



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2009학년 2월

박사학위논문

태권도수련활동이 대사성호르몬과  
면역글로불린에 미치는 영향

조선대학교 대학원

체 육 학 과

고 향 순

태권도수련활동이 대사성호르몬과  
면역글로불린에 미치는 영향

*Effects of Taekwondo Training on Metabolic Hormone  
and Immunoglobulin*

2009년 2월 25일

조선대학교 대학원

체 육 학 과

고 향 순

태권도수련활동이 대사성호르몬과  
면역글로불린에 미치는 영향

지도교수 위 승 두

이 논문을 이학박사학위신청 논문으로 제출함

2008년 10월

조선대학교 대학원

체 육 학 과

고 향 순

## 고향순의 박사학위논문을 인준함

위원장	00 대학교 교수	(인)
위원	00 대학교 교수	(인)
위원	00 대학교 교수	(인)
위원	00 대학교 교수	(인)
위원	00 대학교 교수	(인)

2008년 12월

## < 목 차 >

### *ABSTRACT*

I. 서 론 .....	1
1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구 목적 .....	5
3. 연구 가설 .....	6
4. 연구의 제한점 .....	6
5. 용어의 정리 .....	7
II. 이론적 배경 .....	8
1. 운동과 대사성호르몬 .....	8
2. 운동과 면역글로불린 .....	17
3. 태권도수련활동에 따른 대사성호르몬과 면역글로불린 .....	18
III. 연구 방법 .....	21
1. 연구 대상 .....	21
2. 실험 절차 .....	21
3. 혈액분석 방법 .....	22
4. 통계 처리 .....	23
IV. 연구 결과 .....	24
1. 대사성 호르몬 .....	24
2. 면역 글로불린 .....	32

V. 논 의 ..... 39

    1. 대사성 호르몬 ..... 39

    2. 면역 글로불린 ..... 43

VI. 결 론 ..... 45

참고문헌

## < 표 목차 >

표 1. 연구대상자의 신체적 특성 .....	21
표 2. 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 성장호르몬 농도 .....	25
표 3. 점증적 최대운동 시 성장호르몬의 변화에 대한 공분산분석결과 .....	26
표 4. 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 코티졸 농도 .....	27
표 5. 점증적 최대운동 시 코티졸의 변화에 대한 공분산분석결과 .....	28
표 6. 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 에피네프린 농도 .....	29
표 7. 점증적 최대운동 시 에피네프린의 변화에 대한 공분산분석결과 .....	30
표 8. 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 노르에피네프린 농도 .....	31
표 9. 점증적 최대운동 시 노르에피네프린의 변화에 대한 공분산분석결과 ..	32
표 10. 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 IgM 농도 .....	33
표 11. 점증적 최대운동 시 IgM의 변화에 대한 공분산분석결과 .....	34
표 12. 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 IgA 농도 .....	35
표 13. 점증적 최대운동 시 IgA의 변화에 대한 공분산분석결과 .....	36
표 14. 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 IgG 농도 .....	37
표 15. 점증적 최대운동 시 IgG의 변화에 대한 공분산분석결과 .....	38



## < 그림 목차 >

그림 1. 실험 절차 .....	22
그림 2. 점증적 최대 운동시 성장호르몬의 변화 .....	25
그림 3. 점증적 최대 운동시 코티졸의 변화 .....	27
그림 4. 점증적 최대 운동시 에피네프린의 변화 .....	29
그림 5. 점증적 최대 운동시 노르에피네프린의 변화 .....	31
그림 6. 점증적 최대 운동시 IgM의 변화 .....	33
그림 7. 점증적 최대 운동시 IgA의 변화 .....	35
그림 8. 점증적 최대 운동시 IgG의 변화 .....	37

## *ABSTRACT*

# **Effects of Taekwondo Training on Metabolic Hormone and Immunoglobulin**

Go, Hyang-Sun

Advisor: Prof. Wee, Seung-Doo, Ph. D.

Department of Physical Education,

Graduate School of Chosun University

In the present study, the effect of Taekwondo training on the metabolic hormone and Immunoglobulin of blood was investigated. A total of 20 subjects were divided into groups: 10 Taekwondo training participation students and 10 students who do not work out regularly. The results of the study were summarized as follows after testing metabolic hormone and immunoglobulin. 1. GH, cortisol, epinephrine and norepinephrine of metabolic hormone show higher from Taekwondo training group who undergo regular training, which shows statistically significant difference. 2. The group of Taekwondo training show higher IgM, IgA, and IgG of immunoglobulin than the group of Taekwondo non-training. Particular, IgA and IgG show statistically significant difference, which tells that regular Taekwondo training will increase immunity. It concluded that regular Taekwondo training induces which positive effected metabolic activity and immunity.

# 1. 서 론

## 1. 연구의 필요성

운동을 통한 신체적 자극은 체내에서 항상성을 유지하기 위해 내분비계의 호르몬이라는 물질과 신호전달 기능을 담당하는 아세틸콜린이라는 신경전달물질이 작용한다. 운동에 대한 호르몬의 반응은 간에서 당원신생과정과 글리코겐 분해과정을 촉진시켜 혈액으로 포도당을 방출시키고, 지방조직에서 지방분해를 촉진시켜 유리지방산을 혈액으로 방출시키면서 근육 내에서 필요로 하는 에너지를 공급한다(Felig, 1983).

인체에서 에너지 합성에 중요한 역할을 하는 대사기질은 스트레스, 운동 등 외부적 자극에 반응하여 변화하는 것으로 알려지고 있으며, 이러한 대사기질의 변화는 호르몬에 의하여 조절이 이루어지고 있다. 대사기질을 조절하는 중요한 호르몬은 성장호르몬(growth hormone), 코티졸(cortisol), 카테콜아민(catecholamine) 등을 말하며, 항상성 조절과 운동 시 에너지원 동원 양상의 중요한 지표가 되는 글루코스(glucose)를 조절하는 것으로 보고되었다(Coggan, 1991; Flynn et al., 1990; Kjaer, Farrell, Christensen & Galbo, 1986; Sonne & Galbo, 1985).

성장호르몬(growth hormone)은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 것으로 그 분비는 시상하부에서 분비되는 성장호르몬 방출인자와 성장호르몬 억제인자에 의해서 조절되고 있다. 성장호르몬의 조절은 시상하부에서 분비되는 소마토스테틴(somatostatin) 및 성장 호르몬 방출호르몬에 의하여 영향을 받으며 이들 호르몬들은 단락회귀 피드백(short-loop negative feedback), 분석회귀 피드백(long-loop negative feedback)에 의하여 조절된다(Nicklas et

al., 1995). 내분비 체계에서 성장호르몬 분비는 초기 성장기에 많이 분비되며, 강한 운동을 한다든지 혹은 신체가 에너지를 급하게 필요로 하는 내부 환경을 조성하든가 아니면 지구력 운동에 의하여 성장호르몬은 분비가 자극된다. 어느 시점에서 성장촉진을 위하여 필요한 호르몬이 분비될 수 있는 환경이 만들어지면 성장호르몬은 증가한다. 운동으로 신체의 성장을 원활하게 하는 것은 이러한 호르몬이 골단 송과체의 성장 게이트에 도달하면서 필요하다(Weltman et al., 1980).

코티졸(cortisol)은 당신생을 촉진하며 지방조직에서 지방산의 동원을 통해 조직의 지방이용을 촉진하는 한편, 조직세포의 포도당 이용은 억제하여 혈당량을 증가시키는 작용을 갖고 있다. 또한 코티졸(cortisol)을 비롯한 당류 피질 호르몬은 심한 운동과 같은 스트레스 상황에 대응하는데 필수적 역할을 한다고 할 수 있다(김성수, 정일규, 1995). 운동시간 및 운동량은 코티졸 분비에 영향을 줄 수 있으며(Kindermann et al., 1982), Vanhelder(1985)의 연구에서도 유산소성 운동 및 무산소성 운동 형태에 따라 혈장 코티졸의 변화가 관찰되는데 무산소성 운동에서만 증가함을 밝혔고 또한 운동시간 및 전체운동량이 혈장 코티졸에 영향을 끼칠 수 있다고 하였다. 즉 가벼운 운동이라도 운동 시간이 길어지면 혈장 코티졸의 분비가 증가하며 (Brandenberger & Follenius, 1975), 운동 강도가 강할수록 코티졸의 분비는 더 증가한다고 하였다(Few et al. 1980).

카테콜아민(catecholamine) 작용은 지질분해를 통한 혈장 FFA 수준의 상승을 유발시키며, 혈장 FFA 수준의 상승은 활동 근에 의한 지방 산화 율을 결정하는 중요 요소이기 때문에 장시간 운동 중 혈장 글루코스 수준을 유지시키는 작용에 중요한 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(위승두, 1991). Wasserman 등(1984)은 근육에 의한 글루코스 흡수 조절에 미치는 카테콜

아민의 역할에 대한 연구에서 운동 시 나타나는 가벼운 저혈당은 에피네프린(epinephrine) 분비를 보다 많이 유발시키며, 이는 FFA 및 젖산(lactate) 수준의 상승, 그리고 혈장 글루코스 수준의 둔화와 밀접한 관련을 맺고 있다고 하였다. 따라서 에피네프린은 간 이외의 기질동원을 자극하여 혈당의 심각한 저하를 방지하는데 그 생리적인 의미가 있다(위승두, 1991). Kotchen 등(1971)은 강한 운동을 하는 동안 혈장 노르에피네프린이 증가한다고 보고하였고, 혈장 노르에피네프린의 증가가 운동 강도에 비례해서 증가하는 것이 아니며 60~70%VO<sub>2</sub>max의 운동 강도까지는 서서히 증가하다가 역치수준 이상의 운동 강도에서는 급격히 증가한다고 보고하였다. Farrell 등 (1987)은 점진적인 운동부하시 혈중 에피네프린 농도가 점진적으로 증가하였다고 보고하였다.

면역글로불린(Immunoglobulin, Ig)은 이종물질이 생체에 들어가 생체세포를 자극하여 세포가 생성한 혈청단백으로 면역에 중요한 역할을 담당하고 있다. 면역글로불린이라는 명칭은 1964년 WHO에 의해 제창된 것으로 항체 활성을 갖지 않은 혈청단백질이라도 이것과 공통의 분자구조를 갖고 있으면 모두 면역글로불린에 포함시키지만 항체(antibody)라고는 부르지 않는다.

면역글로불린은 B cell 및 혈장 세포에서 생성되고 분비된 당 단백질로서 인체의 혈청과 기타체액에서 발견된다. 이런 글로불린은 박테리아나 바이러스 감염에 대한 중요한 숙주매개체이다. 일반적으로 운동에 대한 혈청 면역글로불린 반응은 점증적 최대운동과 격렬한 최대한 운동에서는 혈청 면역글로불린의 증가와 매우 격심한 운동과 탈진적 훈련은 감소한다(나재철, 2002). 격렬하고 심한 운동을 시행한 경우에는 인체 보호능력의 저하와 면역감시체계의 장애로, 신체 방어력이 떨어져 오히려 면역기능을 저하시킨

다고 하였다(Gleeson, 2000 ; Bruunsgaare & Pedersen, 2000 ; Gleeson et al., 1996).

이처럼 대사성호르몬과 면역글로빈은 여러 환경적 요인에 의해서도 영향을 받지만, 안정시의 신체상태, 운동 강도와 운동 형태에도 영향을 받으므로 운동 시와 회복기에 따른 변화를 파악하는 것은 운동이 신체의 생리적 변화에 미치는 영향을 이해하고 적절한 운동을 통한 건강 증진과 각종 질병의 예방, 치료 등의 운동효과를 거두는데 있어 매우 중요한 일이다.

이에 따른 태권도는 국제적으로 대중화가 되어 있는 무도스포츠로서 세계 각국에서는 단순한 태권도 수련활동뿐만 아니라 동양의 전통을 비롯한 한국의 생활양식과 예절을 가르치고, 신심수련활동을 통해 인간의 욕구인 파괴 본능과 공격적인 욕구 등을 정화시켜 주는 역할을 담당하고 있는 실정이다(오노균·이대현,2006). 이에 따른 태권도 수련효과의 과학적 분석은 매우 의미 있는 일이다. 태권도는 수련을 통해 신체적, 정신적, 사회적 발달에 영향을 미치고 있을 뿐만 아니라 신체 발달 측면에서도 긍정적인 효과를 보이고 있다(김도호,황영성·박재성,2001,이재수,한종우·지용석 2004). 이처럼 국제적으로 태권도를 수련하는 인구가 증가되고, 국제적인 스포츠로 경기화 되면서 태권도의 수련효과에 따른 연구과 검증은 매우 중요한 현실이다. 무엇보다도 건강 유지 증진의 중요성이 강조되고 있는 현실에 비추어 볼 때, 태권도 수련이 주는 신체적, 생리학적 영향을 과학적으로 검증 하는 것은 태권도의 보급, 발전에 큰 영향을 줄 것으로 사료된다. 현재 대부분의 태권도에 관한 연구는 태권도의 역사나 철학 그리고 정신적인측면, 사회적측면 등 교육효과에 따른 연구와 생리학적 연구로는 태권도의 기술과 관련하여 발차기에 대한 역학적 분석, 경기 시 발차기의 빈도와 득점에 관한 연구(이재수 등, 2004) 등 경기력 향상에 대한 연구들로 이루어졌으며, 태

권도 도장에서 이루어진 일반인의 태권도 수련효과를 과학적으로 증명하는 연구들은 부족한 실정이다.

따라서 본 연구자는 일반태권도장의 수련효과를 과학적으로 증명하는데 기초 자료의 필요성을 인식하여 일반 태권도장에서 수련하고 있는 수련생을 중심으로 대사성호르몬과 면역글로빈 등 신체적 변화를 규명하고자 본 연구를 실행하게 되었다.

## **2. 연구의 목적**

본 연구는 평소에 규칙적으로 태권도 수련을 하고 있는 수련생과 비 수련생을 대상으로 대사성 호르몬인 성장호르몬, 코티졸, 카테콜아민과 박테리아나 바이러스 감염에 대한 숙주매체인 면역글로빈 IgM, IgA, IgG 등을 관찰하여 태권도 수련활동이 대사기능과 면역기능에 미치는 영향을 규명하는데 그 목적이 있다.

### 3. 연구 가설

- 1) 태권도 수련자와 비 수련자의 성장호르몬의 차이가 있을 것이다.
- 2) 태권도 수련자와 비 수련자의 코티졸은 차이가 있을 것이다.
- 3) 태권도 수련자와 비 수련자의 에피네프린은 차이가 있을 것이다.
- 4) 태권도 수련자와 비 수련자의 노르에피네프린은 차이가 있을 것이다.
- 5) 점증적 최대운동 전, 후, 회복기 시 태권도 수련자와 비 수련자의 대사성 호르몬의 변화에는 차이가 있을 것이다.
- 6) 태권도 수련자와 비 수련자의 IgM은 차이가 있을 것이다.
- 7) 태권도 수련자와 비 수련자의 IgA은 차이가 있을 것이다.
- 8) 태권도 수련자와 비 수련자의 IgG은 차이가 있을 것이다.
- 9) 점증적 최대운동 전, 후, 회복기 시 태권도 수련자와 비 수련자의 면역글로빈의 변화에는 차이가 있을 것이다.

### 4. 연구의 제한점

- 1) 태권도 수련자 집단은 2년 이상 규칙적인 운동을 실시한 남자 고등학생만을 대상으로 한정하였고, 비 수련자 집단은 운동을 하지 않는 일반 남자 고등학생만을 대상으로 한정하였기 때문에 전체 고등학생을 일반화 시키기는 어렵다.
- 2) 두 집단 모두 일상생활의 식습관과 같은 개인차는 고려하지 못 하였다.



## 5. 용어의 정리

### 1) 성장호르몬(growth hormone, GH)

성장을 촉진하는 호르몬을 총칭하며, 특히 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬을 말한다. 이것은 단백질, 당질 및 지질의 신진대사에 직접 작용하여 골격 및 내장의 성장속도를 조절한다.

### 2) 코티졸(cortisol)

부신피질스테로이드 호르몬으로 포도당 신생을 촉진하며, 지방과 수분 대사에 작용한다. 근의 긴장, 신경조직의 흥분에 영향을 주며, 위의 분비를 촉진한다. 부신피질에서 분리된 제제 또는 합성체제는 항염증제로 쓰인다.

### 3) 카테콜라민(catecholamine)

교감신경 흥분작용을 나타내는 유사화합물군의 하나. 분자의 방향족 부분은 카테콜, 지방족 부분은 아민으로 되어 있다. 이러한 화합물에는 도파민, 노르에피네프린, 에피네프린이 포함된다.

### 4) 면역글로불린(Immunoglobulin)

면역원이 반응하여 형질세포가 생산하며 항체로 작용하는 당단백질을 말한다. 면역글로불린이란 이름은 항체를 함유하고 있는 혈청을 전기영동시키면 인체의 면역력을 부여하는 항체가 다른 글로불린 단백질들과 함께 이동한다는 사실로부터 유래하였다. 면역글로불린의 항원성의 차이에 따라 IgA, IgD, IgG, IgE, IgM로 구분한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 운동과 대사호르몬

호르몬은 인체 내에서 신경계와 마찬가지로 중요한 정보전달 기능을 가지고 있기 때문에 인체의 성장발육, 심혈관계, 분화, 각종 대사 변화의 조절에 관여하는 생화학적 전령(signaling mechanism) 임무를 맡고 있으며, 신경계와 함께 외부자극에 대하여 신속하게 반응하므로 운동 상황에서 중요한 역할을 담당한다. 호르몬의 작용기전은 어느 한가지로만 설명할 수 없으며 생체 전체적으로도 서로 길항 작용을 함으로써 신진대사, 생식 등 여러 기능을 더 정밀하게 조절하고, 혈중농도를 조절하는 중요한 기전으로 정 및 부의 제어기전(positive or negative feedback system)이 존재하며, 인체에서 조절계로 기능하면서 내적 환경의 항상성을 유지하는 큰 역할과 화학적 매개물질을 통해 반응한다(황애란, 1990).

#### 1) 성장호르몬(growth hormone, GH)

성장호르몬이란 신장을 비롯하여 신체 각 기관의 해부학적 형태학적인 크기와 기능이 증가하도록 하는 전령이다. 성장호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 것으로, 그 분비는 시상하부에서 분비되는 성장호르몬 방출인자와 성장호르몬 억제인자에 의해서 조절되고 있다. 그 작용은 간이나 지방조직에서 당을 만들고, 지방분해에 관여하는 효소 단백질의 분해나 뼈에서 연골의 형성, 근에서 아미노산의 섭취나 단백질 합성의 촉진 등으로 성장을 촉진한다. 또한 성장 호르몬 DNA, RNA 및 단백질의 합성을 촉진하여 세포의 핵분열을 증가시키며, 지방분해를 촉진하기도 하며 유리지방산을 유리시킨

다. 성장호르몬은 인슐린과 비슷한 작용을 나타내며 인슐린에 대한 길항작용을 나타낸다.

따라서 장시간 동안의 성장호르몬 과다 상태는 당에 대한 불 내성을 일으키며 당뇨병의 원인이 될 수 있다. 성장호르몬의 조절은 시상하부에서 분비되는 소마토스테인(somatostaine) 및 성장호르몬 방출호르몬에 의하여 영향을 받으며 이들 호르몬들은 단락회귀 피드백(short-loop negative feedback), 분석회귀 피드백(long-loop negative feedback)에 의하여 조절된다(Nicklas et al. 1995).

성장호르몬은 발육발달에 있어 체중에 중요한 영향을 미치는데 특히 제지방 체중에 큰 영향을 준다. 그래서 성장과 발달은 풍부한 영양과 함께 성장호르몬과 동화호르몬(anabolic hormones)의 의존도에 따라 좌우된다. 근육의 크기나 신장의 길이와 같은 동화호르몬 작용의 예로 초기의 태아 성장에 영향을 주는 것은 뇌하수체가 아닌 태반에 공급되는 영양, 인슐린 등과 같은 성장인자에 의한 것으로 나타나 있다.

출생 후 1년까지는 뇌하수체 성장호르몬에 의해 골격과 같은 뼈 크기의 조절이 일차적으로 끝난다고 알려져 있다(Rogol, 1994). 초기 성장 비율은 성장호르몬의 분비 양에 의해 결정된다. 유아 초기의 성장은 높은 혈청 성장호르몬의 동화작용에 의해 증대된다.

골격성장이 왕성한 사춘기에 분비되는 성장호르몬의 양적 조절은 유전적으로 내분비 체계에 의한 것으로 알려져 있다. 이 내분비 체계는 시상하부 궁상(arcuate)에 위치해 있는 성장 호르몬 방출 호르몬의 활동을 포함하며, 시상하부 혈관주변(periventricular hypothalamus)과 전이대(preoptic)에 위치해 있는 소마토스테틴(somatostatin) 신경을 억제한다. 이 두 위치의 신경은 뇌하수체의 somatotrophs(소마토포트로프)에 도달하여 임무를 수행하는

데 이는 뇌하수체 호르몬의 하나로 성장촉진, 세포증식, 자연치유력 증강 등의 작용을 나타내는 물질이기도 하다. 이 두 가지의 신경펩티드는 상호억제하며, 재생을 조절하는 시상하부의 입구에 순환하면서 재생을 조절하여 분비의 형태를 바꾸며 뇌하수체성장 호르몬을 방출 하게 된다.

성장호르몬 영향을 받는 조직의 동화작용은 분화와 증식활동이다. 성장호르몬의 성장과 증식을 하는데, 단백질과 결합하여 수용기를 조절하며 성장인자에 반응하는 세포를 증가하게 하고 성장 유전자를 초기에 운반한다(Mathur et al. 1986). 이러한 분화작용은 성장호르몬과 성장인자 활동에 반응하는 연골세포를 증식함으로써 뼈의 성장을 가져오는 것이다. 성장인자에 반응하는 연골세포의 분화와 증식의 두 가지 작용은 결국 초기의 성장호르몬 활동에 의해서 이루어진다. 이러한 성장인자는 자신들을 결합하고 세포막 수용기를 조정하기 위한 연골세포에 의해 분비된다.

내분비 체계는 이러한 성장호르몬 분비를 초기 성장기에 분비하며, 지구력 운동은 성장호르몬을 증가하게 하고, 운동 후에 자동적으로 감소한다. 성장호르몬의 동화작용은 두 가지로 제지방 체중을 유지하게 하는 세포의 분화와 증식에 직접 관여하며, 성장호르몬에 의해 야기되는 성장인자들이 증식과 분화작용을 계속하게 된다(Rogol, 1994).

성장호르몬을 분비하려면 강한 운동을 한다든지 혹은 신체가 에너지를 급격하게 필요로 하는 내부 환경을 조성하든가 아니면 지구력 운동에 의하여 성장호르몬 분비를 자극 하던가 산소섭취량의 증가 혹은 장시간 에너지를 필요로 하는 신체조건을 만들어야 한다. 어느 시점에서 성장촉진을 위하여 필요한 호르몬이 분비될 수 있는 환경이 만들어지면 성장호르몬은 증가한다. 운동으로 신체의 성장을 원활하게 하는 것은 이러한 호르몬이 골단 송과체의 성장 게이트에 닿으면서 필요하다(Weltman et al., 1980).

성장호르몬은 운동 시 혈중에 증가하는데 운동 강도를 높이면 성장호르몬 또한 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 사실 운동 그 자체의 영향이라기보다는 오히려 체온의 상승으로 말미암아 성장호르몬이 증가하는 것으로 밝혀져 있다.

운동에 의한 여러 생리적인 영향은 인간의 성장호르몬을 효과적으로 자극하여 분비토록 한다. 첫째, 성장호르몬은 운동 중에 영양소 대사를 위하여 필요한 만큼 증가한다. 높은 혈장 글루코스와 자유지방산 수준은 성장호르몬 증가를 억제하여 평상시 영양으로 성장호르몬의 중요한 역할을 한다. 둘째는 운동 중에 산소의 증가는 성장호르몬 분비에 상당한 자극을 준다. 운동 강도를 무산소성 역치 이상의 운동에서 성장호르몬이 급격히 상승한 자극을 준다. 운동 강도를 무산소성 역치 이상의 운동에서 성장호르몬이 급격히 상승하는데 젖산의 증가 그 자체가 성장호르몬 분비물 충분히 자극하기 때문이다. 더욱이 평상시 성장호르몬 분비는 산소공급비율이 이용비율을 초과하는 지구력 훈련의 경우 증가한다. 셋째 운동과 관련된 자극으로 성장호르몬 분비크기는 운동대사의 증가로 인체내부 온도의 상승이다. 급격한 운동으로 인한 성장호르몬 분비는 운동과 관련된 인체 내부온도 상승을 방어하도록 막아 줄 수 있다.

## 2) 코티졸(cortisol)

코티졸의 주된 역할은 탄수화물, 지방, 단백질 대사에 관련되어있다. 첫째 혈중 글루코스 신생의 자극이다. 이는 간에서 아미노산(amino acid)을 글루코스로 전환하는 비율을 증가시켜서 간 글리코겐과 혈중 글루코스로 전환하는 비율을 증가시켜서 간 글리코겐과 혈중 글루코스가 증가된다. 둘째, 조직에서 아미노산을 동원하고 간 아미노산을 증가시켜 근육 내 단백질 이

화작용에 영향을 준다. 셋째 지방세포로부터 유리지방산(free fatty acid, FFA)을 동원하여 혈중 유리지방산을 증가시킨다(Tharp, 1995).

코티졸의 분비는 시상하부 및 그 이상의 상부구조에서 시작되는 부신피질 자극호르몬에 의해 조절되며 스트레스와 같은 외부자극에 의해 시상하부 → 뇌하수체 → 부신피질로 연결되는 hypothalamus-pituitary-axis축에 의해 전달 분비되며 격렬한 운동을 하는 동안 증가되는 반면 가벼운 운동 시 변화는 대부분 훈련받지 않는 사람에게 나타나는 심리적 스트레스로 인한 코티졸 생성과 연관이 있다. 예를 들면, 동일하고 적당한 운동 수행이 혈장 코티졸 수준은 좌업 하는 사람과 비교해서 훈련받은 사람이 덜 증가하는 경향을 나타낸다(Shephard & Sidney, 1995).

코티졸은 글루코스 생성에 관여하는 간 효소들의 합성을 유도함으로써 탄수화물 대사에 영향을 미치며 최근 연구에 의하면 코티졸의 활동성은 Glucagon이나 카테콜아민의 상승작용(Synergism)을 이용하여 운동 시에 이 모든 호르몬들이 증가시키므로써 간의 글루코스 생성을 증가시키며 코티졸은 주요한 글루코스 생성물질인 Alanine을 근육으로부터 분리를 자극하고 인슐린 의존성 혹은 비의존성 경로를 차단하여 말초조직에서 글루코스 파급을 규제한다(Marco et al., 1993).

운동 시 코티졸이 증가하는 경과로 해석되는 선행사례를 살펴보면, 코티졸 반응에 대해서 운동선수와 비운동선수간의 차에 있어 비운동선수가 높았다(Farrell et al., 1997). 신체 훈련 상태가 HPA축에 미치는 효과를 규명하기 위하여 훈련자, 비 훈련자들을 대상으로 몇 가지 운동 강도에서 혈장 코티졸 농도를 조사하였는데, 훈련자가 비 훈련자보다 더 높은 수준을 보였다. 젊은 남성을 대상으로 73%VO<sub>2</sub>max 수준의 운동 강도에서 탈진시까지 운동을 수행한 연구에서 운동전과 운동 중 그리고 운동 후 혈중 코티졸 농

도변화를 측정하고 결과 운동 시작 후 지속적인 증가를 나타냈다(Hartley et al., 1992). 42%, 75%, 98%VO<sub>2</sub>max수준의 운동 강도의 ergometer 운동실험에서 혈중 코티졸 농도는 98%VO<sub>2</sub>max 수준의 운동 강도에서만 휴식 시 수준이상의 증가가 관찰되었다(Hartley et al., 1995). 고강도 단시간운동(120%VO<sub>2</sub>max, 1분간) 전·후 그리고 안정 시 혈중 코티졸의 농도변화를 보면 운동 후 15분에서 유의한 증가를 나타냈다(Bloom, 1996). 단시간 고강도(80%VO<sub>2</sub>max, 20분) 운동과 장시간 탈진운동 후 전자에는 15~20분 사이에 혈중 코티졸의 최고치를 나타냈고, 후자에서는 운동이 끝날 무렵에 최고치를 나타냈다(Gallo et al., 1984). 혈장 코티졸은 운동직후 15분경과 후에 상승하며, 상승된 혈장 코티졸은 Glucagon이나 카테콜아민과는 달리 90분 만에 대사적 변화를 가져오고 그 효과는 지속된다(Standefer et al., 1997). 운동 시 코티졸의 변화는 빈번하다고 보고하였으며, 가벼운 운동 혹은 적당한 운동 시에는 거의 변화가 없거나 조금 감소하나 최대 운동 시는 증가현상을 보였다(Shephard et al., 1995). 65%, 80% 그리고 100%VO<sub>2</sub>max 수준의 운동 강도에서 20분간 달리기 전·후의 혈중 코티졸 농도 조사에서 80%와 100%VO<sub>2</sub>max 수준의 운동 강도에서 유의한 증가를 보였다(Farrel et al., 1983)는 등의 연구가 있다.

또한, 운동 시 코티졸이 감소하는 선행사례를 살펴보면, 60분간 트레드밀 운동을 실시한 12명의 대상자 중 10명이 코티졸 수준이 감소했으며 실험 전 정신적 긴장도가 높았던 2명의 대상자들은 코티졸 수준이 점진적으로 증가했다(Raymond et al., 1999). 훈련자와 비 훈련자들 대상으로 30%, 45%, 60%, 75%VO<sub>2</sub>max 수준의 운동 강도에서 7분간 운동 후 증·저강도(30%, 45%, 60%VO<sub>2</sub>max)에서 두 그룹 모두 혈중 코티졸의 농도가 하락하였으나 훈련자에게서는 하락 폭이 적었고 고강도(75%VO<sub>2</sub>max)에서는 두

그룹 모두 상승하였으나 훈련자들에게는 유의하게 높았다(Bloomet al., 1996)는 등의 연구가 있다. 한편 운동 시 코티졸이 증가나 감소의 영향을 미치지 못하였거나 기타의 해석으로 나타난 선행사례를 살펴보면, 훈련된 남성대상자들의 1마일 달리기 후 혈중 코티졸 농도를 안정 시와 비교한 결과 운동전 · 후 유의한 차이를 발견하지 못했다(Rose, 1990)는 연구와 코티졸 반응에 대해서 운동선수와 비 운동선수 간에 차이가 없다는 등의 보고가 있다.

### 3) 카테콜아민(catecholamine)

신체운동이 일어나면 교감신경계가 크게 활성화되어 카테콜아민의 분비가 증가하며(Hartley et. al., 1972), 이는 간뇌 부신피질계 발동의 원동력역할을 하면서 근육 내 혈류증가를 위한 심박출량 증가, 수축력의 증가, 심장박동수의 촉진, 내장영역의 혈관수축, 근육이나 심장의 혈관확장 등 순환기능을 재조정하는 역할을 한다(Lamb, 1984). 또한, 지방분해 효소인 lipase가 활성화되어 운동초기에 당신생작용(gluconeogenesis)을 촉진하고 지방조직으로 유리지방산의 생성을 유발 시키는 역할을 한다(Brooks & Fahey, 1984).

Fox(1984)는 카테콜아민의 방출이 교감신경계의 활동과 밀접한 관계가 있기 때문에 운동의 강도에 따라 호르몬의 방출 정도가 달라지고 운동 중에도 크게 증가 한다고 하였다. McMurray, Forsythe, Hardy와 Mar(1987)는  $VO_2max$ 의 40%, 60% 및 80% 강도로 20분 동안 자전거 에르고미터 운동 시에  $VO_2max$ 의 80% 강도에서만 카테콜아민이 유의하게 증가한다고 보고하였으며, Kinderman, Biro, Cassens, Schmitt, Schanble와 Webber(1982)는  $VO_2max$  85%로 탈진 시까지 운동한 결과 에피네프린의 농도가 모두 증



가한다고 보고하였다. 이와 같이 카테콜아민은 운동 강도와 비례하여 일정하게 증가하는 것이 아니라 어느 일정 강도에서 급격하게 증가한다는 무산소성 역치와 관련이 있다고 하였다(Lehmann et al. 1991; 진영수, 1992). Winder 등(1978)은 6명의 훈련되지 않은 피험자를 대상으로 9주간 주당 6일 1일에 30~50분간 자전거 운동과 달리기를 시킨 후, 호르몬 적응 특히 카테콜아민이 얼마나 빨리 적응하는가를 알아보기 위해서 트레이닝 시작 전과 3주, 6주, 9주 후에 최초 최대산소섭취량의 58%의 운동부하로 90분간 자전거 에르고미터 검사를 실시하였다. 카테콜아민 농도는 3주 후부터 감소되었다고 보고하면서 이것은 지구력 트레이닝 초기에 호르몬 적응이 나타나는 것을 가리킨다고 지적하고 있다.

조정호(1991)는 22명의 육상선수들을 대상으로 12주간 탈 훈련 후 상대적 운동부하에 있어서 에피네프린, 노르에피네프린, 코티졸 등의 변화가 유의한 차이를 나타냈으며, 이들 호르몬은 탈 훈련에 의한 신체적응력이 감퇴하여 운동 상황 시 에너지 대사 및 유산소성 운동능력을 저해 할 것임을 주장하였다. Gollnick(1988)은 신체의 에너지 공급과 관련될 때 호르몬 변화가 나타나는데, 특히 스트레스호르몬의 분비가 증가하였음을 보고 하였다.

한편, 선행연구(Galbo et al., 1975; Bloom, Johnson, Park, Rennie & Sulaiman, 1976; Kjaer, Christensen, Galbo, Richter & Sonne, 1985)에서 카테콜아민, 코티졸, 성장호르몬의 농도 증가에 운동 강도, 운동시간, 운동 상태 등이 중요한 요인임을 지적하였다. 그 후, Viru(1985), Bunt(1986)의 운동에 따른 호르몬 반응에 관한 연구가 이어지고 있으며 트레이닝이 내분비계에 깊은 영향을 미치는 것으로 관심을 모으고 있다. 그 중 카테콜아민의 자극 분비는 가장 예민한 반응 중의 하나로 알려져 있으며 신체 운

동은 혈중 카테콜아민 농도를 증가시키며(Galbo, 1983). 장기간 지구력 훈련으로 단련된 운동선수들은 좌업 생활자에 비해 에피네프린 분비능력이 높은 것으로 알려져 있다(Kjaer, Farrell, Christensen, & Galbo, 1986). 또한 트레이닝은 수신수질의 분비능력을 향상시켜 스포츠 부신수질을 가져올 것이라는 가설이 주장되기도 하였으며 그 후, Kjaer와 Galbo(1988)는 이러한 가설을 입증하여 보고하였다. Bermon 등(1997)은 남녀에 있어 8주 동안 저항성 운동(레그프레스, 레그익스텐션, 체스트프레스를 최대운동부하의 80%로 8번 반복하여 3세트로 실시)을 한 피검자들의 8주 후 스트레스호르몬의 안정 시 변화를 관찰한 결과는 남녀와 통제 군에서 카테콜아민은 유의한 차이가 나타나지 않았다고 보고하고 있다.

Pullinen, KomiMero, MacDonald와 Pakarinen(1997)은 청소년과 성인에 있어 half squat 운동을 실시하여 에너지 대사 작용이 다르게 나타날 수 있는 각각의 운동 강도에서 혈장 카테콜아민의 반응을 연구한 결과 최대 운동 즉, 최대부하의 50%로 30회 반복을 2세트 실시한 운동에서 혈장 카테콜아민은 청소년 운동 그룹이 유의하게 낮게 나타났다고( $p < .05$ ) 보고하였다.

Deuster 등(1989)은 저, 중, 고의 훈련 상태에 따라 세 집단을 50%, 70%, 90% 최대 산소섭취량의 상대적 부하로 운동시킨 결과 에피네프린, 노르에피네프린 농도는 세 집단 간에 유의한 차이가 없음을 보고하였다.

이상의 연구결과를 통해 볼 때, 카테콜아민의 분비능력은 절대적인 운동 강도 보다 상대적 운동 강도 운동에 의해 결정되어 지는 것으로 보인다. 그러나 에피네프린 반응에 관해서는 선행연구들 간에 다소 논란이 있는 것이 사실이다.

## 2. 운동과 면역글로불린(Immunoglobulin)

면역 글로불린은 B림프구를 T림프구와 구별하는 기본 표식인자이며, 포유동물의 혈청과 체액에 존재하는 당단백의 일종으로써 세포표면에 존재하며, 항원수용체로 작용하기도 하며 일부는 항체로서 혈청이나 림프에 존재한다. B림프구는 말초림프구의 림프구중 약 15%를 차지하고 있으며, 항체매개면역반응의 행동분자인 항체를 생산한다.

1962년에 Rodney Porter는 면역글로불린을 두 종류의 폴리펩타이드 사슬 4개로 구성된 기본구조를 가지고 있음을 보고하였으며, IgG, IgA, IgM, IgD, IgE 등 서로 다른 구조를 가진 다섯 가지 면역글로불린분자를 발견하였다.

면역글로불린은 두 가지 기능을 가지고 있으며 한 부위는 항원과 결합하는 기능이며, 다른 한 부위는 여러 가지 면역계 세포들과 탐식세포 등의 숙주조직과 결합하고, 또한 고전적 보체활성계의 제일보체(C<sup>19</sup>)에 면역글로불린들이 결합하는 작동기능을 매개하는 기능을 가진다.

운동에 대한 면역글로불린의 선행 연구에 따르면 점증적인 최대운동이나 격심한 단기간 최대하 운동은 혈청면역글로불린의 증가와 관련이 있으며, 매우 격심한 운동과 탈진적인 트레이닝은 감소되었지만, 중정도의 유산소성 운동은 감소하는지는 명확하지 않다.

잘 훈련된 육상선수의 혈청 IgG, IgA, IgE 및 IgM치는 13km달리기 직후와 24 시간 후 변하지 않았으며, 또한 혈청 IgA, IgG 및 IgM치는 2시간의 격심한 사이클링 후와 운동선수와 비 운동선수에서 짧은 최대운동 후에 변화가 없었다. 28명의 올림픽경기 참가자에 있어 최대운동에 따라 IgA(11.8%), IgG(14.4%)는 증가하고 혈장량은 감소를 나타냈다(나재철,

2002). Fukatsu 등(1996)은 10명의 건강한 남자피검자들을 대상으로 한 실험에서 50마일 경보 후 혈청 IgG와 IGM은 증가를 나타내었다고 보고하였지만, Gleeson 등(1995)은 27명의 국가대표 수영선수들을 대상으로 세계선수권대회 준비를 위한 주당 25시간 트레이닝을 실시한 결과에서 혈청 IgA, IgG, IgM, 타액 IgA 및 타액 IgA/알부민비가 감소를 나타내었다고 보고하였다.

또한 운동에 따른 점액면역글로불린의 반응을 살펴보면 중정도 운동은 타액 IgA치를 변화시키지 않지만, 마라톤, 사이클, 장거리 수영 등 격심한 지구성 운동은 타액 IgA치를 감소시키는 것으로 알려졌다.

Tomasi 등(1982)은 크로스 컨트리스키선수들에서 타액 IgA치가 경기 후 억압되었음을 보고하였으며, Mackinnon과 Hooper(1994)는 여러 가지 강도와 과도한 트레이닝 중 점액성(분비성) 면역계 반응을 살펴본 결과에서 레크레이션적으로 조깅하는 사람(55%와 75%VO<sub>2</sub>peak에서 40분 트레드밀 달리기)과 장거리 육상선수(동일강도 90분 달리기) 들에서 운동 후 IgA 분비율은 유의한 변화가 없었지만, 3일 연속적으로 75%VO<sub>2</sub>peak에서 90분 동안 트레드밀 달리기를 한 육상 선수들에서 운동 후 IgA분비율은 20~50% 감소했음을 밝혔다. 이 처럼 면역글로불린은 일반적으로 단기간 격심한 운동은 면역글로불린의 증가와 관련이 있으며 지구성운동 중 면역글로불린치의 감소는 면역기능의 약화를 의미한다.

### **3. 태권도 수련활동에 따른 대사성 호르몬과 면역글로불린**

태권도는 우리나라 국기로서 뿐만 아니라 세계적인 무도스포츠로서 손색

이 없음을 1988년 서울 올림픽과 1992년 바르셀로나 올림픽에서 시범 종목으로 채택을 기점으로, 2000년 시드니 올림픽 정식종목으로 채택, 2004년 아테올림픽영구종목으로 채택되어 지금 2008년 베이징올림픽에 이르기까지 국제화 무도스포츠로 정착되었으며(김경숙,주명희,2001; 강성구,박주영, 2003),국·내외적으로 전 세계 178개 회원국에서 5000여만 명의 수련생, 500만의 유단자가 수련하는 세계적인 무도 스포츠로서 각광 받고 있다(배성인, 2002). 이에 따른 태권도는 경기력 측면에서는 점차적으로 체격과 체력에서 앞선 서구의 선수들이 우리의 기술을 익힘으로서 오히려 종주국인 한국선수보다 경기력이 능가하는 상황들이 나타나고 있으며(이승국,1995; 박익렬,김은경,강현주,김경배,박성태; 엄우,정덕조, 2004), 태권도를 수련하는 목적 또한 다양해지고 있다.

태권도의 수련형태는 정지된 상태와 중심이동을 하는 다양한 서기 동작과 상지를 이용한 지르기, 차기, 찌르기, 막기 등의 기본동작, 여러 가지 공격기술을 조합하여 일정한 연무선을 따라 연습하는 품새, 족관절, 슬관절, 고관절을 굽혔다가 펴거나 회전력을 이용한 다양한 발차기, 상대와 접근하여 손과 발로 상대를 공격하고 방어하는 겨루기 등의 내용이 되어 있다. 태권도 동작은 단 몇 초 만에 폭발적인 동작이 이루어지거나, 힘의 강약을 조절하여 연속적 또는 간헐적으로 실시하기 때문에 유·무산소 에너지 동원이 복합적으로 이루어진다(이선장, 2003).

또한, 태권도 선수는 무산소성에너지 대사를 충분히 동원하면서도 시합 중에 생성된 피로 물질 및 스트레스성 호르몬에 대한 내성을 키우거나 신속히 제거할 수 있는 신체적 능력의 여부가 경기력을 결정하는 중요한 요인으로 볼 수 있다. 아울러 혈액성분과 호르몬 변화는 외부환경의 여러 요인에 의해서도 영향을 받지만 안정시의 신체상태, 운동 강도와 운동 시간을

중심으로 유·무산소성 에너지 대사에 의존하는 운동 형태에도 영향을 받으므로 운동 시 및 회복기 혈액 성분 변화와 호르몬 변화를 파악하는 것은 운동이 신체의 생리적 변화에 미치는 영향을 이해하고 최대의 운동효과를 거두기 위해서 매우 중요한 일이다. 몇몇 선행연구에 따르면 안재만(2002)은 태권도 겨루기 시 에피네프린, 노르에피네프린, 코티졸, creatine, lactate 등의 변화가 안정 시와 겨루기 직후, 회복기와 겨루기 직후에서 통계적으로 유의한 차가 있음을 밝혔으며, 혈액성분 비교를 통한 유의성 검증과 태권도 훈련프로그램의 정확한 생리적 변화에 관한 연구를 통해 태권도 경기 시 인체의 생리적 특성을 파악하는 폭넓고 다양한 연구의 필요성을 강조하였다. 그 외 선행연구들로는 태권도 수련활동에 따른 면역호르몬 GH와 IGF-1, insulin의 변화와 면역글로빈 IgM, IgA, IgG의 변화가 규칙적인 태권도 훈련을 실시한 집단이 비 훈련자들보다 높게 나타났으며 통계적인 유의한 차이를 밝혔다(한동진, 2007; 김남국, 2007). 장완성, 성기석, 김진형(2005)은 태권도 수련활동에 따른 인슐린, 글루카곤, 성장호르몬, 코티졸, 카테콜아민 등 호르몬 변화에서 유의한 차이가 나타남을 밝혔으며, 운동 강도와 낮은 강도의 운동에 따른 대사기질과 호르몬의 변화와 관련된 다양한 연구의 필요성을 강조하였다.

### III. 연구방법

#### 1. 연구대상

본 연구는 특별한 질환이 없고 최근 6개월 이내에 약물복용이 없는 자로 2년 이상 규칙적으로 태권도 수련에 참여한 남자고등학생 10명과 규칙적으로 운동을 실시하지 않는 남자 고등학생 10명, 총 20명을 대상으로 선정하였다<표 1>.

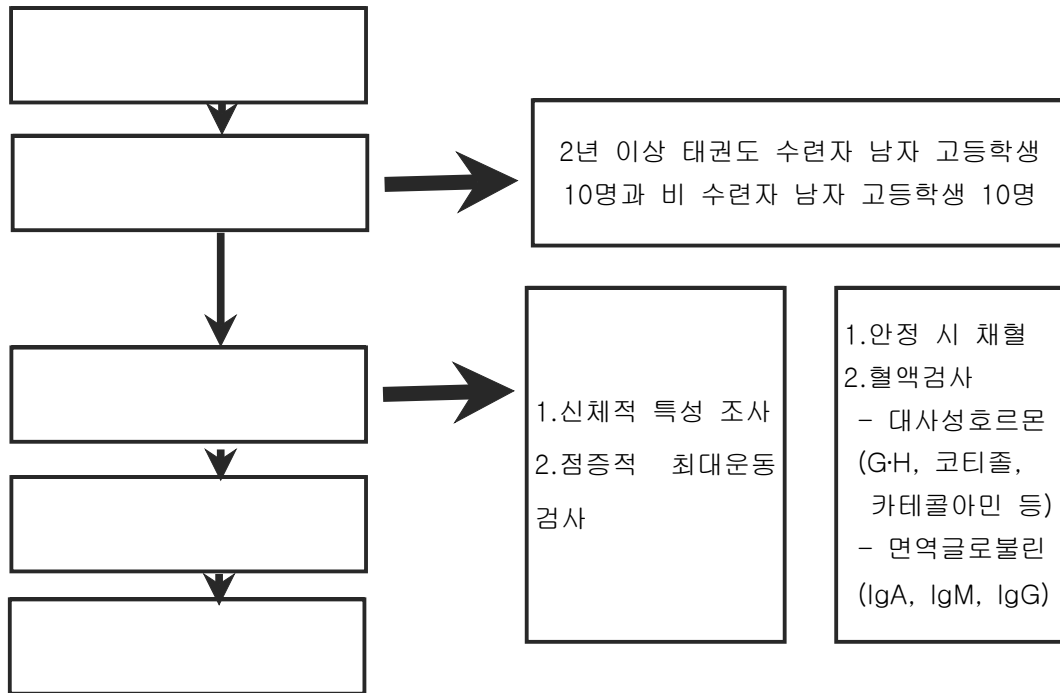
<표 1> 연구대상자의 신체적 특성

집단	나이	체중	신장	BMI
태권도 수련자 (n=10)	17.2±0.25	64.5±2.72	173±3.62	22.5±3.21
비 수련자 (n=10)	17.6±0.32	65.4±3.34	175±4.39	21.6±4.17

평균 ± 표준편차

#### 2. 실험절차

본 연구는 태권도 수련자와 비 수련자의 채혈을 통해 대사성 호르몬(성장 호르몬, 코티졸, 카테콜아민)과 면역글로빈(IgA, IgG, IgM)등을 분석하였는데 실험절차는 아래와 같다.



<그림 1> 실험 절차

### 3. 혈액 분석 방법

모든 대상자에게 채혈 전 12시간 이상 운동 및 약물 복용을 금지하고, 금식시킨 후 주정중피정맥(antecubital vein)에서 약 10ml의 혈액을 채혈하여 원심분리(3000rpm, 15min)한 후 분석 시까지  $-70^{\circ}\text{C}$  냉동고에 보존하였다. 대사성 호르몬 중 성장호르몬은 RIA kit(LINCO Research, INF)를 이용하여 radio immunoassay법으로 분석하였으며, 코티졸은 Solid-phase radioimmunoassay를 이용하였고, 카테콜아민은 plasma 카테콜아민 Kit를 사용



하여 HPLC(Bio-Rad, USA)로 분석하였다. 면역글로빈(IgA, IgG, IgM)은 Nephelometry법을 이용하여 Behring Nephelometer(Germany)로 분석하였다.

#### 4. 통계처리

본 연구에서 수집된 모든 자료는 SPSS version 12.0을 이용하여 각 항목별 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)를 산출하였다. 각 항목별 안정시 그룹 간의 차이는 독립 t-test(independent t-test)를 실시하여 알아보았다. 또한, 점증적 최대운동 전, 후, 회복기 시 항목별 그룹 간의 차이는 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다. 이 때 공분산으로는 사전검사 결과를 입력하여 사전 측정치간의 차이를 보정한 후 추정된 사후검사 결과간의 차이를 비교하였다. 또한, 그룹간의 차이가 존재하는 경우 주 효과 분석은 Bonfferoni 방식을 이용하였고, 모든 통계적 유의 수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

## IV. 연구 결과

본 연구는 규칙적인 태권도 수련이 대사와 면역기능에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구로 2년 이상의 태권도 수련을 한 학생과 수련을 하지 않은 학생을 대상으로 안정시 대사성 호르몬(성장 호르몬, 코티졸, 에피네프린, 노르 에피네프린)과 면역글로빈(IgM, IgA, IgG)의 농도를 측정하였고, 장기간 태권도 수련이 일회적 운동에 대한 대사성 호르몬과 면역글로빈의 변화를 관찰하기 위해 점증적 트레드밀 최대 운동 수행전, 운동직후, 회복기 30분에 측정한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

### 1. 대사성 호르몬

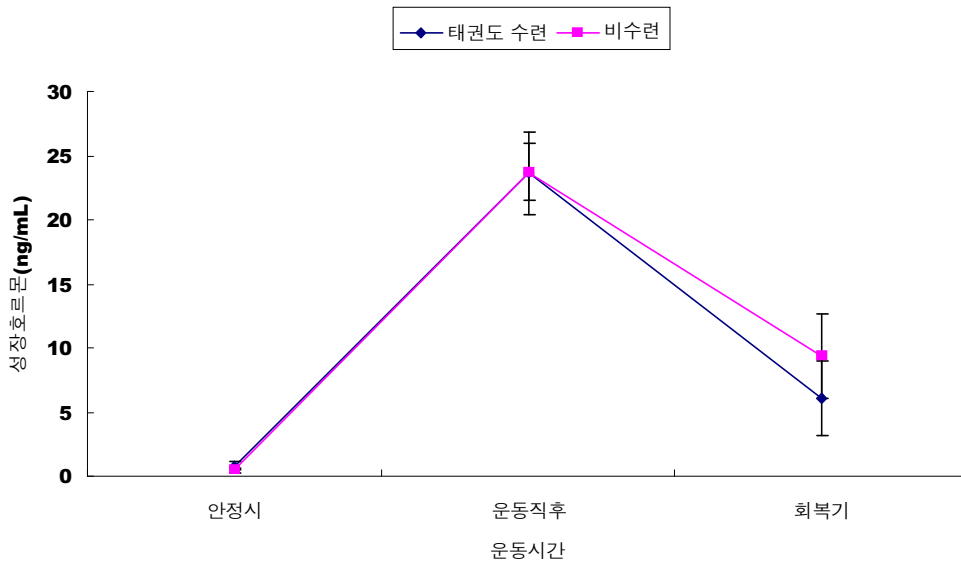
#### 1) 성장호르몬(Growth Hormone; GH)

장기간 태권도 수련이 점증적 최대운동 시 성장호르몬의 변화를 관찰하기 위해 점증적 트레드밀 최대 운동 수행전, 운동직후, 회복기 30분에 측정한 결과 <표 2>와 <그림 2>와 같이 나타났다. 태권도 수련자와 비 수련자간의 혈중 성장호르몬의 농도는 <표 2>에 제시한 바와 같이 태권도 수련자는  $0.80 \pm 0.28$  ng/mL, 비 수련자는  $0.49 \pm 0.19$  ng/mL로 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 통계적으로 더 높은 것으로 나타났다 [ $t_{(18)}=7.815$ ,  $p=.000$ ].

<표 2> 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 성장호르몬 농도 (ng/mL)

집단	안정시	운동직후	회복기
태권도 수련자 (n=10)	0.80±0.28 <sup>a</sup>	23.65±3.22	6.11±2.91
비 수련자 (n=10)	0.49±0.19 <sup>b</sup>	23.73±2.26	9.37±3.27

평균 ± 표준편차, <sup>a,b</sup> : 두 그룹 간 안정시 값에 대한 독립 t-test 결과



<그림 2>. 점증적 최대 운동시 성장호르몬의 변화

두 그룹간의 차이를 알아보기 위해 보정된 평균을 이용한 공분산분석을 실시한 결과, <표 3>과 같이 두 그룹간의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 [ $F_{(1, 17)}=9.318, p=.007$ ]. 운동시간에 따른 변화에도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 [ $F_{(2, 34)}=3.630, p=.037$ ]. 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 회복 능력이 더 빠른 경향을 보였다.

<표 3> 점증적 최대운동 시 성장호르몬의 변화에 대한 공분산분석결과

	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p
covariance	20.133	1	20.133	5.555	.031
group	33.771	1	33.771	9.318	.007
error	61.613	17	3.624		
time	47.534	2	23.767	3.630	.037
group*time	19.154	2	9.577	1.463	.246
error	222.599	34	.547		

## 2) 코티졸

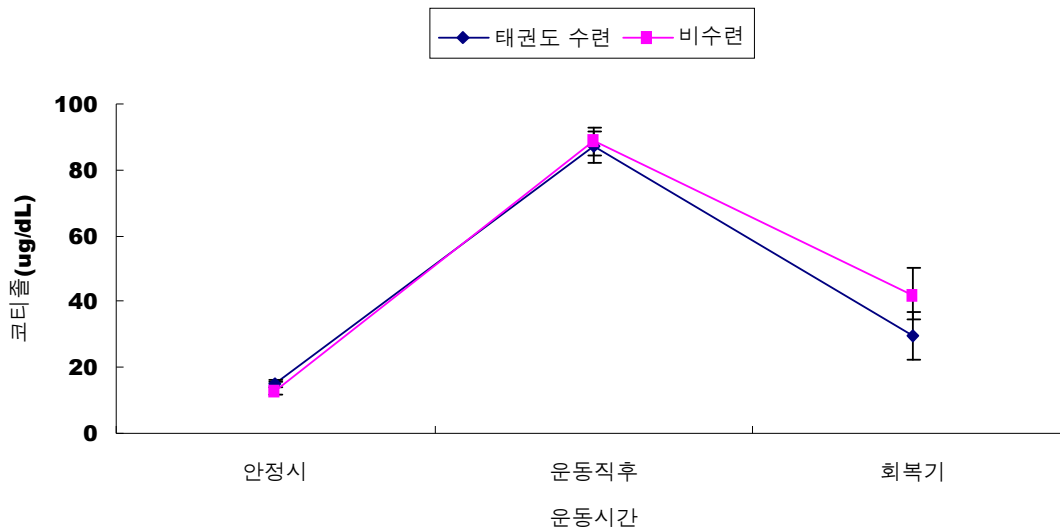
장기간 태권도 수련이 점증적 최대운동 시 코티졸의 변화를 관찰하기 위해 점증적 트레드밀 최대 운동 수행전, 운동직후, 회복기 30분에 측정된 결과 <표 4>와 <그림 3>과 같이 나타났다. 태권도 수련자와 비 수련자간의 혈중

코티졸의 농도는 <표 4>에 제시한 바와 같이 태권도 수련자는  $15.21 \pm 1.18$  ug/dL, 비 수련자는  $13.12 \pm 2.52$  ug/dL로 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 통계적으로 더 높은 것으로 나타났다 [ $t_{(18)}=5.102, p=.000$ ].

<표 4> 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 코티졸 농도 (ug/dL)

집단	안정시	운동직후	회복기
태권도 수련자 (n=10)	$15.21 \pm 1.18^a$	$86.94 \pm 4.54$	$29.73 \pm 7.26$
비 수련자 (n=10)	$13.12 \pm 2.52^b$	$88.90 \pm 3.81$	$41.80 \pm 8.47$

평균  $\pm$  표준편차, <sup>a,b</sup> : 두 그룹 간 안정시 값에 대한 독립 t-test 결과



<그림 3>. 점증적 최대 운동시 코티졸의 변화

두 그룹간의 차이를 알아보기 위해 보정된 평균을 이용한 공분산분석을 실시한 결과, <표 5>와 두 그룹간의 교호작용이 있는 것으로 나타났다 [ $F_{(2, 34)}=4.080, p=.026$ ]. 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 회복능력이 더 빠른 경향을 보였다.

<표 5> 점증적 최대운동 시 코티졸의 변화에 대한 공분산분석결과

	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p
covariance	67.841	1	67.841	2.888	.107
group	262.243	1	262.243	11.164	.004
error	399.33	17	23.490		
time	175.430	2	87.715	3.251	.051
group*time	220.125	2	110.063	4.080	.026
error	917.270	34	26.979		

### 3) 에피네프린(epinephrine)

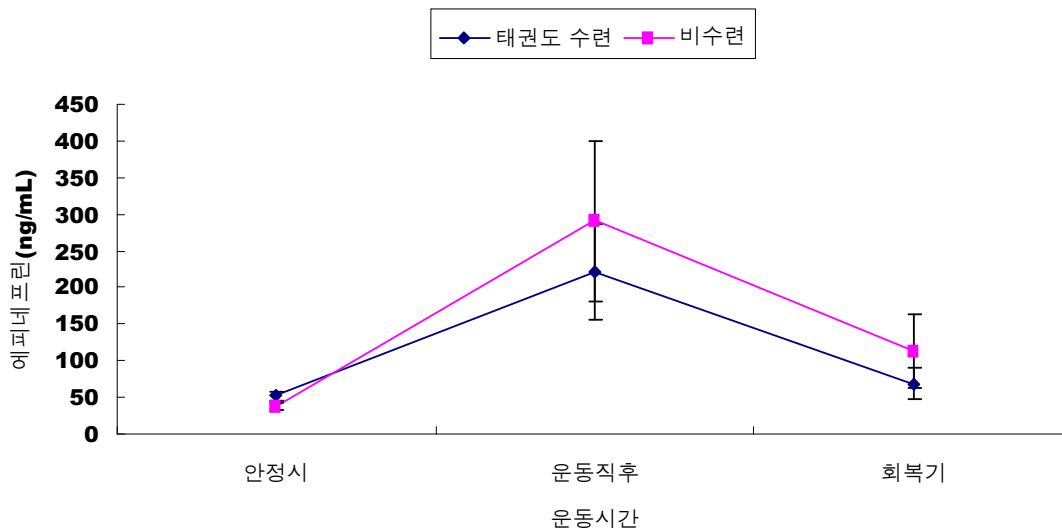
장기간 태권도 수련이 점증적 최대운동 시 에피네프린의 변화를 관찰하기 위해 점증적 트레드밀 최대 운동 수행전, 운동직후, 회복기 30분에 측정된 결

과 <표 6>과 <그림 4>와 같이 나타났다. 태권도 수련자와 비 수련자간의 혈중 에피네프린 농도는 <표 6>에 제시한 바와 같이 태권도 수련자 51.71±7.20 ng/mL, 비 수련자는 37.60±5.43 ng/mL로 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 통계적으로 더 높은 것으로 나타났다 [ $t_{(18)}=4.947, p=.000$ ].

<표 6> 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 에피네프린 농도 (ng/mL)

집단	안정시	운동직후	회복기
태권도 수련자 (n=10)	51.71±7.20 <sup>a</sup>	220.74±65.10	68.62±21.26
비 수련자 (n=10)	37.60±5.43 <sup>b</sup>	290.93±108.84	112.34±50.12

평균 ± 표준편차, <sup>a,b</sup> : 두 그룹 간 안정시 값에 대한 독립 t-test 결과



<그림 4>. 점증적 최대 운동시 에피네프린의 변화

두 그룹간의 차이를 알아보기 위해 보정된 평균을 이용한 공분산분석을 실시한 결과, <표 7>과 같이 두 그룹간의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 [ $F_{(2, 34)}=4.071, p=.026$ ]. 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 회복능력이 더 빠른 경향을 보였다.

<표 7> 점증적 최대운동 시 에피네프린의 변화에 대한 공분산분석결과

	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p
covariance	12876.162	1	12876.162	2.797	.113
group	28902.935	1	28902.935	6.279	.023
error	78250.142	17	4602.950		
time	848.890	2	424.445	.188	.829
group*time	18363.990	2	9181.995	4.071	.026
error	76679.746	34	2255.287		

#### 4) 노르에피네프린(norepinephrine)

장기간 태권도 수련이 점증적 최대운동 시 노르에피네프린의 변화를 관찰하기 위해 점증적 트레드밀 최대 운동 수행전, 운동직후, 회복기 30분에 측정된 결과 <표 8>과 <그림 5>와 같이 나타났다. 태권도 수련자와 비 수련자간의

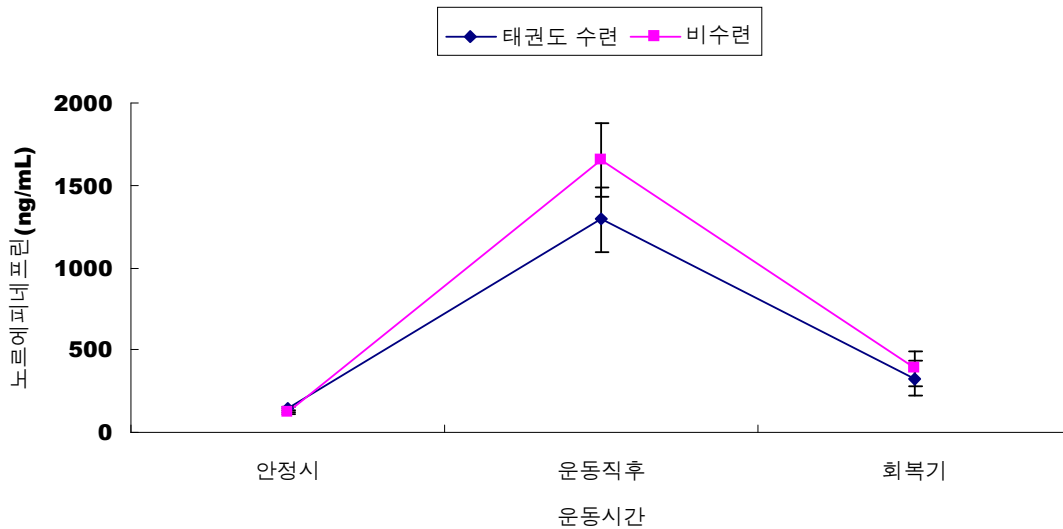


혈중 노르에피네프린 농도는 <표 8>에 제시한 바와 같이 태권도 수련자는  $141.1670 \pm 14.61$  ng/mL, 비 수련자는  $122.7980 \pm 16.01$  ng/mL로 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 통계적으로 더 높은 것으로 나타났다 [ $t_{(18)}=2.679$ ,  $p=.015$ ].

<표 8> 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 노르에피네프린 농도 (ng/mL)

집단	안정시	운동직후	회복기
태권도 수련자 (n=10)	$141.16 \pm 14.61^a$	$1293.76 \pm 195.19$	$329.60 \pm 103.66$
비 수련자 (n=10)	$122.79 \pm 16.01^b$	$1652.00 \pm 221.10$	$386.74 \pm 106.95$

평균  $\pm$  표준편차, <sup>a,b</sup> : 두 그룹 간 안정시 값에 대한 독립 t-test 결과



<그림 5>. 점증적 최대 운동시 노르에피네프린의 변화

두 그룹간의 차이를 알아보기 위해 보정된 평균을 이용한 공분산분석을 실시한 결과, <표 9>와 같이 두 그룹간의 교호 작용이 있는 것으로 나타났다 [ $F_{(2, 34)}=10.531, p=.000$ ]. 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 회복능력이 더 빠른 경향을 보였다.

<표 9> 점증적 최대운동 시 노르에피네프린의 변화에 대한 공분산분석결과

	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p
covariance	12750.860	1	12750.860	.502	.488
group	243694.5	1	243694.5	9.595	.007
error	431766.2	17	25398.010		
time	180356.2	2	90178.124	5.760	.007
group*time	329716.6	2	164858.3	10.531	.000
error	532260.5	34	15654.721		

## 2. 면역글로불린

### 1) IgM

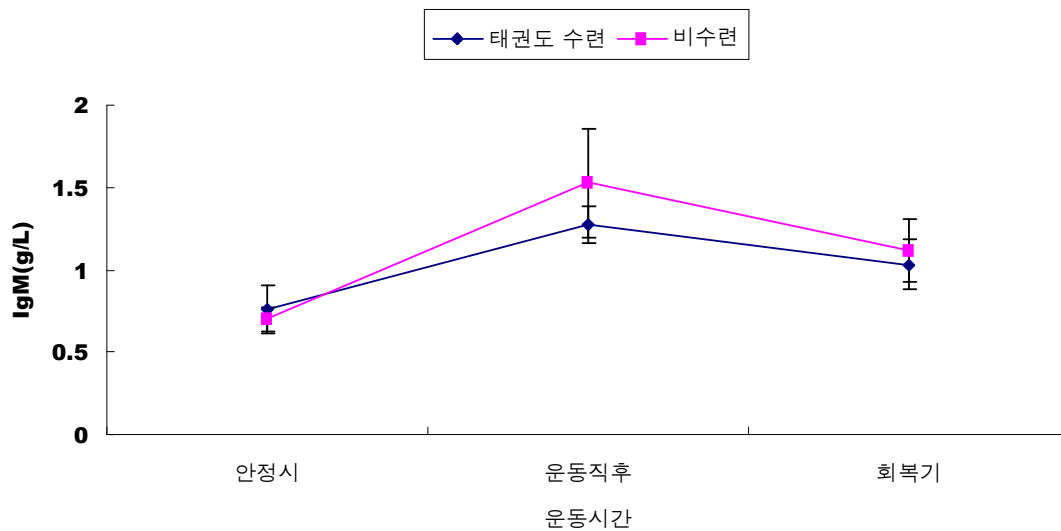
장기간 태권도 수련이 점증적 최대운동 시 IgM의 변화를 관찰하기 위해 점증

적 트레드밀 최대 운동 수행전, 운동직후, 회복기 30분에 측정된 결과 <표 10>과 <그림 6>과 같이 나타났다. 태권도 수련자와 비 수련자간의 혈중 IgM 농도는 <표 10>에 제시한 바와 같이 태권도 수련자는  $0.76 \pm 0.14$  g/L, 비 수련자는  $0.70 \pm 0.07$  g/L로 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 평균값이 다소 높은 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다 [ $t_{(18)}=1.207$ ,  $p=.243$ ].

<표 10> 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 IgM 농도 (g/L)

집단	안정시	운동직후	회복기
태권도 수련자 (n=10)	$0.76 \pm 0.14^a$	$1.27 \pm 0.11$	$1.03 \pm 0.15$
비 수련자 (n=10)	$0.70 \pm 0.07^a$	$1.53 \pm 0.33$	$1.12 \pm 0.19$

평균  $\pm$  표준편차, <sup>a,b</sup> : 두 그룹 간 안정시 값에 대한 독립 t-test 결과



<그림 6>. 점증적 최대 운동시 IgM의 변화

두 그룹간의 차이를 알아보기 위해 보정된 평균을 이용한 공분산분석을 실시한 결과, <표 11>과 같이 두 그룹간의 교호 작용이 있는 것으로 나타났다 [ $F_{(2, 34)}=3.565$ ,  $p=.039$ ]. 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 회복능력이 더 빠른 경향을 보였다.

<표 11> 점증적 최대운동 시 IgM의 변화에 대한 공분산분석결과

	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p
covariance	.210	1	.210	4.300	.054
group	.231	1	.231	4.722	.044
error	.831	17	.049		
time	.358	2	.179	7.992	.001
group*time	.160	2	.080	3.565	.039
error	.762	34	.022		

## 2) IgA

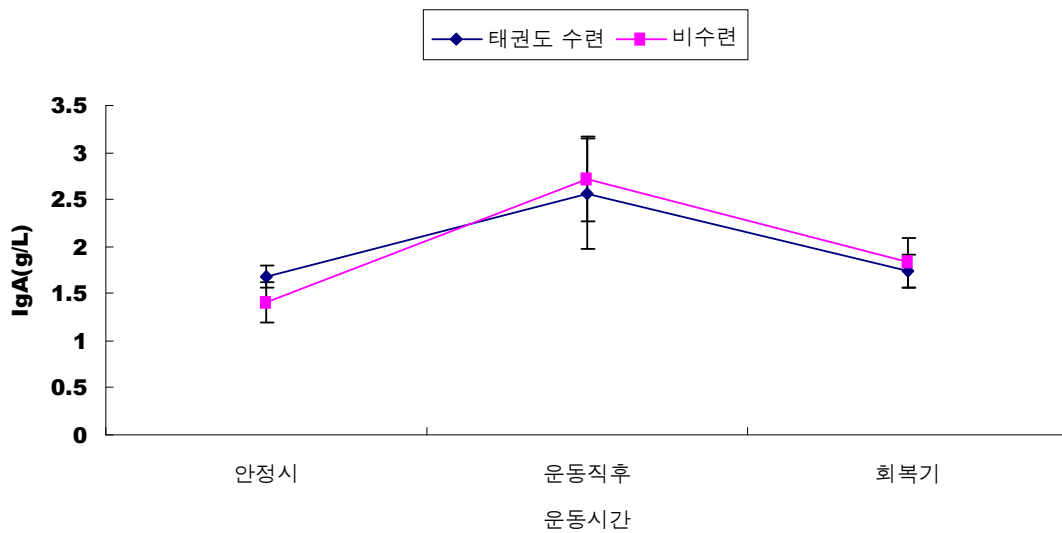
장기간 태권도 수련이 점증적 최대운동 시 IgA의 변화를 관찰하기 위해 점증적 트레드밀 최대 운동 수행전, 운동직후, 회복기 30분에 측정된 결과 <표 12>와 <그림 7>과 같이 나타났다. 태권도 수련자와 비 수련자간의 혈중 IgA 농도는 <표 12>에 제시한 바와 같이 태권도 수련자는  $1.68 \pm 0.12$  g/L, 비 수련자는  $1.41 \pm 0.21$  g/L로 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 통계적으로 더 높은 것으로 나타났다 [ $t_{(18)}=3.531$ ,  $p=.002$ ].

<표 12> 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 IgA 농도

(g/L)

집단	안정시	운동직후	회복기
태권도 수련자 (n=10)	1.68±0.12 <sup>a</sup>	2.56±0.58	1.74±0.17
비 수련자 (n=10)	1.41±0.21 <sup>b</sup>	2.71±0.45	1.83±0.27

평균 ± 표준편차, <sup>a,b</sup> : 두 그룹 간 안정시 값에 대한 독립 t-test 결과



<그림 7>. 점증적 최대 운동시 IgA의 변화

두 그룹간의 차이를 알아보기 위해 보정된 평균을 이용한 공분산분석을 실시한 결과, <표 13>과 같이 두 그룹간의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 [ $F_{(1, 17)}=4.329$ ,  $p=.043$ ]. 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 회복능력이 더 빠른 경향을 보였다.

<표 13> 점증적 최대운동 시 IgA의 변화에 대한 공분산분석결과

	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p
covariance	1.224	1	1.224	11.396	.004
group	.465	1	.465	4.329	.043
error	1.826	17	.107		
time	.245	2	.123	1.235	.304
group*time	.235	2	.118	1.183	.319
error	3.379	34	.099		

### 3) IgG

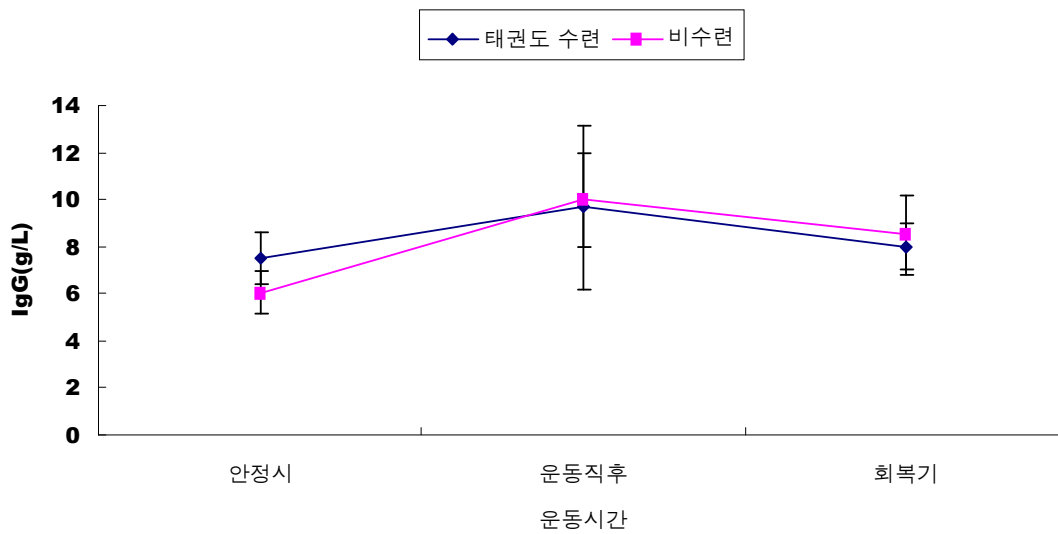
장기간 태권도 수련이 점증적 최대운동 시 IgG의 변화를 관찰하기 위해 점증적 트레드밀 최대 운동 수행전, 운동직후, 회복기 30분에 측정된 결과 <표 14>와 <그림 8>과 같이 나타났다. 태권도 수련자와 비 수련자간의 혈중 IgG 농도는 <표 14>에 제시한 바와 같이 태권도 수련자는  $7.51 \pm 1.12$  g/L, 비 수

련자는  $6.04 \pm 0.90$  g/L로 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 통계적으로 더 높은 것으로 나타났다 [ $t_{(18)}=3.214$ ,  $p=.005$ ].

<표 14> 안정시와 점증적 최대운동시 혈중 IgG 농도 (g/L)

집단	안정시	운동직후	회복기
태권도 수련자 (n=10)	$7.51 \pm 1.12^a$	$9.66 \pm 3.46$	$7.99 \pm 0.98$
비 수련자 (n=10)	$6.04 \pm 0.90^b$	$9.98 \pm 2.01$	$8.49 \pm 1.67$

평균  $\pm$  표준편차, <sup>a,b</sup> : 두 그룹 간 안정시 값에 대한 독립 t-test 결과



<그림 8>. 점증적 최대 운동시 IgG의 변화

두 그룹간의 차이를 알아보기 위해 보정된 평균을 이용한 공분산분석을 실시한 결과, <표 15>와 같이 두 그룹간의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 [ $F_{(1, 17)}=9.283, p=.007$ ]. 운동직후 태권도 수련자에 비해 비 수련자가 좀더 높은 경향을 보였으며. 회복능력은 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 회복능력이 더 빠른 경향을 보였다.

<표 15> 점증적 최대운동 시 IgG의 변화에 대한 공분산분석결과

	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p
covariance	15.422	1	15.422	48.852	.000
group	2.930	1	2.930	9.283	.007
error	5.367	17	.316		
time	15.573	2	7.786	24.395	.000
group*time	1.941	2	.970	3.040	.061
error	10.852	34	.319		



## V. 논 의

본 연구는 규칙적인 태권도 수련이 대사와 면역기능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 2년 이상의 태권도 수련을 한 학생과 수련을 하지 않은 학생을 대상으로 대사성 호르몬(성장 호르몬, 코티졸, 에피네프린, 노르에피네프린)과 면역글로빈(IgM, IgA, IgG)의 농도를 측정하였다. 그 결과 태권도를 수련한 학생의 대사성 호르몬 농도와 면역글로빈 농도가 비 수련학생들에 비해 전반적으로 높은 경향을 보였다. 또한 점증적 최대운동에 대한 대사성 호르몬과 면역글로빈의 변화 패턴은 유사한 경향을 보였으나, 태권도를 수련한 학생이 좀 더 빠른 회복 능력을 보였다. 이러한 결과를 토대로 논의하고자 한다.

### 1. 대사성 호르몬

본 연구에서 장기간의 태권도 수련이 대사기능에 미치는 영향을 알아보기 위해 대사성 호르몬인 성장 호르몬, 코티졸, 카테콜아민(에피네프린, 노르에피네프린)을 분석하였다. 그 결과 대부분의 혈중 대사성 호르몬 수준이 태권도 수련자가 비 수련자에 비해 높은 것으로 나타났다.

일회적 혹은 장기간의 운동과 트레이닝은 혈중 호르몬 수준의 증감에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이러한 호르몬들의 혈중 수준은 내분비선에 의해 분비되는 호르몬 분비율의 변화를 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 무엇보다도 혈액 수준의 변화는 소실되고 재생되는 속도인 대사적 회전 또는 제거율과 혈액 농축효과(hemo-concentration effect)를 나타낸다. 예를 들어, 운동 중 순환하는 혈장 호르몬의 농도의 증가는 분비율의 증가, 호르몬 회전 또는 제거의 감소, 발한에 의한 혈장량의 감소, 또는 하나 이상의 복합적인 요인에 따라 달라질 수 있다. 혈액 호르몬 수준에 영향을 미치는 다른 요인들로는 트레이닝

정도, 심리적 상태 뿐 아니라 저산소증, 운동 부하강도 등이 있다. 또한 최근의 진보된 연구 기술들로 인하여 순환하는 호르몬 수준의 변화에 대해 더욱 정확한 관찰이 가능케 되었다. 비록 이러한 변화들에 대한 생리학적 중요성이 현재까지 완전히 알려져 있지는 않지만 호르몬이 운동에 민감하게 반응한다는 사실 자체만으로도 호르몬 반응은 매우 중요한 것이다(정재관, 2008).

성장호르몬(growth hormone)은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬으로 대사적인 측면에서 안정 시 및 운동 시 에너지원으로 지방산의 이용을 촉진시키기 때문에 지방조직의 지방층으로부터 유리지방산의 분해가 증가되어 지방의 산화를 촉진시키는 호르몬으로 알려져 있다(한동진, 2007; 정재관, 2008).

성장호르몬의 일회적 운동에 대한 반응은 운동 강도 및 유형에 따라 다소 차이는 있겠지만, 일반적으로 운동시작 15-20분까지 잠복 상태에 있다가 운동 지속과 함께 중정도 이상의 운동 시에 증가되고, 운동 강도가 높으면 높을수록 최고치에 도달하는 시간이 빨라지는 것으로 보고되고 있다(정재관, 2008).

또한, 규칙적인 장기간의 운동 역시 증가되는 대사성 호르몬 중의 하나 인 것으로 보고되고 있다. McCarty(1997)는 장기간의 규칙적인 유산소성 운동 후 유의하게 증가되었다고 보고하였으며, Hurel 등(1999)은 중년의 좌업 생활자를 대상으로 일 주일에 40마일 이상의 장거리 달리기를 규칙적으로 실시한 운동이 연령 증가와 함께 감소되는 혈중 성장호르몬에 긍정적인 효과를 미쳐 농도가 높게 유지되었다고 보고 하였다. Bonifazi 등(1998)은 9명의 남자 대학 수영 선수들을 대상으로 15회 × 200m 자유형(20초 휴식)을 6,12,18주 3단계로 구분하여 적용시킨 결과 성장호르몬 농도는 6주 이후부터 유의하게 증가하기 시작하여 18주 후에 가장 큰 증가를 보였다고 하였다. 정재관(2008)은 20대 남자 일반인을 대상으로 유산소 운동 후 저항성 운동을 실시하는 복합운동을 10주간 실시한 결과 성장호르몬이 증가하였다고 보고하였다.

본 연구에서는 태권도 수련을 장기간 실시한 집단이 비 수련자들에 비해 유

의하게 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 사실은 규칙적이고 장기간의 태권도 수련은 성장호르몬을 증가 시키는 유용한 운동이라 생각된다.

결국 이러한 태권도 수련에 의한 성장호르몬 증가는 지방의 운반 및 지방산화를 증가시켜 지방의 이용을 높이게 되기 때문에 체지방량 감소 등의 신체조성 성분에 긍정적인 개선 효과를 가져 올 수 있을 것이며, 지방질을 에너지원으로 이용함으로써 단백질을 절약하고 아미노산의 산화를 억제시키는 결과를 가져와 궁극적으로 조직이 이용할 수 있는 아미노산의 양을 증가시킴으로써 단백질 합성을 위한 DNA와 RNA의 작용기전을 가속화시킬 수 있는 세포내 환경적 요건에 긍정적 역할을 할 것으로 생각된다(정재관, 2008).

코티졸(cortisol)은 부신 피질 호르몬으로 시상하부-뇌하수체 부신 축에서 부신피질 자극 호르몬 분비를 소극적으로 억제하는 중요한 호르몬이다. 또한, 에너지 기질의 대사 및 다른 호르몬의 합성과 분비의 촉진, 생식기능의 조절, 신경계 조절, 면역기능 및 GAS(general adaptation syndrome)라고 하는 스트레스에 대한 단계적 적응에도 관여하며, 교감신경 말단에서 카테콜아민을 합성하는데 중요한 역할을 하는 호르몬인 것으로 알려져 있다(정재관, 2008). 코티졸 농도는 저녁시간에 낮으며, 아침에 높은 것으로 알려져 있다. 비정상적으로 매우 높은 농도의 코티졸은 발열을 억제하고 면역능력을 상실하게 만드는 것으로, 혈중 높은 코티졸 수준은 궁극적으로 조직 파괴의 원인이 되고 신체의 부정적인 질소 평형상태를 야기 시키는 것으로 알려져 있는 호르몬이다(정재관, 2008). 또한 운동과 관련하여, 힘든 운동 후에 상승하게 되며 운동 시 증대된 심박출량, 심박수 및 혈압에 대한 심장과 혈관이 안정성 및 반사조절에 중요한 역할을 한다. 일회적인 운동 후 코티졸 농도가 2-3시간 안에 운동 전 수준으로 돌아온 것으로 나타났다고 보고한 연구도 있으며, 대부분의 선행연구에 의하면 혈중 코티졸의 수준은 운동시간이 짧거나 운동량이 작을 경우 감소하게 되고, 운동시간이 길거나 운동량이 많을 경우 증가하는 것으로 보고되고 있다.

하지만, 코티졸 수준의 증감에 운동이 미치는 영향은 다소 상반된 결과를 보이는 연구도 있으나, 운동에 의해 증가되는 것이 지배적인 것으로 보고되고 있다(정재관, 2008). 본 연구 결과에서는 태권도를 수련한 집단이 비 수련자에 비해 높은 것으로 나타나 대부분의 연구와 일치하는 것으로 나타났다.

에피네프린(epinephrine)은 교감신경계의 일종으로서 부신수질 분비 호르몬인 카테콜아민은 부신수질에서부터 방출되는 에피네프린과 교감신경계 종말로부터 방출되는 노르에피네프린의 두 호르몬을 합쳐서 말하며 운동에 의한 교감신경계의 활성화는 이들 호르몬의 분비를 증가시키는 한편, 부신 수질에서 분비되는 에피네프린의 80%가 심혈관계의 작용으로써 심박출량, 심근 수축력, 심박동수, 근육 및 심장혈관을 확장시키는 반면, 노르에피네프린은 심박출량을 감소시키는 역할을 한다.

카테콜아민의 대사 작용은 간과 각 근육의 글리코겐 합성과 촉진, 지방산 방출을 통한 지질분해 등, 운동에 따른 에너지 기질 동원 시 혈장에서 두드러지게 증가하는 것으로 알려져 있다. 카테콜아민은 운동기간이나 강도에 따라 다른 양상을 보이고 카테콜아민이 어떤 기질에 더 민감하게 작용하는가는 운동 강도, 운동시간, 훈련여부(Winder et. al., 1979) 등에 따라 차이가 있다.

일반적으로 최대산소섭취량의 60% 이상의 운동 강도에서 산소섭취량의 증가에 비례하여 혈장 카테콜아민 농도가 모두 증가하며(Farrell et. al., 1983), 에피네프린은 간과 근육에 저장되어 있는 당원질을 분해하여 혈중 포도당 농도를 상승시키는 한편 지방산을 유리하여 혈중 지방산 농도를 증가시켜 대사를 촉진하며(Dearman & Francis, 1983), 혈중 카테콜아민 농도의 증가는 식욕을 억제하는 역할을 한다.

본 연구에서는 태권도 수련을 장기간 실시한 집단이 비 수련자들에 비해 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 노르에피네프린도 이와 유사한 결과가 나타났다. 이와 같은 결과는 앞서 여러 선행연구들에서 장기간 트레이닝 시 에피네프린

프린과 노르에피네프린 농도가 감소되었다는 결과와는 반대로 본 연구에서는 오히려 장기간의 태권도 수련집단이 비 수련 집단에 비해 증가하는 것으로 나타났다. 이는 운동프로그램과 시기, 강도, 피험자들의 특성이 다르기 때문에 이와 같은 결과가 나왔을 것이라 생각되며, 결국 이와 같이 장기간의 태권도 수련에 의한 카테콜아민의 증가는 교감신경계의 활성을 유도하여 에너지 기질의 동원 및 에너지 소비비율을 증가시키는 대사적 효과에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

## 2. 면역 글로불린

최근 장기간의 트레이닝이 면역체계에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 관심이 늘고 있는 현실이다(나재철, 2002). 면역글로불린은 항체활성을 가지고 있는 특별한 단백질을 의미한다. 이러한 면역글로불린은 기본 구조에 따라 IgA, IgD, IgE, IgG, IgM 5개의 종류가 있으며, 두 가지 기능을 가지고 있다. 한 부위는 항원과 결합하는 기능을 하며 다른 한 부위는 여러 가지 면역계 세포들과 탐식세포 등의 숙주조직과 결합하고, 또한 고전적 보체활성계의 제일보체(C<sup>19</sup>)에 면역글로불린들이 결합하는 작동기능을 매개하는 기능을 가진다(한동진, 2007).

운동에 대한 면역글로불린의 대부분의 선행 연구에 따르면 점증적인 최대운동이나 격심한 단기간 최대운동은 혈청면역글로불린의 증가와 관련이 있으며, 매우 격심한 운동과 탈진적인 트레이닝으로 감소되었지만, 중정도의 유산소성 운동에 의해 감소하는지는 명확하지 않다. 잘 훈련된 육상선수의 혈청 IgG, IgA, IgE 및 IgM치는 13km달리기 직후와 24시간 후 변하지 않았으며, 또한 혈청 IgA, IgG 및 IgM치는 2시간의 격심한 사이클링 후와 운동선수와 비운동선수에서 짧은 최대운동 후에 변화가 없었다. 28명의 올림픽경기 참가자

에 있어 최대운동에 따라 IgA, IgG는 증가하고 혈장량은 감소를 나타냈다(나재철, 2002). Fukatsu 등(1996)은 10명의 건강한 남자피검자들을 대상으로 한 실험에서 50마일 경보 후 혈청 IgG와 IgM은 증가를 나타내었다고 보고하였지만, Gleeson 등(1995)은 27명의 국가대표 수영선수들을 대상으로 세계선수권 대회 준비를 위한 주당 25시간 트레이닝을 실시한 결과에서 혈청 IgA, IgG, IgM, 타액 IgA 및 타액 IgA/알부민비가 감소를 나타내었다고 보고하였다. 또한, 한동진(2007)의 연구에서는 평소 규칙적인 운동을 실시하고 있는 훈련자가 아무런 운동을 실시하지 않는 비 훈련자보다 IgA, IgG가 유의하게 높은 것으로 나타났다고 보고하고 있다.

본 연구에서도 이와 유사하게 장기간의 태권도 수련을 수행한 사람이 비 수련자에 비해 IgM, IgA, IgG 모두 정상적인 범위 내에서 높은 경향을 보였으며, 특히, IgA, IgG는 유의하게 높은 것으로 나타났다. 또한, 장기간 태권도 수련이 일회적 운동에 대한 면역글로빈의 변화를 관찰하기 위해 점증적 트레드밀 최대운동 수행전, 운동직후, 회복기 30분에 측정하여 비 수련자와 비교한 결과 점증적 최대운동에 대한 면역글로빈의 반응은 유사하게 나타났으나, 태권도를 수련한 집단이 비수련자에 비해 회복능력이 빠른 것으로 나타났다. 이와 같이 안정시 정상 범위 내에서 태권도 수련자가 높다는 것과 회복능력이 빠르다는 것은 비 수련자에 비해 면역기능이 높다는 사실로 장기간의 태권도 수련은 면역기능을 향상시킬 수 있는 효과적인 운동이라 생각된다.

## VI. 결 론

본 연구는 규칙적인 태권도 수련이 대사와 면역기능에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구로 2년 이상의 태권도 수련을 한 학생과 수련을 하지 않은 학생을 대상으로 대사성 호르몬(성장 호르몬, 코티졸, 에피네프린, 노르에피네프린)과 면역글로빈(IgM, IgA, IgG)의 농도를 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 태권도를 수련한 학생이 비 수련자에 비해 안정시 성장 호르몬, 코티졸, 에피네프린 및 노르에피네프린 모두 유의하게 높은 것으로 나타났다.
2. 태권도를 수련한 학생이 비 수련자에 비해 안정시 IgA, IgG 수준이 유의하게 높은 것으로 나타났다.
3. 점증적 최대운동에 대한 대사성 호르몬의 변화는 두 그룹 간에 유사한 경향을 보였으나, 태권도를 수련한 학생이 비 수련자에 비해 다소 회복능력이 빠른 것으로 나타났다.
4. 점증적 최대운동에 대한 면역글로불린의 변화는 두 그룹 간에 유사한 경향을 보였으나, 태권도를 수련한 학생이 비 수련자에 비해 다소 회복능력이 빠른 것으로 나타났다.

결론적으로 장기간의 태권도 수련은 대사성 호르몬의 증가로 대사기능을 촉진시킬 뿐 만 아니라 면역기능을 향상시키는데 효과적인 운동이라 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 강석구, 박주영(2003). 초등학생의 태권도 수련활동이 체력요인과 신체적 자기 개념에 미치는 영향. 14(3), 55-64.
- 김경숙, 주명희(2001). 중학생의 태권도에 대한 인식과 참여욕구에 관한 연구. 한국여성체육학회지, 15(1), 27-42.
- 김남국(2007). 국가 대표 태권도 선수와 태권도 전공자들의 면역기능 차이 비교. 용인대학교 체육대학원 석사학위논문.
- 김도호, 황영성, 박재성(2001). 부모들의 태권도장 선정에 대한 의식 조사. 한국 체육교육학회지, 6(1), 118.
- 김성수, 정일규(1995). 운동생리학. 서울: 도서출판 대경.
- 나재철(2002). 운동 면역학 대경 북스, 서울
- 박익렬, 김은경, 강현주, 김경배, 박성태, 엄우섭, 정덕조(2004). 체중감량이 고등학교 태권도 선수의 등속성 최대 근과위와 근지구력에 미치는 영향. 한국체육학회지, 43(5), 261-269.
- 배성민(2003), 유소년 태권도 지도자의 리더십평가 척도 개발. 고려대학교 대학원 박사학위논문.
- 오노균, 이대현(2006). 태권도 수련 프로그램이 연령 계층별 신체구성에 미치는 효과. 한국사회체육학회지, 28(1), 331-340.
- 위승두(1991). 운동선수의 최대하 운동시 에너지기질 및 대사성 Hormone의 반응 특성. 고려대학교 대학원 박사학위논문.
- 이선장, 박용훈(2003). 태권도 수련 유형별 운동 강도와 에너지 소비량에 관한 연구. 한국스포츠리서치, 14(5), 2047-2058.
- 이재수, 한종우, 지용석(2004). 태권도 수련정도가 유소년들의 골밀도 수준과 신체구성 변인에 미치는 영향. 한국체육학회지, 43(4), 427-437.



- 정재관(2008). 복합운동의 유형이 신체구성, 운동능력과 대사성 호르몬에 미치는 영향. 전남대학교 대학원 박사 학위논문.
- 한동진(2007). 태권도 훈련자와 비훈련자의 면역호르몬 과 면역글로빈 차이 분석. 용인대학교 체육과학대학원 석사학위논문.
- 조정호(1991). 지구성운동선수들의 디트레이닝이 혈청 지질 성분, 스트레스 호르몬에 및 혈중 젖산에 미치는 영향. 연세대학교 대학원 박사학위논문.
- 진영수(1992). 운동이 인체의 면역기능과 내분비계에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 황애란(1990). 스트레스시에 나타나는 생리적 반응. 대한간호학회지, 23(4), 38-44.
- Bermon, S. (1997). Effects of a short term strength training program on lymphocyte subsets at rest in elderly humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 67(3), 848-858.
- Bloom, S. R., Johnson, R. H., Park, D. M., Rennie, M. J., & Sulaiman, W. (1976). Difference in the metabolic and hormonal response to exercise between racing cyclists and untrained individuals. *J. Physiol*, 258, 1-18.
- Brandenberg, G., & Follenius, M. (1975). Influence of timing and intensity of muscular exercise on temporal patterns of plasma cortisol levels. *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 40(5), 845-849.
- Brooks, G. A., & Fahey, T. D. (1984). *Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications*. John Willey and Sons, Inc. 156-157.
- Bunt, J. C. (1986). Hormonal alternations due to exercise. *Sports Med.*, 3, 331-345.

- Deuster, P. A., Chrous, G. P., Luger, A., Debolt, J. E., Bernier, L. L., Trostmann, U. H., & Kyle, S. B. (1989). Hormonal and metabolic response of untrained, moderately trained and highly trained man to three exercise intensity. *Metabolism, 38, 141-148.*
- Coggan, A. R. (1991). Plasma glucose metabolism during exercise in humans. *Sports Medicine, 11, 102-124.*
- Farrell, P. A., Gustafson, A. B., Morgan, W. P., & Pert, C. B. (1987). Enkephalins, catecholamines and psychological mood alterations. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 19(4), 347-353.*
- Few, J. D., Davies, C. T., & Alicicco, E. (1980). Adrenocortical response to one-leg and two-leg exercise. *Eur. J. Appl. Physiol., 11, 167-174.*
- Felig, P. (1983). *Metabolic and endocrine disorders and exercise.* Academic press., Inc.,
- Flynn, M. G., Costill, D. L., Kirwan, J. P., Mitchell, J. B., Houmard, J. A., Fink, J., Beltx, J. D., & Acquisto, L. J. (1990). Fat storage in athletes : Metabolic and hormonal responses to swimming and running. *International of Sports Medicine 11, 433-440.*
- Fox, E. L. (1984). *Sports physiology, The text book of human physiology.* New York, Saunders college publishing, Co. 72-74.
- Galbo, H., Holst, J. J., & Christensen, N. J. (1975). Glucagon and catecholamine responses to graded and prolonged exercise in man. *J. Appl. Physiol., 38, 70-76.*
- Galbo, H., Christensen, N. J., & Holst, J. J. (1977). Glucose induced decrease in glucagon and epinephrine responses to exercise in man. *J. Appl. Physiol., 42(4), 525-530.*

- Galbo, H. (1983). *Hormonal and metabolic adaptation to exercise*. New York: Thieme Berlag.
- Galbo, H., & Gollnick, P. D. (1984). Hormonal changes during and exercise. *Medicine Sports Sci., 17, 97-110*.
- Galbo, H., & Gollick, D. (1984). Hormonal changes during and exercise. *Med. Sports Sci., 17, 97-110*.
- Gleeson, M., McDonald, W. A., Clancy, R. L., Cripps, W., Horn, P. L., & Fricker, P. A. (1996). Pneumococcal antibody response in elite swimmers. *Clinical Experimental Immunology, 105(2), 238-244*.
- Gleeson, M. (2000). Overview : Exercise immunology. *Immunology and Cell Biology, 78, 483-484*.
- Gollnick, P. D. (1988). Energy metabolism and skeletal muscle function during prolonged exercise. In: Lamb. D. R., ed. *Perspective in exercise science and sports medicine*, Indianapolis: Benchmark Press, 1-37.
- Hartley, H. L., Mason. J. W., Hogan. R. P., Jones, L. G. Kotchen. T. A., Mougey, E. H., Wherry, F. E., Penington, L. L., & Ricketts, P. T. (1972). Multiple hormonal responses to graded exercise in relation to physical training. *Journal of Applied Physiology, 33, 602-606*.
- Kinderman, W., Schnable, A., Schmitt, W. M., Biro, G., Cassens, J., & Weber, F. (1982). Catecholamines growth hormone, cortisol, insulin and sex hormones in anaerobic and aerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology, 49, 382-399*.
- Kjaer, M., Christensen, N. J., Sonne, B., Richter, E. A., & Galbo, H. (1985). The effect of exercise on epinephrine turnover in trained and

- untrained subjects. *J. Appl. Physiol.*, 59, 1061-1067.
- Kjaer, M., Farrell, P. A., Christensen, N. J., & Galbo, H. (1986). Increased epinephrine response and inaccurate glucose regulation in exercise athletes. *J. Appl. Physiol.*, 61(5), 1693-1700.
- Kjaer, M., & Galbo, H. (1988). The effect of physical training on the capacity to secrete epinephrine. *J. Appl. Physiol.*, 64(1), 11-16.
- Kotchen, T. A., Rice, T. W., Mougey, E. H., Jones, L. G., & Mason, J. W. (1971). Renin, norepinephrine, and epinephrine responses to graded exercise. *J. Appl. Physiol.*, 31, 178-184.
- Lamb, D. R. (1984). *Physiology of exercise*. Macmillan Publishing Company.
- Lehmann, M., Dickhuth, H., Genderisch, G., Lazar, W., Thum, M., Kaminski, F., Aramen, J. F., Peterke, E., Wieland, W., & Keul, J. (1991). Training-overtraining : a prospective, experimental study with experienced middle-and long-distance runners. *Journal of Sports Medicine*, 12, 444-452.
- Nicklas, B. J., Treuth, M. M., Harman, S. M., Blakman, M. R., Hurley, B. F., & Rogers, M. A. (1995). Testosterone, growth hormone and IGF-1 responses to acute and chronic resistive in aged 55-70 years. *Int. J. Sports Med.*, 16(7), 445-450.
- Mathur, D. V., Toriola, A. L., & Dada, O. A. (1986). Serum cortisol and testosterone levels in conditioned male distance runners and nonathletes after maximal exercise. *Journal of Sports Medicine*, 26, 245-249.
- Marco, J. (1993). Hyperglucagonism induced by glucocorticoid treatment in man. *New Engl. J. Med.*, 288, 128-131.

- McMurray, R. G., Forsythe, W. A., Mar, H. H. & Hardy, C. J. (1987). Exercise intensity related responses of  $\beta$ -endorphin and catecholamines. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(6), 570-574.
- Mutvei, A. Husman, B. & Anderson G. (1980). Thyroid hormone and growth hormone is the principle regulator of mammalian mitochondrial biogenesis. *Acta. Endocrinologica*, 121, 223-8.
- Pullinen, T., Mero, A., MacDonald, E., Pakarinen, A., & Komi, P. V. (1997). Plasma catecholamine and serum testosterone responses to four units of resistance exercise in young and adult male athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*,
- Raymond, L., Sode, J. & Tucci, J. (1999), Adrenocortical response to exercise. *Clin. Res.*, 17, 523-527.
- Rose, L. I. (1990). Plasma cortisol changes following a mile run in a conditioned subject, *J. Clin. Endocrine*, 31, 339-341.
- Rogol, A. D. (1994). Growth at puberty: interaction of androgens and growth hormone. *Medicine & Science in Sport and Exercise*, 26(6), 767-770.
- Shephard, R. J. & Sidney, K. H. (1995). Effects of physical no exercise on plasma growth hormone and cortisol levels in human subjects. *IN:Willmore, J. H., Keogh, J. F. eds. "Exercise and Sport Science Reviews(III). N. Y. : Academic press, 1-30.*
- Sonne, B. & Galbo, H. (1985). Carbohydrate metabolism during and after exercise in rats : studies with radioglucose. *Journal of Applied Physiology*, 59, 1627-1639.

- Standefer, J., & Suttan. (1997), Glucocorticoid regulation of plasma ketone body concentration in insulin deficient man. *J. Clin. Endo. Meta.*, *44*, 1069-1079.
- Tharp, D. G. (1995). The Role of Glucocorticoid in exercise, *Exer. Sports, Sci., Review*, *7*, 6-10.
- Vanhelder, W. P. (1985). Studies on adrenaline and noradrenaline in human plasma. *Acta. Physiol. Scand.*, *49*, 120-123.
- Viru, A. (1985). *Hormones in muscular activity : Hormonal ensemble in exercise*. Boca Raton, FL : CRC Press.
- Wasserman, D. H., Lickley, H. L. A., & Vranic, M. (1984). Interactions between glucagon and other counterregulatory hormones during normoglycemic and hypoglycemic exercise. *J. Clin. Invest.* *74*, 1404.
- Weltman, A., J. Matter & Stanford, B. A. (1980). Caloric restriction mild exercise: effects on serum lipids and body composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, *33*, 1002-1009.
- Winder, W. (1979). Training induced changes in hormonal metabolic responses to submaximal exercise. *J. Appl. Physiol.* *46*, 766-771.
- Winder, W. W. (1978). Endurance training attenuates stress hormone responses to exercise in fasted rats, *Am. J. Physiol.* *179*-184.

## 감사의 글

박사학위를 취득하겠다고 선 듯 말해 놓고는 많은 두려움과 불안함이 밀려와 잠 못 이룬 날들이 많았습니다. 그날들이 지나 이제 학위를 취득하게 되었다고 하니 또 다른 불안함과 초조함에 많은 시간을 보내게 됩니다.

“학문의 끝은, 끝이라 생각했을 때부터 시작”이라고 합니다.

저를 믿고, 저에게 새로운 학문의 길로 인도해주신 많은 교수님과 동료들 그리고 가족들에게 학자로서 손색없도록 꾸준히 노력하여 학문의 길로 정진하겠습니다.

박사과정 동안 부족함이 많은 제자를 위해 끊임없는 격려와 관심으로 지도해주신 위승두 지도교수님과 항상 잘못된 부분을 한 번 더 지적하여 바로잡아주신 서영환교수님께 감사드립니다. 또한 바쁘신 일정에도 논문심사를 맡아 섬세하게 검토해주시고, 조언과 격려를 아끼지 않으신 윤진환교수님, 김동희교수님, 윤오남교수님께 감사드리며, 물가에 내놓은 아이처럼 항상 걱정하시면서 힘내라고 격려해주신 박주성교수님, 그리고 지금까지 학문의 길로 인도해주시고, 항상 신중함과 자신감을 주신 박종철교수님께 감사드립니다.

또한 어렵고 힘들 때 곁에서 말동무해주던 나의 친구 정문자관장과 손혜옥관장님, 임경숙관장님, 김동희관장님, 후배 공윤옥관장에게도 감사함을 전하며, 항상 “고생한다”는 따뜻한 말 한마디로 힘을 심어주었던 박후성감독님과 정혜윤선생님, 이은규 와 오장록 연구실 식구들 그리고 나의 제사 업상열 사범에게도 감사드립니다.

끝으로, 여러 가지 어려운 사정에도 내색하지 않고 부족한 동생을 위해 끊임 없는 애정과 원조를 아끼지 않고 지원해주신 나의 소중한 사람 고향

순원장님과 이창현 형부 그리고 어머니, 오빠, 울케, 나의 조카들과 오늘의  
이 기쁨을 함께 나누고 싶습니다.

배우고 생각하지 않으면 곧 어둡고,

생각하고, 배우지 않으면 곧 혼돈스럽다.

배우고 때때로 복습하여 익히면 또한 기쁘지 아니 한가.

- 공 자 -