

수영운동 치료가 고지방식 투여 SD-Rat의 지방간에 미치는 영향

동남보건대학 물리치료과

황 룡

Effect of swimming exercise therapy on a fatty liver in SD-Rat dosage high fat diet

Hwang Ryong

Department of Physical Therapy, Dong-Nam Health College

- ABSTRACT -

The purpose of this study is to clarify the repercussions of swimming exercise therapy that has an effect on lipid in blood and liver enzyme of the SD-Rat dosage high fat diet. The object of this study consisted of two groups. One was the swimming exercise SD-Rat group, the other was the non-exercise SD-Rat group. Sample size was seven Rats respectively.

Exercise period was ten week. Exercise group swam twenty minutes per a day and 5 times per a week.

And then collecting blood from these two group's SD-Rats, making M Health center a request for a blood test on TC, TG, GOT, GPT, we come to a conclusion like below.

The weight of the swimming exercise group has decreased 5.93% in comparison with non-exercise group, and has a significant difference($p < 0.05$).

The liver weight of the swimming exercise group has decreased 7.83% in comparison with non-exercise group, and has not a significant difference.

The TC of the swimming exercise group has decreased 39.22% in comparison with non-exercise group, and has a significant difference($p < 0.05$).

The TG of the swimming exercise group has decreased 62.88% in comparison with non-exercise

group, and has a significant difference($p < 0.05$).

The GOT of the swimming exercise group has decreased 3.22% in comparison with non-exercise group, and has not a significant difference.

The GPT of the swimming exercise group has decreased 16.14% in comparison with non-exercise group, and has a significant difference($p < 0.05$).

In regard to above results, the regular swimming exercise therapy with dosage of high fat diet has an important role in healing and preventing a fatty liver, a hyperlipidemia, and an arteriosclerosis, intervening the lipid in blood.

차 례

- I. 서 론
 - 1. 연구의 필요성
 - 2. 연구의 목적
 - 3. 연구기설
 - 4. 연구의 제한점
 - 5. 용어의 정의석
- II. 이론적 배경
 - 1. 지방간, 고지혈증 및 동맥경화
 - 2. 운동치료와 지질에 관한 선행연구
 - 3. 운동치료와 간 효소에 관한 선행연구
- III. 연구결과
 - 1. 실험설계
 - 1) 실험동물
 - 2) 실험처치
 - 3) 사육조건
 - 4) 운동부하
 - 2. 측정방법
 - 3. 자료의 처리
- IV. 고 찰
 - 1. 체중의 변화
 - 2. 간 중량의 변화
 - 3. 총콜레스테롤(Total-cholesterol)의 변화
 - 4. 중성지방(Triglyceride)의 변화
 - 5. 혈청효소 GOT의 변화
 - 6. 혈청효소 GPT의 변화
- V. 고찰 및 논의
- VI. 결 론
 - ※ 참고문헌

I. 서론

1. 연구의 필요성

오늘날 물질문명의 발전과 더불어 현대인의 삶은 과다한 영양섭취와 운동부족에 의한 다양한 성인병을 유발하게 되었다. 이러한 발달된 삶의 영향으로 현대인은 바쁜 일과 속에 불규칙적인 식습관 및 비활동적인 생활 그리고 현대 직장인들의 일주일에 서너번은 술마시는 습관이 생활화되어진 상태로 지방간의 발병률이 높을 수 밖에 없는 실정이며, 현대병들이 유발되어 21C를 맞는 현대인에게 큰 사회문제로서 다가오고 있다.

특히 섭취 에너지와 소모 에너지의 불균형으로부터 발생하는 체지방의 증가는 여러 가지 성인병의 핵심적인 요인으로서 신체의 비활동적 생활 양상에서 비롯되어지며, 이는 식이요법과 규칙적인 지구성운동(aerobic exercise)치료를 통하여 효과적인 개선을 할 수 있다고 알려져 있다. 한편 체내 심혈관계 질환 및 간지방과 관련이 깊은 지질성분에는 cholesterol을 들 수 있다. 이 Cholesterol은 우리의 몸 안에서 여러 가지 중요한 역할을 하고 있다. 즉 Cholesterol은 세포와 조직, 특히 뇌신경 조직을 구성하고, 담즙산으로 변화해서 지방흡수를 도우며 부신 및 성선의 스테로이드 호르몬 합성 재료로서 인체의 중요한 지질이며, 또한 지방의 소화에 반드시 필요한 담즙의 일부가 되고 여러 종류의 호르몬 전구체가 되며, 또 태양광선의 도움으로 피하에서 비타민D를 합성한다(Lehninger, A.L., 등, 1993).

혈중 Total cholesterol의 증가현상이 지속되면 지방간, 고지혈증 및 관상동맥질환의 일차적인 위험 요소로 지적되어 왔으나(Keys, A., 1963), 최근 들어 지방간, 고지혈증 및 관상동맥질환의 예방은 Total cholesterol함량을 감소시키기보다는 HDL-C(High

density lipoprotein cholesterol)을 증가시키고 LDL-C(Low density lipoprotein cholesterol)을 감소시킴으로서 가능하다고 보고된바가 많다(Gordon, T., 등, 1977; 안창순, 1992; Nikkila, E.A., 1978; Wekltman, A. 1980).

규칙적인 운동치료는 혈청 총cholesterol, triglycerides, LDL-C은 낮추고 HDL-C은 증가시켜 관상동맥심질환의 발병률을 감소시킨다고 보고하였는데, 이는 triglyceriderich lipoprotein을 분해시키는 효소인 lipoprotein lipase의 활성을 강화시켜 triglyceride는 감소시키고, HDL-C의 생성을 증가시키기 때문이라고 하였다(Miller, N.E., 1979; Wood, P.D., 1979).

이상과 같은 선행 연구를 종합해 볼 때 운동치료에 의하여 혈중 중성지방인 triglyceride는 현저하게 저하되고(Brown, 1984; Dessendorfer, 1982), Total cholesterol의 함유량뿐만 아니라(Goldberg, 1984) LDL-C의 농도 역시 저하되고 있는 것이 일반적인 연구결과라 할 수 있다.

적당한 수영운동치료가 심장의 기능을 증진시키고 심장의 글리코젠 함량을 조절(Pierce 등, 1984)하여 주며, 또한 운동치료 중에서도 수영운동치료는 혈액의 콜레스테롤, 글루코스 등의 혈중성분을 변화(Asano 등, 1986)시킨다고 했다.

동물에 있어서 운동치료에 의한 콜레스테롤 양의 변화 또한 보고되어 있는데, 마우스에게 운동치료를 시켰을 때 HDL-C 양이 비운동시의 마우스보다 더 높게 나타난다고 하였다(Yashiro, Kimura, 1979).

최근 육류섭취의 증가와 술 섭취량의 증가 및 식생활 변화에 따라 신체내의 지방량이 많아지고 더욱이 운동의 부족은 지방간, 고지혈증 및 동맥경화의 발병률이 높아지고 있는 경향을 보이고 있다. 이에 지방간, 고지혈증 및 동맥경화의 예방에 대한 수영운동치료의 효과를 증명하는데 본 연구의 필요성을 두고 있다.

2 연구의 목적

본 연구는 S-D계의 Rat에게 고지방식을 투여하는 조건하에서 장기간의 규칙적인 수영운동치료를 실시할 경우 수영운동치료가 혈중지질 및 간 효소의 변화에 미치는 영향을 규명하여 지방간, 고지혈증 및 동맥경화를 예방하는데 그 효과를 증명하는데 목적을 두고 있으며, 세부적인 목표로는 수영운동치료 실시에 의하여 체중의 변화, 간중량의 변화, 혈액 내의 총 콜레스테롤 변화(TC), 중성지방(TG), 및 간 효소(GOT, GPT)의 변화를 증명하는데 목적을 두고 있다.

3 연구가설

본 연구의 가설은 다음과 같다.

- 1) 체중 및 간중량은 수영운동군이 비운동군에 비해 수준이 낮을 것이다.
- 2) 총콜레스테롤(TC)은 수영운동군이 비운동군에 비해 수준이 낮을 것이다.
- 3) 중성지방(TG)은 수영운동군이 비운동군에 비해 수준이 낮을 것이다.
- 4) GOT는 수영운동군이 비운동군에 비해 수준이 낮을 것이다.
- 5) GPT는 수영운동군이 비운동군에 비해 수준이 낮을 것이다.

4 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 두었다.

- 1) 본 연구의 대상은 Sprague-dawley계통의 Rat(14마리)로 제한 했다.
- 2) 본 연구의 식이투여는 지방을 20%로 제한 했다.

- 3) 본 연구의 운동치료는 수영운동치료로 제한 했다.
- 4) 본 연구의 연구기간은 생후 12주령부터 21주령까지 10주간으로 제한 했다.
- 5) 혈중지질(TC, TG) 및 GOT, GPT의 측정은 실험 전, 5주경과후, 실험종료시 (10주)의 3회로 제한 했다.
- 6) 간 중량 측정은 실험종료후 1회로 제한 했다.
- 7) 본 연구의 식이 및 음료의 투여는 자유섭취로 제한 했다.

5 용어의 정의

본 연구의 내용을 이해하는데 도움을 구하기 위하여 자주 사용되는 용어에 대한 개념을 다음과 같이 하였다.

- 1) TC(Total Cholesterol), 총 콜레스테롤 : steroid 핵의 alcohol 로서 탄소 27개로 구성된 sterine 의 일종이다
- 2) TG(Triglyceride), 중성지방 : 중성지방은 에너지 저장소로서 역할을 하며, 대부분의 중성지방은 지방조직과 간에서 형성되는데 고단위 칼로리의 섭취와 에너지 소비에 민감한 영향을 받는다.
- 3) GPT(ALT), GOT(AST) : GOT, GPT는 혈청효소로서 간이 손상을 받았을때, 간에서 혈액으로 유출되는 아미노산 대사에 관여하는 효소.
- 4) Sprague-dawley Rat(SD-Rat) : 삼육동물실험센터에서 분양된 표준쥐.
- 5) 수영운동군(Swimming Exercise group) : 수영운동을 규칙적으로 하는 군.
- 6) 비운동군(Non-exercise group) : 수영운동을 하지않는 군.

II. 이론적 배경

1. 지방간, 고지혈증 및 동맥경화

간 기능 이상의 가장 흔한 원인은 지방간이다. 이는 간 전체 지방의 5% 이상이 간 세포내에 축적된 경우를 말한다. 현재 전 국민의 10% 이상이 지방간일 것으로 추정되고 있다. 간에 지방이 축적되면 간이 커져 오른쪽 갈비뼈 아래가 쉽게 피로해 만사가 귀찮다. 입맛도 떨어지고 속은 늘 더부룩하다. 지방간의 원인은 비만, 당뇨, 음주, 약물남용 등이다. 간염바이러스에 의한 만성 간 질환이 근본치료가 어려운데 반해 지방간은 노력하면 고칠 수 있다.

서울중앙병원 소화기내과 정영화 전문의는 “비만에 의한 지방간은 체중을 줄이면 고쳐진다”고 말한다. 따라서 “체중과다인 사람이 간 기능의 이상을 발견했다면 우선 음식섭취를 줄이고 활동량은 늘려 체중을 줄여야 하며” 또한 “당뇨환자들의 절반 정도는 지방간을 가지고 있기 때문에 이 경우 간의 섬유화를 촉진시켜 간이 딱딱하게 굳어지는 간경변을 일으키기 쉽다고 말한다. 그러나 체중조절, 식이요법, 경구용 혈당강하 혹은 인슐린 투여 등으로 혈당을 조절하면 지방간은 예방할 수 있고 대부분의 간 기능 이상을 치유”된다고 말하고 있다.

술은 주로 간에서 분해돼 배설되기 때문에 간에 큰 영향을 미친다. 애주가들에게 지방간은 매우 흔한 질환이지만 특별한 증상이 없어 무시하기 쉽다. 그러나 많은 양의 술을 장기간에 걸쳐 습관적으로 마시면 심각한 간 기능 장애와 간경변증이 발생한다. 또 간 기능에 이상이 생기면 술을 끊어야 한다. 계속 술을 마시면 간세포는 급속히 손상된다. 민간요법에서 말하는 보약이나 진통소염제, 항생제 등을 장기 복용하면 오히려 지방간을 가져오는 수도 있다.

만성 음주의 경우 술이 인체의 각 장기에 영향을 미

친다고 보고되고 있다(대한의학협회). 간에는 지방을 침착 시키고, 위에는 위염을 일으킬 수 있으며, 소장에는 비타민B의 흡수이상을 유발하기도 하고, 지방흡수이상을 일으키거나 그 외 빈혈이나 체내 마그네슘, 칼륨을 감소시키는 것이 그 예이다. 특히 알콜로 인한 간 질환은 매우 심각한데 알콜성 지방간, 알콜성 간염, 알콜성 간경변증 등을 불러온다. 지방간은 알콜로 인해 지방이 간에 침착되는 것으로 간세포에 지방질이 굳어 간세포가 부풀게 되는 경우를 말한다.

간은 보통 횡격막 아래, 좌우 상복부에 존재하는 생체내 최대의 장기이며 성인의 경우 무게가 1,000~1,400g정도이며 우엽, 좌엽, 방형엽, 미상엽으로 나누어 지고 뇌와 함께 가장 복잡한 기능을 가지고 있다. 이러한 간장은 문맥과 간동맥에서 혈액을 받아 소엽내에서 합류하여 중심정맥에서 간정맥으로 혈액을 보낸다. 안정시에 간장내를 흐르는 혈액은 정상성인의 경우 약 1,000~1,800ml이며 그 3/4 ~ 4/5를 문맥에서 나머지 1/4 ~ 1/5를 간동맥에서 받고있다. 간동맥의 혈액량은 적지만 간세포가 기능을 발휘하기위한 O2를 공급하는 중요한 역할을 하고 있다.

정상적인 간장은 탄수화물, 단백질, 지방, 비타민 및 무기질의 대사뿐만 아니라 적혈구의 분해 과정에서 생성되는 빌리루빈의 대사와 체내로 흡수되는 대부분의 약물 등의 대사에서도 중추적인 역할을 하고 있으며 소화작용을 돕는 담즙의 분비도 관장하고 있다. 구체적으로 간은 혈당 농도를 일정하게 유지하는 데 가장 중심적인 역할을 한다. 즉장에서 흡수돼 간에 도달한 포도당의 약 60%는 간에 저장되고 나머지는 간을 통과해 말초 장기로 운반된다. 공복시에는 간에서 분해된 포도당이 혈중으로 분비돼 혈당 농도가 일정하게 유지된다.

간에 비축돼 있는 당원질의 양에도 한계가 있기 때문에 24시간 이상 굶게 되면 간에서는 아미노산, 유산 등을 이용해 포도당을 새로 만들어 내는 포도당 신생

과정이 활발하게 일어나 일정한 혈당 농도를 유지하게 된다.

하루 약 50g의 단백질이 형성되는데 혈장 백질 중 면역 글로불린을 제외한 거의 모든 단백질이 생성된다. 이중 단순 단백질의 한 가지인 알부민은 하루 약 12g이 만들어지는데 이것은 간이 하루에 생산하는 총 단백질량의 약 25%에 해당하며 혈장 단백질 중에서 가장 많은 부분을 차지한다. 또한 간에서는 대부분의 혈액 응고 인자들도 합성되며 단백질 대사 과정으로 생긴 노폐물인 질소 화합물로 요소 회로를 통해 요소로 변환시켜 소변으로 배출시킬 수 있는 기능도 갖고 있다.

지방 합성·분해 지방질 대사에서 간의 역할은 크게 세 가지로 구분되어지는데, 먼저 식사로 섭취된 지방질은 췌장 효소와 담즙에 의해 분해되어 지방산이 된 다음 소장 에 흡수된 후 간으로 운반돼 대사 과정을 거친 후 다음 에너지원으로 사용되고 당원질로 저장되기도 남은 탄수화물을 중성지방으로 변환시켜 지방 조직에 저장한다.

마지막으로 간은 지방산의 산화 과정 중 생긴 물질을 이용해 콜레스테롤을 만들며 하루에 약 500mg의 콜레스테롤을 담즙산으로 변환시킨다.

대부분의 약물은 간의 해독작용을 통해 변화된 후 비로소 인체에 도움이 되는 약리 작용을 발휘한다. 아울러 해독과정을 거친 약물은 체외로 배설 가능한 형태가 되어 제거되므로 생명에 해로운 독이 사라지게 된다. 또한 간은 수명을 다한 적혈구가 비장과 간에서 파괴될 때 생성되는 빌리루빈을 수용성 물질로 변환시켜 담도를 통해 배출시킨다(대한의학협회, www.koreanorthopaedics.org).

고지혈증이란 혈청지질(주로 중성지방, 콜레스테롤)이 정상치 이상으로 높은치를 보이는 상태를 말하는데, 이러한 혈중지질은 리포단백질(lipoprotein)로서 존재하기 위해 리포단백질이 높은 치를 보이는 상

태라고 말할 수 있다.

고지혈증의 종류에는 고중성지방혈증과 고콜레스테롤혈증이 있다. 고중성지방혈증은 외인성의 경우는 중성지방이 주로 카이로미크론 속에 포함되며, 내인성의 경우는 주로 VLDL속에 포함되고 있다. 따라서 혈청중성지방치가 130mg/dl를 넘게 된 것을 고중성지방혈증 이라고 말하며, 고콜레스테롤 혈증은 식사 이후의 콜레스테롤은 腸管에서 1일에 0.3~0.5g의 흡수에 지나지 않기 때문에 일시적인 식사의 영향은 거의 보이지 않는다. 그러나 간장에 있어서는 1일에 약 1g의 콜레스테롤 합성이 행해지고 있기 때문에 내인성 이후의 콜레스테롤 영향이 큰 것이 된다. 고콜레스테롤 혈증은 혈청 총콜레스테롤 치가 220mg/dl를 넘는 경우를 말하는데, HDL콜레스테롤치가 차지하는 비율이 문제로 이 비율이 35% 이하의 경우에 문제가 되고 있다.

또한 동맥경화는 일반적으로 혈청지질의 분석치를 지표로 진단하고 있는데 동맥의 벽에 cholesterol이나 지방의 대사물이 쌓이게 되면 그 결과로 혈관의 내면이 손상을 입게되며 혈관은 탄력성을 상실함과 동시에 내강이 좁아져 혈액의 유동이 원활하게 되지 않는다. 이러한 변화가 심장의 관상동맥에 생기면 심근경색을 유발하고 뇌동맥에 생기면 뇌경색을 유발한다(Linder, M. C., 1989). 정상인의 혈청100ml 중에는 triglyceride(TG)가 154ml, 총cholesterol은 270ml 정도(Brij, M.등 1981)함유되어 있어서 이 수준보다 더 증가하면 동맥경화의 발병률이 증가한다고 보고하였으며(Brown 등, 1984; Baker 등, 1986), 또한 Brown(1984), Castelli(1977), Thompson(1988)등의 연구자들은 유산소성 운동에 의해 HDL-C의 함량은 높아지고, 따라서 TC/HDL-C ratio도 좋은 방향으로 저하되는 경향을 알 수 있다고 보고하였다(Roger, 1987; Tran, 등, 1988).

Brownell(1982), Cook(1986)등 은 장거리 달리기

를 습관적으로 하는 중년 남자들이 통제그룹에 비하여 TC, HDL-C, LDL-C 등에 현저한 차이를 나타낸다고 밝히고 있으며, 또한 Fox(1981)는 규칙적인 운동이 혈액내 함유되어 있는 콜레스테롤과 중성지방을 감소시키며, 이 변화는 특별히 비교적 높은 콜레스테롤과 중성지방 수준을 소유한 피험자에게서 더욱 뚜렷이 나타난다고 보고하였다.

2. 운동치료와 지질에 관한 선행연구

혈중내 존재하는 주요 지질은 콜레스테롤, 중성지방, 인지질, 유리지방산(Free Fatty Acid)등이 있다.

이 지질들은 인체 영양성분으로 중요하지만 또한 생체의 구성 성분으로도 중요한 뜻을 가지고 있다. 이에 김숙희(1984)는 지질은 생체 내에서의 대사, 생리작용은 물론 호르몬, 신경조직, 뇌조직, 골수 등 체구성 성분으로서 없어서는 안될 필수 불가결한 요소로 임상적으로는 각종 질환들과 밀접한 관련이 있다고 보고하고 있다.

혈중지질의 생성은 크게 음식물의 흡수를 통해 얻어지는 외인성과 肝 및 腸管 등의 체내조직에서 합성되는 내인성으로 나누어지며(Grundy, 1986), 신체 각 조직의 지질분포는 혈장에 유미립자(Chylomicron), 지단백(Lipoprotein)이 존재하고, 피하나 근육조직 등에 분포한 지방조직(Adipose tissue)은 전체 저장 지방의 50%를 차지하며 주성분은 중성지방(TG)으로 동적인 상태인 에너지원으로 분포한다.

이러한 지질은 그 일부가 혈액 중에 존재하며, 건강상의 지표로서 중요시되고 있으며, 그와 관련된 지질을 살펴보면 콜레스테롤, 중성지방(Triglyceride), 지방산을 들 수 있다.

Cholesterol은 steroid 핵의 alcohol 로서 탄소27개로 구성된 sterine의 일종이다. 혈중 Total Cholesterol은 대부분이 Lipoprotein과 결합된 상태로

생체 내에 존재하게된다.

Cholesterol의 생체에서의 역할은 제1에는 모든 세포의 세포막과 여러세포내 소기관의 막 구성성분으로서 중요하다. 특히 막의 유동성을 주는 인자로서 중요하다. 제 2에는 Cholesterol 지용성물질(지방과 지용성비타민)의 소화, 흡수 할 때 필요한 담즙산의 기원이 된다. 또한 Cholesterol은 steroid hormone과 Vitamin D의 전구체(前驅體)가 되기 때문에 이것들은 생체의 미묘한 대사조절과 생장에서 중요한 역할을 하고 있다.

혈중의 Total Cholesterol이 증가하면 성장호르몬, 지질동원 호르몬, adrenalin, noradrenalin, hydrocortison, testosterone이 분비되며, ACTH, thyroxin, insulin, glucagon, estrogen에 의해 감소된다.

정상인의 Cholesterol 정상치는 150~250mg/dl이며 정상치에서 심하게 저하될 때는 악성빈혈과 영양실조증 및 Hyperthyroidism의 증상이 나타난다고 하였으며, 정상치 이상으로 Cholesterol치가 증가하면 임부의 담낭장애, 동맥경화증, 점액수종, 당뇨병, 신장병 등의 증상이 나타날 수 있다고 한다(성동진 저, 1986).

Total Cholesterol치에 영향을 미치는 요인으로는 연령, 체력, 체중, 식사습관, 섭취 칼로리 등이 변수로 작용될 수 있는데, 특히 Aerobic Exercise에 의한 Total Cholesterol치의 변동에 대하여는 많은 연구자들 사이에 일치된 의견을 보이고 있지 않다. 장시간의 지구성 운동을 할 때에, Cholesterol의 산화촉진에 의해 에너지원으로 Cholesterol이 이용될 것이며, 이러한 운동을 반복했을 때 Maximal oxygen uptake의 증가에 따른 과잉 Total Cholesterol의 감소는 영구적 적응현상으로 사료될 수 있다.

Triglyceride(TG)는 에너지 저장소로서 역할을 하며 대부분의 Triglyceride는 지방조직과 간에서 형성

되는데 고단위 칼로리의 섭취와 에너지 소비에 민감한 영향을 받는다(Sclierf 등, 1978). 특히 TG의 수치는 고지혈증 판정의 중요한 역할을 하는데 혈중 TG가 180mg/dl 이상 일 때를 고지방증으로 판정한다.

Triglyceride가 에너지원으로 동원되기 때문에, 운동과 더불어 소모되는 일시적 반응의 감소현상이 있다. 그러나 Maximal oxygen uptake(최대산소섭취량)의 증가에 따른 Triglyceride의 감소는 근육의 Mitochondria내 산화효소 활성화의 항진과 Myoglobin농도의 증가에 따른 대사조절이 원활해짐에 의해서 나타나는 영구적 적응의 감소현상으로 사료될 수 있다(Lehtonen 등, 1978).

또한 지질 중에서 직접 에너지원이 되는 것은 지방산이다. 운동할 때에 당질로서의 에너지원이 부족하면 지방산이 에너지원으로 이용되어진다. 이 지방산이 부족하게되면 지방조직 중에 저장지방으로 있는 중성지방이 지방조직중의 호르몬 감수성 lipase(triglyceride lipase)의 작용에 의해 분해되어 지방산이 동원된다.

사람은 하루 500mg~800mg의 콜레스테롤을 음식물에서 섭취하며, 이 중에서 300~400mg을 흡수한다고 한다. 그러나 혈중 콜레스테롤의 약 60%는 탄수화물, 지방산, 아미노산의 분해작용 중 유도되는 아세틸 케톤(acetyl-ke-ton)의 대사작용에 의해 생성된다. 실제로 운동을 하면 중성지방(TG)이 가장 현저하게 떨어지고, 콜레스테롤도 감소하나, 이 감소는 중성지방의 감소에 비해 훨씬 적다. 이는 중성지방이 운동의 에너지원으로 사용되기 때문이다. 일정기간의 운동요법이 혈중지질에 미치는 영향에 대해 송(1984)은 8명의 여대생에게 3일간 1000회의 줄넘기를 실시토록한 결과 혈청 TC와 TG가 감소되었고 TC의 감소가 더 현저함을 보고하였다. 그러나 김성수 등(1987)은 운동실시 후 TG의 감소가 더욱 현저하게 나타났다고 보고했는데, 이는 Williams(1986)나 Diehm 등

(1983)의 연구와도 일치하는 것으로 triglyceride가 에너지원으로 더욱 쉽게 사용되기 때문이라고 해석된다.

지구성운동은 TG, TC, LDL-C를 감소시키며, HDL-C 농도를 증가시키는 경향을 가져온다. 이런 변화는 可逆的이어서 운동을 하던 사람이 운동을 중단하면 혈중지질이 며칠사이에 還元될 수 있다(김성수 등, 1991). 그러나 격렬하고, 지속적인 활동은 적어도 15~18% 정도 HDL-C의 증가를 가져온다고 하였다(Shephard, 1982). 이 지구성 운동이 혈중지질과 지질단백에 미치는 영향에 관한 1955년부터 1981년까지의 66편의 연구를 종합한 결과(Tran 등, 1983)에 의하면 실험집단의 경우 운동에 의해서 평균적으로 total cholesterol은 10mg/dl, total triglyceride는 15.8mg/dl 그리고 LDL-C는 5.1mg/dl가 감소하였으며, HDL-C는 1.2mg/dl가 증가하였으나, 통계적으로 유의하지 않았고 TC/HDL-C ratio는 0.48mg/dl가 감소하였다고 보고하였다.

운동이 혈중지질농도에 미치는 지속적인 연구에서 Dressendorfer (1982)는 중년의 주자군에서 정상훈련 거리를 매일 달리는 동안 중성지방 수준이 유의하게 감소하였고 HDL-C 수준은 증가하였으며, 이러한 현상은 5~8일 사이에 처음으로 나타났지만, 5일의 휴식기간 동안 반대현상을 보였다. 다시 운동을 시작하자 중성지방 농도가 저하되면서 HDL-C은 증가하였다. 지속적인 지구성운동을 수행한 훈련자에게서 혈중지질농도 수준의 변화를 발견하였다.

운동과 혈중지질농도와의 관련 연구에서는 매우 우수한 유산소 능력 보유자가 저조한 또는 매우 저조한 개인에 비해 TC수준이 유의하게 감소되었음을 발견하였고(Enger 등, 1977), 마라톤 주자와 중년 남녀 장거리 주자는 비활동적인 사람에 비하여 낮은 콜레스테롤 수준을 갖는다고 하였다.(Hartung 등, 1980; Wood 등, 1976). 또한 운동과 지질분해효소와의 관계에 대

한 연구에서 단시간 강한 운동은 고중성지방혈증인 남성들의 TG수준을 저하시키는 결과를 초래하였고, 이 효과는 말초부위에서 TG흡수의 증가와 LPL활동의 증가 기전으로 설명되어진다(Freyman 등, 1982)고 보고하고 있으며, Nikkila 등(1978)은 LPL수준과 TG농도 사이에는 부적(negative)상관 과 HDL-C 농도 사이에는 직접적인 관련이 있음을 확인 하였고, Kantor 등(1984)은 42km경보 후 훈련된 남성에게서 TG 농도가 감소하고 HDL-C농도의 증가와 함께 LPL 활성도가 2배로 증가 되었음을 밝혔으며, Robinson(1970)은 LPL같은 지질분해 효소는 TG에서 지방산이 말초조직으로 운반되는 것을 제한하는 하나의 요소이며, 이는 트레이닝 이후에 나타난다고 보고하고 있다.

운동이 혈중지질농도의 수준에 긍정적인 변화를 보이는 연구가 있는 반면, 이와는 달리 유의한 변화를 보이지 않는다는 연구 또한 보고 되고있다. 김종훈(1984)은 TC가 안정시 129mg/dl이었으나 운동 후에는 약간 증가되어 135mg/dl로 변화되었다고 하였으며, 지속적인 지구성운동을 수행한 훈련자에게서 혈중 지질과 지단백 수준의 변화를 발견하였고, 비훈련자의 단기간 신체훈련이 혈중지질 및 지단백 수준에 미치는 효과는 일관성 없는 결과를 나타내었다(Cullinane 등, 1981). 또한 Karvonen(1976)에 의하면 혈청 콜레스테롤과 인지질의 함량 수준이 정상치를 나타내고 있는 사람은 트레이닝을 하더라도 함량수준이 현저하게 변화하지 않으며, 혈청 콜레스테롤 수준은 사실상 직업이라든가 신체활동의 정도에 따라 큰 영향을 받지 않는다고 하였다. 단기적인 신체 훈련 프로그램은 중년 남녀, 미만 여성에게서 TG농도의 감소를 초래하지 않았고, 1년간 수행된 연구에서는 운동조절 후 건강한 좌업남성에게서 역시 혈장 TG 농도의 감소가 나타나지 않았다(Williams 등, 1982; Wood 등, 1983). 식사가 TG 수준에 미치는 영향이 널리 알려져 있으

로, Lipson 등(1980)은 남녀 피험자들에게 6주간 일정한 식이 조절과 동시에 운동을 하였지만, 그 결과 TG의 농도는 감소하지 않았다고 보고하고 있다. 또한 운동과 LPL의 활성에 대한 연구에서 Taskinen 등(1981)은 20km달리기에서 지방세포조직과 골격근내 LPL의 활성이 증가하였지만, 지단백 농도의 변화에는 유의한 차이가 없었으며, 15주간의 트레이닝을 실시한 중년남성에게서 신체활동능력의 향상과 LPL(Post-heparin Plasma Lipoprotein Lipase)활성의 증가가 있었음에도 불구하고 혈장 TG농도에는 변함이 없었다고 밝혔다(Peltonen 등, 1981).

이와 같이 운동치료가 혈중지질농도에 미치는 영향에 대해서는 다양하고 일관성이 없는 보고가 이루어지고 있는 실정이며, 이에 관련하여 김성수 등(1991)은 단기적으로 강하게 수행되는 지구성운동 형태는 콜레스테롤(Chlesterol) 농도에 장기적인 변화를 초래하지 않으며 피험자에게 있어서 운동기간이 보다 지속적이면 혈장 TG, TC, LDL-C 이 감소되고, HDL-C농도는 증가한다. 그러나 이러한 변화는 可逆的이어서 규칙적인 운동을 하던 사람이 운동을 중단하면 수개월 내로 혈중지질은 반대방향으로 환원 될 수 있다고 밝히고 있다.

3. 운동치료와 간 효소에 관한 선행연구

GOT와 GPT는 아미노기 전이반응을 촉매하는 효소로서, 단백대사와 당대사를 증개하는 중요한 작용을 하고, 또 간장에서 글리코젠으로 재합성 할 수도 있다. GOT의 작용은 장시간 운동 할 때 당질 에너지원이 감소한 경우에 중요한 역할을 한다.

혈청GOT, GPT는 달리기 운동과 자전거 에르고미터를 이용한 운동의 경우, 몇분정도의 짧은 운동에서도 일시적으로 상승한다. 또 5-20분 정도의 exhaustive exercise에서도 운동 후에 일시적인 상

승을 나타내고 그 정도는 비만자와 중고령자에서 현저한 경향에 있다. 그러나 그 회복은 빠르고 운동후 수시간이 지나서 운동 전 차로 회복된다.

10-20분 정도의 달리기 운동과 자전거 에르고미터를 이용한 운동의 경우 혈청 GOT, GPT는 운동 강도에 비례해서 상승한다. 그러나 트레이닝이 안정시의 혈청GOT, GPT에 미치는 영향은 비교적 적다. 그러나 안정시 혈청 GOT, GPT가 일반의 사람에 비해서 높은치를 나타내는 비만자와 고연령자에 유산소적 트레이닝을 계속시킨 경우에는 혈청GOT, GPT는 현저한 저하를 나타낸다.

이와 같은 경우에는 트레이닝에 의해 지방간 등이 개선되어 간 기능에 좋은 영향이 초래되었다고 생각되어 지지만, 안정시의 혈청GOT, GPT가 정상치를 훨씬 넘고 있는 경우에는 트레이닝에 의해 역으로 나빠질 수도 있기 때문에 신중히 대응해야만 한다.

운동부하에 대한 혈청GOT, GPT의 동태에 대해서는 트레이닝 전에 비해 트레이닝 후에는 동일부하에 대한 혈청GOT, GPT의 상승의 정도는 적어진다. 특히 이 경향은 비단련자에 있어서 현저하다. 또 동일부하의 운동을 단련자와 비단련자에 실시하면 단련자에 비해서 적은 결과를 나타낸다고 보고되고 있다.

Ⅲ. 연구방법

본 연구는 Sprague-dawley(S-D) Rat를 이용하여 고지방식을 장기간 투여하는 조건하에서 10주간의 수영운동치료가 혈중지질 및 간 효소의 변화에 미치는

〈표-1〉. 실험군분류

(n=14)

고 지방식투여	
수영운동군 (Swimming exercise group)	n=7
비운동군 (Non-exercise group)	n=7

영향을 분석하는 것이며, 이를 위한 실험동물의 구성 및 사육조건, 운동부하, 측정항목, 그리고 자료의 처리는 다음과 같다.

1. 실험설계

1) 실험동물

실험에는 생후 10주령의 Sprague-dawley계통의 웅성쥐 Rat 14마리를 이용한다.

2주간 예비사육 후 체중이 동일하도록 조정하여 12주령에서 표-1과 같이 2군으로 분리 사육한다.

2) 실험처치

실험기간은 10주로 하였고, 체중은 1주일에 1회씩 측정(animal balance Sartorius MC1, USA)하였고, 식이 섭취는 자유섭취 시켰다. 실험변인의 측정은 실험 전, 5주경과 후, 실험 종료시(10주) 실시했으며, 단 간 중량은 실험 종료 후 실시하였다.

3) 사육조건

동물실험실의 명암 주기 조건은 09:00~21:00 까지를 암기(暗期)로 설정하여 사육했고, 실험실 내에서 임의로 제작된 동물용 풀장(풀장의 Size는 가로 100cm, 세로 60cm, 높이 50cm)을 이용하여 수영운동치료를 실시했다. 실험기간중 각 4마리씩 사육용 케

〈표-2〉. 고지방식 배합 사료 성분비 (%)

수분	7.0
단백질	15
우지방	20
배합섬유	5.0
회분혼합물	3.5
비타민혼합물	1.0
콜린주석산염	0.2
탄수화물	48.3
합계	100

이지(26×48×20cm³)에 넣어 분리, 실내온도는 23 ± 2℃, 습도는 50 ± 10%의 항온실내에서 사육했다. 음료수는 수돗물을 자유 섭취시켰다. 또 고지방식은 서울시 마장동 도축장에서 소의 Kidney 주변 기름을 구입, 용인대학교 식품영양학 실험실에서 표-2와 같이 배합하여, 산화를 방지하기 위해 냉동고에 보관하며, 자유섭취 시켰다

4) 운동부하

수영운동치료의 기간은 생후 12주령 부터 21주령 까지 10주간 실시하였다. 단 10주령에서 11주령의 예비사육시 수영운동치료에 적응시키기 위해 2주간 예비수영훈련을 실시하였다. 플장의 수온은 32 ± 2℃로 조절하였다. 운동치료방법은 1일 20분씩 3회 5분간 휴식을 취하는 형태로 총 70분 실시하였으며, 자유수영을 시켰다. 수영운동치료 시간은 09:30~11:30 사이에 실시하였으며, 주당 5일간 실시하였다.

2. 측정방법

실험전 과 5주경과 후 에는 12시간 절식시킨 후 S-D계 Rat를 45℃의 실온에서 5분간 넣어둔 후 곧바로 미(尾)동맥으로 부터 채혈하고, 혈청을 분리(3000rpm, 5min)하였다. 그리고 실험기간이 종료(10주)된 후, 모든 실험동물에 대하여 12시간 절식시킨 후 디에틸 에테르로 마취시키고, 해부대 위에 고정시킨 후 개복(開腹)하여 하행 대동맥으로부터 전혈액을 채취하고, 간장을 적출하여 식염수에 세척 여과지로 수분을 제거한 후 중량을 측정(animal balance Sartorius MCI, USA)하였다.

혈청의 총 콜레스테롤(TC), 중성지방(TG) 및 GOT, GPT는 혈청지질분석기(BPC Bio SED srl Autoluatic

Analyser ELECTA216 Evolution GOALFDA 510K N.K942922)로 측정하였다.

3. 자료의 처리

모든 관찰변인의 집단별 평균 및 표준편차를 산출하고, 고지방식 투여에 의한 수영운동치료의 검정을 위해 SPSS WIN Ver8.0 통계 패키지를 이용하여, 독립 T-test 검정을 실시, P<0.05를 유의수준으로 하였다.

Ⅳ. 연구결과

본 연구는 SD계 Rat에게 고지방식을 투여하는 조건하에서, 수영운동군 과 비운동군 각 7마리를 선정 2개 군으로 나누어 규칙적인 수영운동치료를 실시, 수영운동군 과 비운동군 간의 혈중지질농도 및 간 효소의 변화를 알아보고, 변화 차이를 규명하여, 수영운동치료가 지방간, 고지혈증 및 동맥경화의 예방에 미치는 효과를 규명하고자 실시하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

1. 체중의 변화

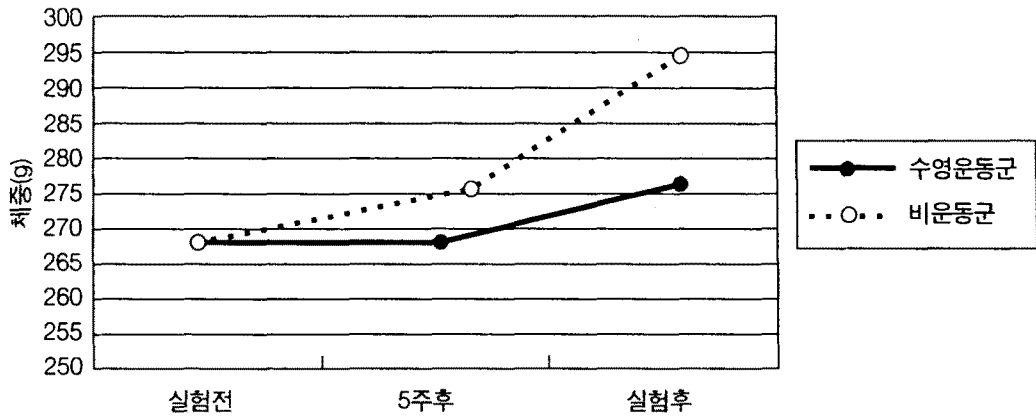
10주간 수영운동치료 실시에 따른 체중변화의 결과는 <표-3>과 같이 나타났다.

수영운동치료 실시 군 체중의 평균 및 표준편차는 실험전 268 ± 19.49, 5주후 268.43 ± 22.39, 실험후 276.29 ± 21.79 이었으며, 비운동실시 군 체중의 평균 및 표준편차는 실험전 268 ± 18.05, 5주후 275.71

<표-3>. 체중 변화의 평균과 편차의 결과

(unit : g)

군		기간	실험전	5주후	실험후
			M±SD	M±SD	M±SD
고지 방식	수영운동군		268±19.49	268.43±22.39	276.29±21.79
	비운동군		268±18.05	275.71±22.75	294.29±13.51



(그림-1). 수영운동치료에 의한 체중의 변화

<표-4>. 체중에 대한 T-test 결과

t Value	Degree of Freedom	2-Tail Prob
-2.861	8.645	.02**

**p<.05

±22.75, 실험후 294.29 ±13.51로 나타났다.

수영운동치료 실시 후 유,무에 의한 체중의 차이를 분석하기 위하여, 두 군간 체중의 차이에 대한 검증을 실시한 결과는 <표-5>와 같다

표-3 과 표-4에 의하면 체중은 수영운동치료 실시 군이 비운동실시 군에 비해 10주간의 수영운동치료 실시 후 5.93%정도 낮게 나타났으며, 통계적으로 유

<표-3>. 체중 변화의 평균과 편차의 결과

(unit : g)

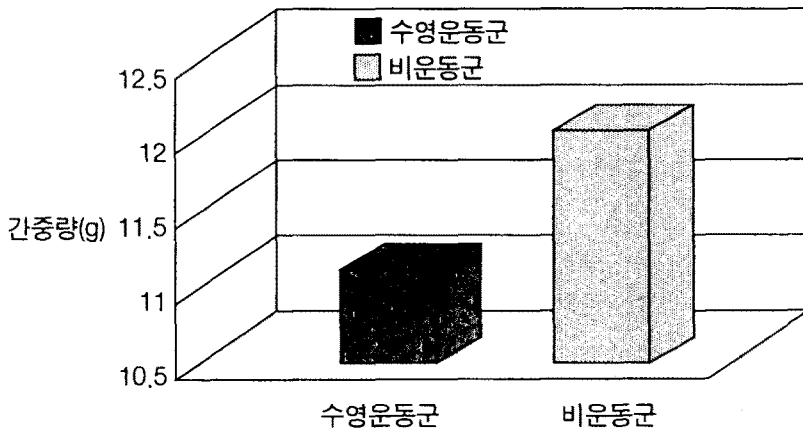
군		기간	실험후	
			M	±SD
고지 방식	수영운동군		11.07	±0.78
	비운동군		12.01	±1.11

의한 차이를 보였다(p<.05).

2. 간 중량의 변화

10주간 수영운동치료 실시에 따른 간 중량 변화의 결과는 <표-5>와 같이 나타났다.

(그림-2). 수영운동치료에 의한 간 중량의 변화



〈표-4〉. 체중에 대한 T-test 결과

t Value	Degree of Freedom	2-Tail Prob
-1.8221	12	.093

〈표-4〉. 체중에 대한 T-test 결과

t Value	Degree of Freedom	2-Tail Prob
-6.863	7.848	.000***

***p<.01

〈표-7〉. 총 콜레스테롤(TC) 변화의 평균과 편차의 결과

기간		실험전	5주후	실험후
		M±SD	M±SD	M±SD
군	수영운동군	81.43 ±9.25	74.57 ±1.72	80 ±5.42
	비운동군	62 ±3.87	92.14 ±6.12	99.14 ±4.60

(unit : mg/dl) (TC) 변화의 결과는 〈표-7〉과 같다.

수영운동치료 실시 군 TC의 평균 및 표준편차는 실험전 81.43 ±9.25, 5주 후 74.57 ±1.72, 실험후 80 ±5.42 이었으며, 비운동실시 군 체중의 평균 및

표준편차는 실험전 62 ±3.87, 5주후 92.14 ±6.12, 실험후 99.14 ±4.60으로 나타났다.

표준편차는 실험전 62 ±3.87, 5주후 92.14 ±6.12, 실험후 99.14 ±4.60으로 나타났다.

수영운동치료 실시 후 유, 무에 의한 총 콜레스테롤 (TC)의 차이를 분석하기 위하여, 두 군간 총 콜레스테롤(TC)의 차이에 대한 검증을 실시한 결과는 〈표-8〉 같다.

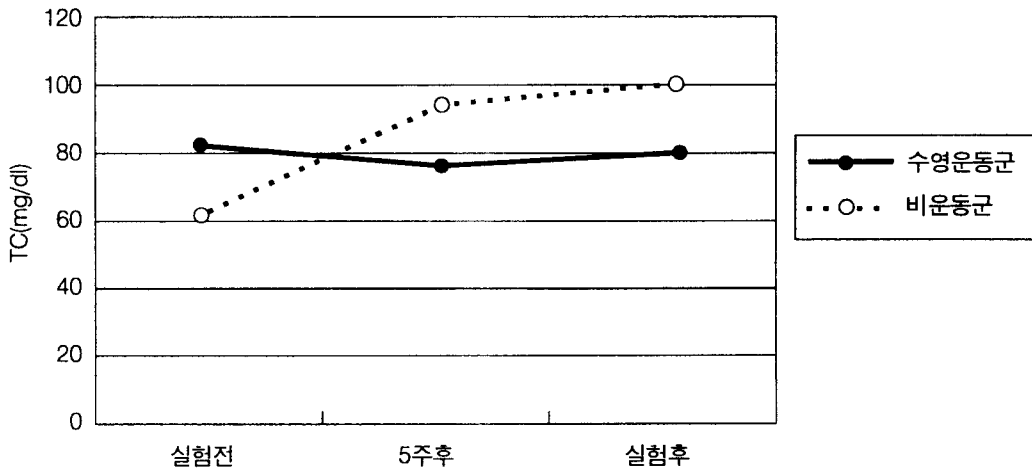
수영운동치료 실시 후 유, 무에 의한 간 중량의 차이를 분석하기 위하여, 두 군간 간중량 차이에 대한 검증을 실시한 결과는 〈표-6〉과 같다

표-5 와 표-6에 의하면 간 중량은 수영운동치료 실시 군이 비운동실시 군에 비해 10주간의 수영운동치료 실시 후 7.83%정도 낮게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다.

표-7과 표-8에 의하면 TC는 수영운동치료 실시 군이 비운동실시 군에 비해 10주간의 수영운동치료 실시 후 39.22%정도 낮게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.001).

3. 총콜레스테롤(Total-cholesterol)의 변화

10주간의 수영운동치료 실시에 따른 총 콜레스테롤



〈그림-3〉. 수영운동치료에 의한 TC의 변화

〈표-9〉. 중성지방(TG) 변화의 평균과 편차의 결과

(unit : mg/dl)

기간		실험전	5주후	실험후
		M±SD	M±SD	M±SD
고지 방식	수영운동군	90.71 ±5.25	87.57 ±5.56	81.43 ±5.0
	비운동군	83 ±8.83	132.29 ±7.22	175.29 ±4.75

〈표-4〉. 체중에 대한 T-test 결과

t Value	Degree of Freedom	2-Tail Prob
-31.494	11.792	.000***

***p<.01

4. 중성지방(Triglyceride)의 변화

10주간의 수영운동치료 실시에 따른 중성지방(TG) 변화의 결과는 〈표-9〉와 같다.

수영운동치료 실시 군 TG의 평균 및 표준편차는 실험전 90.71 ±5.25, 5주후 87.57 ±5.56, 실험후 81.43 ±5.0 이었으며, 비운동실시 군 체중의 평균 및 표준편차는 실험전 83 ±8.83, 5주후 132.29 ±7.22, 실험후 175.29 ±4.75로 나타났다.

수영운동치료 실시 후 유,무에 의한 중성지방(TG)의 차이를 분석하기 위하

여, 두군간 중성지방(TG)의 차이에 대한 검증을 실시한 결과는〈표-10〉과 같다.

표-9 와 표-10에 의하면 TG는 수영운동치료 실시 군이 비운동실시 군에 비해 10주간의 수영운동치료 실시 후 62.88%정도 낮게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.01).

5. 혈청효소 GOT의 변화

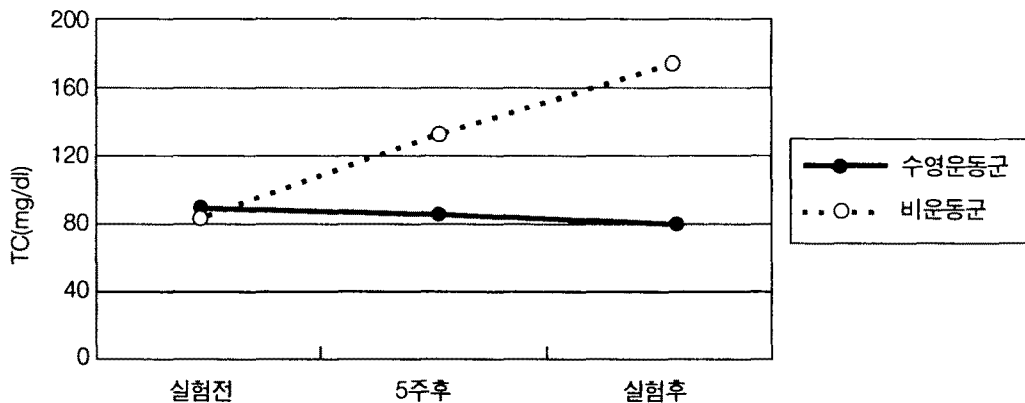
10주간의 수영운동치료 실시에 따른 GOT 변화의 결과는 〈표-11〉과 같다.

수영운동치료 실시 군 GPT의 평균 및 표준편차는 실험 전 40 ±2.16, 5주 후 39.29 ±1.98, 실험 후 41.43 ±3.82 이었으며, 비운동실시 군 체중의 평균 및 표준편차는 실험 전 38.14 ±2.07, 5주 후 44.14

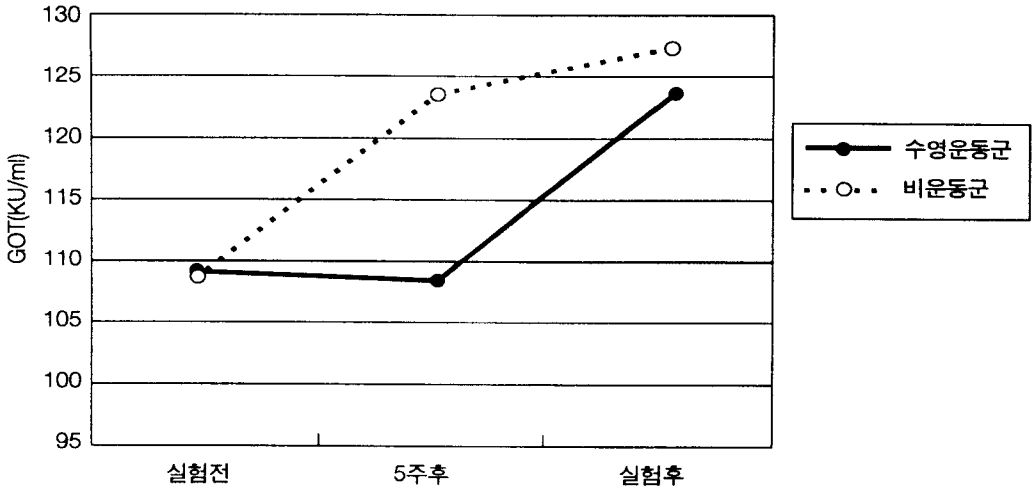
〈표-11〉. GOT 변화의 평균과 편차의 결과

(Karmen unit/ml)

기간		실험전	5주후	실험후
		M±SD	M±SD	M±SD
고지 방식	수영운동군	108.86 ±5.70	107.57 ±4.58	123.14 ±2.67
	비운동군	108.43 ±5.80	122.86 ±5.81	127.29 ±5.22



〈그림-4〉. 수영운동치료에 의한 TG의 변화



〈그림-5〉. 수영운동치료에 의한 GOT의 변화

〈표-14〉. GPT에 대한 T-test 결과

t Value	Degree of Freedom	2-Tail Prob
-1,199	12	.254

3.22%정도 낮게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다.

±2.49, 실험 후 47.43 ± 1.99로 나타났다.

수영운동치료 실시 후 유, 무에 의한 혈청효소 GPT의 차이를 분석하기 위하여, 두 집단 GPT의 차이에 대한 검증을 실시한 결과는 〈표-14〉와 같다.

표-11과 표-12에 의하면 GOT는 수영운동치료 실시 군이 비운동실시 군에 비해 10주간의 수영운동치료 실시 후

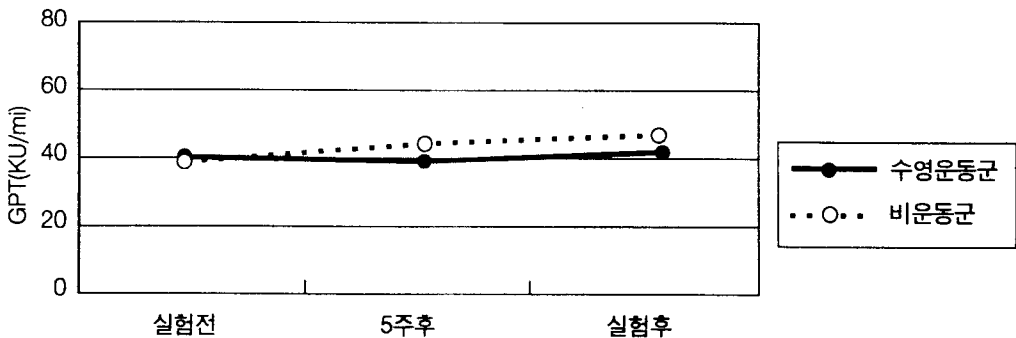
6. 혈청효소 GPT의 변화

10주간의 수영운동치료 실시에 따른 GPT 변화의

〈표-13〉. GPT 변화의 평균과 편차의 결과

(Karmen unit / ml)

군	기간	실험전	5주후	실험후
		M±SD	M±SD	M±SD
고지 방식	수영운동군	40 ± 2.16	39.29 ± 1.98	41.43 ± 3.82
	비운동군	38.14 ± 2.07	44.14 ± 2.49	47.43 ± 1.99



〈그림-6〉. 수영운동치료에 의한 GPT의 변화

〈표-14〉. GPT에 대한 T-test 결과

t Value	Degree of Freedom	2-Tail Prob
-4.426	11.260	.001*

*p<.05

결과는 〈표-13〉과 같다.

수영운동치료 실시 군 GPT의 평균 및 표준편차는 실험 전 40 ± 2.16 , 5주 후 39.29 ± 1.98 , 실험 후 41.43 ± 3.82 이었으며, 비운동실시 군 체중의 평균 및 표준편차는 실험 전 38.14 ± 2.07 , 5주 후 44.14 ± 2.49 , 실험 후 47.43 ± 1.99 로 나타났다.

표-13 과 표-14에 의하면 GPT는 수영운동치료 실시 군이 비운동실시 군에 비해 10주간의 수영운동치료 실시 후 16.14%정도 낮게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05).

V. 고찰 및 논의

본 연구에서 수영운동치료 실시 유, 무에 의한 혈중 지질 농도 및 간 효소의 변화를 알아보기 위하여, 고지방식을 투여하는 SD계 Rat(14마리)를 대상으로 10주간의 수영운동치료를 통해 측정 분석된 자료와 이에 관련된 선행연구를 근거로 논의 하고자 한다.

먼저 본 연구에서는 지방간, 고지혈증 및 동맥경화증의 예방적 측면에서 혈청지질을 분석한 결과 총콜레스테롤(TC)은 〈표-7,8〉에서와 같이 규칙적인 수영운동치료 실시에 의해 그 수준이 비운동군에 비해 39.22%정도 낮게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

TC에 대한 선행 연구결과(Grundy 등, 1987; Cook 등, 1986; Tran 등, 1983; Williams 등, 1982)에 의하면 규칙적인 운동을 장기간 지속할 때, TC수준이 긍정적으로 변화될 수 있는 것으로 나타났다.

Wood 등(1976)은 혈중 TC 농도의 수준은 유산소

운동에 의해 감소되며 지구성 훈련자와 비활동성 생활 위주의 사람간에는 많은 차이가 있다는 것을 밝히고 있다.

반면에 Gaesser 등(1984)과 Adner 등(1980)은 혈장 TC수준이 지구성운동에 의해 유의하게 감소되지 않는다고 하였고, Karvonen 등(1976)은 규칙적인 유산소성운동을 지속적으로 수행해도 초기 TC함량수준이 정상이거나 낮다면 크게 감소하지 않는다고 보고하고 있다.

TC수준에 대한 선행연구를 종합해 볼 때, 규칙적인 운동을 통한 혈중 TC수준의 변화정도는 연구자들 사이에서도 의견의 일치를 보이고 있지 않고 있으며, 운동의 형태, 기간 및 강도, 대상자들의 운동시작전 TC수준 등에 따라 다소 차이가 나고 있음을 알수 있으며, 장기간에 걸쳐 지구성운동을 할 때, 콜레스테롤(Cholesterol)의 산화촉진과 담즙산의 작용이 활성화되어 에너지원으로 콜레스테롤이 이용될 것이며, 지속적인 수영운동에 의해 TC수준은 감소되리라고 사료될 수 있다.

중성지방(TG)은 〈표-9,10〉에서와 같이 규칙적인 수영운동실시에 의해 그 수준이 비운동군에 비해 62.88%정도 낮게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

TG에 대한 선행연구에서 일반적으로 달리기 등의 유산소적 운동에 의하여 TG의 수치가 유의하게 감소되었음을 보고(Ander 1970; Brown 1984; Dessendorfer 1982; Berg 1983; Baker 1986; Berger 1987; Hicks 1987; Quig 1983)하였다.

Sherman 등(1986)은 일반적으로 운동에 의해 혈청 중성지방(TG)이 현저히 저하한다고 보고하였으며, Tompson 등(1988)은 운동을 통해 총 콜레스테롤(TC)과 LDL-C은 유의적인 변화를 관찰하지 못했지만 중성지방(TG)은 19mg/dl의 유의적인 감소가 있었다고 보고하였다.

반면에 TG농도의 수준은 개인차가 크고 음식이나 운동량에 따라 심한 변동을 나타낸다(Gasser 등, 1984)고 하였으며, Williams 등(1982)과 Wood 등(1983)은 1년간 수행된 연구에서 운동 조절 후 건강한 좌업 남성에게서 혈장 TG농도의 감소가 나타나지 않는다고 보고했다.

식이 중의 지방산 조성이 혈중지방 함량에 큰 영향을 미치되 특히 고농도의 포화지방은 사람의 혈청 콜레스테롤 농도와 중성지방 농도를 상승시키며, 동맥경화를 유발시키는 주요인으로 보고(Anderson, J. T., 등, 1976; Mattson, F. H., 등, 1975)되었으며, 안창순(1987)은 운동경기자들은 열량이나 탄수화물 섭취량이 많음에도 불구하고 운동을 하지 않는 사람들에 비해 중성지방(TG) 수준이 낮았음이 보고되었는데 이는 본 연구와도 일치하며, 고지방식 투여로 증가된 혈중 콜레스테롤을 운반하기 위해 더욱 많은 중성지방이 혈중으로 유리되어 수영운동군에 비해 비운동군의 수준이 유의한 차이를 나타낸 것으로 사료된다.

TG수준에 대한 선행연구를 종합해 볼 때, 운동시 체지방이 이용되는 경우는 지방산을 에너지로 쓰기 위해 두가지의 효소작용을 받는데, Lipoprotein lipase은 순환하는 혈액중에 중성지방(TG)을 분해하고, hormon sensitive lipase은 저장조직에 있는 중성지방(TG)을 분해하며, 혈액 유리지방산의 방출을 촉진하는 호르몬인 glucagon 과 catecholamine에 의해 그 활성이 높아진다. 즉 hormon sensitive lipase은 cyclic AMP에 의해 활성형이 되는데 여기에 신체운동이 영향을 주므로 혈장 중성지방(TG)수준은 운동수행기간에 의해 저하될 수 있다고 Nikkila 등(1978)은 보고하였으며, 이는 지속적인 수영운동에 의해 중성지방(TG) 수준은 감소되리라고 사료될 수 있다.

GOT는 <표-11,12>에서와 같이 규칙적인 수영운동 치료 실시에 의해 그 수준이 비운동군에 비해 3.22% 정도 낮게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이를 보

이지는 않았으며, GPT는 <표-13,14>에서와 같이 규칙적인 수영운동치료 실시에 의해 그 수준이 비운동군에 비해 16.14%정도 낮게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

GOT, GPT에 대한 선행연구에서 GOT, GPT는 간이 손상을 받았을 때, 간에서 혈액으로 유출되는 아미노산 대사에 관여하는 효소로서, 혈액 중에 GOT, GPT양이 증가하는 것은 간의 손상이나 GOT, GPT가 존재하는 조직(심장, 신장 기타)의 손상을 의미한다(Robert, 1994).

고지방식 투여에 의한 콜레스테롤의 증가는 간 조직 내에 중성지방을 축적하게 되고 그 결과 GOT, GPT가 혈액으로 유출되어 GOT, GPT의 수준이 높아지는 것으로 사료되어진다.

본 연구 결과 12주령부터 21주령까지 10주간 SD계 Rat에게 수영운동치료를 실시하였을 때, 총콜레스테롤(TC), 중성지방(TG), GPT의 농도를 효과적으로 변화시키는 것으로 나타났다. 지속적인 수영운동치료를 통해 GOT농도를 제외한 모든 측정치는 유의 있는 변화를 보였다.

같이 종합적으로 고찰하면 운동치료가 혈중지질의 농도변화 와 간 효소의 변화에 관계가 깊다는 추정을 할 수 있으며, 수영운동치료가 혈중 TC와 TG치를 함께 감소시키지만 TG의 감소가 더욱 현저한데 이는 TG가 쉽게 운동의 에너지원으로 사용되기 때문으로 사료되어진다. 또 규칙적인 수영운동요법은 혈중내의 간 효소를 낮추어주는데 이는 간 세포내의 중성지방 저하로 인하여 혈액내의 GOT, GPT의 수치를 낮추는 것으로 사료되어진다. 혈중내의 TC, TG, 및 GOT, GPT를 감소시켜 지방간, 고지혈증 및 동맥경화의 위험을 낮추는 방향으로 이동시킬 수 있음을 알 수 있다.

Ⅵ. 결 론

본 연구는 규칙적인 수영운동치료가 고지방식 투여의 SD계 Rat의 혈중지질 농도 및 간 효소에 미치는 영향을 규명하는 것이었다. 대상은 12주령의 SD계 Rat 14마리를 규칙적인 수영운동치료(주 5회, 1일 20분씩 3회)를 10주간 실시하는 운동그룹 7마리와, 수영운동치료를 하지 않는 통제그룹 7마리의 두 그룹으로 각 3회 채혈을 하고, 혈액은 M보건센타에 의뢰하여 TC, TG, 및 GOT, GPT를 측정한 결과는 다음과 같다.

- 1) 체중은 수영운동군이 비운동군에 비하여 5.93% 감소하였으며, 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).
- 2) 간 중량은 수영운동군이 비운동군에 비하여 7.83% 감소하였으며, 유의한 차이를 보이지는 않았다.
- 3) TC은 수영운동군이 비운동군에 비하여 39.22% 감소하였으며, 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).
- 4) TG은 수영운동군이 비운동군에 비하여 62.88% 감소하였으며, 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).
- 5) GOT는 수영운동군이 비운동군에 비해 3.22% 감소하였으며, 유의한 차이를 보이지는 않았다.
- 6) GPT는 수영운동군이 비운동군 비해 16.14% 감소하였으며, 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

이상의 결과를 토대로 볼 때 고지방식 투여에 대한 규칙적인 수영운동치료를 실시 할 경우 혈중지질 및 간 효소의 정상적인 조절은 물론, 지방간, 고지혈증,

및 동맥경화현상의 개선 및 예방적 역할을 하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 김성수, 철분투여에 따른 혈액중의 諸鐵分 지수와 운동수행능력의 변화 - 여자 농구 선수들을 중심으로 -, 창간호:27-42.
- 김성수 외 2인, 스포츠 의학입문, 서울 : 보경문화사, 1991
- 김종훈 외 2인, 운동생리학, 서울 : 교육연구사, 1981.
- 김석영, 윤진숙, 차복경 : 성인여성의 체지방의 분포형태와 비만도, 혈청 인슐린, 지질농도간의 관련성, 한국영양학회지 25(3):221-232(1992).
- 김숙희, 지방영양, 서울 : 민음사, 1984.
- 대한의학협회, www. koreanorthopaedics. org, 1999.
- 박정희, 운동과 Cholesterol, 대한 스포츠 의학회지, Vol.4, No 2, July.
- 백영수, 운동시 지질대사와 호르몬의 변화에 관한 연구, 서울 : 한양대학교 대학원 박사논문, 1992.
- 성동진, 스포츠 영양학, 금광, 1986.
- 이용수 외 3인, 씨킷트 웨이트 트레이닝 운동이 단시간내 혈중지질 및 지단백 콜레스테롤에 미치는 영향, 한국체육과학연구원, 1991.
- 임순길, 운동처방이 SHRS의 골대사에 미치는 영향, 중앙의학, 1996.
- 안창순, 여자 핸드볼 선수의 운동과 식이섭취가 혈청내 HDL-C에 미치는 영향, 인천간호전문대학 논문집 제5집, 1987.
- Allison, T, G., Lammarino, R, M., Metz, K, F., et al., Failure of exercise to increase HDL-C, J. Cardiac Rehabil, p.257, 1981.

- Ander, M., Castelli, W. P., Elevated HDL levels in marathon runners, *JAMA*, 243, pp. 534-536, 1980.
- Asano, S., Suzuki, K., & Minamitani, K. (1986). The effects of endurance swimming on the serum lipoproteins and the postheparin serum lipolytic activity in rats, *Journal of sports Medicine physiology Fitness*, 26, PP. 194-200.
- Armstrong, M. D., et al. The phenolic acids human urine paper chromatography of phenolic acids, *Journal of Biological chemistry*, 218, PP. 293-303, 1956.
- Bloom, S. R., et al. Difference in the metabolic and hormonal response to exercise between racing cyclists and untrained individuals, *Journal of physiology*, 258, PP. 1-18, 1976.
- Brij, M. Mitruka and Howard, M. Rawnsley, *Clinical Biochemical and Hematological Reference values in Normal Experimental Animals and Normal Humans second Edition*, P. 253, 1981.
- Brown, M. S. and Goldstein, J. L., How LDL receptor influence cholesterol and atherosclerosis, *Sci. Am.* 251, P58, 1984.
- Baker, T. T. and et al, Alterations in Lipid and Protein Profiles of Plasma Lipoproteins in Middle-aged Men Consequent to anaerobic Exercise Program, *Metabolism*, 35(11), PP. 1037-43, 1986.
- Bloom, W. L. and Eidex M. F., Inactivity as a Major Factor in Adult Obesity, *Metabolism*, 16, PP. 679-684, 1967.
- Brown G.D., et al; Effect of Two Lipid-lowering Diets ?? Plasma Lipid Levels of Patients with Peripheral Vasuciar Disease, *J Am. Diet. Assoc.* 34 (5), PP. 546-50, 1984.
- Brownell K.D, et al; Changes in Plasma Lipid and Lipoprotein Levels in Men and Women after a Program of Moderate exercise, *Circulation*, Vol. 65(3), PP.477-483, 1982.
- Cook, T.C., Laporte, R.E. : "Chronic low level physical activity as a adrterminant of HDL-C and subfractions", *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 18 PP.653-657, 1986.
- Cullinane, E., Lazarus, B., Thomson, P.D. et al., Acute Effect of a single exercise session on serum lipids in untrained men. *Clin. Chim. Acta.* 109 PP.341-349, 1981.
- Casanovas J.A., et al; Tobacco, Physical Exercise and lipid Profile, *Eur. Heart. J.* 13(4), PP.440-445, 1992.
- Castelli, W.D., et al; HDL-C and Other Lipids in Cornary Heart Disease, *Circulation*. 55, PP.767-772, 1977.
- Dressendorfer, R.H., Wade, C.E., et al., HDL-C in marathon runners during a 20-days road race, *JAMA* 247, PP.1575-1721, 1982.
- Diehm AW, Kdhlmeister M, Henck CC, Vogell, Effect of prolonged exercise on serum lipids and lipoproteins, *Metabolism* 32, P.669.
- Enger, S.C., Strome, S.B., Refsum, H.E., HDL and physical Activity, The influence of

- physical exercise age and smoking on HDL-C and the HDL-C ration, *Scad. J. Clin. Lab. invest* 37, PP.251-252, 1977.
- Fox, E.L., Mathews, D.K., The physiological basis of physical education and athletics, Saunders College Publishing, PP.514-547, 1981.
 - Freymah, J.F., McNeil, D.J., Alanpovic. P., et al., Effects of 12weeks of exercise training on plasma lipids and apolipoproteins in middle-aged men, *Med. Sci. Spo and Exer* 14, PP.103-107, 1982.
 - Gasser, G. A., Rich, R. G., Effect of high and low intensity exercise training on aerobic capacity and blood lipids, *Med, Sci, Spo and exer*, 16(3), pp. 269-274, 1984.
 - Grundy, S.M., Cholesterol and coronary heart disease, A new era. *JAMA* 256, P.2849, 1986.
 - Gordon, T., Castelli, W.O., Hjortland, M.C., Kannel, W.B., and Dawber, T.R., High-density lipoprotein as protective factor against coronary heart disease, *Am. J. Med* 62, PP.707-714, 1977.
 - Goldberg, L., Elliot, D.L., Schutz, R.W., Kloster, F.E., Change in lipid and lipoprotein levels after weight training, *JAMA*. 252, PP.504-506, 1984.
 - Gotto, A.M., Hypertriglyceridemia : Risk and Perspectives, *Am. J. Cardial.* 70(19), PP.19-25, 1992.
 - Hartung, G.H., Foreyt, J.P., Relation of diet to HDL-C in middle-aged marathon runners joggers and inactive men, *N.Engl. J.Med.* 302, PP.357-360, 1980.
 - Kantor, M.A., Herbert, P., Cullinane, E.M., Acute increase in LPL following prolonged exercise, *Metabolism.* 33, PP.454-457, 1984.
 - Karvonen, M.J., Sports and longevity, *Advance in Cardiology*, vol. 18, PP.243-248, 1976.
 - Keys, A., Taylor, H.L., Blackburn, H., Coronary heart disease among Minnesota business and professional men followed 15years, *Circulation.* 28, P.381, 1963.
 - Lipson, L.C., Bonow, R.O., et al., Effect of exercise conditioning plasma HDL and other Lipoproteins, *Atherosclerosis.* 37, PP.529-532, 1980.
 - Lehninger, A.L., Nelson, D.L., Cox, M.M., Principles of biochemistry, Worth publishers Seoul foreibn books publishers Co. LTD, PP.669-674, 1993.
 - Linder, M.C., Nutritional biochmistry and metabolism, Elsevier, P.334, 1989.
 - Lethonen, A., Viikari, J., Serum Triglycerides and Cholesterol and Serum HDL-C in Highly Physical Active Men, *Acta, Med Scand*, PP.111-114, 1978.
 - Lethonen, A., Viikari, J., The effect of vigorous physical activity at workon serum lipids with a special reference to serum high-density lipoprotein cholesterol, *Acta. Physilo. Scand.*, Vol.104, PP.117-121, 1978.
 - Miller, N.E., Rao, S., High density lipoprotein and physical activity, *Lancet.* 1, P.111, 1979.
 - Mann, G.V., The influence of obesity on

- health, *New England J. Med.* 291, PP.178-185, 1974.
- Nikkila, E.A., Rehunen, S., Taskinen, M.R., et al., LPL activity in adipose tissue and skeletal muscle of runners-Relation to serum Lipoprotein, *Metabolism*, 27, PP.1661-1671, 1978.
 - Peltonen, T.A., et al., Change in serum lipids, lipoprotein and heparin releasable lipoprotein lipase activity during moderate physical training in man, *Metabolism*, 30, PP.518-520, 1981.
 - Pierce, G.N., Kutryk, M.J.B., Dhalla, K.S., Beamish, R.E., & Dhalla, N.S.(1984).
 - Biochemical alterations in heart after exhaustive swimming in rats, *Journal of Applied physiology*, 57, PP. 326-331.
 - Robinson, D.S., The Function of the plasma TG in fatty acid transport in fasting, M., and Stotz, E.H.(eds.)-*Comprehensive Biochemistry, Lipid Metabolism*. Amsterdam, Elsevier North Holland, 1970.
 - Reaven, P.D., et al., Leisure time exercise and lipid and lipoprotein levels in an older population, *J. Am. Geriatr. Soc.* 38(8), PP.847-54, 1990.
 - Rogers, M.A., et al., The Effects of 7 years of intense exercise training on patients with Coronary Artery Disease, *J. Am. Coll. Cardiol.* 10(2), PP.321-326, 1987.
 - Shephard, R.J., *Physiology and Biochemistry of Exercise*, New York Peager Publishes, 1982.
 - Stamford, B.A., et al., Cigarette smoking exercise and high density lipoprotein cholesterol, *Atherosclerosis*. 52(1), PP.73-83, 1984.
 - Streja, D., Mymin, D., Moderate Exercise and High Density Lipoprotein Cholesterol, *JAMA*, 242, p. 2190, 1979.
 - Taskinen, M.R., Nikkila, E.A., Kuusi, T., Different effects of two progestins on plasma HDL and post heparin plasma hepatic lipase activity, *Atherosclerosis*. 40, PP.365-366, 1981.
 - Tran, Z.V., Weltman, A., Glass, G.U., Mood, D.P., The effects of exercise on blood lipids and lipoproteins a metaanalysis of studies, *MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE*. 15(5), PP.393-402, 1983.
 - Willett, W., Hennekens, C.H., Evans, D., Kass, E.H., Effects of Cigarette smoking on fasting TG TC and HDL-C in women, *Am. Heart. J.* 105, P. 417, 1983.
 - Williams, P.T., Wood, P.D., Haskell, W.L., The effect of running mile-age and duration on plasma lipoprotein levels, *JAMA*. 247, PP. 2674-2676, 1982.
 - Wood, P.D., Haskell, W.L., Klein, H., et al., The distribution of plasma lipoprotein in middle aged male runners, *Metabolism*, 25, PP. 1249-1251, 1976.
 - Wood, P.D., Haskell, W.L., Blair, S.N., et al., Increased exercise level and lipoprotein concentration : A one year randomized controlled study in sedentary middle aged men, *Metabolism*, 32, PP. 31-34, 1983.
 - Wood, P.D., Haskell, W.L., The effect of

- exercise on plasma high density lipoprotein, *Lipids*. 14, PP. 417-427, 1979.
- Wekltman, A., Matter, S., Stanford, B.A., Caloric restriction and mild exercise effects on serum lipids and body composition, *Am. J. Clin. Nutr.* 33, PP. 1002-1009, 1980.
 - Willet, W., et al., Effects of cigarette smoking on fasting triglyceride total cholesterol and HDL-C in women, *Am. Heart. J.* 105, P. 417, 1983.
 - Williams, P.T., et al., Lipoprotein subfraction of runners and sedentary men, *Metabolism*. 35, P. 145, 1986.
 - Yashiro, M., Kimura, S., Effect of voluntary exercise and dietary protein levels on serum lipoprotein distributions and lecithin cholesterol acyltransferase activity of mice, *Nutr. Sci. Vitaminol. J.* 26, PP. 59-69, 1979.