[UCI]I804:24011-200000239141

2010년 2월
박사학위논문

Catechin섭취가 운동수행시 혈중지질, 무기질 및 항산화효소에 미치는 영향

조선대학교 대학원
체 육 학 과
김 재 호

Catechin섭취가 운동수행시 혈중지질, 무기질 및 항산화효소에 미치는 영향

Effects of Catechin Intake on Blood Lipid, Mineral and Antioxidant Enzyme During Exercise

2010년 2월 일

조선대학교 대학원

체 육 학 과

김 재 호

Catechin섭취가 운동수행시 혈중지질, 무기질 및 항산화효소에 미치는 영향

Effects of Catechin Intake on Blood Lipid, Mineral and Antioxidant Enzyme During Exercise

지도교수 : 서 영 환

이 논문은 이학박사학위 신청논문으로 제출함

2009년 10 월

조 선 대 학 교 대 학 원

체 육 학 과

김 재 호

김재호의 박사 학위논문을 인준함

위원장	학교 교수	인
위 원	학교 교수	인
위 원	학교 교수	인
위 원	학교 교수	인
위 원	학교 교수	인

2009년 12 월

조 선 대 학 교 대 학 원

<목 차>

I. 서 론 ····· 1
1. 연구의 필요성 ····· 1
2. 연구 목적 ····· 3
3. 연구의 가설 ····· 4
4. 연구의 제한점 ····· 4
5. 용어의 정의 ····· 5

II. 이론적 배경 ····· 7
1. 운동과 혈청지질 ····· 7
2. 지방의 기능 ····· 12
3. 지방의 대사 ····· 13
4. 지방과 운동 ····· 16
5. 운동과 지질과산화 ····· 17
6. 운동과 무기질 ····· 18
1) 무기질의 분류 ····· 18
2) 무기질의 역할 ····· 20
7. 녹차추출물의 성분과 효능 ····· 27
1) 녹차의 성분과 효능 ····· 27
2) 차의 성분 ····· 28
8. 운동과 항산화효소 ····· 31

III. 연구방법 ····· 37

1. 연구대상 ····· 37
2. 실험설계 ····· 37
3. 운동프로그램 ····· 41
4. 측정항목 및 도구 ····· 42
5. 자료처리 ····· 42

IV. 연구결과 ····· 43

1. 혈청지질의 변화 ····· 43
2. 무기질의 변화 ····· 46
3. 항산화효소의 변화 ····· 49

V. 논 의 ····· 52

1. 운동과 혈청지질 ····· 55
2. 운동과 무기질 ····· 57
3. 운동과 항산화 효소 ····· 58

VI. 결 론 ····· 60

1. 혈청지질의 변화 ····· 60
2. 무기질의 변화 ····· 60
3. 항산화 효소의 변화 ····· 61

참고문헌

<List of Table>

<Table 1> LDL, HDL, Total Cholesterol norm ····· 9
<Table 2> Interior of the body function of weapon quality, the encouragement amount and source of supply and connection disease ····· 19
<Table 3> Source of supply food of calcium ····· 22
<Table 4> Effect of green tea ingredient ····· 28
<Table 5> The physical characteristics of subjects ····· 37
<Table 6> Measurement tool ····· 42
<Table 7> Serum nature of soil change of a experiment group ···· 43
<Table 8> Control group's serum nature of soil change ····· 44
<Table 9> Difference black about a experiment group and control group's serum nature of soil change ····· 45
<Table 10> Inorganic matter change of a experiment group ····· 46
<Table 11> Control group's inorganic matter change ····· 47
<Table 12> Difference black about a experiment group and control group's inorganic matter change ····· 48
<Table 13> Blood antioxidant enzymes of a experiment group change 49
<Table 14> Blood antioxidant enzymes of a control group's change 50
<Table 15> A experiment group and control group's blood antioxidant enzymes difference black change ····· 51

<List of Figure>

Fig 1. The experimental design ····· 38

Fig 2. Serum nature of soil change of a experiment group ····· 41

Fig 3. A experiment group and control group's serum nature of soil difference ····· 44

Fig 4. Inorganic matter change of a experiment group ····· 45

Fig 5. A experiment group and control group's inorganic matter difference46

Fig 6. Blood antioxidant enzymes of a experiment group change ····· 48

Fig 7. A experiment group and control group's blood antioxidant enzymes difference ····· 50

Fig 8. A experiment group and control group's blood antioxidant enzymes difference ····· 51

ABSTRACT

Effects of Catechin Intake on Blood Lipid, Mineral and Antioxidant Enzyme During Exercise

Kim Jae-Ho
Advisor : Prof. Seo Young-Hwan, Ph.D
Department of Physical Education,
Graduate School of Chosun University

It was found that Phospholirp and TG in serum lipid of athletes in experimental group after taking green tea extract were decreased a little and total lipid, albumin, TC, LDL-C, and HDL-C were increased. But, these changes were not statistically significant.

As a result of measuring experimental and control groups in the 4th week of experiment, the difference in serum lipid in the two groups showed higher values of six serum lipids except albumin in experimental group compared to control group. But, statistically significant difference was found at Phospholirp and TC.

Values of inorganic matters in experimental group after taking green tea extract were mostly increased, but there was no change in iron and Cl was decreased by 2.67. Statistically significant changes were found at Calcium, Na, Cl, Mg and CK. Students

taking green tea extract showed increase of Calcium, Na, Mg, and CK and decrease of Cl value.

As a result of analyzing the differences in inorganic matters between experimental and control groups in the 4th week of experiment, measured values of seven inorganic matters showed differences between experimental and control groups, but there was no statistically significant difference.

There was change in measurement of antioxidant enzyme in experimental group after taking green tea extract and statistical significance was found at Glucose and LDH. Glucose was increased by 15.78 and LDH was decreased by 90.70, and these changes were statistically significant. Students taking green tea extract showed increase of glucose and decrease of LDH.

As a result of analyzing the difference in inorganic matteras between experimental group and control group in the 4th week of experiment, there were differences in measurement of six inorganic matters between experimental and control groups, but there was no statistically significant difference.

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 필요성

최근 대사성 질환의 유병률이 높아짐에 따라서 지방 감소를 위한 의약품이나 자연식품에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 비발효차이기 때문에 발효과정에 의한 비타민C의 손실이 없고 녹차의 성분 중 카테킨의 혈중지질 저하 효과가 알려지면서 카테킨의 생리활성 기능을 과학적으로 밝히고자하는 연구들이 수행되어 오고 있다. 동양과 유럽의 역학조사 결과, 녹차추출물을 음용하는 사람이 비음용자에 비해 관상동맥 질환의 위험이 더 적다고 보고 하였으며, 1개월 동안의 카테킨 섭취에 의하여 여러 가지 혈관질환의 위험도가 감소되고, 비만 해소에 효과적이었음을 보고하였다(김창근, 2005).

녹차에는 카페인과 더불어 폴리페놀계 플라보이드와 카테킨(catechin:탄닌(tannin)이라는 항산화물질이 공존한다. 항산화물질은 세포의 과산화적 손상을 억제해준다. 이에 따라 동맥경화, 치매, 당뇨병, 암을 유발하거나 악화시키는 일련의 산화과정 및 세포변성을 막아줄 수 있는 것으로 기대되고 있다. 쥐를 이용한 각종 동물실험에 따르면 녹차는 알콜, 전기기파, 일광등 유해한 외부자극에 대해서도 방어력을 갖게 해준다. 따라서 술을 마셔도 녹차를 마시면 숙취에서 빠르게 해소되며, 컴퓨터작업을 오래 해도 전자기파의 피해를 덜 입으며, 여름에 과도하게 햇빛에 노출돼도 피부의 산화적 손상이 덜 된다는 얘기다(정종호, 2001). 예전에는 약초로 더 각광받았던 녹차, 독을 해독했다는 이야기가 있을 만큼 녹차가 지닌 효능은 무궁무진하다. 카테킨과 데아닌, 비타민이 바로 그것이다. 특히 녹차에서 가장 많은 양을 차지하고 있는 카테킨은 현재 새로운 치료물질로 한창 주가를 올리며 캡슐이나 부스터, 피부치료제 등으로 만들어지고 있기까지 하다. 그 작용 범위 역시 매우 넓다. 몸 안의 활성산소를 제거하는 항산화 효과, 해독효과, 살균효과, 지방분해 효과 등 카테킨이 담당하는 효능은 정말로 많다. 게다가 그 항산화 효과란 게 여타의 성분이 지닌 것보다도 훨씬 탁월해 암과 동맥경화, 류머티스 관절염, 치매 등 활성산소로 인해 생기는 각종 질병을 예방하

고 치료하는 데 놀라운 효능을 보인다. 반면 녹차에 포함된 또 다른 성분인 데아닌은 마음을 차분하게 가라앉히는데 중요한 역할을 담당한다. 이 성분은 아미노산의 일종으로 혈압을 낮추고, 흥분을 가라앉히며, 뇌/신경계 기능을 조절할 뿐만 아니라 차의 감칠맛을 내는 데 일조한다(김영경, 2006). 세포가 활동할 때 부산물로 생기는 유해산소로, 만들어지는 즉시 주위에 있는 단백질, 지방 등 다른 조직과 결합해 산화를 일으킨다. 그러면서 몸 안에 있는 단백질과 지질 분자는 물론, 유전정보가 들어있는 DNA까지도 못쓰게 만들어 버리고 몸을 빨리 늙고 병들게 한다. 노화나 성인병은 물론, 치매, 동맥경화, 류머티스 관절염 등 활성산소는 수많은 질병의 원인이 된다. 특히 거의 모든 노인성 질환은 이 활성산소가 원인이라고 알려져 있다. 물론 활성산소는 세포가 활동하면서 발생하는 것이기 때문에 그것의 생성을 막을 수는 없다. 하지만 올바른 생활습관이나 식습관을 통해, 생성된 활성산소를 제거할 수는 있다. 그렇게 되면 자연히 몸의 기능이 원활해져 질병발생률이 낮아지고 노화속도도 늦춰진다. 활성산소만 제때 제거하면 평생 건강한 몸, 팽팽한 피부를 유지할 수 있는 것이다(김영경, 2006).

특히 카테킨은 세포의 돌연변이, 고혈압, 혈전생성, 세균, 바이러스 등 병원체, 알레르기 등에 강력히 저항 한다. 카테킨은 카페인의 혈압상승 작용을 압도하여 혈압을 떨어뜨린다. 또, 카테킨은 혈관벽의 콜레스테롤을 간으로 되돌리는 과정에서 인체에 이로운 고밀도지단백(HDL-C)결합콜레스테롤을 상승시키는 역할을 한다(허갑범 등, 2001). 운동 전에 녹차를 섭취하면 운동시 탄수화물 보다 지방을 먼저 연소하는 것과 관련이 있으며, 20-30대 여성을 대상으로 한달 동안 일상식이를 하면서 저분자 펩타이드, 녹차잎 및 식이 섬유소를 보충시킨 결과, 체중, 체지방량, 체지방률, 허리-엉덩이 둘레비(WHR)를 감소시켜 복부비만 관리 및 체지방 관련 위험률을 감소시킨다고 하였으며(이성희 등, 2003), 녹차 또는 카테킨 함유 녹차추출물을 매일 500-1000ml을 장기간 섭취하여 LDL-C 감소와 HDL-C 증가, glucoserk 감소한다고 하였다(Matsumoto, Ishigaki, Iwashina, Hara, 1994). 현대는 과학과 의학의 발달로 인하여 인간의 수명이 연장되고 있으며, 모든 사람들은 건강과 장수에 대한 소망을 갖고 온갖 노력을 기울이고 있다. 그리고 수명과 건강에 대한 인간의 욕구는 노화와 질병에 대한 관심을 고조시켰으며, 노화의 원인을 찾기 위하여 다방면으로 노력이 이어지고 있다. 최근

많은 연구결과는 노화의 주요원인으로 각종 질병, 부적절한 운동, 스트레스, 흡연, 음주, 공해, 자외선 등에 의해 체내에서 산소 라디칼이 생성되어 세포조직을 손상시킨다는 산소 라디칼(oxygen free radical)이론을 제시하고 있다(강대관, 2004). 산소 유리기는 인체 내에서 많은 유해 작용을 야기하여 노화와 질병을 촉진한다는 이론이다.

따라서 고강도 운동을 하고 있는 운동선수들을 대상으로, 여러 가지 생리기능성을 지닌 것으로 알려진 녹차추출물이 운동 수행 시 혈중지질 , 무기질 및 항산화효소에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

2. 연구 목적

고강도 운동은 혈청지질, 무기질 및 항산화효소 변화를 초래하는 것으로 알려져 있다. 본 연구의 목적은 녹차추출물이 고강도 운동에 미치는 영향을 관찰하기 위해서 4주간 카테킨을 복용 시킨 후 인체 내의 생화학적 검사를 통하여 녹차추출물의 효과 여러가지 중 혈청지질, 무기질 및 항산화효소의 변화를 규명하는데 연구의 목적이 있다.

3. 연구의 가설

본 연구의 가설은 다음과 같다.

1) 혈청 지질의 변화

(1) 운동전·후 T-C에 유의한 차이가 있을 것이다.
(2) 운동전·후 LDL-C에 유의한 차이가 있을 것이다.
(3) 운동전·후 HDL-C에 유의한 차이가 있을 것이다.
(4) 운동전·후 T-G에 유의한 차이가 있을 것이다.

2) 무기질의 변화

(1) 운동전·후 Iron에 유의한 차이가 있을 것이다.
(2) 운동전·후 Calcium에 유의한 차이가 있을 것이다.
(3) 운동전·후 Na에 유의한 차이가 있을 것이다.
(4) 운동전·후 Ca에 유의한 차이가 있을 것이다.
(5) 운동전·후 Mg에 유의한 차이가 있을 것이다.

3) 항산화 효소의 변화

(1) 운동전·후 ALP 에 유의한 차이가 있을 것이다.
(2) 운동전·후 SGOT 에 유의한 차이가 있을 것이다.
(3) 운동전·후 SGPT 에 유의한 차이가 있을 것이다.
(4) 운동전·후 GSHPx 에 유의한 차이가 있을 것이다.

4. 연구의 제한점

본 연구를 수행하는데 있어 다음과 같은 제한점을 두었다.

1) 혈청지질, 무기질, 항산화 효소 측정을 위해 혈액을 이용하였다.
2) 피험자의 정확한 운동방법 및 강도 등을 조사하지는 못하였다.
3) 혈액검사 전, 신체활동, 흡연 및 음주는 가능한 자제하도록 권장하였으나 완전한 통제는 이루어지지 못하였다.

5. 용어의 정의

본 연구에서 사용하는 용어를 정의하면 다음과 같다.

1) 혈중지질

혈액내 지방산과 이것과 화학적으로 관련되 여러 가지 물질들을 포함하는 말이다. 인간에게 발견되는 주요 지질로는 지방산(free fatty acid), 중성지방(TG), 스테로이드(steroid), 인지질(phospholipid), 프로스타글란딘(prostaglandin), 지용성 비타민(fat-soluble vitamin), 비타민 전구체(provitamin), 지단백(lipoprotein) 등이다.

2) 총 콜레스테롤(Total Cholesterol : TC)

혈장 내 총 콜레스테롤 함량을 의미하며, 동맥경화증의 유발과 비만에 밀접한 관계가 있다. 총 콜레스테롤은 스테로이드 핵의 알콜로서 탄소 27개로 구성된 sterine의 일종이다.

3) 콜레스테롤

콜레스테롤은 지방의 일종으로 주로 간장에서 만들어져 세포의 작용을 유지하고 성호르몬, 부신피질 호르몬의 재료가 되는 정적인 역할 뿐만 아니라 동맥경화와 관상심장 질환의 원인이 되기도 한다.

4) 저밀도 지단백 콜레스테롤 (Low-Density Lipoprotein Cholesterol : LDL-C)

LDL-C에서의 Lipoprotein은 지단백이라 하며, Lipid(지질, 일종의 지방질 또는 기름기)와 Protein(단백질)이 결합된 복합체(복합 단백질)를 말한다. 지방 그 자체로는 우리 몸에 흡수가 안되기 때문에 단백질과 결합하여 이동하는데, 이때 지단백은 혈액 내에서 지방(fat)과 콜레스테롤을 운반하는 역할을 한다. 혈액 내 약 70%의 콜레스테롤은 이 LDL-C에 의하여 운반된다. 일반적으로 LDL-C의 수치는 160mg/dℓ를 넘지 않아야 한다.

5) 고밀도 지단백 콜레스테롤 (High-Density Lipoprotein Cholesterol : HDL-C)

HDL-C은 LDL-C로 인한 혈관에 지질이 축적되는 것을 막는 작용 즉, 혈관 벽의 콜레스테롤을 제거하는 인자로 알려져 있다.

6) 산소 유리기 (Free radical)

유리기는 쌍을 이루지 않는 전자(unpaired electron)를 가지는 화학종(chemical)이라 정의된다. 자유라디칼은 산소자유라디칼, 활성산소를 의미한다.

7) 활성산소종 (reactive oxygen species ; ROS)

활성산소종은 산화적 조직 손상에 관여하는 산소 유리기 뿐만 아니라 비라디칼(non-radical) 산소 화합물까지 포함하는 활성이 큰 화합물을 말한다.

8) 지질 과산화물 (lipid peroxide)

분자 내에 peroxide 결합을 갖는 지질의 총칭으로 생체 분자, 특히 세포막을 구성하는 다중불포화 지방산이 산소 자유라디칼에 의해 산화되어 생성되는 부산물을 말한다. malondialdehyde(MDA) 또는 ceroid, lipofuscin 등이 이에 속한다.

9) 항산화 효소 (antioxidant enzyme)

에너지 대사 과정 중 생산된 유리기와 활성산소종을 소거하여 산화적 손상을 약화시키는 작용을 하는 효소를 말한다. 본 연구에서는 SOD, CAT, GPX를 일컫는다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 운동과 혈청지질

지방은 탄수화물과 마찬가지로 탄소(C), 수소(H), 산소(O)의 세 가지 원소로 구성되어 있으나 그 원소 간의 구성비율은 다르다. 즉 탄수화물($C_6H_{12}O_6$)은 수소·산소의 비율은 2:1로 구성되어 있으나 지방은 산소에 대한 수소의 비율이 훨씬 많다. 예를 들어 대표적인 지방인 스테아린(stearin)의 원소구성은 $C_{57}H_{110}O_6$이다. 따라서 지방이 연소되기 위해서는 탄수화물이나 단백질보다 더욱 많은 산소를 필요로 하며, g당 9.4kcal의 고열량을 방출한다(옥정석, 1994)

탄수화물은 유산소과정 이외에 무산소적 조건하에서도 연소되어 에너지를 방출하지만, 지방이 연소되기 위해서는 반드시 산소의 공급이 필요하다. 탄수화물이 유산소적으로 분해될 때 최종적으로 물(H_2O)과 이산화탄소(CO_2)가 생성되는 것과 마찬가지로 지방이 연소될 때에도 최종산물로서 물과 이산화탄소가 생성된다.

1) 단순지질(simple lipid)

단순지질은 지방산과 알코올의 에스테르(ester)로서 유지와 왁스가 있다. 유지는 화학적으로 3가 알코올인 글리세롤(glycerol)과 지방산(fatty acid)이 에스테르(ester)형태로 결합된 글리세라이드(glyceride)이다. 이것을 산이나 효소 혹은 알칼리로 가수분해하면 글리세롤과 지방산으로 분해된다. 지방산의 결합수에 따라 3개가 결합되면 중성지방(triglyceride), 지방산 2개가 결합되면 디글리세라이드(diglyceride), 1분자의 지방산이 결합되면 모노글리세라이드(monoglyceride)라고 한다. 중성 지방 중에 3분자의 지방산이 모두 같은 것을 단순지질(simple glyc-eride)이라고 부른다. 상온에서 액체 상태로 있는 것을 기름, 고체 상태로 있는 것을 지방이라고 하며 이것을 총칭하여 유지류라 한다(김복주 등, 2006).

2) 복합지질(conjugated lipid)

(1) 인지질(phopholipid)

인지질은 중성지질과 유사한 구조를 가지고 있으나 글리세롤의 3번째에 지방산 대신 인산이 결합되어 있다. 지방산과 글리세롤과 인산(phosphate)이 결합된 물질로 레시틴(lecithin), 세파린(cephlin), 스핑고지질(sphingomyeline) 등이다. 인지질은 동·식물의 세포막을 구성하고 혈액 중에서 지질을 수송하며 세포막에서 물질수송을 조절한다. 레시틴은 인지질 중 가장 많이 함유되어 있는 것으로 뇌, 신경, 심장, 간, 골수, 난황, 콩 등에 분포되어 분자 내에 콜린(choline)과 같이 결합되어 모든 세포막의 중요한 성분으로 작용할 뿐만 아니라 지방의 소화작용에도 중요한 역할을 한다(강형숙 등, 2006).

체내에는 레시틴 이외에도 여러 가지 종류의 인지질이 저장되는데 뇌와 신경조직에는 스핑고지질, 세파린 등의 인지질이 함유되어 레시틴과 마찬가지로 간에서 지질을 운반하여 지질의 축적으로 인한 간의 장애를 예방하고 콜레스테롤의 축적을 방지한다. 또한, 회복기 환자에게는 조직의 활성화에도 중요한 역할을 한다(김미정 등, 1995).

(2) 당지질(glycolipid)

1분자의 지방산에 당(galactose 등) 및 스핑고신(sphingosine)이 결합된 물질로 신체조직인 뇌와 신경조직에 많이 있다. 세레브로시드(cerebroside), 강글리오시드(ganglioside), 갈락토세브로시드(galactocerebroside) 등이 있다(김상만 등 1998).

(3) 지단백질(lipoprotein)

지질은 대부분 물에 녹지 않아 단백질과 결합된 상태인 지단백질 형태로 혈액을 통해 이동이 가능하다. 지단백질은 중성지방에 단백질, 콜레스테롤, 인지질이 결합된 것으로 지질의 운반작용의 역할을 담당한다.

혈액 중에서 지방을 운반하는 혈장 지단백질은 주로 간에서 합성되고 CM, VLDL, LDL, HDL의 4가지로 나누어진다. 지단백의 화학적 조성을 살펴보면 중성지방의 함량이 많을수록 비중이 낮아 가벼우며 반대로 단백질 함량이 많을수록 비중이 높아 무겁다(강형숙 등, 2006).

3) 유도지질(derived lipid)

단순지질 및 복합지질의 가수분해산물로 지방산과 글리세롤, 그 외에 알코올류를 비롯하여 스테롤, 탄화수소, 지용성 비타민 등을 유도지질이라고 한다.

(1) 스테롤(sterol)

스테롤은 지방산과 에스테르를 이루거나 유리형태로 동·식물체에 널리 분포한다. 동물체는 콜레스테롤(cholesterol), 담즙산(bail acid)이 대표적이다.

(2) 콜레스테롤(cholesterol)

콜레스테롤은 우리가 섭취하는 동물성 식품에서도 올 수 있으며 또한 신체 내에서 새로 합성되기도 한다. 콜레스테롤은 주로 간과 소장에서 합성되며 매일 간에서 약 800mg정도가 합성된다. 혈액을 통해 운반되고 혈액의 성분을 이루며 뇌나 신경세포 속에 특히 많이 존재한다. 체내 성 호르몬, 담즙산, 부신피질 호르몬의 구성성분이다. 생체 내 콜레스테롤은 유리형태로도 존재하나 부신피질, 혈장, 소장의 림프, 간에서는 에스테르형으로 존재하며 뇌와 신경조직에서는 높은 농도로 존재한다. 지질대사·해독·보호·조절 등의 중요한 작용을 하지만 체내에 콜레스테롤의 양이 과잉으로 축적되면 신진대사를 방해하고 세포의 활력이 약화되어 노화를 촉진하고 혈관에 축적되면 동맥경화증을 유발한다(김복주, 2006).

<Table 1> LDL, HDL, Total Cholesterol norm (mg/dℓ)

LDL-콜레스테롤	분류
<100	적절
100-129	적절 또는 적당한 수준 이상
130-159	경계 높음
160-189	높음
≥190	매우 높음
총콜레스테롤	분류
<200	바람직
200-239	경계 높음
≥240	높음
HDL-콜레스테롤	분류
<40	낮음
≥60	높음

(3) 담즙산(bile acid)

담즙 중에 함유되어 있는 담즙산은 주로 글라이신(glycine)이나 타우린(taurin-e)과 결합하여 글라이코콜산(glycocholic acid)과 타우로콜산(taurococholic acid) 형으로 존재하며 콜레스테롤의 주요 대사산물이다. 지질의 유화력을 촉진하여 지질과 지용성 비타민의 소화흡수에 중요한 역할을 한다(Inger et al, 1992).

4) 지방산

중성지방을 구성하는 지방산(fatty acid)은 인체의 기본적인 에너지원으로 이용된다. 지방산은 세표 내에서 탄수화물이 글루코스(glucose)가 에너지원으로 사용되는 것과 마찬가지의 역할을 한다. 지방산은 탄소사슬의 결합방식에 따라 포화지방산과 불포화지방산으로 구분된다(옥정석, 1994).

포화지방산은 타소 간 단일결합을 하고 있고, 나머지 결합부위는 수소와 결합하고 있다. 그러므로 수소에 대해서 포화된 상태라고 할 수 있다. 그러나 모든 불포화지방산은 탄소사슬끼리 하나 또는 두 개 이상의 이중결합을 갖고 있다. 이러한 이중결합으로 인해 수소와 결합할 수 있는 결합부위가 적어지게 된다. 그러므로 수소에 대하여 불포화된 상태라고 할 수 있다.

올리브유나 땅콩유처럼 탄소체인에 단 한 개의 이중결합만 있다면, 이러한 지방산은 단일불포화지방산이라고 한다. 해바라기, 콩, 옥수수기름 등과 같이 주탄소체인을 따라 2개나 그 이상의 이중결합이 있는 지방산은 다불포화지방산(polyunsaturated fatty acid : PUFA)이라고 한다(강형숙 등, 2006).

식물자원으로부터 얻어지는 지방은 일반적으로 불포화상태로서 실온에서 액체로 존재하는 경향이 있다. 일반적으로 덜 굳은 지방일수록 불포화의 정도가 크다. 액체상태로 존재하는 불포화지방을 오일(oil)이라고 한다. 동물성으로서 불포화지방을 많이 함유한 것은 생선기름이다. 불포화된 오일은 수소 첨가(hydroge-nation) 과정을 통해서 반고체형태로 변화시킬 수 있다. 이러한 수소첨가과정은 불포화지방의 이중결합을 감소시켜서 단일결합으로 하여금 더 많은 수소가 탄소체인에 결합할 수 있도록 하다. 이처럼 식물성기름의 이중결합에 수소를 첨가하면 마가린, 식물 쇼트닝과 같은 고체형태의 포화지방을 만들 수 있다.

포화지방산은 쇠고기, 양고기, 돼지, 닭, 우유, 버터, 치즈 등 주로 동물성급원

에 많이 있다. 또한 식물성급원에는 야자, 코코넛유, 식물 쇼트닝, 마가린 등이 있다(이원재, 1994).

5) 다불포화지방산과 필수지방산

탄소사슬끼리 2중 결합을 2개 이상 형성하고 있는 지방산을 다불포화지방산(polyunsaturated fatty acid : PUFA)이라고 한다. 탄소체인의 첫 번째 탄소원자를 오메가(omega)탄소라고 칭하며, 탄소 간의 이중결합은 이 첫 번째 탄소로부터 3, 6, 9번째의 탄소 위치에 자리잡고 있다. 영양상 중요시되는 PUFA는 이중결합이 3번째(omega 3계 지방산)와 6번째(omega 6계) 탄소에 위치한다.

오메가-3(ω-3)계와 오메가-6(ω-6)계 지방산은 체내에서 합성되지 않거나 불충분하게 합성되는 지방산이므로 반드시 급원식품을 통해 반드시 공급받아야 하기 때문에 이들 지방산을 필수지방산(essential fatty acid : EFA)이라고 한다. 필수지방산으로는 리놀레산(linoleic acid : ω-6)과 리놀레산(linoleic acid : ω-3), 그리고 리놀레산으로부터 체내에서 합성되는 아라키돈산(arachidonic acid : ω-6)이 있다. 리놀레산이 부족하면 아라키돈산을 급원식품으로부터 공급 받아야 하므로 아라키돈산도 필수지방산의 범주에 들어가게 된다(옥정석, 1994).

ω-3계 지방산으로서 요즘 그 생리적 작용이 주목되고 있는 에이코사피엔타엔산(eicosapentaenoic acid : EPA)과 도코사헥사엔산(docosahexaenoic acid : DHA)이 있다. 리놀렌산을 충분히 섭취하면 인체는 같은 ω-3계인 EPA나, DHA를 합성할 수 있다. 필수지방산의 정의에 관한 논란이 있어 왔으나 리놀렌산의 섭취가 부족하거나 체내 전환효소의 불균형이 초래될 때 EPA와 DHA의 합성에 장애가 초래될 수도 있으므로 이들 지방산도 필수지방산의 범주에 포함시키는 추세이다(서영환, 2009).

필수지방산은 옥수수나 콩기름 잇꽃기름, 땅콩 등 천연식물유에 많이 있으며, 모유에는 리놀레산인 전제열량에서 6-9%를 차지하므로 모유를 섭취하는 어린이는 쉽게 이 필요량이 충당된다.

필수지방산의 섭취부족 시에는 성장장애, 생식기능장애, 습진성피부염이나 알레르기, 호흡기점막의 감염 등이 나타나며, 지방간이나 비만이 초래된다. 즉 필수지방산이 부족할 때 혈당을 지방으로 전환시키는 과정이 간에서 비정상적으로

촉진되고, 이로 인해 혈당이 저하되어서 허기증을 유발시키게 된다. 또한 필수지방산은 체내에서 프로스타글란딘(prostaglandins)이라고 하는 국소호르몬의 재료가 된다. 프로스타글란딘은 심장과 혈관근육의 수축을 조절하여 정상적인 혈압을 유지하도록 도우며, 신경자극·전달을 정상화시키고 소화효소의 분비조절에 관여하는 등 다양한 생리적 기능을 하고 있다(옥정석, 1994).

2. 지방의 기능

우리 몸에 필수요소로 뇌 절반이 지질로 구성되고 에너지 저장, 에너지 공급, 세포막 구조 성분, 지용성 비타민의 운반 등 생리적 조절과 신체 내 여러 조직과 기관을 보호하며 세포의 여러 대사과정에도 관여하는 등 우리 몸에서 많은 기능을 수행한다(이원재, 1994).

1) 에너지 저장고

지방은 탄수화물보다 효율적으로 에너지를 낼 수 있는 형태로 지질은 1g당 9kcal의 에너지를 공급한다. 부피가 작으면서 보다 많은 에너지를 품고 있고, 물보다 부피가 작기 때문에 적은 양으로도 최대 에너지 저장고 역할을 할 수 있다. 지방세포는 신체의 여러 지방조직으로부터 독립적으로 존재하거나 근육과 결체조직은 작은 지방으로 존재한다(김복주 등, 2006).

2) 필수지방산의 공급원

필수지방산은 신체를 정상적으로 성장시키고 유지시키는 역할을 한다. 체내 대사과정을 수행하기 위해 반드시 필요한 성분이지만 체내에서 합성되지 않거나 합성되는 양이 부족하므로 반드시 식사를 통해 섭취해야 한다.

3) 콜레스테롤 공급원

체내에서 합성되거나 음식물로 흡수된 콜레스테롤은 지질의 소화와 흡수에 중요한 역할을 하는 담즙산(bile acid)과 스테로이드계 호르몬(estrogens, progest

-ins, androgens, mineralocorticoids, glucocorticoids)의 전구체로 이용되며 비타민 D 생합성의 원료인 hydrocholesterol을 제공하며 인지질과 함께 세포막의 구성성분이다.

4) 그 밖의 작용

지방은 음식물을 부드럽게 하여 독특한 맛과 향미를 제공하며 탄수화물이나 단백질에 비해 위장관의 통과시간이 느려 포만감을 형성하고 물에 비해 열전도율이 낮아 피하지방의 축적으로 체온을 조절하며 외부 충격으로부터 장기를 보호하는 역할을 한다. 또한 지용성 비타민은 지질에 녹은 상태로 소화·흡수되므로 지용성 비타민의 영양상태에 도움을 준다(강형숙 등, 2006).

3. 지방의 대사

1) 지방의 분해(lipolysis)

지방의 분해는 중성지방을 지방산과 글리세롤로 나누는 것이다. 중성지방 중 에너지를 풍부하게 가지고 있는 지방산은 에너지를 내기 위해 지방산 산화(fatty acid oxidation)를 거친다. 지방산 산화는 세포의 미토콘드리아에서 일어나며 미토콘드리아는 ATP의 형태로 방출되는 에너지를 사용한다(이원재, 1994).

지방산 산화의 첫 번째 단계는 자방산이 활성화된 후 지방산의 탄소 수에 관계없이 모두 탄소 2개의 아세틸 CoA로 분해되는 것이다. 이 β-산화과정에서 생긴 아세틸 CoA는 구연산회로로 들어가서 포도당처럼 CO2와 O2로 분해된다.

β-산화가 일어나는 동안 NADH와 FADH2가 생산된다. 이 NADH와 FADH2는 전자전달계로 가서 산화되어 NAD와 FAD가 되면서 ATP의 형태로 에너지를 방출하게 된다.

2) 지방 대사와 탄수화물

TCA회로는 에너지를 발생할 뿐만 아니라 다른 필요한 물질이나 특수화합물을 마련해 주기도 한다. TCA회로인 한 물질인 oxaloacetate은 다른 물질의 생합성

과정에서도 필요하므로 충분한 양이 합성되어야 한다. 지방산이 아세틸 CoA로 분해되는 동안 포도당이 pyruvate을 다량 생성하여 TCA 회로 내 oxaloacetate농도를 충분하게 유지시켜 주면 아세틸 CoA는 CO2로 분해되면서 에너지를 낼 수 있다. 그러나 탄수화물의 섭취가 부족하여 포도당 공급이 감소되면 pyruvate과 oxaloacetate이 감소되어 아세틸 CoA가 TCA회로로 들어가지 못하므로 지방의 대사가 원활하게 진행되지 않는다. 즉, 지방산의 산화경로는 탄수화물이 충분히 이용될 때 더 잘 일어난다(강형숙 등, 2006).

3) 케톤체(ketone bodies)의 생성

케톤체는 지방산이 불완전하게 산화될 때 생성되며 인슐린의 분비량이 적을 때, 굶거나 저탄수화물 식사를 할 경우 생성된다.

지방세포에 저장되어 있던 지방산이 혈액을 통해 간으로 운반되어 아세틸 CoA로 산화된다. 이 과정에서 ATP가 생성되는데 세포가 ATP를 충분히 가지고 있으면 TCA회로의 활성은 감소된다(김복주 등, 2006).

탄수화물부족으로 인해 포도당의 유용도가 제한되고 이에 따라 TCA 회로 내에 아세틸 CoA를 받아줄 수 있는 oxaloacetate 농도가 부족하게 되므로 아세틸 CoA가 TCA회로로 들어가지 못하게 된다. TCA 회로에 들어가지 못한 아세틸 CoA가 과잉으로 간에 축적되면 아세틸 CoA 2분자씩 축합하여 acetoacetate 와 β-hydroxybutyrate와 같은 케톤체를 만들게 된다. 케톤체의 3종류는 아세트초산(acetoacetic acid), 아세톤(acetone), β-하이드록시뷰티린산(β-hydroxybutyric acid)이다(김수근, 박홍석, 1999).

인체의 각 세포는 혈액으로부터 케톤체를 받아 다시 아세틸 CoA로 분해시켜 구연산 회로로 보내 ATP를 형성하게 할 수 있다. 그러나 케톤체 생성속도가 비정상적으로 빨라지면 혈액의 케톤체 농도가 정상 대사능력 범위를 벗어나게 되고 그 결과 혈액의 ph가 산성으로 변하여 위험하게 되며 요로 배설되는 케톤체의 양도 현저히 증가하게 된다. 이를 케토산증(ketosis 혹은 keto acidosis)이라고 한다. 케톤체 중 하나인 아세톤은 폐를 통해 방출될 수 있으며 이 때문에 케토산증에 걸린 사람의 입에서는 특이한 냄새가 난다.

4) 지방의 합성 (lipogenesis)

아세틸 CoA 분자들이 결합되어 지방산을 형성하는 것을 지방산 합성(fatty acid synthesis)이라고 한다. 포도당이나 단백질을 인체에 필요한 이상으로 많이 섭취하면 사용하고 남은 양은 중성지방의 형태로 저장된다. 대부분의 탄수화물은 글리코겐으로 저장되나 그 양은 대략 350g 밖에 되지 않는다. 또한 몇몇 단백질들도 아미노산 풀에 존재하나 이것 역시 많지 않다.

따라서 과식으로 인한 여분의 포도당과 아미노산 분자는 지방산을 합성하게 된다. 이 과정에는 ATP가 필요하면 비오틴(biotin), 나이아신(niacin), 판토텐산(pantothenic acid) 등 비타민도 필요하다. 합성된 지방산과 글리세롤은 에스테르 결합을 통해 중성지방을 합성하여 각 세포에서 에너지 생산을 위해 사용하거나 지방세포에 저장된다(강형숙 등, 2006).

5) 중성지방의 저장

중성지방이 주로 저장되는 곳은 지방조직(adipose tissue)이다. 지방조직은 피하나 체내 주요 기관을 둘러싸고 있다. 중성지방은 지방조직과 간 사이를 자유롭게 왕래하면서 일정한 상태를 유지하고 있고, 정상적인 상태에서 간 무게를 20% 이상 축적하지 않는다. 각 지방 조직 세포는 원형질(cytoplasm)에 지방구를 가득 채울 수 있기 때문에 막대한 양의 지방을 저장할 수 있으며 지방조직 세포수가 많으면 많을수록 지방 저장 공간은 더 많아 진다(Yang et al, 1997).

지방대사는 주로 간에서 일어나며 대사가 끝난 지방은 다른 저장 장소로 이동한다. 그러나 간에서 합성된 중성지방이 정상적으로 제거되지 않고 간에 쌓이게 되면 지방간(fatty liver)이 나타난다(Weiss et al, 2003).

6) 지질의 흡수

지질은 장관내에서 지방산과 글리세린으로 분해되어 흡수되고 지방입자의 직경이 0.1㎛ 전후가 되면 장점막을 통과하기 때문에 지방 그대로 유화되어 흡수된다.

지질의 대부분은 담즙산과 결합하여 미셀을 만들어 미세융모에 흡수된 후 세포내에서 중성지방으로 재합성된다(김수근, 박홍석, 1999).

4. 지방과 운동

운동을 지속하면 근육 내에 저장된 에너지인 글리코겐이 소비되어 감소하는데, 그 감속 속도는 운동 강도에 따라 많은 차이가 있다. 아주 심한 운동(예를 들어 최대산소섭취량의 80% 이상)을 지속적으로 하면 급속히 에너지를 만들어내야 하므로 근육은 에너지로 변환이 잘되는 물질(=글리코겐)을 주로 사용하게 되고, 체내의 글리코겐은 급속히 소모되어 단시간에 고갈되어 근은 피로해져 움직일 수 없게 된다(Yang, et al, 1987).

한편, 비교적 약한 운동(예를 들어 최대산소섭취량의 50% 이하)에서는 에너지의 공급 스피드가 느려지고 지질을 연소시켜 에너지를 만들어내는 시간이 생기기 때문에 근육내 글리코겐의 소비는 적어진다. 즉 체내에 다량으로 축적되어 있는 지질을 충분히 에너지원으로서 이용할 수 있다. 그러나 지질을 분해하여 에너지를 만들어내는 반응에는 글리코겐 등의 물질도 필수적이기 때문에 글리코겐이 완전히 고갈된 상태에서는 에너지를 만들어낼 수 없으므로 근은 피로하여 움직일 수 없게 된다.

비교적 약한 강도의 운동을 지속하면 주로 지방이 에너지원으로서 이용되고 글리코겐이 절약되기 때문에 지방이 고갈될 때까지 장시간의 운동이 가능해진다. 장시간의 운동을 가능하게 하는 능력, 즉 지구력을 늘리기 위해서는 체내 저장에너지인 지질을 충분히 연소시켜 이용할 수 있도록 체내의 영양성분을 조절하는 것이 중요하다(이원재, 1994).

탄수화물 등에 비해 지방의 소화흡수속도는 매우 느리기 때문에 지방의 섭취에 관해서는 타이밍이 중요하다. 흡수된 지방은 곧바로 분해되어 에너지원이 되거나, 그렇지 않으면 지방세포로 흡수되어 저장된다. 따라서 섭취하는 타이밍이 잘못된다면, 단순히 체내에 축적되어 살이 찌게 될 뿐이다. 예를 들어 저녁식사 때 지방이 많은 식사를 섭취하면 지방의 흡수가 활발한 시간에 수면을 취하게 되므로 그 지방은 오로지 지방세포로만 흡수되어 차곡차곡 체내에 축적되어 간다. 따라서 지방을 에너지원으로서 사용하기 위해서는 아침이나 점심식사 때 섭취하는 것이 좋다. 아침식사 때 섭취한 지방은 그날 하루의 신체활동을 유지하기 위한 에너지원으로서 효과적으로 이용한다(Yatagai et al, 2003).

5. 운동과 지질과산화

생체 조직세포의 손상은 생체막의 구성성분인 다중 불포화 지방산의 과산화가 하나의 원인으로 알려져 있는데, 지질과산화는 생체외적인 요인뿐만 아니라 내적인 요인(Oxygen free radical generating system)에 의해 생성된 유리기(free radical)가 관여함으로써 야기된다. 이러한 유리기는 생체의 정상적인 대사과정에서 생성되는 물질로, 항산화 방어기전을 벗어나게 되면 지질의 과산화 반응, glycosaminoglycan의 분해, 단백질 특이효소의 sulfhydrylrl의 산화 및 DNA 손상을 일으켜 인체에 비가역적인 상해를 초래한다(임은미 등, 2001).

운동으로 인한 부정적인 효과에 가장 설득력 있는 이론 가운데 하나는 활성산소(reactive oxygen)의 생성에 의한 인체 조직의 산화적 손상이다(Gutteridge, 1988; Jenkins, 1988; Ji, 1996). 이들 활성산소는 세포내 거대 분자를 변성시킬 수 있는데(Lesko & Lorentzen, 1980), 특히 불포화 지방산을 포함한 지질을 쉽게 산화시켜 지질과산화(lipid peroxidation)를 초래하여 결국 세포막 구조의 기능을 상실케 한다(Kellogg & Fridovich, 1977).

생체막에서 생성된 지질과산화의 활성산소는 막 성분들을 비(非) 특이적으로 공격하여 막을 변형시키고, 공간 배열을 변화시켜 생체막의 생물학적 기능을 상실케 하며, 과산화의 최종 부산물들이 축적되어 세포 구성에 손상을 가져와 결국은 세포를 죽게 만든다(Tappel, 1993). 또한 이러한 특징의 활성산소는 연쇄반응을 일으켜 결국은 수많은 활성산소를 생성하는데 연쇄반응이 세포막에서 발생할 때 이것을 과산화지질이라고 한다(Halliwell, 1994; Jacob & Burri, 1996).

이와 같은 과산화지질의 중요한 요소는 LDH(lactate dehydrogenase)와 MDA (malondialdehyde)가 있으며, 조직손상지표로 사용된다.

운동이 과산화지질의 생성을 감소시켜 인체에 긍정적인 영향을 보인다는 선행연구가 있지만(신말순, 1998), Duthie et al(1990)은 지구성 트레이닝을 실시한 후 과산화지질의 생성을 비교한 결과, 과산화지질 농도가 유의하게 증가했다고 하였으며, 허정행(1999)은 축구선수와 일반학생들을 대상으로 트레드밀을 이용하여 최대산소섭취량의 80%부하로 all-out에 이르기까지 트레이닝을 실시한 결과 안정 시와 all-out 시 그리고 회복기 10분에서 축구선수그룹이 일반학생 그룹보다

과산화지질 농도가 유의하게 증가한 것으로 보고하였다. 그래서 근육에서 산소 이용률이 증가하기 때문에 인체의 항산화 기전으로 고강도의 운동시 과산화 지질을 막기에 부족하다(Child et al., 1998).

Kanter et al(1988)은 잘 훈련된 피험자들의 혈장과 혈청 모두에서 탈진 운동 후가 휴식시보다 지질과 산화물의 농도가 77% 상승함을 보고하였고, Davies et al(1982)은 훈련되지 않은 쥐의 탈진 운동 후 지질과산화 물질 생성 수치가 휴식시보다 81% 증가하였음을 보고하였다. 또한 정덕조(1998)는 무산소 역치(Anaerobic Threshold ; AT)수준 이상의 운동 강도인 AT 110%에서 지질 과산화 물질의 체내 생성은 크게 증가되었으나 그 수준이하인 AT 80%에서는 유의한 증가가 없었음을 보고하였다(김수근, 박홍석, 1999).

6. 운동과 무기질

1) 무기질의 분류

무기질(mineral)은 신체의 성장과 유지 및 생식에 비교적 소량이 요구되는 영양소이다. 인체의 구성성분 중에서 무기질은 체중의 약 4%를 차지한다. 나머지는 96% 중에 당질, 지방, 단백질과 같은 대량영양소가 30% 정도이며, 55-65%의 물과 매우 적은 양의 비타민이 들어 있다.

모든 동물성식품은 무기질을 함유한다. 체내에서 발견되는 여러 종류의 무기질은 열량영양소에 비하여 음식으로 섭취할 수 있는 필요량은 매우 적지만, 인체의 체액과 조직에 널리 분포하여 중요한 성분이 된다. 골격과 치아의 구성성분이며, 또한 혈액이나 체액에 유리이온으로 단독으로 존재하기도 하고, 호르몬과 효소 등 단백질의 구성원으로서 중요한 기능을 한다(옥정석, 1994).

무기질은 신체내에 존재하는 양을 근거로 하여 대량무기질(macromineral)과 미량무기질(micromineral)로 분류한다. 무기질 중에 칼슘(Ca), 인(P), 나트륨(Na), 염소(Cl), 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 황(S) 등은 체내에서 체중의 0.05% 이상되는 상당량이 발견되므로 이들을 대량무기질이라고 한다.

반면에 철(Fe), 요오드(I), 망간(Mn), 구리(Cu), 아연(Zn), 코발트(Co), 불소(F)와 같은 무기질은 체내에서 소량만이 존재하므로 미량무기질이라고 한다. 또한 대량무기질은 식사에서 하루에 100mg 이상 필요하며, 미량무기질은 식사에서의 요구량이 적다(서영환, 2009).

<Table 2> Interior of the body function of weapon quality, the encouragement amount and source of supply and connection disease

무기질		체내기능	급원식품	영양권장량 (남/녀)	+과잉증 -결핍증
다량무기질	칼슘 (Ca)	치아 및 골격형성, 신경전달, 혈액응고	우유 및 유제품, 뼈째 먹는 생선, 녹색채소	700mg	+ 신장결석 - 골다공증, 골격손실
	인 (P)	치아 및 골격형성, 산·염기평형	유제품, 어육류, 제빵류, 탄산음료, 곡류	700mg	- 골격손실
	마그네슘 (Mg)	효소의 활성화, 단백질 합성	전곡, 녹색잎 채소	200-300mg	+ 허약증세 -허약, 근육통, 심장기능 약화, 긴경장애
	황 (S)	세포단백질 및 비타민의 구성성분, 산·염기평형	단백질 식품	없음	없음
	나트륨 (Na)	산·염기평형, 체내수분 평형, 신경기능	소금	500mg	+ 고혈압, 소변 중 칼슘손실증가 -근육경련, 식욕감퇴
	칼륨 (K)	산·염기평형, 삼투압조절, 신경자극전달, 글리코겐형성	시금치, 호박, 바나나, 채소, 과일류, 우유, 육류, 콩류, 전곡	500mg	+ 심장박동 느려짐 -불규칙한 심장박동, 식욕상실, 근육경련
	염소 (Cl)	위액형성, 신경자극전달	가공식품, 소금	500mg	+ 소디움과 결합-고혈압야기 -유아의 경우 혼수상태
미량무기질	철 (Fe)	헤모글로빈구성, 에너지대사 관련효소의 구성 면역기능 유지	달걀, 육류, 어패류, 녹색채소	12/18mg	+ 혈액소증 -철분결핍성빈혈, 성장장애
	아연 (Zn)	성장, 면역, 생체막구조와 기능의 정상유지, 핵산합성패류(굴, 게 등)	육류, 요구르트	15/12mg	+ 철분·구리 흡수 저하, 면역기능억제, HDL낮춤 -성장·상처회복지연, 왜소증
	구리 (Cu)	철분의 흡수·이용, 결합조직건강에 기여	육류(간·내장), 패류(굴, 가재)	2mg	+ 윌슨병, 간질환 -빈혈증, 성장장애, 심장질환
	요오드 (I)	갑상선호르몬의 성분 및 합성	해조류(미역, 김)해산물	0.0200mg	+ 갑상선기능항진증 -갑상선기능부전증, 갑상선종, 크레틴증
	불소 (F)	충치예방 및 억제, 골다공증방지	해조류, 어류	1.5-4.0mg	+불소증, 위장장애, 치아반점 + 충치유발, 골다공증
	망간 (Mn)	효소의 활성화, 뼈, 연골조직의 형성	견과류, 전곡류	2.0-5.0mg	+ 신경근육계 증세 -체중감소, 동물의 경우 성장·생식장애
	셀레늄 (Se)	항산화작용(비타민 E와 긴밀한 협동작용)	새우, 어패류, 견과류	0.020mg	+ 신경계손상, 피부손상 -성장장애, 근육약화, 심장기능저하
	크롬 (Cr)	포도당 대사 및 에너지 대사	계란, 간, 전곡, 견과류	0.020mg	+ 피부염, 기관지암 -성장지연, 콜레스테롤·지질대사이상
	몰리브덴 (Mo)	효소의 구성성분	전곡류, 간, 우유 및 유제품		+ 요산증가, 통풍유발

2) 무기질의 역할

(1) 산과 염기의 평형

무기질은 식품으로부터 흡수되어 신체내에 분포된다. 조직이나 체액 속에 들어있는 무기질은 많은 대사반응에 필요한 산도 혹은 염기도를 정상으로 유지하도록 조절한다. 혈액, 조직, 세포 등에게 적절한 산도 혹은 염기도는 각각 다르지만, 무기질은 체내에서 적절한 ph를 유지하도록 조절한다.

무기질은 수용성이므로 물속에서 이온을 형성한다. 양이온을 형성하려는 무기질은 나트륨, 칼슘, 마그네슘, 칼륨 등으로 염기도를 증진시키며, 음이온을 형성하는 무기질은 염소, 황, 인 등으로 산성을 띤다. 산을 형성하는 무기질은 곡류, 곡류제품, 육류, 닭고기, 계란, 생선 등에 비교적 풍부하며, 이와 대조적으로 체내에서 염기반응을 하는 무기질은 과일과 야채에 풍부하다(권오찬, 1997).

과일의 신맛을 내는 산은 신체내에서 완전히 대사되는 유기산으로서 체내 산도에는 아무런 영향을 주지 않는다. 신맛이 있는 레몬의 경우에 유기산은 신체내에서 완전히 대사, 분해되고, 나트륨, 칼륨 같은 염기를 형성하는 잔여물이 남기 때문에 레몬은 염기성식품이다. 그러나 시금치, 코코아, 커피, 차 등은 모두 대사되지 않는 산을 포함한다. 우유나 유제품은 염기를 형성하는 칼슘과 산을 형성하는 인을 모두 가지고 있으므로 신체내 산도에 큰 영향을 주지 않는다(서영환, 2009).

(2) 신체의 필수성분

무기질은 신체의 각 부분을 형성한다. 신체를 구성하는 많은 무기질 중에서 칼슘과 인은 뼈와 치아 등의 경조직을 구성하는 데 중요하다. 그러므로 뼈의 적절한 성장은 성장기에 이들 무기질을 얼마나 적절하게 섭취하였느냐에 달려 있으며, 성장이 끝난 후에도 뼈가 건강하게 유지되려면 계속 이들 무기질이 필요하다. 뼈와 치아의 칼슘, 인, 불소 등의 농도는 경조직의 발달에 많은 영향을 준다. 아연, 구리, 망간 등은 연력조직의 형성에 필수적이다. 또한 신체내에서 중요한 기능을 하는 호르몬, 효소, 비타민 등은 무기질을 구성성분으로서 함유한다. 시토크롬계(cytochrome system)는 철을 함유하는 효소로 구성되어 있으며, 그것은

구리에 의해서 활성화된다. 탄산 탈수효소나 카르복시 말단분해효소는 아연을 함유하며, 크산틴 산화효소는 몰리브덴을 함유한다.

비타민 중에서도 무기질 성분으로 하는 것이 있다. 타이아민, 바이오틴은 유황을 함유하며, 비타민B_{12}는 코발트를 함유한다. 철은 헤모글로빈의 성분으로서 혈중 헤모글로빈의 기능에 중요한 역할을 하며, 염소는 위 속에 염산의 성분으로서 위의 소화작용에 중요하다(서영환, 2009).

(3) 수분의 균형조절

혈관이나 세포에 들어있는 수분이 이동하려면 세포막을 통과해야하는데 세포 내외로 이동하는 수분의 방향과 양은 무기질의 함량에 의해서 결정된다. 무기질의 균형이 이루어지지 않는 경우에는 체액이 축적되거나 훈련 중 탈수현상을 일으키게 된다.

(4) 촉매작용

무기질은 신체내에서 일어나는 여러 가지 반응에서 촉매기능을 한다. 마그네슘은 당질, 단백질, 지방의 분해, 합성과정에 필요하며, 그 외 구리, 칼슘, 칼륨, 망간, 아연 등 많은 종류의 무기원소들은 체내의 이화작용(catabolism) 및 동화작용(anabolism)의 촉매로서, 또는 효소의 구성성분으로 필요하다.

구리는 실제로 헤모글로빈의 성분은 아니지만 창자에서 철의 흡수를 돕고 간에 저장된 철을 방출하여 헤모글로빈을 합성할 때 중요한 역할을 하며, 적혈구형성에서도 중요하다. 또한 몇몇 영양소의 흡수는 무기질에 의해서 더 증가된다. 분자가 대단히 큰 비타민 B_{12}가 창자벽을 통과할 때 칼슘의 도움이 필요하며, 분자가 아주 작은 단당류의 흡수에도 나트륨과 마그네슘의 도움을 받는다. 또 여러 근육조직의 수축, 이완은 칼슘, 나트륨의 농도와 밀접하게 연관되어 있다(김수근, 박홍석, 1999).

3) 뼈와 치아를 형성하는 칼슘(calcium: Ca)

체내의 칼슘 중 약 99%는 뼈와 치아에 있고, 약 1%는 세포 내에 있으며, 약 0.1%가 혈액 중에 존재한다. 뼈는 칼슘의 저장장소이기도 하다. 뼈는 파골세포에 의한 골흡수와 조골세포에 의한 골형성을 매일 반복하며 항상 새로운 뼈로 교체되고 있다(서영환, 2004).

혈액과 세포 내의 칼슘은 중요한 생명현상에 관여하고 있다. 예를 들면, 근육의 수축·이완, 혈액응고, 호르몬이나 소화효소의 분비 등도 칼슘에 의해 조절되고 있다. 이러한 다양한 작용을 갖는 칼슘의 혈중농도는 엄격하게 일정한 범위 내로 조절되고 있다. 혈액 내의 칼슘농도가 감소되면 호르몬의 작용에 의해 뼈의 칼슘을 혈액으로 동원하게 되는데, 이러한 현상이 오래 지속되면 뼈의 취약화를 일으킨다. 강한 뼈를 만드는 데에는 식품으로 섭취하는 칼슘이 중요하다. 식품 안에 함유된 칼슘의 흡수율은 그다지 높지 않은데, 우유 등의 유제품은 약 50%, 작은 생선류는 30%, 시금치·유채 등의 야채에 함유된 칼슘은 17%밖에 흡수되지 않는다. 효율적으로 칼슘을 체내에 흡수하기 위해서는 칼슘 흡수를 촉진하는 비타민 D도 같이 섭취하는 것이 좋다(서영환, 2005).

<Table 3> Source of supply food of calcium

식품	함량(mg/100g식품)	식품	함량(mg/100g식품)
우유	100	잔멸치	902
연유(가당)	311	뱅어포	1056
분유(탈지)	1300	새우	77
치즈	895	미역	153
요구르트	120	들깻잎	215
쇠고기	11	토란대	1240
돼지고기	4	시금치	41
땅콩	50	배추김치	45
검정깨	1100	두부	181

4) 뼈와 치아를 형성하는 인(phosphorus: P)

인은 인체 내에 거의 모든 조직에 필수적으로 포함되는 원소이다. 그 중에서도 경조직을 이루는 것이 대부분이며 칼슘과 결합하여 골격과 치아조직을 형성하는 중요한 기능을 한다. 이 외에도 에너지를 공급하는 고열량 물질인 ATP (adeno-sine Triphosphate)와 CP(creatine phosphate)의 필수성분이며 단백질, 지방질, 체액에도 녹아있어 효소활동을 돕고 체액의 중성유지에 기여한다.

또한 신경자극의 전달, 삼투압의 조절과 흡수, 분비작용에 모두 관여한다. 세포에서 유전정보를 가지는 DNA와 RNA의 구조를 형성하는데 인은 주요성분이며 이로서 체내 단백질합성의 원동력이 된다. 인은 단백질, 지질, 당질의 에너지 대사에도 관여하는 한편, 신경과 근육기능을 조절하는 데에도 관여한다(권오찬, 1997).

인은 지방과 결합하여 인지질을 구성하고 세포막의 기본 성분으로 막을 통한 물질의 이동에 관여한다. 인을 함유한 지단백질은 지방질의 흡수와 혈류로의 이동을 돕는다. 체내의 약 80%가 칼슘과 결합하여 뼈나 치아 같은 경조직을 형성하고 있다. 그 외에 세포 내에서의 에너지(ATP)나 세포막성분(인지질)으로서 존재하고 있다. 일상적인 식사로 섭취되는 인의 양은 요리로 인한 손실을 고려하여도 부족한 경우는 없다. 오히려 인은 인산염으로서 식품을 가공하는 과정에서 첨가되는 경우가 많으므로 인의 섭취과다를 더 걱정해야 한다(서영환, 2005).

인 결핍증은 드문 편인데 골격이 약해지고 식욕부진, 무기력감을 느끼게 된다. 이러한 증상은 혈구의 해당반응이 잘 이루어지지 않아서 체조직의 산소공급이 불충분하여 발생한다(유춘희 등, 1999).

5) 뼈와 치아를 형성하는 마그네슘(magnesium: Mg)

체내에 존재하는 양의 약 70%가 골조직에 존재하고 나머지는 근육수축, 신경흥분전달작용, 각종 효소반응에 관여하고 있다. 칼슘, 인, 마그네슘 모두 체내에 존재하는 양의 대부분이 뼈와 치아의 구성성분이 된다. 운동부족이 되면 뼈에서 무기질이 손실되지만(탈회・골흡수), 운동에 의해 뼈에 기계적인 자극이 주어지면 무기질 손실이 억제된다(서영환, 2005).

세포의 생명현상을 유지하기 위하여 필수적인 물질이며 미토콘드리아에서 일어나고 있는 수많은 종류의 대사반응을 촉진하는 촉매의 기능을 가지고 있다. 칼슘(Ca), 포타슘(K), 나트륨(Na)과 함께 신경자극전달과 근육(심근, 내장근)의 수축 및 이완작용을 조절하는 네 가지 양이온(Mg, Ca, K, Na) 중 하나이다. 그 중 칼슘은 근육을 긴장시키고 신경을 흥분시킨 반면 마그네슘은 근육을 이완시키고 신경을 안정시키는 상반되는 작용을 한다. 따라서 마그네슘은 마취제나 항경련제용으로 사용되고 있다. 마그네슘의 60%는 경조직인 골격과 치아의 구성성분으로 칼슘이나 인과 복합체를 형성하고 있다(유춘희 등, 1999).

마그네슘은 식물체의 엽록소의 구성 원소이므로 식물성 식품은 마그네슘의 풍부한 급원이다. 전곡 제품, 땅콩버터, 해바라기 씨, 콩 및 채소류에 함유되어 진다. 마그네슘 결핍증으로는 심부전, 근육통, 발작, 갑작스런 심장마비와도 관계가 있으며 탈모현상, 피부병, 잇몸이 붓는 경우도 있다. 특히 알코올은 마그네슘의 배설을 촉진시켜 알코올 중독자에게 신경성 근육경련을 나타나게 한다.

6) 세포의 침투압을 조절하는 나트륨(sodium: Na)

나트륨은 세포외액에 존재하는 양이온이다. 이것은 이온이 세포막의 침투압 조절에 크게 관여한다. 나트륨은 수분대사에 크게 영향을 끼치는 원소로서 서로 길항하고 있다.

체액의 농도변화는 세포막을 사이에 두고 수분이동을 일으킨다. 나트륨을 다량으로 섭취하면 침투압 조절을 위해 세포내에서 세포 외로 수분이 이동하거나, 마시는 물의 양을 증가시켜 세포외액 속의 나트륨농도를 낮춰 일정한 농도를 유지하려한다. 또한, 호르몬에 의해 나트륨을 체외로 배설하는 작용을 촉진함과 동시에 칼륨을 체내에 유지하도록 조절한다. 칼륨은 신장의 혈관내피세포와 요세관의 프로스타글란딘(prostaglandin)의 생산을 촉진하고 나트륨의 재흡수를 억제하므로, 나트륨 이뇨를 촉진한다(이원재, 1994).

나트륨의 주요 급원은 소금을 함유한 식품이며 소금 이외에도 일반적으로 나트륨이 풍부한 급원으로는 조미료, 간장, 양념류, 통조림, 베이킹 소다 및 베이킹 파우더 등이 있다.

결핍 증세는 거의 없으나 더운 기후, 중노동, 과격한 운동 그밖에 심한 구토나

설사로서 유발될 수 있다. 장기간 나트륨의 섭취가 낮으면 소화액의 분비가 줄고 식욕이 줄며, 전신의 힘이 빠지고 권태, 피로, 정신불안 등 육체적·정신적 기능이 감소한다. 반면 과잉섭취의 경우 고혈압과 부종이 나타난다. 과다한 나트륨 섭취는 수분평형을 조절하기 위해 혈액의 부피를 증가시켜 혈압을 상승시키고 위암 및 위궤양 발병률을 상승시키기도 한다.

7) 세포의 침투압을 조절하는 칼륨(potassium: K)

칼륨은 체내에 풍부하게 함유된 무기질로서 칼슘, 인 다음으로 체내에 많이 존재하는 무기질이다. 세포는 안 밖의 전해질 균형을 유지하는데 칼륨은 나트륨, 염소와 함께 체내의 삼투압 조절, 산·알칼리 평형 그리고 근육의 수축과 이완작용에 관여하고 신경의 자극전달과 췌장의 인슐린 분비에도 중요한 역할을 한다.

세포 내의 칼륨은 여러 생리작용, 즉 열량생성과 방출, 글리코겐의 형성, 단백질 합성에 관여하며 단백질이 분해될 때는 칼륨이 방출된다(유춘희 등, 1999).

주요 급원식품으로는 녹색잎 채소, 단호박, 오렌지, 오렌지 주스, 감자, 콩류, 우유, 바나나 등이다. 결핍증은 거의 없으나 오랜 기간 음식물의 섭취에 장애가 있는 즉, 기아로 인한 영양불량, 만성 알코올 중독, 신경성 식욕감퇴 등의 경우에 결핍증이 나타난다.

8) 염소(chloride: Cl)

염소는 식수에서 세균을 살균하기 위해 가스 상태로 흔히 사용되는 강한 소독제이다. 일반적으로 나트륨과 결합하여 염화나트륨(NaCl)형태로 존재하며 나트륨과 함께 체액의 삼투압을 유지하고 산·염기평형에 관여한다. 혈청의 음이온 중에서 2/3는 염소로 이루어졌다. 또 염소의 특이한 기능은 위에서 분비되는 위산의 성분으로 작용한다. 결핍은 거의 드물지만 극도로 소금제한이나 오랜 구토와 설사 시에 일어날 수 있으며 결핍 시 식욕감퇴, 체중감소, 요로의 질소화합물의 배설이 증가한다(유춘희 등, 1999).

9) 체내에서 산소운반에 중요한 철(Fe)

철은 철과 단백질로 이루어져 있는 적혈구 안의 헤모글로빈(호흡으로 얻은 산소를 세포까지 운반하는 역할), 근육 속의 미오글로빈(헤모글로빈과 같은 산소운반능력이 있다)이나 에너지 생산경로에 포함되어 있는 많은 효소에 필수적인 원소이다.

심한 운동에 의해 적혈구는 파괴되거나 땀으로 손실되기 때문에 운동선수, 특히 여자선수는 운동성 철결핍성빈혈이 일어나기 쉽다. 빈혈은 산소운반능력을 저하시키고, 운동수행능력 전체를 저하시키므로, 철을 충분히 보급하여 빈혈의 원인을 만들지 않도록 해야 한다. 그러기 위해서 유기철이 많이 함유되어 있는 고기나 생선을 섭취하는 것도 식사에 포함시키는 것이 좋다(서영환, 2005).

가능하면, 철의 흡수를 저해하는 타닌(tannin) 등의 물질을 함유하고 있는 커피, 녹차 등은 식사 중이나 식후에 바로 섭취하는 것은 삼가야 한다. 운동선수라면 하루에 20mg 이상의 철을 섭취하도록 노력한다.

10) 항산화작용에 관여하는 동과 셀레늄

동은 세포질안에서는 과산화지질의 생성을 억제하는 SOD(superoxide dismu-tase)와 결합하고, 혈청 안에서 트랜스페린(transferrin)에 철을 건네주는 기능이 있는 세룰로플라스민(cerulloplasmin)과 결합한다. 또한, 다른 효소의 구성성분으로서 빈혈방지와 결합조직의 형성 등의 기능이 있다.

한편, 셀레늄(selenium)도 마찬가지로 글루타티온퍼옥시다제 (glutathioneperoxidase; GPX)의 구성성분이다 글루타티온퍼옥시다제는 과산화지질을 제거하는 기능이 있는 효소이다. 운동은 체내에 대량의 산소를 끌어들이기 때문에 세포막 등에 존재하는 지방이 산화되기 쉽다. 지방의 과산화를 예방하기 위해서는 비타민 E나 비타민 C 등의 항산화 비타민, 동, 셀레늄 등의 기능이 중요하다(권오찬, 1997).

7. 녹차추출물의 성분과 효능

1) 녹차의 성분과 효능

차는 커피, 코코아와 함께 세계 3대 음료 가운데 하나로 현재 160국에서 즐기고 있다. 그 중 녹차가 가장 오랜 역사를 가지고 있으며, 기원전 2,737년 중국에서 신농 황제의 차 발견으로 시작하여 4-5세기 양자강 위주로 차문화가 보편화되었다. 녹차는 약재로 사용된 적은 없지만, 여러 가지 이로운 효능들에 대해 과학적으로 입증된 바 있다. 차에 함유되어 있는 주성분은 카테킨류, 카페인, 아미노산류, 비타민 C, 비타민 E, β-카로틴, 불소, 아연 등 미네랄류가 있고 각각의 성분이 각종의 생리기능을 가지고 있다(전성민, 2006).

녹차의 경우 열량을 지닌 성분이 거의 없는 저칼로리의 기호음료로서 체중 조절에 이상적인 음료라고 할 수 있다. 특히 일본 범파대학의 스즈키 교수의 실험에서 녹차를 마시고 운동하면 에너지원으로서 지방이 우선적으로 사용되므로 효과적으로 지방을 줄일 수 있다고 한다(Zongmao, 1993). 또한 동물을 이용한 실험에서 녹차를 첨가한 고지방 사료 투여군은 보통 사료를 투여한 군에 비해서 지방의 증가가 없었는데 이러한 녹차의 지방축적 억제 효과는 에너지원으로서 우선적으로 지방이 작용되게 하는 작용과 카테킨 성분의 콜레스테롤이나 중성지질의 감소 효과에 의한 것으로 보고되고 있다. 운동요법 및 식이요법과 함께 녹차를 음용할 경우 체중감량에 좋은 효과를 얻을 수 있을 것이다(배유림, 2006).

녹차의 카테킨이 소장의 α-아밀라제 α-글루코시다제 설탕 등 전분과 당을 분해하는 효소의 활성을 억제하여 소장 내로 포도당 흡수를 저하시킴으로써 혈당의 급격한 상승을 막는 것으로 알려졌다(신영구, 2003). 또한 녹차의 카테킨 성분은 우롱차나 홍차의 산화형 폴리페놀 성분보다 항염성 및 항균성 효과가 크며 세균의 생육을 억제하는 작용이 있다. 대표적인 식중독 세균인 대장균, 포도상구균, 장염 비브리오균, 웰치균, 프레시오모나스균, 에러모나스균, 콜레라균, 등에 대하여 보통 차 마시는 농도의 1/10-1/2정도의 극히 낮은 농도에서 살균을 할 수 있다. 그러므로 구강염, 인후염과 여름에 쉽게 걸리는 장염, 이질 등을 예방, 치료할 수 있다(조우균, 2001).

2) 차의 성분

차의 생잎 중에는 약 75-80%가 수분이고 나머지가 고형분인데 이 고형분의 40%는 물에 녹는 수용성 성분이고 나머지는 불용성 성분이다. 차의 주요성분은 차의 종류나 산지, 품종, 계절, 재배조건, 기후, 채엽 부위 등 여러 가지 요인에 의해 그 함량이 달라지게 된다.

<Table 4> Effect of green tea ingredient

수용성 성분(20-30%)	기 능
카테킨(10-18%)	항산화, 항암, 항당뇨, 항균
플라보놀류(0.6-0.7%)	항산화, 항암, 심질환 예방, 소취
비타민C(150-250mg%)	감기예방, 면역력 유지
데아닌(0.6-2%)	혈압강하, 뇌 신경기능 조절
GABA(0.1-0.2%)	혈압강하
사포닌(0.1%)	천식방지, 항균, 혈압강하
다당류(0.6%)	혈당상승 억제(항당뇨)
카페인(3-4%)	강심, 이뇨, 대사항진
무기질(수용성,3-4%)	항산화, 항암
지용성 성분(70-80%)	**기 능**
섬유소(30%)	성인병 예방
단백질(24%)	영양소
베타 카로틴(13-29mg%)	항산화, 항암, 면역증강
비타민 E(25-70mg%)	항산화, 항암, 항당뇨, 항불임, 면역증강
클로로필(0.6-1.0%)	항암
무기질(불용성,2-3%)	-

(1) 폴리페놀

녹차 잎의 중요한 성분중의 하나로 차의 맛, 향기 및 색에 깊이 관여하여 온화한 삽미와 고미를 나타낸다. 녹차의 폴리페놀 함량은 6종의 카테킨과 그 유도체로 구성된다. 이들 6종의 카테킨 중에서는 (-)-EGCG, (-)-EGC, (-)-ECG, (-)-EC의 순으로 함유되어 있으며 (+)-GC, (+)-C는 극소량이 함유되어 있다. 유리형 카테킨(EC, EGC)은 온화한 쓴맛으로 떫은맛은 없으나 에스테르형 카테킨(ECG, EGCG)은 강한 쓴맛과 떫은맛을 가지고 화학적으로 수용성 단백질과 결합하여 불용성의 복합체를 형성한다. 차의 폴리페놀에 관한 연구는 항암작용, 항산화 작용, 고혈압의 억제작용, 지질 과산화에 대한 저해작용, 동맥경화 저해작용

등 많은 연구분야에서 활발히 진행되고 있다(김영경, 2006).

(2) 카페인

차를 상징하는 주요성분으로 함량은 2-3%이며 상쾌한 쓴맛을 지니고 더운 물에 거의 100% 용출된다. 카페인은 purin 2,6-diol의 trimethyl 유도체로 뿌리에는 함유되지 않고 잎에서 생합성 되며, 차엽의 카페인 함량은 연간을 통하여 언제나 잎에 많으며, 그 농도는 봄에 최고 농도로 존재하며 잎의 성장에 따라 상대적으로 감소된다(계인숙, 1999).

또한 심장의 자극제나 이뇨제를 사용하는 카페인은 alkaloid 일종이나 마약작용은 없고 인체에서는 중추신경을 흥분시키는 등의 약리작용을 나타내지만, 위장관의 통증이나 수면을 방해하는 부작용이 있다(Park et al, 2001).

3) 유리 아미노산과 질소 화합물

녹차는 차잎의 질소화합물과 깊은 관계가 있으며 단백질 함량이 많은 것일수록 품질이 좋은 것으로 알려져 있다. 질소화합물은 아미노산, 아미드, 단백질, 핵산 등이다. 그러나 차잎의 단백질은 녹차 제조시의 가공공정 동안 tannin과 결합하여 응고하기 때문에 차의 추출액에는 아미노산과 아미드가 용출된다. 차엽의 대표적인 유리아미노산은 theanine과 glutamin acid다. 특히 theanin은 glutamin acid 와 ethyl amine으로부터 형성된 아미드로 차 특유의 감칠맛과 단맛을 가지는 아미노산의 일종으로서 햇볕을 차단하여 일광조사량을 감소시킴으로서 차엽에 축적되며 그 약리활성으로는 카페인의 작용억제, 카페인으로 인한 중풍의 길항작용이 보고되었다(김영경, 2006).

또한 녹차 생엽의 전처리 과정에서 생엽을 혐기적으로 처리함으로써 γ-aminobutyric acid(GABA)가 축적되는 것을 발견하였는데, GABA는 동・식물계에 널리 분포되어 있는 비단백질 구성 아미노산으로 사람에 있어서는 신경계, 혈액에 함유되어 있으며, 이의 대부분은 뇌의 골수에 존재해 아세틸콜린이라고 하는 신경전달 물질을 증가, 고혈압에 대한 저해효과 등의 생리작용을 한다(Peizhen et al, 1993).

4) 비타민

차엽 중에는 생체 내에서 지질과산화를 억제하여 발암의 방지나 노화의 억제에 유효하다고 알려져 있는 비타민류 비타민 C, E, A 가 많이 함유되어 있다. Tocopherol 및 비타민 C의 활성산소 소거제로서의 기능과 peroxides 및 singlet oxygen 생성 억제능력, 항돌연변이원성, 항암성 및 항노화성 등이 보고되어 있다(한명규, 1994).

5) 무기성분

차에는 칼륨, 아연, 마그네슘, 망간, 구리, 니켈, 셀렌 등 알칼리성 무기질과 미량 필수 원소가 약 5-6%가 함유되어 있다. 또한 불소가 이온의 형태로 존재하며, 박테리아의 위해로부터 치아의 표면을 보호하고 충치를 예방하는 것으로 알려져 있다(신미경, 1994).

6) 기타

당류는 arabinose, D-ribose, D-glucose등이 약 0.6% 함유되어 있으며 녹차의 단맛을 나타내고, 전분은 녹차의 품질에 영향을 미친다. 또한 차의 품질과 기호를 좌우하는 성분인 향기성분은 geraniol과 2-phenyl ethanol 성분이 가장 많이 차지하였다(김영경, 2006).

8. 운동과 항산화 효소

1) 운동과 항산화 방어

운동은 신체의 대사기능을 원활히 하고 면역기능 강화, 스트레스 해소, 체중조설, 그리고 성인병이나 각종 질병 예방 등의 긍정적인 목적으로 널리 행해지고 있는 실정이다. 그러나 높은 운동 강도나 스트레스, 흡연, 그리고 자외선 등에 의하여 산소라디칼(O_2 Radical)이 과다 생성되어 세포조직을 손상시켜 노화와 질병을 유발한다(김남익 2004; 김현아 등 2003). 특히, 힘든 운동 중 많은 산소 이용은 산소라디칼을 증폭시키기 때문에 산화적 스트레스가 증가하게 되고 인체가 적절히 대응하지 못해 세포막 구성성분이 파괴되는 등, 해로운 영향 및 산화적 손상을 일으키는 것이다(Jenkins, 1988; Ji, 1996).

유산소성 운동 수행시 산소 소비율은 평상시보다 약 10-15배 가량 증가하고(전태원 등, 1992), 동・정맥 산소차 또한 3배까지 증가하며 혈류 속도는 30배까지 증가된다. 또한 말초 혈관 주변 골격근 조직의 산소유동률이 100배까지 증가됨에 따라 안정시 보다 반응성 산소화합물(ROS : reactive oxygen species)의 유행성에 많이 노출된다는 연구가 보고되고 있다(Alessio, 1999).

단기간의 심한 운동에 의한 산화 스트레스는 항산화 방어체계에 의해서 보상을 받지 못한다고 보고된 바 있으며(Ji et al., 1990; 1992), Jenkins(1988)의 연구에서도 탈진 운동의 상태에서 여러 가지 조직 샘플을 통하여 과산화지질과 유리산소시 농도를 검사한 경로가, 인간과 동물 대상 실험 모두에서 크게 증가된 수준을 보고한 바 있다. 그러나 지구성 훈련은 조직의 항산화 능력에 영향을 미치는데, 특히 골격근 및 심장과 같은 특수 조직의 항산화 능력의 적응은 운동시 발생되는 활성산소에 대한 세포의 중요한 보고 작용을 의미한다(Leeuwenburgh et al., 1997). 또한 지구성 운동을 지속적으로 훈련하면 항산화 효소의 적응력을 향상시켜 골격근 운동을 지속적으로 수행할 수 있도록 하고 미토콘드리아의 산화효소적응에 중요한 긍정적인 역할을 한다(Ji, 1993; Jenkins, 1988).

지구성 운동선수와 규칙적인 신체적 활동에 참여한 일반인을 대상(Kostka et al., 2000)으로 한 항산화 효소 활성도에 관한 연구에서는, 장기간 고강도 운동

수행을 한 선수들이 산화 스트레스 노출이 많음에도 불구하고 내성의 증가로 일반인 보다 항산화 효소가 더 높은 것으로 보고(Takanami, Iwane, Kawai & Shimomitsu, 2000)하고 있으며, 규칙적인 유산소 운동이 산화스트레스 방어 능력과 세포손상을 경감시킨다는 보고가 대부분이다(Powers et al, 1994). 그러나 지구성 훈련이 항산화 방어 능력에 긍정적 결과만을 보고한 것은 아니다.

Laughlin et al(1990)과 Powers et al(1994)은 지구성 훈련이 항산화 방어 능력의 증가를 가져오지 않는다고 하였으며, Tiidus et al(1996)도 8주간의 유산소 운동이 항산화 적응 능력을 향상시키기에 충분하지 않다고 보고한 바 있다.

2) 운동과 항산화제

오염된 환경 각종약물, 초음파, 자외선 외에 과도한 운동에 의해 생성되는 활성산소는 각 기관 세포 세포내의 DNA 구조 그리고 면역성에 치명적인 영향을 주어 지병과 수명단축을 유도한다(박영신 등, 2004). 따라서 불완전한 산소에 이온을 줄 수 있는 화학물질이나 이온의 이동을 도와주는 촉매제인 효소나 조효소의 도움이 필요한데 인간의 인체는 과도한 활성산소의 방어체제로서 항산화제를 가지고 있다. 항산화제는 인체가 활성산소로 인해 손상을 입기 전에 화학적으로 제거하여 산화적인 확산 또는 손상을 막는 역할을 한다. 이러한 항산화제는 우리 몸의 곳곳에서 그 역할을 수행하는데 부위별로 살펴보면 다음과 같다.

첫째로 세포 안에서는SOD, CAT, GSHPx, Selenium이 그 역할을 담당하며 둘째로, 세포막에서는 Vitamin C, Vitamin E, 그리고 조효소가 있다. 마지막으로 세포의 외부에서는 Vitamin C, 그리고 Vitamin E, 트랜스훼린(Transferin), 락토훼린(Lactoferin), 알부민(Albumin) 등이 존재하여 자유기(free radical)를 제거한다(이영진, 1998). 이러한 항산화제는 크게 고분자 항산화제와 저분자 항산화제로 구분하여 볼 수 있다.

고분자 항산화제로는 SOD(superoxidedismutase), CAT(catalase), GSHPx (glutation peroxidase) 등이 있는데 이것들은 외부에서의 공급없이 인체내부의 대사에 의해 생성되는 효소이며 다른 화학적 물질과는 달리 한 효소분자가 그 효소 프로테인 구조가 기능적인 원자의 배열을 잃어버리기 전까지 몇

천 개의 활성산소를 처리한다. 또 각각의 항산화 효소는 다른 종류의 활성산소를 제거하고 있다. SOD는 초과산화 이온(O_2^-), GSHPx와 Catalase는 과산화수소(H_2O_2)를 조효소나 H에 의해 안정된 산소나 물을 만든다(서영환, 2004). SOD는 거의 모든 생명체에 존재하고 있으며 만일 이것이 없으면 성장이 제대로 되지 않을 정도로 그 역할이 대단하다. 만일 대장균에 SOD가 없으면 세포 손상이 일어나는 것을 막지 못하며, 돌연변이도 잘 일어나게 된다(이영진, 1998). 인간에게서 흔한 질환 중 다운증후군은 대표적인 선천성 기형질환이다. 이 환자의 염색체에는 SOD기능을 하는 유전자가 더 많아서 정상적인 경우보다 SOD의 활동이 50%정도 더 많은 것으로 밝혀졌다. 장에 흡수되어 활성산소를 제거하는 저분자 항산화제는 Vitamin E, Vitamin B1, Vitamin C, 베타 카로틴(beta carotene) 등이 있다(Karvonen, 1957). 이들은 고분자 효소와는 달리 적은 양의 활성산소를 와해시킨다. 특히, 수용성인 Vitamin C는 2개의 OH^-(히드록실)를 가지고 2개의 다른 활성산소를 제거한다(Esposito, et al, 2003). 또 Vitamin E가 프락실 활성산소와 반응할 때 그 자체의 유리기(활성산소)를 감소시켜 Vitamin E가 원래대로 환원되도록 돕는다. 또한 Vitamin E는 지질과산화와 단백질 산화를 감소시킨다. Vitamin E는 세포막에 존재하는 항산화 물질로써 토코페롤(tocopherol)이라고도 한다. 활성산소에 의해 지질성분이 과산화지질로 산화되면 세포막이 무너지는데, 이때 Vitamin E가 이러한 세포막을 무너뜨리는 것을 방어하는 역할을 수행한다. 그러나 이러한 일을 수행함에 있어 한계가 있기 때문에 Vitamin E는 다른 항산화 효소를 요구한다. 이것이 바로 Vitamin C와 조효소이다. Vitamin C는 Vitamin E를 재생시키는 능력을 가지고 있어서 무너지는 세포막을 일으킨다. 또한 조효소는 활성산소를 제거하기도 하며 Vitamin E의 활동을 보좌하는 역할을 한다고 알려져 있다(Jung et al, 2006; Lee et al, 2004).

운동시에는 안정시보다 많은 양의 산소를 소비하기 때문에 활성산소가 많이 발생하고 운동 중 특히 운동에 의한 혈류 재분배시에 활성산소가 많이 발생하여 운동이 인체에 해롭다는 유해 산소론이 일본에서도 많은 논란이 있었다. 그래서 운동생리학자들은 운동강도와 혈청 과산화지질의 관계를 실험한 결과 급성운동부하에 따른 생체내의 과산화지질 반응에 의한 영향은 최대산소섭취량의 80%를 넘는 운동강도에서 급증했다고 했다. 또한 유산소성역치(AT)수준의 강조로 유산

소성 운동을 장시간 실시한 결과 운동 중이나 운동 직후에 혈청 과산화지질의 증가는 나타나지 않았다고 한다(Lee, 2000). 현재까지의 연구결과 운동을 하면 산화 스트레스가 증가하지만 인체에는 산화를 막는 CAT나 SOD 와 같은 항산화 효소가 있어 산화방지효소도 함께 증가해 결과적으로 오히려 산화스트레스를 줄여 준다는 것이다. 반응성 산소화합물(ROS)은 과도한 운동 중 혹은 운동 후에 여러 가지 대사적 경로에 의해서 만들어지는 것으로 알려져 있다(Meydani and Evans, 1993). 즉 ROS는 미토콘드리아에서의 호흡 연쇄반응, 퍼록시좀 산화효소, 크산틴(xanthine)산화, 호중구(neutrophil) 활성과 카테콜라민(catechol amine)을 통하여 만들어진다. 비록 운동 중에 형성되는 ROS의 양을 정량적으로 알 수는 없지만 운동 중에 산소소비가 증가되면 그에 따라서 ROS의 양도 몇 배로 증가된다는 것은 명백한 사실인 것으로 보고되어 진다(Liao et al, 1997). 따라서 운동이 많은 이득을 가져오지만, 과도한 유산소 대사는 해로울 수 있는 것이다. 게다가 몇몇 연구는 동물실험에서 운동으로 인한 근육에서의 유리기가 휴식 시에 비하여 몇 배나 증가되었다고 보고하였다(Jackson et al., 1985). 이와같이 운동은 산화적 스트레스를 증가시킬 수 있으며 여기에는 지질과산화, 단백질산화 및 DNA손상 등이 해당된다.

3) 운동과 항산화 작용

운동에 의한 산화반응은 첫째 사이토크롬(cytoherome) 사슬의 전자유출 상승, 둘째 저산소 조직의 수소이온과 과산화물 생성의 증가 셋째 저산소상태에서 라디칼형성을 촉진하는 전이금속(Fe, Cu, Mg)의 유리에 의해서 발생한다. Loschen 등(1973)은 미토콘드리아의 과산화수소 형성이 전자전달계를 통한 에너지 생성과 밀접한 관련성이 있다고 보고 하였으며, 특히 운동은 미토콘드리아 전자전달계를 통한 전자의 유출과 산소이용률을 증가시켜 라디칼 생성을 가속화 시킬 수 있다고 하였다. 인간의 근육운동은 운동시와 회복기에 라디칼을 발생시킨다고 보고하였으며, 강한 운동시에 유리기 발생이 높아진다는 학설이 광범위하게 증명되고 있다(Davies et al., 1982; Longhurst, et al, 1979). 그러나 Vinikka et al.(1984)과 Salminen & Vihko(1983)은 운동시 산소섭취량이 체내에서의 프리라디칼 생

성을 야기하며, 지질과산화를 촉진시켜 조직손상을 야기시킨다는 가능성을 강력하게 부정하고 있다. 따라서 운동으로 인한 프리라디칼 생성은 다소의 논란이 대두되고 있지만, 격렬하고 강력한 산소결핍을 초래하여 운동 근조직, 동맥벽 조직 내에서 과산화 지질을 증가시켜 조직 손상을 야기시킨다는 가능성은 배제할 수 없을 것이다(McMurray et al, 2000).

활성산소는 독성이 강한 과산화 지질을 생성하고, 세포막 상해를 야기하며, 동맥경화, 당뇨병, 암, 노화 등 여러 가지 질병을 일으킨다. 운동에 의해 생체내의 활성산소 생성이 증가되지만, 그 상해는 활성산소가 항산화 방어계를 초과 하였을 때 발생된다. 생체내에서 직접 활성산소를 얻는 것은 곤란하기 때문에 조직이나 혈액중의 과산화 지질의 측정이나 과산화 지질의 지표가 되는 호기중의 펜텐(Pentane) 농도를 측정함으로서 가능하다(Salah et al, 1995).

또한 운동훈련을 실시한 경우에도 혈액중의 과산화 지질은 상승하지 않고, 저하한다는 보고(Valsamakis et al, 2004; Mitscher et al, 1997)도 있어 적절한 운동을 지속적으로 실시했을 경우에는 질병예방 측면에서 긍정적인 점을 시사하고 있다. Davies등(1982)은 쥐를 이용하여 탈진에 이르는 운동을 실시한 후 심장, 간 및 외측 광근에서 SOD활성도가 증가한다고 하였으며, Minami등(1981)도 10분간의 격렬한 에르고메타 운동 후 혈청 SOD활성도에 유의한 증가를 보고하였고, 한두차례 탈진 운동이 골격근의 CAT, GPX, GRD를 상승시킨다고 하였다. 그러나 이와 대조적인 연구들도 있다. Cooper등(1986)은 마라톤 경기 후에 골격근의 SOD활성의 효과가 나타나지 않았다고 하였으며, Despres(1993)도 쥐를 이용하여 단시간 운동을 실시한 결과 간과 골격근의 SOD활성도에 변화가 없었으며, 또한 근육의 CAT활성도를 감소시켜, 운동이 특수조직에서 지질과산화 반응을 증가시킨다고 하여 운동방법에 따라 항산화 효소에 대한 선행연구 결과는 일치하지 않고 있어 논란이 되고 있다.

Kaplan(1989)은 실험동물을 대상으로 9주 동안 수영훈련을 실시하였을 때 쥐의 간과 심장에서 SOD, CAT, GPX 활성도가 변화되었으며, 21주 훈련 후에는 유의하게 증가하였음을 보고하였다. Sen등(1994)도 8주 동안 탈진운동을 실시한 결과 훈련 뒤 쥐에 비해 훈련되지 않은 쥐에서 Mn-SOD농도에서 유의한 차이가 나타났다고 하였다. 또한 Matsuzawa등(1999)은 최대탈진에 이르는 운동 후에 늙은

쥐의 간 SOD 활성이 젊은 쥐보다 낮다고 하였다(Ivy, 1997). 또한 실험동물과 사람을 이용하여 12주간 지구성 훈련에 따른 SOD, CAT, GSH 및 LPO 활성도 연구에서 운동전에 비해 운동 후에 항산화효소 활성도 및 GSH 농도가 증가하고, 지질 과산화농도는 감소한다고 하였으며, Seidell 등(1990)도 쥐를 대상으로 12주 동안 일주일에 5일 32m/min 속도로 하루2시간씩 트레드밀 운동을 시켰을 때 통제군에 비해 훈련군의 골격근에서 SOD, CAT, GPX 활성도가 증가하였음을 보고하였다. 그러나 Powers 등(1993)은 쥐를 대상으로 10주동안 훈련시켰을 때 CAT, GPX의 변화가 관찰되지 않았으며, 고강도 훈련과 중정도 훈련에서는 SOD 활성을 저강도 장시간 훈련은 효소 활성도의 증가를 초래하였다고 하였다. 따라서 지구성 훈련은 골격근의 저항성을 증가시키고, 지질과산화 반응에 의한 상해를 억제할 수 있다고 하였다(박태곤, 2005; 허갑범 등, 1999).

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상

대상은 태권도선수 7명, 역도선수 7명, 비운동군 10명, 총 24명을 대상으로 하였다. 녹차추출물 섭취하도록 하여 혈청지질, 무기질 및 항산화효소 활성도를 규명하고자 하는 연구 목적에 동의하여 자발적인 참여 의사를 밝힌 자로 선정하였다. 신체적 특성은 <Table 5>와 같다.

<Table 5> The physical characteristics of subjects M±SD

Groups	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	Career(yrs)	%Fat(kg)
E.G (n=14)	22.14±1.13	175.47±1.21	77.54±1.14	9.4±5.11	11.35±4.21
C.G (n=10)	22.91±2.45	173.94±1.73	76.34±1.22	-	19.11±4.33

E.G :Experimental Group C.G : Control Group

2. 실험설계

운동을 통해 강도 높은 운동수행을 하는 운동선수들에게 녹차추출물을 복용하도록 하여 각종 측정변인에 미치는 변화 양상을 알아보기 위하여 4주간의 운동 전·후의 혈청지질, 무기질 및 항산화 효소 활성도를 측정·분석하였다.

본 연구의 실험설계는 <Figure 1> 과 같다.

grouping
(Experimental Group n=14, Control Group n=10)

⇩

Education and Measuring about Initial Method of Study
(Player Career, Taking Medicine and Body Check)

⇩

Exercise training program

⇩

After Exercise Program Blood Picking and Blood Analysis
(Blood Lipid, Mineral, Antioxidant Enzyme)

⇩

Analysis

⇩

Written paper

<Figure 1> The experimental design

1) 녹차추출물 섭취방법

녹차추출물은 카테킨100 제품으로 1회 섭취량을 700mg으로 정하였다. 매일 아침・저녁 식후에 각각 2캅셀씩 총 4캅셀을 복용(350mg×4캅셀= 1,400mg) 시켰다.

2) 혈청지질 채취 및 분석방법

혈액분석을 위해서는 12시간 공복 상태를 유지시킨 후, 전완 주정맥에서 5ml를 채혈하여 원심분리기를 이용하여 10분간 1,500-2,000rpm의 속도로 원심 분리하여 상층 액만 검사 튜브에 분리한 다음, 분리된 검체에 standard reagent를 150-180㎕씩 분주하여 T-C는 COD-POD법, TG는 유리Glycerol 소거법, HDL-C, LDL-C는 직접측정법(Toshiba 200-FR Neo, Japan)을 이용하여 분석하였다.

3) 무기질채취 및 분석방법

(1) Iron, Calcium, Na, Mg등 측정은 Hitachi 747 생화학 자동분석기를 이용하여 측정하였다.

(2) 혈액 적혈구, 백혈구, 혈소판, 헤모글로빈량 측정

혈액 적혈구, 백혈구, 혈소판, 헤모글로빈량 측정은 Hitachi 747 혈액 자동분석기를 이용하여 측정하였다.

4) 항산화 효소활성도 분석 방법

GPX 활성도는 Flohe등(1984)의 방법으로 측정하였다. 즉 GSH가 H_2O_2와 반응하여 GSSG가 형성되고, GSSG가 NADPH를 산화시키면서 GSH으로 환원되므로, NADPH 환원량을 측정하여 계산하였다.

(1) Warking solution

100 mM potassium phosphate buffer(pH 7.0)	500 ㎖
100 mM EDTA	5 ㎖
100 mM GSH	10 ㎖
45 U/ml glutathione reductase	1 ㎖
15 mM NADPH	5 ㎖
45 mM H2O2	10 ㎖

(2) 방 법

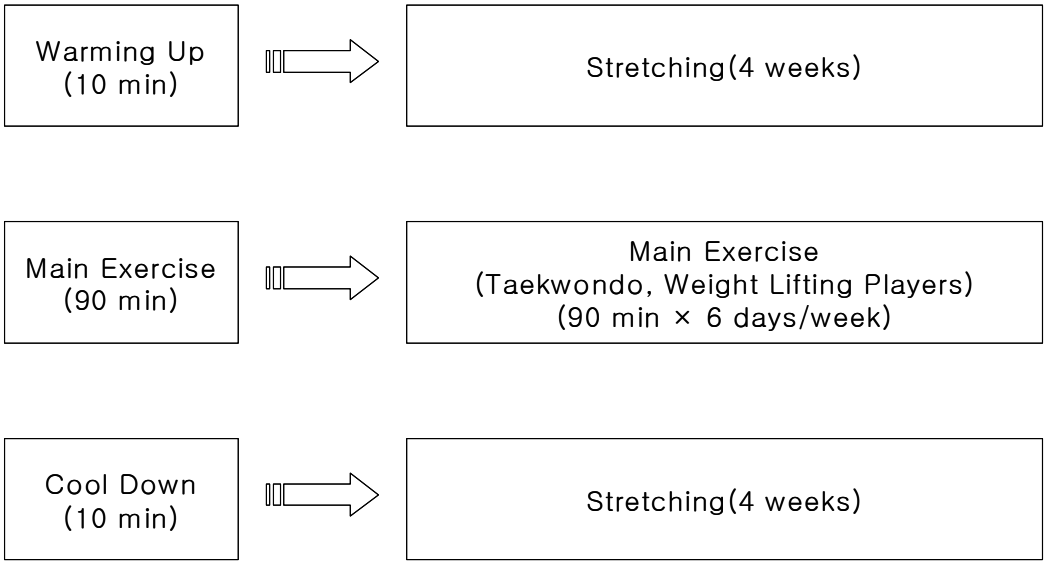
100 mM potassium phosphate buffer(pH 7.0) 2.5 ㎖에 100mM EDTA 0.03㎖, 100mM GSH 0.03㎖ 및 45 U/㎖ glutathione reductase 0.03㎖를 넣고 37℃에서 5 분간 방치한 후 15mM NADPH 0.03ml와 45mM H_2O_2를 0.01mM이 되게 가한 후 조효소 용액 10 ㎕를 가하여 340 nm에서 3분동안 변화되는 흡광도를 측정하였다. 비효소적 반응은 상기와 같은 조건에서 단지 효소액를 가하지 않고 반응시켜 흡광도의 변화를 측정하였고, 효소 활성도는 비효소적 반응에 의한 흡광도 변화를 감한 값을 다음 식에 의해서 계산하였다.

$$A=0.868\ ([NADPH] / [GSH]0t)\ (Vi / Vs)$$

여기서 A=효소 활성도, [NADPH]; NADPH 농도변화, [GSH]0t; GSH의 처음농도, t; 반응시간, Vi; 반응액의 용량 및 Vs; 효소액의 용량이다.

3. 운동프로그램

유산소성운동과 저항성운동을 병행한 복합운동 프로그램으로 4주간 주6회 1일 70분간 실시하였다. 세부내용으로는 준비운동 10분, 본 운동은 각 선수 그룹의 특성에 맞는 기존운동프로그램을 90분간 실시하였으며, 마무리운동 10분 간 실시하여 총110분간 실시하였다. 운동프로그램의 세부내용은<Figure 2>과 같다.



<Figure 2> Exercise training program

4. 측정항목 및 도구

측정항목은 신체조성 및 인체형태(체중, 제지방량, 체지방률, 체질량지수), 혈중 지질(T-C, TG, HDL-C, LDL-C), 항산화효소 측정도구는 <Table 6>와 같다.

<Table 6> Measurement tool

Equipment	Manufactory & Nationality	Measurement Item
FA-94H	Fanics. Co. Korea	height, weight, BMI
Measuring tape	Samhwa. Co. Korea	waist, hip circumference
Inbody 3.0	Biospace. Co. Korea	LBM, %fat
S610	Polar. Co. Finland	heart rate
Toshiba 200-FR Neo	Toshiba. Co. Japan	T-C, TG, HDL-C LDL-C, glucose
r-Count COBRA 5010	Packard. Co. USA	insulin, adiponectin

5. 자료처리

본 연구에서 측정한 각 요소의 측정자료는 SPSS K12.0 for Windows 통계 프로그램을 사용하여 통계 처리 하였으며, 세부적인 분석방법은 다음과 같다.

1. 실험군 혈청지질, 무기질, 항산화효소의 1주차(복용 전)와 4주차(복용 후) 측정수치 변화에 대해 paired t-test를 통하여 그 차이를 검정하였다.
2. 실험군과 대조군의 혈청지질, 무기질, 항산화효소의 4주차 측정 수치의 변화에 대해 independent t-test를 통하여 그 차이를 검정하였다.

Ⅳ. 연구 결과

운동선수들을 대상으로 고강도운동 전, 후 카테킨 섭취후 혈청지질, 무기질 및 항산화효소의 변화에 미치는 영향을 알아보고, 운동선수들의 피로회복 및 경기력 향상에 어떤 변화가 있는지 규명하기 위하여 실험 분석한 결과는 다음과 같다.

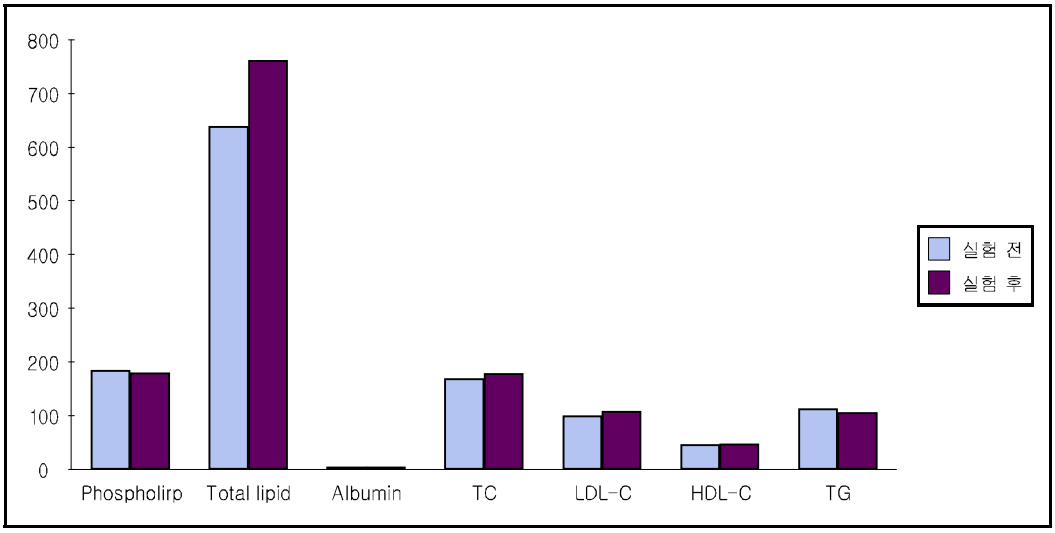
1. 혈청지질의 변화

1) 실험군의 혈청지질 변화

실험군인 운동선수들의 혈청지질 변화는 다음의 <Table 7>과 같다. 실험군의 혈청지질은 녹차추출물 복용 후 Phospholirp과 TG는 약간 감소하였고, Total lipid, Albumin, TC, LDL-C, HDL-C는 증가하였다. 그러나 이러한 변화는 통계적으로 유의하지 않았다.

<Table 7> Serum nature of soil change of a experiment group

혈청지질	실험 전	실험 후	변 화	t	p
Phospholirp	184.78	179.56	-5.22	1.068	.317
Total lipid	639.44	762.00	122.56	-.979	.356
Albumin	4.62	4.68	.06	-.958	.366
T-C	169.00	178.70	9.70	-.847	.419
LDL-C	99.60	108.30	8.70	-.975	.355
HDL-C	45.70	47.20	1.50	-.720	.490
T-G	112.60	105.60	-7.00	.739	.479



<Figure 3> 실험군의 혈청지질 변화

2) 대조군의 혈청지질 변화

대조군인 일반학생들의 혈청지질 변화는 다음의 <표 8>와 같다. 대조군의 변화 역시 통계적으로 유의하지 않았다.

<Table 8> Control group's serum nature of soil change

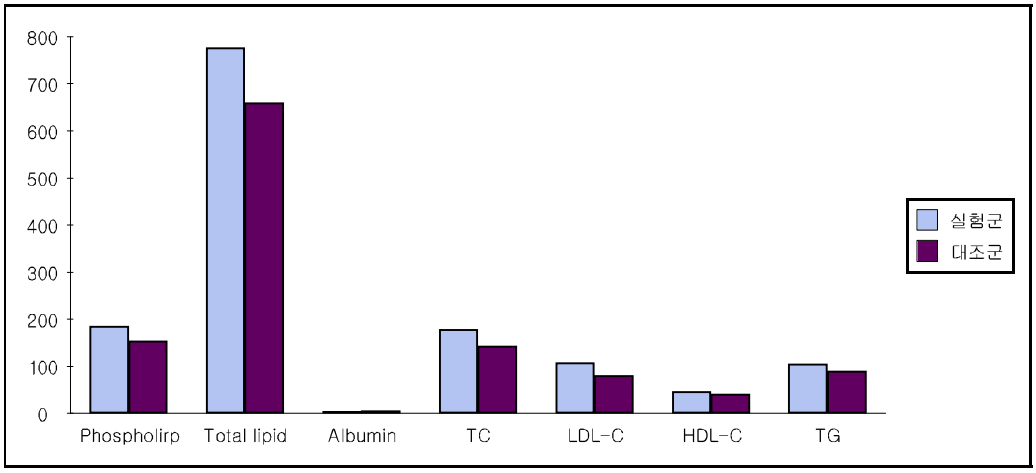
혈청지질	실험 전	실험 후	변화	t	p
Phospholirp	168.20	154.20	-14.00	1.098	.334
Total lipid	612.00	659.40	47.40	-1.143	.317
Albumin	4.72	5.36	.64	-1.382	.239
T-C	155.80	143.40	-12.40	1.679	.169
LDL-C	89.00	81.00	-8.00	1.668	.171
HDL-C	42.80	40.80	-2.00	1.174	.305
T-G	107.00	90.60	-16.40	.462	.668

3) 실험군과 대조군의 혈청지질 변화의 차이 분석

실험군과 대조군의 4주차 측정결과 혈청지질의 차이가 있는지에 대해 분석한 결과는 다음의 <Table 9>과 같다. 이 표에 나타난 바와 같이 Albumin을 제외한 나머지 6개 혈청지질은 실험군의 측정치가 대조군보다 높았다. 그러나 통계적으로 유의한 차이는 Phospholirp, T-C에서만 나타났다.

<Table 9> Difference black about a experiment group and control group's serum nature of soil change

혈청지질	실험군	대조군	차이	t	p
Phospholirp	185.60	154.20	31.40	2.565	.032
Total lipid	777.10	659.40	117.70	.986	.343
Albumin	4.69	5.36	.67	-1.860	.086
T-C	178.70	143.40	35.30	3.604	.005
LDL-C	108.30	81.00	27.30	2.117	.054
HDL-C	47.20	40.80	6.40	2.059	.061
T-G	105.60	90.60	15.00	.501	.625



<Figrue 4> A experiment group and control group's serum nature of soil difference

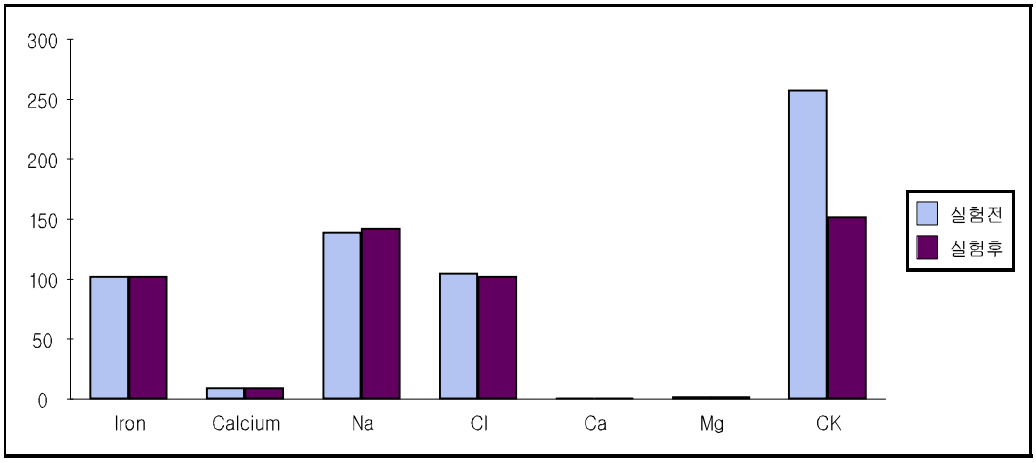
2. 무기질의 변화

1) 실험군의 무기질 변화

실험군인 운동선수들의 무기질 변화는 다음의 <Table 10>와 같다. 녹차추출물 복용 후 실험군의 무기질 측정치는 대부분 증가하였으나, Iron은 변화가 없었고 Cl은 2.67 감소하였다. 이러한 변화가 통계적으로 유의한 것은 Calcium, Na, Cl, Mg, CK에서였다. 즉 녹차추출물을 복용한 학생들은 Calcium, Na, Mg, CK 수치가 증가하였고, Cl 수치는 감소하였다.

<Table 10> Inorganic matter change of a experiment group

무기질	실험 전	실험 후	변화	t	p
Iron	102.67	102.67	.00	.000	1.000
Calcium	9.58	9.76	.18	-3.249	.012
Na	139.56	142.33	2.78	-3.492	.008
Cl	105.22	102.56	-2.67	3.671	.006
Ca	.91	.99	.08	-.626	.547
Mg	2.19	2.12	.07	2.309	.050
CK	258.00	152.30	105.70	4.067	.003



<Figure 5> Inorganic matter change of a experiment group

2) 대조군의 무기질 변화

대조군인 일반학생들의 무기질 변화는 다음의 <Table 11>와 같다. 대조군의 무기질 변화는 대부분 통계적으로 유의하지 않았다. Na의 수치 변화가 통계적으로 유의한 것으로 나타났으나, 대조군에게는 아무런 처치를 하지 않았기 때문에 의미를 부여할 수 없다.

<Table11> Inorganic matter change of Control group

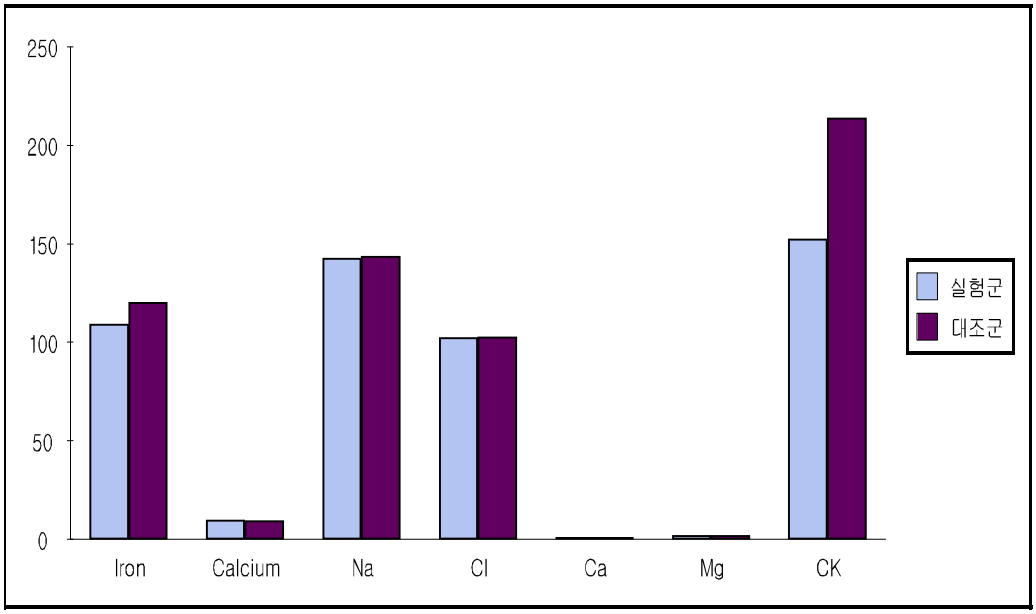
혈청지질	실험 전	실험 후	변화	t	p
Iron	130.20	120.40	-9.80	.347	.746
Calcium	9.74	9.58	-.16	.860	.438
Na	140.40	143.80	3.40	-3.302	.030
Cl	102.40	102.80	.40	-.408	.704
Ca	.99	1.01	.02	-.169	.874
Mg	2.18	1.96	-.22	2.557	.063
CK	213.60	214.00	.40	-.017	.988

3) 실험군과 대조군의 무기질 변화의 차이 분석

실험군과 대조군의 4주차 측정결과 무기질의 차이가 있는지에 대해 분석한 결과는 다음의 <Table 12>과 같다. 이 표에 나타난 바와 같이 7개 무기질 측정치는 실험군과 대조군에서 차이가 있었으나, 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

<Table 12> Difference black about a experiment group and control group's inorganic matter change

혈청지질	실험군	대조군	차이	t	p
Iron	109.30	120.40	11.10	-.672	.515
Calcium	9.78	9.58	.20	1.614	.134
Na	142.60	143.80	1.20	-1.062	.324
Cl	102.40	102.80	.40	-.600	.561
Ca	.99	1.01	.02	-.172	.867
Mg	2.13	1.96	.17	2.340	.064
CK	152.30	214.00	61.70	-1.899	.080



<Figure 6> A experiment group and control group's inorganic matter difference

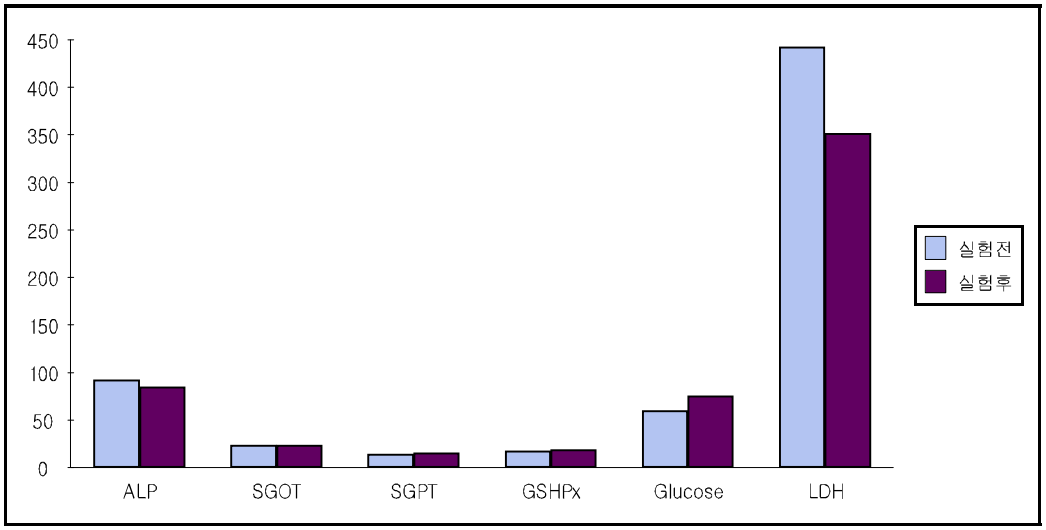
3. 항산화효소의 변화

1) 실험군의 항산화효소 변화

실험군인 운동선수들의 항산화효소 변화는 다음의 <Table 13>과 같다. 녹차추출물 복용 후 실험군의 항산화효소 측정치는 변화가 있었다. 이러한 변화가 통계적으로 유의미한 것은 Glucose와 LDH에서였다. ALP는 7.56 감소하였고 SGOT는 .11 감소하였으며, SGPT는 .89 증가하였고 GSHPx는 1.67 증가하였다. 그러나 이 4개의 항산화효소 측정치 변화는 통계적으로 유의미하지 않았다. 한편 Glucose는 15.78 증가하였고 LDH는 90.70 감소하였으며, 이러한 변화는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 즉 녹차추출물을 복용한 학생들은 Glucose 수치가 증가하였고, LDH 수치는 감소하였다.

<Table 13> Blood antioxidant enzymes of a experiment group change

항산화효소	실험 전	실험 후	변화	t	p
ALP	92.22	84.67	-7.56	1.967	.085
SGOT	23.67	23.56	-.11	.063	.951
SGPT	14.44	15.33	.89	-.967	.362
GSHPx	17.44	19.11	1.67	-1.491	.174
Glucose	59.89	75.67	15.78	-4.845	.001
LDH	442.40	351.70	-90.70	5.092	.001



<Figure 7> Blood antioxidant enzymes of a experiment group change

2) 대조군의 항산화효소 변화

대조군인 일반학생들의 항산화효소 변화는 다음의 <Table 14>과 같다. 대조군의 변화는 ALP를 제외하고 모두 통계적으로 유의하지 않았다. ALP의 수치 변화가 통계적으로 유의한 것으로 나타났으나, 대조군에게는 아무런 처치를 하지 않았기 때문에 의미를 부여할 수 없다.

<Table 14> Blood antioxidant enzymes of a control group's change

항산화효소	실험 전	실험 후	변화	t	p
ALP	58.00	62.00	4.00	-3.814	.019
SGOT	20.20	25.60	5.40	-2.176	.095
SGPT	11.00	16.20	5.20	-1.658	.173
GSHPx	12.00	13.40	1.40	-1.360	.245
Glucose	64.20	70.20	6.00	-.783	.477
LDH	379.60	360.60	-19.00	.759	.490

3) 실험군과 대조군의 항산화효소 변화의 차이 분석

실험군과 대조군의 4주차 측정결과 항산화효소의 수치에 차이가 있는지에 대해 분석한 결과는 다음의 <Table 15>와 같다. 이 표에 나타난 바와 같이 6개 측정치는 실험군과 대조군에서 차이가 있었으나, 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

<Table 15> A experiment group and control group's blood antioxidant enzymes difference black change

항산화효소	실험군	대조군	차이	t	p
ALP	83.00	62.00	21.00	2.079	.058
SGOT	24.10	25.60	1.50	-.371	.721
SGPT	15.60	16.20	.60	-.136	.894
GSHPx	19.80	13.40	6.40	1.943	.077
Glucose	75.00	70.20	4.80	1.158	.277
LDH	351.70	360.60	8.90	-.337	.745

<Figure 8> A experiment group and control group's blood antioxidant enzymes difference

V. 논 의

본 연구에서는 운동선수집단과 일반학생집단으로 나누어 집단별 처지에 따른 실험 전·후의 변인들의 변화를 비교 분석하여 그 결과를 운동과 녹차추출물인 카테킨의 병행이 혈청지질 변화와 무기질 및 항산화효소 변화에 대하여 분석한 결과를 중심으로 논의한 내용은 다음과 같다.

녹차는 심혈관계 질환의 위험인자인 혈중 T-C와 T-G 농도에 변화를 주는데, 정혜윤(2008)은 녹차 섭취가 HDL-C을 증가시키고, T-C와 T-G의 농도 및 LDL-C, VLDL-C를 감소시키고 특히 HDL-C에 대한 LDL-C 비율이 10잔 이상 마신 집단에서 유의하게 감소된다고 하였다. 녹차 성분 중 카페인, 메틸산틴(methlxanthine)은 단독 성분으로 비만 예방 및 치료에 응용되어져 왔다(Riesselmann et al, 1999). 이러한 성분은 체지방의 분해를 저해하는 아데노신(adenosine)의 작용을 억압하여 체지방 분해를 높이며, 특히 카페인, 메틸산틴, Theophyline은 열 생산 효과에 의하여 에너지 소비량을 증가시켜 체중감량에 효과가 있다는 보고도 있다(김동원, 2005). 녹차의 카테킨(catechin)은 혈압강하 작용, 암 발생 억제 효과, 콜레스테롤 재흡수 억제작용, 노화방지, 피로회복과 각종 성인병의 예방제로 그 효능이 있을 뿐만 아니라 체중조절 기능과 에너지 소비 증가가 된다는 특성이 부각되었다(이순재, 2001).

녹차의 폴리페놀화합물은 생체 내에서 혈압상승 및 혈소판 응집을 감소시키고, 항혈전 효과가 있어 혈액의 정상적인 순환을 돕는다. 또한 혈중콜레스테롤을 저하시키고, 고혈압이나 동맥경화를 억제하며 노화를 예방 한다(Son et al, 2005). 그 밖에 수은이나 카드뮴 같은 유독성의 중금속과 담배의 니코틴과 같은 알칼로이드 성분과 쉽게 결합하여 해독작용을 나타내고, 항박테리아, 항바이러스, 항발암 작용, 위액분비 촉진, 이뇨 작용, 항염증 효과 등 다양한 생물학적 활성과 약리학적 효과를 가지는 것으로 알려져 있다(Yokozawa, 2002). 이러한 배경에서 차 추출물을 효과적으로 분리, 정제하는 기법과 녹차 추출물의 항산화 효과 및 항산화력을 높이는 상승제에 관한 연구가 최근에 활발히 이루어지고 있다(서혜림, 2004) .

생체막에서 생성된 지질과산화의 활성산소는 막 성분들을 비(非) 특이적으로 공격하여 막을 변형시키고, 공간 배열을 변화시켜 생체막의 생물학적 기능을 상실케 하며, 과산화의 최종 부산물들이 축적되어 세포 구성에 손상을 가져와 결국은 세포를 죽게 만든다(박혜순, 2002). 또한 이러한 특징의 활성산소는 연쇄반응을 일으켜 결국은 수많은 활성산소를 생성하는데 연쇄반응이 세포막에서 발생할 때 이것을 과산화지질이라고 한다(박재현 등, 2005).

이와 같은 과산화지질의 중요한 요소는 LDH(lactate dehydrogenase)와 MDA(malondialdehyde)가 있으며, 조직손상지표로 사용된다. 운동이 과산화지질의 생성을 감소시켜 인체에 긍정적인 영향을 보인다는 선행연구가 있지만(신말순, 1998), Duthie et al(1990)은 지구성 트레이닝을 실시한 후 과산화지질의 생성을 비교한 결과, 과산화지질 농도가 유의하게 증가했다고 하였으며, 허정행(1999)은 축구선수와 일반학생들을 대상으로 트레드밀을 이용하여 최대산소섭취량의 80%부하로 all-out에 이르기까지 트레이닝을 실시한 결과 안정 시와 all-out 시 그리고 회복기 10분에서 축구선수그룹이 일반학생 그룹보다 과산화지질 농도가 유의하게 증가한 것으로 보고하였다. 그래서 근육에서 산소 이용률이 증가하기 때문에 인체의 항산화 기전으로 고강도의 운동시 과산화 지질을 막기에 부족하다(조홍근 등, 2004).

최미숙 등(1992)은 잘 훈련된 피험자들의 혈장과 혈청 모두에서 탈진 운동 후가 휴식시보다 지질과 산화물의 농도가 77% 상승함을 보고하였고, Davies et al(1982)은 훈련되지 않은 쥐의 탈진 운동 후 지질과산화 물질 생성 수치가 휴식시보다 81% 증가하였음을 보고하였다. 또한 정덕조(1988)는 무산소 역치(Anaer-obic Threshold ; AT)수준 이상의 운동 강도인 AT 110%에서 지질 과산화 물질의 체내 생성은 크게 증가되었으나 그 수준이하인 AT 80%에서는 유의한 증가가 없었음을 보고하였다.

운동은 신체의 대사기능을 원활히 하고 면역기능 강화, 스트레스 해소, 체중조설, 그리고 성인병이나 각종 질병 예방 등의 긍정적인 목적으로 널리 행해지고 있는 실정이다. 그러나 높은 운동 강도나 스트레스, 흡연, 그리고 자외선 등에 의하여 산소라디칼(O2 Radical)이 과다 생성되어 세포조직을 손상시켜 노화와 질병

을 유발한다(Bruun, 2003; Cnop, 2003). 특히, 힘든 운동 중 많은 산소 이용은 산소라디칼을 증폭시키기 때문에 산화적 스트레스가 증가하게 되고 인체가 적절히 대응하지 못해 세포막 구성성분이 파괴되는 등, 해로운 영향 및 산화적 손상을 일으키는 것이다(ACSM, 2000).

유산소성 운동 수행시 산소 소비율은 평상시보다 약 10-15배 가량 증가하고(전태원 등, 1992), 동·정맥 산소차(aVO2 diff) 또한 3배까지 증가하며 혈류 속도는 30배까지 증가된다. 또한 말초 혈관 주변 골격근 조직의 산소유동률이 100배까지 증가됨에 따라 안정시 보다 반응성 산소화합물(ROS : reactive oxygen species)의 유행성에 많이 노출된다는 연구가 보고되고 있다(Gadow et al, 1997).

단기간의 심한 운동에 의한 산화 스트레스는 항산화 방어체계에 의해서 보상을 받지 못한다고 보고된 바 있으며(Funahashi 등, 1999), Despres(2001)의 연구에서도 탈진 운동의 상태에서 여러 가지 조직 샘플을 통하여 과산화지질과 유리산소시 농도를 검사한 경로가, 인간과 동물 대상 실험 모두에서 크게 증가된 수준을 보고한 바 있다. 그러나 지구성 훈련은 조직의 항산화 능력에 영향을 미치는데, 특히 골격근 및 심장과 같은 특수 조직의 항산화 능력의 적응은 운동시 발생되는 활성산소에 대한 세포의 중요한 보고 작용을 의미한다(Gulve, 1992). 또한 지구성 운동을 지속적으로 훈련하면 항산화 효소의 적응력을 향상시켜 골격근 운동을 지속적으로 수행할 수 있도록 하고 미토콘드리아의 산화효소적응에 중요한 긍정적인 역할을 한다(Hulver 등, 2002).

이밖에도 녹차는 비타민C와 지질의 과산화를 억제하는 비타민E, 피부암 등의 피부질환을 예방하는 비타민A 같은 항산화 비타민을 다량 함유하고 있다. 특히 대표적인 수용성 항산화 물질인 비타민C가 150-250mg나 포함되어 있다. 흔히 비타민을 섭취하기 위해 과일이나 야채를 갈아 주스로 마시는 사람들이 많은데, 한 두 잔의 녹차에는 과일주스와 야채주스에 들어 있는 비타민C보다 다섯 배나 많은 양이 들어 있다.

1. 운동과 혈청지질

혈중 콜레스테롤은 우리 몸의 세포가 필요로 하는 필수 물질이며, 그 수치는 너무 높아서도 안되고, 적당한 농도가 유지되어야 한다, 혈중콜레스테롤이 180㎎/dℓ이상으로 증가하면 관상심장질환이 발생될 위험성도 증가되는데 220㎎/dℓ이 되면 18㎎/dℓ일 때에 비해 발생율이 2배로 증가한다. 혈중 콜레스테롤의 농도는 동맥경화의 선별 및 고지혈증 환자의 예방과 치료방침여부, 치료효과판정에 가장 대표적인 지표가 됨에 따라 동맥경화의 위험요소가 증가됨을 보고하고 있다(윤혜진, 2006). 운동·녹차집단과 녹차집단에서도 실험후 TC의 유의한 감소를 보였다. 이러한 결과는 운동의 효과뿐만 아니라 녹차에 함유된 카테킨의 작용에 의한 것이라 사료된다. 카테킨의 혈중 콜레스테롤 강화작용에 관한 연구에 의하면 카테킨은 혈장 TC를 낮춘다고 하였다(윤혜진, 2006).

혈중지질에 대한, 본 연구결과에 따르면 집단과 시간의 변화에 따른 TC의 차이를 비교해 본 결과, 집단간에 통계적으로 유의한 차이가 없음을 알 수 있으며 시간의 변화에 대해서도 통계적으로 유의한 차이를 없음을 알 수 있다. 그러나 운동전과 1주후에는 통계적으로 유의한 차이를 보이며, 운동전과 2주후, 운동전과 3주후에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 시간이 지속될수록 효과가 없는 것으로 나타났다. 따라서 운동시 녹차추출물의 지속적인 섭취는 긍정적인 효과가 있는 것으로 보인다(홍혜걸, 2004).

조현숙(2006)은 운동녹차군에서 12주간의 복합운동과 녹차섭취를 통하여 HDL-C는 5.93mg/dl 증가를 보인 결과와 유사하였다고 한 바 있으며. 이에 운동군, 녹차군, 운동녹차군의 TG와 HDL-C의 변화를 구체적으로 살펴 본 결과, TG는 운동 녹차군이 운동군, 녹차군, 통제군보다 더 많은 감소를 보여고, HDL-C는 운동군과 운동녹차군은 유의하게 증가하였으나 녹차군은 오히려 조금 감소하여 TG는 녹차에 의한 영향으로, HDL-C는 운동에 의한 영향이 더 크게 작용한 것으로 보인다. 특히 운동군은 HDL-C에서만 유의한 증가를 보였고 녹차군은 혈중지질 변인에 유의한 차이가 없었는데 반해, 운동녹차군은 TC와 TG는 감소하였고, HDL-C는 유의하게 증가되었는데, 이는 복합운동과 녹차섭취를 병행하는 것이 혈중지질 개선에 긍정적인 영향을 초래하여 동맥경화와 심혈관질환, 당뇨병 및

복부비만 등을 예방, 개선하는데 매우 효과적이라 사료된다.

윤혜진(2006)의 연구 역시 녹차는 심혈관계 질환의 위험인자인 혈중 콜레스테롤과 TG농도를 감소시키며 동맥경화의 지표인 HDL-C에 대한 LDL-C 및 VLDL-C 의 비율을 감소시킨다고 보았다.(박용우, 2001). 또한 녹차섭취가 TC와 TG농도를 감소시키고, HDL-C을 증가시키며 LDL-C, VLDL-C를 감소시키고 특히, 하루에 녹차 10잔 이상 마신 집단하에서 HDL-C에 대한 LDL-C 비율이 유의하게 감소한다고 보고 하였다. 또한 본 연구의 혈중지질 LDL-C의 차이를 비교해 본 결과, 집단간에 통계적으로 유의한 차이가 없음을 알 수 있으며 시간의 변화에 대해서도 통계적으로 유의한 차이가 없음을 알 수 있다.

김병성(2004)은 설정된 55~75%HRmax 저중강도의 설정이 지방 소비를 증가시켜 T-C, TG는 감소, HDL-C를 증가시키는데 적절하였다고 보아지며, 운동을 통해 지단백 지방 분해효소(Iipoproteinlipase; LPL)가 활성화 되어 에너지 소비 증대, 체지방의 연소로 지방분해가 증가된 것으로 사료된다. 녹차 성분 중 가장 강력한 효능을 지닌 물질인 EGCG(Epigallocatechin gallate)는 항산화제로 널리 이용되는 비타민E보다 25배, 비타민C보다 100배 더 효능이 있으며, 비타민C는 모세혈관을 강하게 하여 그 위약성 투과성을 개선해서 출혈을 막고 혈중콜레스테롤을 분해시켜 동맥경화나 고혈압 등 성인병 예방에 효과가 있다고 보고하였다(이순재, 2001; 김명기, 1997). 뿐만 아니라 녹차의 음용은 저밀도지단백질(LDL) 산화억제 효과와 동맥경화증 억제 효과(정혜윤, 2008)가 있어 심혈관계 질환의 빈도를 줄일 수 있다고 하였다(Arts 등, 2001). 이에 본 연구에서도 혈중지질 TG의 차이를 비교해 본 결과, 운동전과 1주후, 운동전과 2주후, 운동전과 3주후에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 실험군인 운동선수들의 혈청지질 변화는 녹차추출물 복용 후 Phospholirp과 TG는 약간 감소하였고, Total lipid, Albumin, TC, LDL-C, HDL-C는 증가하였다. 그러나 이러한 변화는 통계적으로 유의하지 않았다. 또한 실험군과 대조군의 4주차 측정결과 혈청지질의 차이가 있는지에 대한 결과는 Albumin을 제외한 나머지 6개 혈청지질은 실험군의 측정치가 대조군보다 높았다. 그러나 통계적으로 유의한 차이는 Phospholirp, TC에서만 나타났다.

2. 운동과 무기질

무기질은 체력유지를 위해 비타민처럼 체내에서 활력소 역할을 한다. 무기질은 체중의 약4~5%로 적은 양이지만 주요한 인체 구성요소(치아, 근육, 헤모글로빈, 호르몬 등)로 꼭 필요한 영양소이다. 대부분의 선수들은 에너지 연료로 쓰이는 탄수화물, 지방 단백질만이 체력에 영향을 미친다고 알고 있다. 그러나 우리가 섭취한 음식물을 에너지로 이용하기 위해서는 무기질의 도움이 반드시 필요하며 선수들의 평소 컨디션 향상은 물론 90분간의 경기를 승리로 이끄는 견인차 역할을 한다(유춘희 등, 1999).

무기질은 비타민처럼 체내에서 합성하지 못하므로 반드시 식품으로 섭취해야 하는 필수 영양소이다. 무기질은 소량이지만, 골격과 치아조직 등의 구성성분이며, 심장 및 근육 운동, 신경의 자극전달 등 신체기능을 조절하고, 유지하는데 중요한 역할을 한다. 또한, 우리 몸 안의 여러 대사작용 및 생리작용에 관여하는 효소나 호르몬의 중요한 구성요소이기도 하다. 무기질은 몸 안에서 서로 다른 기능을 하고 있으며, 오랜 기간 부족하게 되면 결핍증상이 나타나는 반면에 과다하게 섭취하는 경우에는 중독증을 일으키는 경우도 있으므로 적절하게 섭취해야 한다. 운동 시 중요하게 여겨지는 무기질은 운동 중에 증가되는 많은 생리적인 과정과 관련된 것들이다. 다량 무기질은 하루 100mg 이상의 섭취가 필요한 무기질로서 종류로는 칼슘, 인, 나트륨, 칼륨, 염소, 마그네슘, 황이 있으며, 주로 치아와 골격, 체액을 구성하고, 여러 가지 중요한 생리기능을 조절하는 역할을 한다.

미량무기질 가운데 Iron은 인체 내 존재하는 가장 풍부한 무기질이다. 그러나 철 결핍은 빈혈을 초래하며 운동수행을 떨어뜨린다. 특히, 지구성 운동수행에 영향을 미치는데 이는 철저장수준이 낮은 경우 혈액이나 조직에서의 산소운반을 저해시킬 수 있다. 이는 유산소성 ATP생성을 감소시킬 수 있기 때문이다. (정종호, 2001).

본 실험에서는 운동선수들의 무기질 변화는 녹차추출물 복용 후 실험군의 무기질 측정치는 대부분 증가하였으나, Iron은 변화가 없었고 Cl은 2.67 감소하였다. 이러한 변화가 통계적으로 유의한 것은 Calcium, Na, Cl, Mg, CK에서였다. 즉 녹차추출물을 복용한 학생들은 Calcium, Na, Mg, CK 수치가 증가하였고, Cl

수치는 감소하였다. 또한 실험군과 대조군의 4주차 측정결과 무기질의 차이가 있는지에 대해 분석한 결과 무기질 측정치는 실험군과 대조군에서 차이가 있었으나, 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

3. 운동과 항산화 효소

사람에서 장기간의 훈련에 따른 운동선수의 혈액 내 항산화 방어 능력에 미치는 효과에 관한 연구는 많지 않다. 본 연구에서 운동선수와 일반학생에서 혈중 항산화효소 활성도를 측정한 결과 적혈구 SOD 활성도는 운동선수가 일반학생에서 비하여 SOD활성도가 낮게 나타났으며, 일반적으로 유리기에 의해서 Mn-SOD는 단백질 합성량이 증가되어 효소활성도가 증가되며, CuZn-SOD는 유리기에 의한 효소량 변화가 적기 때문에 유리기에 의한 효소 활성도 변화는 Mn-SOD가 더 큰것으로 알려져 있다(Fridovich et al;1986, Wilding et al, 1998). 또한 산소 유리기는 CuZn-SOD에 직접 작용하여 효소활성도를 억제하는 작용이 있는 것으로도 알려져 있다(Fridovich , 1986, WHO, 2000). 본 실험 결과 운동선수의 적혈구 SOD 활성도가 감소된 것은 운동량 증가로 인해서 증가된 산소유리기에 의해서 CuZn-SOD 활성도가 억제되어 나타난 결과로 추측된다. SOD는 superoxide radical를 과산화수소로 전환시키는데(Halliwell, 1991) 과산화수소 또한 반응성 산소이기 때문에 세포손상을 초래 할 수 있기 때문에 세포의 산화적 손상을 방지하기 위해서는 이를 소거해야한다. 과산화 수소를 소거하는 효소로서 catalase와 peroxidase가 알려져 있다(Meister et al, 1983). 우리 체내에는 peroxidase 중에서 GSHPX가 가장 많으며, GSHPX는 환원 gluta thione(GSH)를 전자 수용체로 이용하여 과산화수소를 소거하는 효소이다. Catalase는 peroxisome에, GSHPX는 세포질에 주로 존재하고, 과산화수소에 대한 효소의 값이 catalase 보다 GSHPX가 더 작다. 따라서 세포 내에서 소량의 과산화수소를 완전히 제거시키는데 GSHPx가 작용을 하고, 방사선조사나 약물의 투여 등으로 세포내 과산화수소 농도가 증가된 경우 대량의 과산화수소의 소거에 catalase의 작용이 세포의 산화적손상의 방지에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다

(Deisseroth, et al; 1970). 운동에 의한 Catalase 활성도 변화는 장기나 운동량에 따라서 서로 다양하게 나타났는데, 고강도 운동을 하면 근육 Catalase 활성도는 유의하게 증가된다고 하였고(Davies et al., 1982), 그러나 VO_2max의 75%에서 30분간 자전거운동을 한 후 적혈구의 Catalase 활성도가 증가되지 않았다고 하였다. 실험에서 일반학생과 운동선수의 혈청 알부민, 알칼라인포스파타제, sGOT 및 sGPT를 측정한 결과 혈청 알부민, sGOT 및 sGPT는 운동선수와 일반학생사이에 차이가 없었으나, 알칼라인포스파타제는 운동선수의 혈청 효소활성도가 32% 높았는데 정상 범위 내에서 증가되어 간기능은 모두 정상범위에 있는 것으로 나타나서 간기능의 차이에 의한 혈액 glutathione량에 미치는 영향은 적은 것으로 생각된다. 운동 후 말초조직에서 활성 산소를 제거하기 위한 효소적 또는 비효소적 반응에 관여하는 glutathione은 환원형(GSH)이기 때문에 세포내 GSH와 GSSG의 비율이 항산화 작용에 매우 중요하다. 본 실험에서 혈액 GSH와 GSSG의 비율은 운동선수와 일반학생에서 모두 GSH가 99% 이상을 차지해서 환원형이 대다수를 차지했다.

본 실험의 운동선수들의 항산화효소 변화는 녹차추출물 복용 후 실험군의 항산화효소 측정치는 변화가 있었다. 이러한 변화가 통계적으로 유의미한 것은 Glucose와 LDH에서였다. ALP는 7.56 감소하였고 SGOT는 .11 감소하였으며, SGPT는 .89 증가하였고 GSHPx는 1.67 증가하였다. 그러나 이 4개의 항산화효소 측정치 변화는 통계적으로 유의미하지 않았다. 한편 Glucose는 15.78 증가하였고 LDH는 90.70 감소하였으며, 이러한 변화는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 즉 녹차추출물을 복용한 학생들은 Glucose 수치가 증가하였고, LDH 수치는 감소하였다. 또한 실험군과 대조군의 4주차 측정결과 항산화효소의 수치에 차이가 있는지에 대해 분석한 결과는 6개 무기질 측정치는 실험군과 대조군에서 차이가 있었으나, 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

Ⅵ. 결 론

본 연구에서는 운동선수집단과 일반학생집단으로 나누어 집단별 처지에 따른 실험 전·후의 변인들의 변화를 비교 분석한 결과를 토대로 운동과 녹차추출물인 카테킨의 병행이 혈청지질, 무기질 및 항산화효소 변화에 대하여 분석한 결론은 다음과 같다.

1. 혈청지질의 변화

1) 실험군인 운동선수들의 혈청지질은 카테킨 복용 후 Phospholirp과 TG는 약간 감소하였고, Total lipid, Albumin, TC, LDL-C, HDL-C는 증가하였다. 그러나 이러한 변화는 통계적으로 유의하지 않았다.

2) 실험군과 대조군의 4주차 측정결과 혈청지질의 차이가 있는지에 대해 분석한 결과는 Albumin을 제외한 나머지 6개 혈청지질은 실험군의 측정치가 대조군보다 높았다. 그러나 통계적으로 유의한 차이는 Phospholirp, TC에서만 나타났다.

2. 무기질의 변화

1) 카테킨 복용 후 실험군의 무기질 측정치는 대부분 증가하였으나, Iron은 변화가 없었고 Cl은 2.67 감소하였다. 이러한 변화가 통계적으로 유의한 것은 Calcium, Na, Cl, Mg, CK에서였다. 즉 카테킨을 복용한 학생들은 Calcium, Na, Mg, CK 수치가 증가하였고, Cl 수치는 감소하였다.

2) 실험군과 대조군의 4주차 측정결과 무기질의 차이가 있는지에 대해 분석한 결과 무기질 측정치는 실험군과 대조군에서 차이가 있었으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

3. 항산화효소의 변화

1) 카테킨 복용 후 실험군의 항산화효소 측정치는 변화가 있었으며, 통계적으로 유의미한 것은 Glucose와 LDH에서 나타났으며, Glucose는 15.78 증가하였고 LDH는 90.70 감소하였다.

2) 대조군의 변화는 ALP를 제외하고 모두 통계적으로 유의하지 않았다. ALP의 수치 변화가 통계적으로 유의한 것으로 나타났으나, 대조군에게는 아무런 처치를 하지 않았기 때문에 의미를 부여할 수 없다.

이상과 같은 연구를 볼 때 고강도 운동선수들에게 운동 전,후 녹차추출물 섭취가 혈중지질, 무기질 및 항산화효소 변화에 큰 변화는 없더라도 지속적인 복용과 운동을 병행한다면 운동선수들이 피로를 회복하고, 장기간운동을 해도 지치지 않도록 하며, 부상을 최소하거나 부상에서 빠르게 회복하도록 돕는 운동능력을 향상시켜 경기력향상에 도움을 줄 수 있을 것이다.

참고 문헌

강대관(2004). 저항성운동 처방이 고도비만 중년여성의 체조성과 복부지방 및 대사관련 호르몬에 미치는 영향. 한국체육학회지, 43(3), 613-622.

강형숙, 김복주(2006). 에너지 뱅크, 서울: 도서출판 홍경.

권오찬(1997). 스포츠와 건강관리, 서울: 형설출판사.

계인숙(1999). 녹차 polyphenol의 peroxynitrite 및 활성산소 소거작용에 관여한 연구. 부산대학교

김수근, 박홍석(1999). 운동으로지키는 현대인의 건강, 서울: 대경북스.

김남익(2004). 고도 비만 여성들의 저항성 운동을 병행한 유산소 운동 프로그램이 신체조성 및 심전도 반응에 미치는 영향. 한국체육학회지, 43(3), 633-644.

김동원(2005). 사람 자궁경부암 세포주에서 Cisplatin의 세포독성에 미치는 녹차 폴리페놀의 영향. 조선대학교 의과대학원 박사학위논문.

김명기(1997). Segmental Bioelectrical Impedence Analysis를 이용한 아동의 체성분 분석과 추정식 개발에 관한 연구. 미간행 박사학위논문. 고려대학교 대학원.

김미정, 이상선(1995). 식이섬유질의 종류가 흰쥐의 혈청지질농도와 장기능에 미치는 영향. 한국영양학회지, 28(1), 23-32.

김병성(2004). 운동이 비만 환자의 지질대사에 미치는 영향. 2004년 대한비만학회 추계학술대회, 57-63.

김상만, 김성수, 윤수진, 심경원, 최희정, 김광민, 이득주(1998). 복부 내장지방율을 가장 잘 표현할 수 있는 단순 비만지표는. 대한비만학회, 7(2), 157-169.

김영경(2006). 녹차가 내몸을 살린다. 도서출판 : 한언.

김창근(2005). 카테킨 복합물섭취와 수영훈련이 흰쥐의 혈중지질과 복부지방량 변화에 미치는 영향. 한국체육학회지, 44(1), 322-326.

김현아, 이형숙, 김철식, 안철우, 정윤석, 이관우, 허갑범, 김대중(2003). 한국 청소년에서 혈청 Adiponectin 농도와 비만도와의 상관관계. 대한내분비학회지, 18(5), 473-480.

박영신, 이동환, 최중명, 강윤주, 김종희(2004). 23년간 서울지역 초, 중, 고등학생의 비만 추이, 대한소아과학회, 47, 247-257.

박용우(2001). 복부 비만의 평가. 대한비만학회지, 10(4), 297-305.

박재현, 박상갑(2005). 비만 중년여성의 복합운동이 아디포넥틴 농도에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, 16(3), 107-116.
박태곤(2005). 걷기운동과 행동수정 프로그램이 비만여중생의 신체조성과 대사증후군 관련인자에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 부산대학교 대학원.
박혜순(2002). 한국인에서의 대사증후군의 역학. 대한비만학회지, 11(3), 203-211.
배유림(2006). 녹차 주요성분과 생리활성 비교. 목포대학교 석사학위논문.
서영환(2004). 장기간의 태권도 수련이 혈액 항산화 효소 및 지질과산화에 미치는 영향. 조선대학교 박사학위논문.
서영환(2005). 스포츠영양학, 서울 : 대경북스.
서영환(2009). 퍼포먼스 향상을 위한 뉴 스포츠영양학, 서울 : 대경북스
서혜림(2004). 운동과 녹차 투여가 당뇨쥐의 체중, 혈당, 인슐린, 혈청지질 및 항산화 물질에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 부산대학교 대학원.
신미경(1994). 녹차의 과학. Korean J. Dietary culture 9(4).
신영구(2003). 고농도 포도당에 노출된 백서 췌도 세포에서 녹차추출물이 세포사멸 매게 물질 발현에 미치는 영향. 아주대학교 대학원 박사학위논문.
신말순(1998). 저항성 트레이닝이 과산화지질(LPO) 생성 및 항산화 효소(SOD) 활성도에 미치는 영향, 제99회 서울 국제 스포츠 학술발표대회, 750-756.
윤혜진(2006). 운동과 녹차섭취가 여대생의 혈청지질 농도 및 호르몬 농도변화에 미치는 영향. 숙명여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
옥정석(1994). 운동과 건강, 서울: 태근출판사.
이성희, 김동명, 구성자, 주상섭, 박형근, 홍이진, 이민숙, 진동규(2003). 저분자 펩타이드와 녹차잎 및 식이섬유소 함유 SG-30 다이어트 프로그램의 영양소 섭취상태, 복부비만 및 혈청 지질 성상에 미치는 영향에 관한 연구. 대한비만학회지, 12(1), 30-43.
이원재(1994). 과학적인 체중조절법, 서울: 중외출판사.
이순재(2001). 녹차 Catechin의 생리활성(만성퇴행성질환과 녹차 Catechin). 한국영양학회 2001년 춘계세미나, 1-23.
이영진(1998). 몸 안의 활성산소를 제거할, 한국방송출판.
유춘희, 김선희, 이상선(1999). 현대인과 영양, 서울: 신광출판사.
임은미, 민춘기, 전종귀, 윤진환(2001). 장기간 운동이 콜레스테롤 식이 F344 흰쥐 간 조직의 지질과산화물, 항산화 효소 및 조직 형태 변화에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 제16호, pp.655-668.
전성민(2006). 녹차 소비자의 연령층 변화에 따른 브랜드 아이덴티티에 관한 연

구 : 페트병 녹차 브랜드와 패키지디자인을 중심으로. 홍익대학교 대학원 석사학위논문.
전태원, 김광회, 옥정석, 여남회, 남상남(1992). 운동생리학. 서울: 태근문화사.
정덕조(1998). 항산화제가 운동강도가 지질 과산화물과 체내 항산화효소의 활성에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
정혜윤(2008). 카테킨 섭취가 운동선수들의 혈청지질량 및 LDH, CK 활성도에 미치는 영향. 조선대학교 박사학위 논문.
정종호(2001). 꼭꼭 씹어먹는 영양이야기, 서울: 도서출판 종문화사.
조우균(2001). 녹차의 성분과 생리효능. 경기전문대학논문집, 29권 150쪽
조홍근, 장양수(2004). 비만과 동맥경화증. 2004년 대한비만학회 추계학술대회, 49-56.
조현숙(2006). 복합운동과 녹차섭취가 복부비만 여고생의 신체조성, 혈중지질, 인슐린, 아디포넥틴에 미치는 영향. 부산대학교 이학박사 학위논문.
최미숙, 이종호, 백인경, 정윤석, 이현철, 허갑범(1992). 인슐린비의존형 당뇨병 환자에서 체지방 분포가 당질 및 혈청 지질에 미치는 영향. 당뇨병, 16, 45-53.
한명규(1994). 녹차의 화학적 성분에 관한 연구. 용인대학교 논문집. 제10집 299.
허갑범, 박석원, 이현철, 이종호(1999). 한국인의 인슐린저항성증후군. 대한내분비학회지, 14(1), 1-13.
허정행(1999). 축구선수와 일반학생의 일시적 운동이 혈중항산효소와 과산화지질 생성이 미치는 영향, 경희대학교 대학원 박사학위논문, 3-6.
홍혜걸(2004). 책으로 엮는 생로병사의 비밀, 서울: KBS.
Alessio H. M. (1999). Exercise-induced oxidative stress. Med. Sci. Sports Exerc. 25(2) : 218-224.
American College of Sports Medicine(2000). Position stand. The recommended quantity and quality if exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medical Science Sports Exercise*, 30, 975-991.
Arts, I. C., Hollman, P. C., Feskeus, E. J., Bueno, D. E., Mosquita, H. B., & Kromhout, D.(2001). Catechin intake might explain the inverse relation between tea consumption and ischemic heater disease Journal of American Clinical Nutrition, 74, 227~232.
Bruun, J. M., Lihn, A. S., Verdich, C., Pedersen, S. B., Toubro, S., Astrup, A.,

& Richelsen, B.(2003). *America Journal Physiology Endocrinology Metabolism, 285,* 527-533.

Child, R. B., Wilkinson, D. M., Fallow field, J. L. Donnelly, A. E. (1998). Elevated serum antioxidant capacity and plasma malonialdehyde concentration in response to a simulated half-marathon run, Med. Sci. Sports Exercise, 30(11), 1603-1607.

Cnop, M., Havvel, P. J., Utzschneider, K. M., Carr, D. B., Sinha, M. K., Boyko, E. J., Retxlaff, B. M., Knopp, R. H., Brnzell, J. D., & Kahn, S. E.(2003). Relationship of adiponectin to body fat distribution, insulin sensitivity and plasma lipoprotein: evidence for independent roles of age and sex. *Diabetologia, 46,* 459-469.

Cooper, M.B., Jones, D.A., Edwards, R.H., Corbucci, G.C., Montanari, G., & Trevisani, C.(1986). The effect of marathon running on carmitine metabolism and some aspects of muscle mitochondrial activities and antioxidant mechani는, Journal of Sports Science. 4(2):79-87.

Davies, K. J., Quintanilha, A. T., Brooks, G.A., & Packer, L. (1982). Free radicals and tissue damage produced by exercise. Biochemical and Biophysical Research Communication 107(4) : 1198-1205.

Deisseroth, A., and Dounce, A. L.(1970). Catalase: Physical and chemical properties, mechanism of catalysis, and physiological role. *Physiol. Rev.* 50, 319.

Despres, J. P.(1993). Abdominal obesity as important component of insulin-resistant syndrome. *Nutrition, 19,* 452-459.

Despres, J. P.(2001). Health consequences of visceeral obesity. *Ann Medical, 33,* 534-541.

Duthie, G. G., Robertson, J. D., Maughan, R. J. *Morrie, P. C. (1990). Blood antioxidant status and erythrocyte lipid peroxidation following distance running, Archives of Biochemistry and Biophysics, 282(1), 78-83.

Esposito, K., Pontillo, A., Di Palo, C., Giugliano, G., Masella, M., Marfella, R., & Giugliano, D.(2003). Effect of weight loss and lifestyle changes on vascular inflammatory markers in obese women: a randomized trial. *J.A.M.A., 289*(14), 1799-1804.

Fridovich I(1986). Biological effects of the superoxide radical. Arch. Biochem.

Biophys., 247:1-15.

Funahashi, T., Nakamura, T., Shinomura, I., Maeda, K., Kuriyama, H., Takahashi, M., Arita, Y., Kigara, S., & Matsuzawa, Y.(1999). Role of adipocytokines on the pathogenesis of atherosclerosis in visceral obesity. *Integration of Medical and Sports Science, 38,* 202-206.

Gadow AV, Joubert E and Hansmann CF(1997). Comparison of the antioxidant activity of rooibos tea(Aspalathus linearis) with green, oolong and black tea. Food chemistry 60(1):73-77.

Gulve, E. A.(1992). Effects of acute and chronic exercise on insulin-stimulated glucose transport activity in skeletal muscle. Sato, Y.; Poortmans, J. Oshida, Y., eds. Integration of Medical and Sports Science, 273-280.

Gutteridge, J. M. C. (1988). Lipid peroxidation : some problems and concepts. In : Oxygen Radicals and Tissue Injury, B. Halliwell(Ed.). Bethesda, MD : Upjohn Symposium, 9-19.

Halliwell, B. (1994). Free radicals antioxidants and human disease curiosity cause or consequence Linc, E. T. 344, 721-724.

Halliwell, B. (1991). Reactive oxygen species in living system: Source, biochemistry and role in human disease. The American Journal of Medicine, 91(suppl 3C): 14S-22S.

Hulver, M. W., Zheng, D., Tanner, C. J., Houmard, J. A., Kraus, W. E., Slentz, C. A., Sinha, M. K., Pories, W. J., MacDonald, K. G., & Dohm, G. L.(2002). Adiponectin is not altered with exercise training despite enhanced insulin action. *America Journal Nutrition, 40,* 497-504.

Inger S, Aage T, Kari S, And Olav PF(1992). Tea consumption relationship to cholesterol, blood pressure, and coronary and total mortality. Ptev. Med. 21:546.

Ivy, J. L.(1997). Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non insulin dependent diabetes mellitus. *Sports Medical.* 24(5), 321-336.

Jackson, M.J., Edwards, R.H.T., & Symons, M.C.R.(1985). Electron spin resonance studies of intact mammalian skeletal muscle. Biochim. Biophys. Acta. 847:185-190.

Jacob, R. A. & Burri, B. J. (1996). Oxidative damage and defence, A. M. J.

Clin Nutr, 63, 985S-990S.

Jenkins, R. R. (1988). Free radical chemistry : relationship to exercise. Sports. Med., 5: 156-170.

Ji, L. L. Dillon, D., and Wu., E. (1990). Alteration of antioxidant enzymes with aging in rat skeletal muscle and liver, American journal of Applied Physiology, 258(4), R918-923.

Ji, L. L., Fu R. Mitchell EW. (1992). Glutathione and antioxidant enzymes in skeletal muscle: effects of fiber type and exercise intensity. J Appl Physiol. 73(5): 1854-1859.

Ji, L. L. (1993). antioxidant enzyme response exercise and aging. Med. Sci. Sports Exerc., 25(2), 354-359.

Ji, L. L. (1996). Exercise, Oxidative Stress, and antioxidant. Am. J. sports. Med., 24: S20-24.

Ji, L. L. (1996). Exercise-induced oxidative stress, in the heart. In: exercise and oxygen toxicity, edited by CK SEN, L Packer, O Hanninen. Msterdam: Elesevier Science. 249-67.

Jung YH, Han SH and Shin MK(2006). Effects of green and black korean teas on lipid metabolism in diet-induced hyperlipidemic rats. J East asian dietary life 16(5):550-558.

Kanter, M, M., Lesmes, G. R., Kaminsky, L. A., Laham-Salger, j., and Nequin, N. D. (1988). Serum creatine kinase and lactate dehydrogenase changes following an eighty kilometer race. Eur. J. Appl. Physiol, 57:60-83.

Kaplan, N. M.(1989). The deadly quartet, Upper-body obesity, glucose intolerance, hypertriglyceridemia and hypertension. *ARch Intern Med, 1049,* 989-1541.

Karvonen, M.(1957). Effects of training on heartrate; longitudinal study. *Annales Medical Experimental et Biologiae Feeniae,* 307-315.

Kellogg, III. E. W, Fridovich I. (1977). Liposome oxidation and erythrocyte lysis by enzymematically generated superoxide and hydrogen peroxide, J. Bio. chem 252 : 6721-6728.

Kostka, T., Drai, J., Beathouze S. E. Et al., (2000). Physical activity, aerobic capacity and selected markers of oxidative stress and the antioxidant

defence system in healthy active elderly men.

Lauhlin M. H.. Simpson T, Sexton WL, Brown OR, Smith JK, Korthuis RJ. (1990). Related articles Skeletal muscle oxidative capacity, antioxidant enzyme, and exercise training. J Appl physiol. 1990 Jun;68(6) : 2337-2343.

Lee HJ, Choi EY, Chang PS and Lee YH(2004). Classification and category determination of Korean traditional beverages(I). Dept. of Food and Nutrition, GachonGil College.

Lee HW(2000). A study on caffeine containing foods and the effect of caffeine in humans Culinary research 6(3):343-355.

Leeuwenburgh, C., Hollander, J., Leichtweis, S., Griffiths, M., Gore, M., & Ji, L. L. (1997). Adaptations of glutathione antioxidant system to endurance training are tissue and muscle fiber specific. American Journal of Physiology. 272(1) : 363-369.

Lesko, S. A., Lorentzen, R. JJJ, Ts'o POP. (1980). Role of superoxide in deoxyribonucleic acid strand scission. Biochemistry. 19 : 3023-3028.

Liao, S., & Liang, T.(1997). Methods and compositions for inhibiting 5α-reductase activity. *J Pat Off Soc,* 5, 605-909.

Lochen, G., Azzi, A., & Flohe, I.(1973). Mitochondrial H2O2 formation:Relationship with energy conservation. FEBS Letter. 33(1):84-87.

Longhurst, J., & Zelis, R.(1979). Cardiovascular responses to local hindlimb hypoxemia: relation to the exercise reflex. *American Journal Physiology, 237,* 359-365.

Matsumoto, N., Ishigaki, F., Ishigaki, A., Iwashina, H., & Hara, Y.(1994). Reduction of blood glucose levels by tea catechi. *Biosci. Biotechnol. Biochem, 57,* 525-527.

Matsuzawa, Y., Funahashi, T., & Nakamura, T.(1999). Molecular mechanism of metabolic syndrome X: contribution of adipocytokines adipocyte-derived bioactive substance. *Ann N Y Acad Sci., 892,* 146-154.

McMurray, R. C., Bauman, M. J., Harrel, J. S., Brown, S., & Bangdiwala, S. I.(2000). Effects of improvement in aerobic power on resting insulin and

glucose contractions in children. *Europe Journal Applied Physioliogy, 81*, 132-139.

Meister, A and Anderson, M.E.(1983). Glutathione, Ann Rev Biochem., 52:711-760.

Meydani, M., & Evans. W.J.(1993). Free radicals in aging An Arbor. MI:CRC Press INC.

Minami, M., Mori, K., & Nagatsu, T.(1981) The effects of tight exercise on plasma noradrenaline concentration. Ind, health. 19(2):133-138.

Mitscher, L. A., Jung, M., Shankel, D., Dou, J. K., Steele, L., & Pillai, S. P.(1997). Chemoprevention: a review of the potential therapeutic antioxidant properties of green tea(Camellia sinensis) and certain of its constituents. *Medical Research Review, 17*, 327-365.

Park JH and Choi HK(2001). Effect of anaerobic condition after green leaves storage in the γ-aminobutyric acid(GABA) and Quality of green tea. J. Kor. Tea Soc. 7(1):163-171.

Peizhen Th, Tian Z, Ping Z, Shuqin W, Shujun C, Jingyi J, Jutao G and Hongshan C(1993). The inhibitory effects of catechin derivatives on the activities of human immunodeficiency virus reverse transcriptase and various DNA polymerases. Proceeding of the 2nd international symposium on green tea, Seoul p49.

Powers, S. K., Criswell, D., Lawler, J., Ji, L. L., Martin, D., Herb, R. A. and Dudley, G. (1994). Influence of exercise and fiber type on antioxidant enzyme activity in rat skeletal muscle. American Journal of Physiology, 266, R375-380.

Powers, S.K., Criswell, D., Lawler, J., Martin, D., Lieu, F.K, Ji, L.L., Herb, R.A.(1993). Rigorous exercise training increases superoxide dis-mutase activity in ventricular myocardium. American Journal of Physiology. 256.(6):2094-2098.

Riesselmann B, Rosenbaum F, Roscher S and Schneider V(1999). Fatal caffein intoxiction. forensic Science International 103:S49-S52.

Salah N, Miller NJ, Paganga G, Tijburg L, Bolwell GP, and Rice-Evans C(1995) Polyphenolic flavanol as scavenger of aqueous phase radicals and as chain-breaking antioxidants. Archives of Biochemistry and

Biophysics 322(2):339-346.

Salminen, A., & Vihko, V.(1983). Endurance training reduces the susceptibility of mouse skeletal muscle to lipid peroxidation in vitro. Acta Physiologioa Scandinavica. 117(1):109-113.

Seidell, J. C., Bjorntorp, P., Sjpstrom, L., Kvist, H., & Sannerstedt, R.(1990). Visceral fat accumulation in men is positively associated with insulin, glucose, and C-peptide levels, but negatively with testosterone levels. Metabolism, 39, 897-901.

Sen, C.K., Hanninen.(1994). Physiological antioxidants. In exercise and oxygen toxicity, edited by CK Sen, L Packer, O Hanninen Amsterda: Elsevier Science. 89-126.

Son GM, Bae SM, Chung JY, Shin DJ and Sung TS(2005). Antioxidative effect on the green tea and pueh tea extracts. Korean J. Food & Nutr. 18(3):219-224.

Takanami Y., Iwane, H., Kawai, Y., Shimomitsu, T. (2000). Vitamin E supplementation and endurance exercise : are there benefits. Sports Medicine Feb; 29(23): 73-83 Related Articles.

Tappel, A. L. (1993). Lipid peroxidation Damage to Cell Components, Fed Pro C, 32(8), 1870-1973.

Tiidus P. M., Pushkarenko, J., & Houston, M. E. (1996). Lack of antioxidant adaptation short term aerobic training in human muscle. American Journal of Physiology. 271(4): R832-R836.

Valsamakis, G., McTernan, P. G., Chetty, R., Daghri, A. I., Field, A., Hanif, W., Barnett, A. H., & Kumer, S.(2004). Modest WEight loss and reduction in waist circumference after medical treatment are associated with favorable changes in serum adipocytokines. Metabolism, 53(4), 430-434.

Vinikka, L, Vuorui, J., & Ylikokala, O.(1984). Lipid peroxides, prostacylin and thromboxae A2 in runners during acute exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise. 16(3):275-277.

Weiss, R., Dufour, S., Groszmann, A., Retersen, K., Dziura, J., Taksali, S. E., Shulman, G., & Caprio, S.(2003). Low adiponectin levels in adolescent obesity: a marker of increased intramyocellular lipid accumulation.

Journal Clinical Endocronology Metabolism, 88(5), 2014-2018.
WHO(2000). The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. Ceneva. Ref Type: Report.
Wilding, J., & Williams, G.(1998). Diabetes and obesity. In: Kopelman PG, editor. Clinical obesity. Oxford: Blackwell Science. 308-349.
Yang JH and Kang IH(1987). Effects of histamin H_2 antagonist on pharmacokinetics of caffeine(I). J. Kor. Pharm. Sci. 17(4):189-195.
Yang, T. T., & Koo, M. W.(1997). Hypocholesterolemic effects of Chinese tea. Pharmacol Research, 35(6), 505.
Yatagai, T., Nishida, Y., Nagasaka, S., Nakamura, T., Tokuyama, K., Shindo, M., Tanaka, H., & Ishibashi, S.(2003). Relationship between exercise training-induced increase in insulin sensitivity and adiponectinemia in healthy men. Edocrinology Journal, 50(2), 233-238.
Yokozawa, T., Nakagawa, T., & Kitani K.(2002). Antioxidative activity of green tea polyphenol in cholesterol-fed rats. J. Agric. Food. Chem. Bull, 17, 146~149.
Zongmao. C(1993). Function of tea in human health. Proceeding of the 2nd international symposium on green tea, Seoul p7.

저작물 이용 허락서

학 과	체 육	학 번	20077355	과 정	박사
성 명	한글: 김 재 호 한문 : 김 재 호 영문 : Kim Jae Ho				
주 소	광주광역시 남구 지석동 한일베라체 108/802				
연락처	E-MAIL : pocahontas6@naver.com				
논문제목	한글 : Catechin섭취가 운동수행시 혈중지질, 무기질 및 항산화효소에 미치는 영향 영어 : Effects of Catechin Intake on Blood Lipid, Mineral and Antioxidant Enzyme During Exercise				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(○) 반대( )

2010년 2월

저작자: 김 재 호 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하