potentiometer제어방식	
체	민첩성	전신반응측정기	SEWOO SYSTEM(한국)	LED자동점등
	유연성	윗몸앞으로 굽히기	SEWOO SYSTEM(한국)	가변저항식
	평형성	눈감고외발서기 측정기	SEWOO SYSTEM(한국)	매트스위치방식
력	심폐지구력	에어로 바이크	COMBI(일본)	전자제어방식
	걷기 달리기	초시계	SWISS MILITARY(스위스)	전자제어방식

4. 실험 설계 및 운동프로그램

<표-4> 실험 설계



<표-5> 1.) 유산소 운동프로그램

단 계	기 간	운동전,후 (10min)	운동방법	운동강도	운동빈도
I	1주	유연체조, (5분) 스트레칭 (5분)	30분 걷기	40~50%THR	3/주
	2주		40분 걷기		
	3주		30분 걷기, 5분 달리기		
	4주		30분 걷기, 7분 달리기		
II	5주		30분 걷기, 10분 달리기	60~70%THR	3/주
	6주		20분 걷기, 20분 달리기		
	7주		15분 걷기, 25분 달리기		
	8주		10분 걷기, 30분 달리기		

<표-6> 2.) 무산소 운동프로그램

단 계	기 간	운동전,후 (10min)	운동방법	세트/반복횟수	운동강도	운동빈도
				전 종목		
I	1주	유연체조, (5분)	체스트프레스 랫 풀 다운 쇼울더 프레스 덤벨 컬 덤벨 킥백	3/6~10회	50~60%	3/주
	2주					
	3주					
	4주					
II	5주	스트레칭 (5분)	레그익스태이션 레그 프레스 레그 컬 싯티드 크런치 싯업	3/8~12회	70~80%	3/주
	6주					
	7주					
	8주					

5. 측정 절차

각 항목별 측정 및 검사는 운동 전·후에 걸쳐 실시하였으며, 체력요인별 측정은 다음과 같다.

1) 체력 검사

① 유연성(Flexibility)

유연성 측정종목인 체 전굴(trunk flexion)은 신체부위의 관절가동 범위를 측정하는 것으로서 근육의 협동적, 길항적인 작용과 밀접한 관련을 맺고 있다. 측정방법은 몸통을 앞으로 굽혀서 손끝을 뺨쳐 최하단의 위치에 닿는 눈금을 읽는 것이다. 마루 면을 0으로 하여 피험자는 뒤꿈치를 붙이고 두 발을 약 5cm 벌리고 측정대위에 선다. 그 다음에 몸통을 앞으로 굽혀 손끝을 뺨쳐서 측정기의 눈금 위를 스쳐 내려가며 양손가락 최 하단 위치의 눈금을 읽는

다. 0점에 닿지 않을 때는 0점에서의 거리를 -로 기록하며 2회를 실시하여 좋은 기록으로 하였으며 cm미만은 반올림 하였다.

②민첩성(Agility)

민첩성 측정은 전신반응테스트를 채택하였다. 전신 반응 테스트는 스포츠 활동과 상관이 높은 자극 신호를 수용기로 받아서 중추로 보내고 다시 중추에서 근육으로 전달하는, 즉 체중을 부하로 하여 전신적인 동작시간을 2회 측정하였으며, 2회 실시하여 좋은 기록으로 하였다.

③ 평형성(Balancce)

측정방법은 눈감고 외발서기(stick test)를 채택하여 눈을 감고 손을 수평으로 하여 평형을 잡고 한쪽 다리를 직각으로 들어 지면에 닿은 다른 쪽 발이 움직이지 않도록 하여 측정하였으며, 2회 실시하여 좋은 기록으로 하였다.

④근력(Strength)

근력 측정방법인 악력은 네 개의 손가락과 엄지손가락의 협응 및 일반적 최대 근력을 측정하는 것으로, 손가락의 제2관절이 직각이 되도록 잡고 그 폭을 조절하여 팔을 자연스럽게 내려뜨리고 악력계를 몸에 닿지 않게 한다. 악력계를 함부로 내두르지 않도록 하며, 좌·우측 교대로 2회씩 측정하여 각각의 최고치로 0.1kg단위로 택하여 기록 할 것이다.

⑤ 근지구력(Muscular endurance)

근 지구력 측정 종목인 윗몸 일으키기(sit-up)는 복근의 동적인 지구력을 측정하는 것으로 어떤 작업을 계속 또는 반복적으로 수행할 때 근이 최대한

견딜 수 있는 능력을 말한다. 측정방법은 sit-up 판에 센서가 부착되어 일정한 각도를 수행하지 않으면 개수를 인정하지 않는다. 1분간 실시하여 회수를 측정할 것이다.

⑥ 심폐지구력(Cardio-respiratory endurance)

심폐지구력 테스트는 에어로 바이크를 이용하여 분당 60RPM의 회전수로 0watt씩 부하를 증가시키는 다단계 점증 부하 법으로 실시할 것이다. 운동부하 테스트 시 심박수(Heart Rate), 혈압 및 주관적 운동 강도(Rating of Perceived Exertion)등의 변화를 관찰하여 피검자의 생리적, 심리적 상태를 계속적으로 주시하고, 임상적으로 이상이 없는 것을 확인할 것이다. 측정 종료 후 1분 동안 정리운동을 실시하며, 측정단위는 ml로 표시할 것이다.

2) 신체구성(Body composition)

① 신장(Standing height)

발육의 지표로서 중요할 뿐만 아니라 체질이나 형태적 체력의 기초적인 것 중 하나이며, 형태적 체력지수에서는 대부분의 경우 신장을 기본으로 한다. 이 측정은 신장계의 정면에 세워 양 뒤꿈치를 가지런히 척주에 붙이고 무릎을 똑바로 편다. 그리고 배와 가슴을 당기고, 머리를 눈과 귀의 수평위에 같이 고정시킨 후 측정할 것이며 수직 최단거리를 cm단위로 기록할 것이다.

② 체중(Body weight)

체중은 신체의 모든 부분의 발육과 현실성을 나타내는 것으로서 체력측정을 하는 데 매우 중요한 요소의 하나이며, 배뇨, 배변, 발한, 기타 심한 운동

에 따라서 일시적으로 감소하며 반대로 음식의 섭취에 의해서 1.0~1.5kg 정도 증가하기도 한다. 측정 전에는 반드시 대소변을 보도록 하고 음식은 평상시와 같이 섭취한 상태에서 측정할 것이다.

③ 체지방율

체 지방율은 체지방량을 체중으로 나눈 백분율을 나타내며 Bio-space사의 In-Body 3.0을 이용하여 측정할 것이다. 이측정은 생체전기저항분석법으로 최근 체 성분 분석방법으로 널리 사용되고 있는 것으로 인체 내로 전기신호를 흘려주면 전기는 도전성이 가장 높은 수분을 따라 흐르게 된다.

6. 자료처리

고등학생을 대상으로 유·무산소성 운동 프로그램 실시 전·후의 건강관련 체력요인(근력, 근지구력, 심폐지구력, 유연성, 폐활량)과 신체구성의 비교 분석을 위해 본 연구는 통계프로그램인 SPSS 13.0을 이용하여 8주간 운동유형별 유산소집단과 무산소집단으로 분류하여 다음과 같이 자료처리를 하였다.

1. 유산소집단과 무산소집단의 운동 전·후 간의 차를 비교하기 위하여 대응표본 t검증인 Paired Samples t-test를 실시하였다.
2. 유산소집단과 무산소집단간의 차를 비교하기 위하여 독립표본 t검증인 Independent Samples t-test를 실시하였다.
3. 유의수준은 $\alpha = .05$ 수준으로 하였다.

IV. 연구 결과

1. 운동유형별 근력(악력)의 변화

운동유형별 운동전·후 근력의 변화를 살펴보면 <표-7>에서 보는 것과 같이 유산소집단은 운동전 검사에서 $39.30 \pm 3.34\text{kg}$ 으로 8주간 운동을 실시 한 후 $40.20 \pm 3.32\text{kg}$ 으로 운동을 실시 한 후 0.9kg의 근력의 증가가 나타나 운동전·후간 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고($p < .01$), 무산소집단은 운동전 $30.30 \pm 2.83\text{kg}$ 에서 8주간 운동을 실시 한 후 $41.73 \pm 3.24\text{kg}$ 으로 1.33kg의 근력의 증가를 보였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$).

운동집단간 비교를 실시하면 8주간 운동 실시전은 유의한 차이가 없었고 운동을 실시 한 후 유산소집단과 무산소집단간 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

<표-7> 운동유형별 근력(약력)의 변화 (단위:kg)

집 단	사전검사		사후검사		전-후 차	t	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
유산소집단	39.30	3.34	40.20	3.32	0.9	3.250	.003**
무산소집단	40.40	2.83	41.73	3.24	1.33	6.021	.000***
Total	39.85	3.09	40.97	3.28			
t	1.377		2.212				
p	.174		.045*				

* p<.05 ** p<.01 *** p<.001

2. 운동유형별 근지구력(윗몸일으키기)의 변화

운동유형별 운동전·후 근지구력의 변화를 살펴보면 <표-8>에서 보는 것과 같이 유산소집단은 운동전 검사에서 45.07±6.68로 8주간 운동을 실시 한 후 44.73±6.36으로 운동을 실시 한 후 0.66의 근지구력의 증가가 나타나 운동전·후간 통계적으로 유의한 차이가 있었고(p<.05), 무산소집단은 운동전 44.93±6.49에서 8주간 운동을 실시 한 후 46.33±6.16으로 1.4의 근지구력의 증가를 보였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.001).

운동집단간 비교를 실시하면 8주간 운동 실시 전 유의한 차이가 없었고, 운동을 실시 한 후 역시 근지구력에서는 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

<표-8> 운동유형별 근지구력(윗몸일으키기)의 변화 (단위:회)

집 단	사전검사		사후검사		전-후 차	t	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
유산소집단	45.07	6.68	45.73	6.36	0.66	2.408	.023*
무산소집단	44.93	6.49	46.33	6.16	1.4	4.762	.001***
Total	45.00	6.59	46.03	6.26			
t	.078		.371				
p	.938		.712				

* p<.05 *** p<.001

3. 운동유형별 민첩성(전신반응)의 변화

운동유형별 운동전·후 민첩성의 변화를 살펴보면 <표-9>에서 보는 것과 같이 유산소집단은 운동전 검사에서 260.40±50.70으로 8주간 운동을 실시 한 후 269.00±50.92로 운동을 실시 한 후 8.6의 민첩성의 증가가 나타나 운동전·후간 통계적으로 유의한 차이가 있었고(p<.001), 무산소집단은 운동전 292.63±36.58에서 8주간 운동을 실시 한 후 296.43±34.02로 3.8의 민첩성의 증가를 보였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.01).

운동집단간 비교를 실시하면 8주간 운동 실시전은 유산소집단과 무산소집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며(p<.01), 운동을 실시 한 후 역시 유산소집단과 무산소집단간 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05).

<표-9> 운동유형별 민첩성(전신반응)변화 (단위:m/sec)

집 단	사전검사		사후검사		후-전 차	t	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
유산소집단	260.40	50.70	269.00	50.92	8.6	4.914	.001***
무산소집단	292.63	36.58	296.43	34.02	3.8	2.882	.007**
Total	276.51	43.64	282.71	42.47			
t	2.824		2.454				
p	.006**		.017*				

* p<.05 ** p<.01 *** p<.001

4. 운동유형별 평형성(눈 감고 외발서기)의 변화

운동유형별 운동전·후 평형성의 변화를 살펴보면 <표-10>에서 보는 것과 같이 유산소집단은 운동전 검사에서 85.27±27.52로 8주간 운동을 실시 한 후 91.17±29.31로 운동을 실시 한 후 5.9의 평형성의 증가가 나타나 운동전·후 간 통계적으로 유의한 차이가 있었고(p<.001), 무산소집단은 운동전 85.80±24.74에서 8주간 운동을 실시 한 후 90.80±24.24로 5.0의 평형성의 증가를 보였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.001).

운동집단간 비교를 실시하면 8주간 운동 실시 전 유의한 차이가 없었으며, 운동을 실시 한 후 역시 평형성에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

집 단	사전검사		사후검사		전-후 차	t	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
유산소집단	85.27	27.52	91.17	29.31	5.9	4.867	.001***
무산소집단	85.80	24.74	90.80	24.24	5.0	4.053	.001***
Total	85.53	26.13	90.98	26.77			
t	.079		.053				
p	.937		.958				

*** p<.001

5. 운동유형별 유연성(체전굴)의 변화

운동유형별 운동전·후 유연성의 변화를 살펴보면 <표-11>에서 보는 것과 같이 유산소집단은 운동전 검사에서 19.43±4.77cm로 8주간 운동을 실시 한 후 21.00±4.19cm로 운동을 실시 한 후 1.57cm의 유연성의 증가가 나타나 운동전·후간 통계적으로 유의한 차이가 있었고(p<.001), 무산소집단은 운동전 18.43±4.58cm에서 8주간 운동을 실시 한 후 20.47±4.69cm로 2.04cm의 평형성의 증가를 보였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.001).

운동집단간 비교를 실시하면 8주간 운동 실시 전 유의한 차이가 없었고, 운동을 실시 한 후 역시 유연성에서는 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

<표-11> 운동유형별 유연성(체전굴)의 변화 (단위:cm)

집 단	사전검사		사후검사		전-후 차	t	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
유산소집단	19.43	4.77	21.00	4.19	1.57	5.805	.001***
무산소집단	18.43	4.58	20.47	4.69	2.04	6.836	.001***
Total	18.93	4.67	20.73	4.44			
t	.829		.465				
p	.411		.644				

*** p<.001

6. 운동유형별 심폐지구력(에어로바이크)의 변화

운동유형별 운동전·후 심폐지구력의 변화를 살펴보면 <표-12>에서 보는 것과 같이 유산소집단은 운동전 검사에서 $36.12 \pm 5.46 \text{ml/kg/min}$ 으로 8주간 운동을 실시 한 후 $37.41 \pm 5.23 \text{ml/kg/min}$ 으로 운동을 실시 한 후 5.23ml/kg/min 의 심폐지구력의 증가가 나타나 운동전·후간 통계적으로 유의한 차이가 있었고($p < .001$), 무산소집단은 운동전 $35.59 \pm 5.63 \text{ml/kg/min}$ 에서 8주간 운동을 실시 한 후 $35.71 \pm 5.59 \text{ml/kg/min}$ 으로 0.12ml/kg/min 의 심폐지구력의 증가를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

운동집단간 비교를 실시하면 8주간 운동 실시 전 유의한 차이는 없었고, 운동을 실시 한 후 유산소집단과 무산소집단간에 심폐지구력은 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

<표-12> 운동유형별 심폐지구력(에어로바이크)의 변화 (단위:ml/kg/min)

집 단	사전검사		사후검사		전-후 차	t	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
유산소집단	36.12	5.46	37.41	5.23	1.29	7.194	.001***
무산소집단	35.59	5.63	35.71	5.59	0.12	.312	.757
Total	35.85	5.54	36.56	5.41			
t	.366		2.207				
p	.716		.049*				

* $p < .05$ *** $p < .001$

7. 운동유형별 신체구성(체지방율)의 변화

운동유형별 운동전·후 신체구성의 변화를 살펴보면 <표-13>에서 보는 것과 같이 유산소집단은 운동전 검사에서 18.95 ± 2.48 로 8주간 운동을 실시 한 후 18.23 ± 2.34 로 운동을 실시 한 후 0.72의 신체구성의 감소가 나타나 운동전·후간 통계적으로 유의한 차이가 있었고($p < .001$), 무산소집단은 운동전 19.96 ± 2.76 에서 8주간 운동을 실시 한 후 19.44 ± 2.31 로 0.52의 신체구성의 감소를 보여 8주간 운동전·후 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$).

운동집단간 비교를 실시하면 8주간 운동 실시 전 유의한 차이가 없었고, 운동을 실시 한 후 유산소집단과 무산소집단간에 신체구성은 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

<표-13> 운동유형별 신체구성(체지방율)의 변화 (단위:%)

집 단	사전검사		사후검사		전-후 차	t	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
유산소집단	18.95	2.48	18.23	2.34	-0.72	4.066	.001***
무산소집단	19.96	2.76	19.44	2.31	-0.52	3.094	.004**
Total	19.45	2.62	18.84	2.33			
t	1.489		2.020				
p	.142		.048*				

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

V. 논 의

오늘날에는 인간의 활동량감소와 영양과잉으로 인해 비만을 유발시키며 이와 같은 상황이 지속될 경우, 인간의 비 활동성 생활태도는 순환기, 호흡기, 소화기 등의 질환을 더욱 촉진시키는 계기로 작용하기도 한다.(통계청, 1999).

일반적으로 체력은 건강과 기술측면으로 대별하는데, 건강관련 체력은 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력 등의 4가지 요인으로, 기술 측면의 체력은 민첩성, 평형성, 협응력, 순발력, 반응시간, 속도 등의 6가지 요인으로 재분류된다(Corbin & Lindsey, 1988).

건강관련체력 요인과 일상생활과의 관계를 보면 근지구력을 향상시키는 것은 건강한 생활에 필수적이며, 근력과 근지구력은 일상생활을 정상적으로 수행하는데 필수적이며 운동수행능력이 높고 상해의 위험성과 요통 같은 운동 부족 증에 걸릴 위험이 낮다. 유연성은 근육과 관절의 상해를 줄일 수 있고 심폐지구력이 뛰어난 사람은 관상동맥성심질환에 걸릴 가능성이 낮기 때문에 체력의 가장 중요한 요소로 간주된다(강상조 등, 1994).

체력을 향상시키고자 하는 영역에서 사용되는 기본적 트레이닝원리는 과부하의 원리와 점진성의 원리를 바탕으로 하고 있다. 웨이트트레이닝은 바벨, 덤벨 등과 같은 저항운동기구를 사용하여 근력과 파워를 향상시키는 저항운동이며, 근력이란 1회 최대수축을 통해서 생산되는 힘이라고 할 수 있다(Lamb, 1984). 근력은 근 수축에 의해 발생하는 생리적인 운동에너지로 인간의 신체활동은 근력의 발현에 의하여 가능한 것이다. Columbu(1982)는 웨이트트레이닝이 근력을 유의하게 증가시킨다는 보고를 하였으며, 이석인(1989)도 근력이 훈련 전·후 모두 유의한 증가를 하였고, 김영표 등(2000)는

웨이트트레이닝집단과 씨 키트 웨이트트레이닝 집단 모두 운동 후 배근력, 악력 등 근력이 유의하게 증가하여, 본 연구의 8주간 운동유형별 근력의 변화는 유산소집단($p<.01$)과 무산소집단($p<.001$)에서 운동전·후 유의한 증가를 나타내어 근력의 증가를 가져와 선행연구와 일치함을 보였다.

근지구력은 근육이 지속적으로 견딜 수 있느냐 하는 능력으로 이창화(1995)는 10주간의 씨 키트 웨이트트레이닝 후 윗몸일으키기에 있어서 유의한 증가가 있었고, 강경원(1988)은 12주간의 씨 키트 웨이트트레이닝 후에는 윗몸일으키기의 증가는 했지만 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 본 연구에서는 유산소집단은 운동전·후간 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 무산소집단도 운동전·후 근지구력의 증가를 보였으며 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 이창화의 선행연구와 일치함을 나타냈다.

Larson et al.,(1951)은 유연성을 심폐기능 및 순발력과 함께 일반인의 건강과 관련된 3대 체력 요인 중의 하나로 분류하였으며, 연령증가에 따른 이의 적절한 유지는 건강을 위해서 필수적인 요소로 간주될 수 있다고 하였다. 또한 유연성은 체력의 기본요인으로서 운동수행능력은 물론 운동 상해 예방에도 큰 영향을 미친다고 하였다. 본 연구에서의 8주간 운동유형별 유연성의 변화는 유산소집단과 무산소집단에서 운동전·후 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 유산소성운동과 무산소성 운동이 고등학생들의 건강유지 및 기타 상해예방에 도움이 되는 운동으로 사료된다.

심폐지구력은 일반인들의 체력요인 중 중요한 지표로서 건강수준을 평가하는 가장 대표적인 지표로 간주되고 있다(Clarke, 1966; Cooper, 1968). 본 연구에서는 8주간 운동유형별 심폐지구력의 변화는 유산소집단에서 운동전·후 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으나 무산소집단은 운동전·후 유의한 차

가 나타나지 않았다.

유산소 운동은 체지방을 줄여 체중이 감소되고 때로는 제지방조직을 강화 또는 증진시킨다고 보고한바 있다(김영구, 1997).

유산소 운동에 의한 신체구성의 변화에 관해서 Johnson(1984), Blessing(1987)은 장기간의 규칙적인 유산소 운동은 신체구성에 유의한 개선을 보였다고 보고한 선행연구와 본 연구의 8주간 운동유형별 신체구성의 변화는 유산소집단 뿐만 아니라 무산소집단에서 운동전·후 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 선행연구와 일치함을 보였다.

신체구성은 Fox(1979)는 신체구성이 신체활동과 유의한 관련이 있다고 했으며, Noble(1986)은 신체구성과 체중조절에 관한 지식을 스포츠 인들에게 절대적으로 필요하다고 하였다고, Wilmore(1978)는 10주간의 웨이트 트레이닝이 제지방 체중에서는 유의한 증가를 나타냈고, 체지방 및 체지방률 등에서 통계적으로 감소한다고 하였으며, 본 연구에서는 유산소집단은 운동전·후간 신체구성의 감소하여 운동전·후간 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 무산소집단도 운동전·후 신체구성의 감소를 보여 8주간 운동전·후 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 선행연구와 일치함을 보였다.

운동집단간 비교를 실시하면 8주간 운동 실시 전 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동을 실시 한 후 유산소집단과 무산소집단간에 신체구성은 통계적으로 유의한 차가 있는 것으로 나타났다($p < .05$).

신체는 규칙적으로 일정 기간 훈련을 하면 그에 따른 적응 현상에 의해 제반 형태와 기능이 개선되므로 꾸준한 유산소성 운동과 무산소성 운동을 실시하면 고등학교 학생들의 체력 향상에 도움이 될 것으로 사료된다.

VI. 결 론

본 연구는 유·무산소성 운동이 남자 고등학생들의 신체구성과 체력에 미치는 영향에 관한 연구로 실업계 고등학교 남학생을 대상으로 유산소성 운동 그룹 30명과 무산소성 운동그룹 30명 총 60명을 대상으로 운동프로그램에 따라 8주간의 운동을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 운동유형별 근력의 변화는 유산소집단($p<.01$)과 무산소집단($p<.001$)에서 운동전·후 유의한 차이가 있었고, 사후 집단간 비교에서도 유산소집단과 무산소집단간에도 유의한 차이가 있었다.

2. 운동유형별 근지구력의 변화는 유산소집단($p<.05$)과 무산소집단($p<.001$)에서 운동전·후 유의한 차이가 있었고, 사후 집단간 비교에서는 유의한 차이가 없었다.

3. 운동유형별 민첩성의 변화는 유산소집단($p<.001$)과 무산소집단($p<.01$)에서 운동전·후 유의한 차이가 있었고, 사후 집단간 비교에서도 사전($p<.01$)과 사후($p<.05$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

4. 운동유형별 평형성의 변화는 유산소집단($p<.001$)과 무산소집단($p<.001$)에서 운동전·후 유의한 차이가 있었고, 사후 집단간 비교에서는 유의한 차이가 없었다.

5. 운동유형별 유연성의 변화는 유산소집단($p < .001$)과 무산소집단($p < .001$)에서 운동전·후 유의한 차이가 있었고, 사후 집단간 비교에서는 유의한 차이가 없었다.

6. 운동유형별 심폐지구력의 변화는 유산소집단에서($p < .001$) 운동전·후 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으나 무산소집단은 운동전·후 유의한 차가 없었고, 사후 집단간 비교에서는 사후($p < .05$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

7. 운동유형별 신체구성의 변화는 유산소집단($p < .001$)과 무산소집단($p < .01$)에서 운동전·후 유의한 차이가 있었고, 사후 집단간 비교에서는 사후($p < .05$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

참 고 문 헌

- 강상조, 원영두 (1994). 코치론, 서울: 도서출판 대한미디어.
- 권기욱 외 3인(1999). 유산소성 운동과 유산소성 운동 및 저항성 근력 병행 운동 프로그램이 비만 중년 여성의 신체조성, 혈중 지질 및 체력에 미치는 영향. 서울국제학술대 회, 551-561.
- 김교성(1992). “유산소 운동이 혈중 지단백 콜레스테롤에 미치는 효과”. 한국체육학회지 31 (1)
- 김병수(2000). 복합유산소 운동이 40대여성의 신체조성, 체력 및 혈중지질에 미치는 영향, 계명대학교 대학원
- 김상원(1999). 운동프로그램이 비만 아동의 *leptin*, 혈중지질, 유산소능력 및 신체조건에 미치는 영향. 단국대학교 대학원 박사학위 논문.
- 김선호(2001). 유산소 운동과 저항성 운동이 비만 여중생의 신체조성, 혈중 지질, *Leptin* 및 *Anabolic Hormone*에 미치는 영향. 전남대학교 대학원 박사학위 논문
- 김성수, 정일규(2001). 운동생리학, 서울; 도서출판 대경 p.359.
- 김수근, 박홍석(1999). 운동으로 지키는 현대인의 건강. 대경출판사.
- 김영구(1997). 유산소운동의 생리. 생화학적 효과 : Meta 분석. 박사학위 논문
한국체육대학교 대학원
- 김진원(1974). 트레이닝론, 동화문화사, 서울 1978
- 박준기(1997). 여성건강 및 체력향상 운동 프로그램, 인천광역시 생활체육협의회.
- 서해근 외 3인(1999). 근지구성 웨이트트레이닝이 중년여성의 체력과 혈중 지질 및 지단백의 변화에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지, 17(2):224-34
- 스포츠서울(1996). 덤벨체조의 매력과 효과. 2월 7일
- 양은주(1996). 덤벨체조 프로그램이 비만 여고생의 체구성, 혈중지질 및 인지지각에 미치는 영향. 경북대학교 간호학 박사학위 논문.
- 오대성, 안옥희, 정진혁, 윤신중(1998). 유산소 운동과 무산소 운동이 신체조성과 혈중지질에 미치는 영향. 한국체육학회지, 37 (3), 242-255
- 위승두, 채정룡, 김창국(2001). 인간과 스포츠 의학, 서울; 대경북스.

- 이광무(1993). 유산소성 운동이 비만여고생의 체격·신체조성 및 혈청지질에 미치는 영향. 부산대학교 이학박사 학위논문
- 이덕완, 유산소 운동과 저항성 운동이 비만여중생의 체력, 신체조성, 심박수 회복율에 미치는 영향. 군산대학교 교육대학원
- 이석인(1996). 씨키트 웨이트트레이닝이 혈청지질, 혈압과 근력에 미치는 영향, 중앙대학교 스포츠과학연구소, 체육연구9호, pp. 129-143.
- 최양길(1997). 덤벨체조가 중년여성의 체지방감소에 미치는 영향. 인천대학교 석사학위논문.
- 최춘길(2003). 유산소 및 저항 운동이 비만 남자 중학생의 체지방 및 혈중지질 및 호르몬 변화에 미치는 영향. 세종대학교 대학원
- 통계청(1999). 산업안전관리공단 산업재해 보고. 통계청(38001호).
- Amheim, D. D.(1989). Modern principles of Athletic Training. st. Louis: Times Mirror/Mosby College Pudlishing.
- Ansai, k. A., Kaplan, E., & Shoeman, D.(1988). Age related changes in Arroyo, C. M., Carmichael, A. J., Bouscarel, B., Liang, J.H., & Weglicki, W. B.(1990). Endothelial cells as a source of oxygen-free radicals. An ESR study. *Free Radicals TEs. Commun.*, 9; 287-296
- Bast, A., haenen, G. R. M. M., & Doelman, C. S. A.(1991). Osidants and antioxidants: *state of the art. American Journal of Medicine*, 91(Suppl.3C): 2-13.
- Batelli, M. G.(1980). Enzymic conversion of rat liver xanthine oxidase from dehydrogenase (D form) to oxidase (O form). *FEBS Letters*, 113:47-51.
- Benzi, G., Pastario, O., & Villa, R. F.(1988b). Changes induced by aging and drug treatment on cerebral enzymatic antioxidant system. *Neurochemistry Research*, 13: 467-478.
- Benzi, G., Pastoris, O., Marzatico, F., & Villa, R. F.(1988a). Influence of aging and drug treatment on the cerebral glutathione system. *Neurobiology and Aging*, 9: 371-375.
- Blann, M. G., Bullock, B. C., Bellinger, D. A., & Hamm, T. E.(1995). Antionxidants, von Willebrand factor and endothelial cell injury

- in hypercholesterolaemia and vascular disease. *Atherosclerosis*, 116(2):191-198.
- Boveris, A., Cadenas, E., & Stoppani, A. O. K.(1976). Tole of ubiquinone
- Chambers, D. E., Parks, D. A., Patterson, G., Roy, R., & McCord, R. M.(1985). Xanthine oxidase as a source of free radical damage in myocardial ischemia. *Journal of Molecular and Cell*
- Davies, K., Quintanilla, A., Brooks, G., & Packer, L.(1982). Free radicals and tissue damage produced by exercise. *Biochem. Biophys.*
- Chui, E.(1958). The effect of systematic weight training on athletic power(Res, Q)21, p.118
- Clarke, H. H.(1973). Physical fitness research cligest, washington D.C
- Corbin, C.B., & Lindsey, R.(1988). Concepts of physical fitness with laboratories. W.M.C. Brown Publishers.
- Demirel, H. A., Powers, S. K., Caillaud, C., Coombes, J. S., Naito, H., Fletcher, I. A., Vrabas, I., Jessup, J. V., & Ji, L. L.(1998). Exercise training reduces myocardial lipid peroxidation following short-term schemia reperfusion. *Med. Sci. Sports Exer.*, 30(8): 1211-1216.
- Devasagayam, T. P. A., & Pushpendran, C. K.(1986). Changes in ascorbate induced lipid peroxidation of hepatic rough and smooth microsomes during postnatal development an daging of rats. *Mechamism of Aging and Development*, 343: 13-21.
- Edward, L. F.(1979). *Sports Physiology*. Philadelphia: B. Saunders
- Fry, A. C., Kraemer, W. J., Stone, B. J., Warren, S. J., Fleck, J. T., Keamey, S. E., & Cordon.(1994). Endocrine response to overreaching before and agter year of weightlifting. *Can. J. Appl. Physiol.*, 19: 400-410.
- Faigenbaum, A & Westcott, W, LaRosa, Loud, R & Long, C(1999). The effect of different resistance training protocols on muscular strength and ecdurance development in chidren. *Pediatrics*, 104(1), e5.

- Gettman, L. R., Ayres, J. J., Pollock, M. L., & Jackson, A.(1978). The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. *Med, Sci. Sports Exerc.*, 10(3): 171-176.
- Gettman, LR & Pollock, ML(1981). Circuit weight training ; A critical review of its physiological benefits. *The physical and sports medicine*, 9 : 44-60.
- Goldfarb, A. H., Mcintosh, M. K., Boyer, B. T., & Fatouros, J.(1994). Vitamin E effects on indexes of lipid peroxidation in muscle from dehydroepiandrosterone- treated and exercised rats. *J. Appl. Physiol.*, 76: 1630-1635.
- Gurney, M. E., Pu, H., & Chiu, A. Y.(1994). Motor neuron degeneration in mice that express a human Cu, Zn superoxide dismutase mutation. *Science*, 264: 1772-1775.
- Halliwell, B.(1990). How to characterize a biological antioxidants. *Free Radical Res. Commun...*, 9: 1-32.
- Halliwell, B.(1994). Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence?. *Lancet*, 344: 721-724.
- Hernandez, I. A., Grisham, M. B., Twohig, B., Arfors, K. E., & Harlan, J. M.(1987). Tole of neutrophils in ischemia-reperfusion-induced microvascular injury. *American Journal of phtysiology*, 253: H699-H703.
- Johnson. S. (1984). The effect of training frequency of aerobic dance on oxygen uptake, body composition and personality. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 24, 290-298.
- Karpovich, P. V., and W. E. Sinning,(1971). *Physiology of muscular activity*. Philadelphia Sanders, P. 15.
- Kim, J. D., Yu, B. P., Roger, J., McCarter, M., lee, S. Y., Jerremiah, T., & Herlihy.(1995). Exercise and diet: Modulate cardiac peroxidation and antioxidant defence,. *Free Padical. Bil Med.*, 20(1): 83-88.
- Kimura, Y., Itow, H., and Yamazaki, S.(1981). The effect of circuit weight training on maximal oxygen uptake and body composition of

- trained college man, *Journal of the physiological Society of Japan*, Vol. 43, 593-596.
- Lamarche, B. J., Despres, M. C., Pouliot, S., Moorjani, P. J., Lupien, G., Theriault, A., Tremblay, A., Nadeau, C., & Bouchard. (1992). Is body fat loss a determinant factor in the improvement of carbohydrate and lipid metabolism following aerobic exercise training in obese woman. *Metabolism*, 41(11): 1249-56.
- Lamb, D. R. (1984). *Physiology of Exercise*, New York: Macmillan Publishing Company.
- Larson, L.A. (1951). *Measurement and evaluation in Physical fitness. Physical fitness research digest. President's council on physical fitness and sport*, Washington D.C.
- Lew, H., Pyke, S., & Quintanilha, A. (1985). Change in the glutathione status of plasma, liver and muscle following exhaustive exercise in rat. *FEBS. Lett.* 185: 262-266.
- Meuleman, J. T., Brechue, W. F., Kubilis, P. S., & Lowenthal, D. T. (2000). Exercise training in the debilitated aged: strength and functional outcomes. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 81(3): 312-318.
- Noberasco, G., Odette, P., Boeri, D., Maiello, M., & Adezatti, L. (1991). Malondialdehyde (MDA) level in diabetic subjects. *Biomed. Pharmacol. Therapeutics*, 45(4): 193-196.
- Nohl, H., Jordan, W., & Youngman, R. J. (1986). Quinones in biology: function in electron transfer and oxygen activation. *Advances in Free Radicals Biology and Medicine*, 2: 211.
- Perez, R., Lopes, M. B., & De Quiroga, G. (1991). Aging and lung antioxidant enzymes, glutathione and lipid peroxidation in the rat. *Free radicals in Biology and Medicine*, 10:35-39.
- Sumida, S. K., Tanka, H., Kitao, & Nakadomo, K. (1989). Exercise induced lipid peroxidation and leakage of enzymes before and after vitamin E supplementation. *Int. J. Biochem.*, 21(8): 835-838.
- Thorstensson, A. B., Hulten, W. V., Dobeln, J., & Karlsson, B. D. (1976).

Effect of strength training on enzyme activities and fiber characteristics in human skeletal muscle. *Acta Physiol. Scand.*, 96: 392-98.

Weisiger, R. A., & Fridovich, I.(1973). Mitochondrial superoxide dismutase: site of synthesis and intramitochondrial localization. *Journal of Biological Chemistry*, 248(13): 4793-4796.

White, C. R., Brock, T. A., & Chang, L. Y.(1994). Superoxide and peroxynitrite in atherosclerosis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 91: 1044-1048.