

12주간의 아쿠아로빅 운동이 여성 노인의 혈중지질, 동맥경화지수 및 간 기능에 미치는 영향

고수한^{1*} · 하수민¹ · 김지현¹ · 하민성^{1,2} · 현수진¹ · 김보성¹ · 이정아³ · 김도연^{1†}

¹부산대학교 체육교육과, ²츠쿠바대학교 체육과학전공, ³경성대학교 스포츠건강학과
(2018년 11월 26일 접수: 2018년 12월 20일 수정: 2018년 12월 21일 채택)

Effects of 12-week aquarobics exercise on the blood lipids, atherogenic index and liver functions of elderly women

Su-Han, Koh¹ · Soo-Min, Ha¹ · Ji-Hyeon, Kim¹ · Min-Seong, Ha^{1,2} · Jeong-Ah Lee³
Soo-Jin, Hyun¹ · Bo-Sung, Kim¹ · Do-Yeon, Kim¹

¹Department of Physical Education, Pusan National University

²Laboratory of Exercise Biochemistry and Neuroendocrinology,
Faculty of Health and Sports Sciences, University of Tsukuba

³Department of Sport and Health Science, Kyungsoo University

(Received November 26, 2018; Revised December 20, 2018; Accepted December 21, 2018)

요 약 : 본 연구는 여성 노인을 대상으로 12주간의 아쿠아로빅 운동이 혈중지질, 동맥경화지수 및 간 기능에 미치는 영향을 규명하는데 그 목적이 있으며, 이를 위해 만 65-80세 여성 노인을 대상으로 아쿠아로빅군 13명, 대조군 12명으로 분류하여 아쿠아로빅을 12주, 주 2회, 60분 동안 실시하였다. 본 연구의 운동강도는 운동자각도를 설정하여 1-4주는 RPE 11-12, 5-8주는 RPE 13-14, 9-12주는 RPE 14-15를 유지하였다. 아쿠아로빅 실시 전·후의 항목별 차의 비교를 위해 그룹 내 차이는 대응 t 검정, 그룹 간 차이는 독립 t 검정, 상호작용 검증을 위해 이원 반복측정 분산분석을 사용하였으며, 각 항목별 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다. 그 결과 아쿠아로빅군의 LDL-C($p<.05$)이 유의하게 감소하였으며, TC, TG, LDL-C에서 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다. 동맥경화지수는 LDL-C/HDL-C, TG/HDL-C에서 상호작용효과가 나타났으며, 간 기능은 아쿠아로빅군이 AST($p<.001$)의 유의한 감소를 나타냈다. 이상의 결과 노화와 신체활동 부족은 곧 심혈관 질환과 대사기능의 위험요인이라는 점을 감안할 때, 규칙적인 아쿠아로빅은 여성 노인의 혈중지질, 동맥경화지수 및 간 기능을 개선함으로써 노인기의 심혈관건강의 증진과 대사증후군 예방을 위한 효과적인 운동방법으로 권장된다.

주제어 : 아쿠아로빅, 여성 노인, 혈중지질, 동맥경화지수, 간 기능

†Corresponding author

(E-mail: kdy4955@pusan.ac.kr)

Abstract : The purpose of this study was to investigate the effects of 12-week aquarobics exercise on blood lipids, atherogenic index, and liver functions in elderly women. The subjects for the study were 25 healthy elderly women volunteers, aged 65 to 80 years, composed of the aquarobics exercise group (n=13) and control group (n=12). Twice a week for 60 minutes for 12 weeks. The exercise intensity was set to RPE 11-12 for 1 week to 4 weeks, RPE 13-14 for 5 week to 8 weeks and RPE 15-16 for 9 week to 12 weeks respectively. The test data were analyzed by two-way repeated measures ANOVA, paired *t*-test, and independent *t*-test. The alpha level of .05 was set for all tests of significance. The results of the study in the aquarobics exercise group were as follows: LDL-C ($p<.05$), AST ($p<.05$) had significantly decreased, with TC ($p<.01$), TG ($p<.05$), LDL-C ($p<.05$), LDL-C/HDL-C ($p<.05$), TG/HDL-C ($p<.05$), AST ($p<.001$) significantly lower than control group. Consequently, these findings suggest that regular aquarobics exercise will be effective for preventy the metabolic syndrome and cardiovascular health in elderly women.

Keywords : Aquarobics, Elderly women, Blood lipids, Atherogenic index, Liver functions

1. 서 론

현대 사회에서 노인 인구의 비율은 발전된 의료기술로 인해 기대 수명이 연장되고 낮은 출산율로 인해 더욱 높아지고 있다[1]. 현재 통계청에 제시된 우리나라 고령화 통계를 살펴보면 2018년 기준으로 전체 인구 중 65세 이상 노인 인구 비중이 14.3%가 되었고, 2025년에는 20.0%에 이르게 될 전망이다. 이는 유엔(United States: UN)에서 제시한 전체인구의 7% 이상을 고령화 사회, 14% 이상을 고령 사회(aged society), 20% 이상을 초고령 사회(super-aged society)라 정의한 것에 따라 현재 우리나라는 고령사회에 접어들었으며 향후 10년 이내에 초고령사회에 도달할 것으로 보인다[2]. 이렇게 고령자의 비중이 높아짐에 따라 노화에 대한 연구가 활발해지고 이에 대한 관심이 더 높아지고 있다.

노화에 따른 신체의 변화로는 근육량이 감소하고 골격근이 약화되며 지방량이 증가하는 것이 보편적이다[3]. 이러한 노화 진행에 노인들의 근골격 및 장기 기능의 감퇴는 여러 기능을 담당하는 기관에 장애를 초래하고 일상생활에 부정적인 영향을 미친다[4-5]. 또한, 노화에 따른 신체 기능의 퇴화로 일상생활에 영향을 받는 이유로 국내 60대 이상 노인의 77%가 규칙적인 신체활동을 하지 않는 것에서 나타났으며 동일한 연령대에서 남성에 비해 여성의 신체활동 참가율이 저조한 것으로 보고되었다. 이러한 노인의 비 활동성이 고혈압, 고콜레스테롤, 과체중, 비만, 당뇨

및 심혈관질환에 쉽게 노출시킨다[6].

고령화로 야기된 신체의 변화에서 혈중지질인 중성지방(triglycerides: TG)과 총 콜레스테롤(total cholesterol: TC)의 악화는 심혈관계질환이나 동맥경화증과 밀접한 관련이 있다[7]. 신체활동의 감소로 인한 제지방의 감소와 체지방의 증가는 TC, TG 및 LDL-C 수치를 증가시키며 이는 노인의 사망률을 높인다[8]. 또한, 노인들은 노화와 함께 비활동성으로 인한 비만이나 만성질환을 겪고 있으며 이는 대사증후군의 위험에 쉽게 노출되어 있다. 여러 가지 위험 요소로써 복부비만, 고혈압, 당뇨병 및 이상지질혈증 등을 포함하고 있고, 심혈관과 관련된 질병 발생 위험이 증가하는 것 또한 밀접한 관련이 있으며[9], 동맥경화성 심혈관질환의 위험은 동맥경화지수(atherogenic index: AI)로 평가되어진다[10].

신체에서 매우 중요한 기능을 가진 간은 신진대사에 필요한 여러 물질들을 해독하고 단백질을 통합하며 소화에 필요한 효소들을 생산할 뿐만 아니라 신진대사와 적혈구를 조절하고 포도당을 합성하며 저장하는 중요한 역할을 한다[11]. 주로 간 기능은 ALT(alanine aminotransferase) 수치와 AST(aspartate aminotransferase)로 나타낼 수 있으며, ALT 수치가 상승하게 되면 만성적인 알코올 섭취로 인한 간질환을 유발한다[12]. GGT(gamma-glutamyltransferase)는 세포 속 항산화작용에 중요한 역할을 하는 효소로 간세포 손상을 일으키는 인자들에 의해 증가되며, 간세포의 산화적 스트레스 증가 상태를 판단하는 지표

로 사용된다. ALT와 GGT가 상승된 경우는 대부분 비만에 의해 발생하는 지방간과 연관이 있으므로 이 요소들의 수치를 효과적으로 감소시키기 위해서는 체질량지수를 정상으로 유지하는 노력이 필요하다[13]. 또한, 선진국에서 흔히 발생되고 있는 비알콜성지방간염(nonalcoholic fatty liver disease: NAFLD)은 만성적인 간 기능 장애의 원인으로써 대사증후군과도 연관이 있다[14-15].

따라서 노인들의 생활습관, 영양섭취, 비만, 운동부족 등의 문제점을 해결하기 위해 여러 정책들이 제시되고 있으며 그 중 체중, 혈중지질, 체지방, 혈압, 심박수 및 간 기능 등을 개선하기 위한 방안으로 규칙적인 운동이 효과적이다[16]. 규칙적인 운동은 노인들의 신체 기능 유지를 위한 방법으로 널리 알려져 왔으며, 원활한 일상생활을 할 수 있게 돕는다[17]. 이처럼 노인들에게는 심리적, 육체적으로 부담이 되지 않고 운동을 할 때 안정감을 줄 수 있는 운동을 선택하는 것이 좋다. 그중 유산소성 운동은 노인들에게 효과적이고 습득하기 편하며 수영, 걷기 등 중강도의 운동이 심폐지구력이나 심혈관계를 개선할 수 있는 운동이다.

수중운동은 정신질환 뿐만 아니라 관상동맥질환, 퇴행성관절염 및 근골격 통증 등 육체적으로 다양한 임상적인 장애를 예방하는데 효과적이며[18], 땅 위에서 하는 운동보다 부상의 위험이 낮으며 물의 부력으로 인해 체중의 90% 이상 감소된 상태로 운동을 할 수 있어 과체중 및 비만을 가진 노인여성들에게 탁월한 운동이라 보고하고 있다[19].

이외에도 수중운동은 지상에서 하기 어려운 운동 동작을 물속에서 모두 표현할 수 있으며, 체액은 중력의 반감으로 인해 말초신경에서 심장부위로 역 이동하게 되어 혈액 순환을 돕는다[20]. 아쿠아로빅 운동의 특성상 레크리에이션과 같은 성격을 지니고 있기 때문에 심리적, 정서적으로도 큰 도움을 주는 운동이다[21]. 수중운동은 지상운동과 달리 신체를 자유롭게 할 수 있는 이점으로 관절의 가동범위가 커지며 보다 다양한 프로그램을 선택할 수 있다. 그에 따라 운동에 흥미를 더욱 느끼게 하여 장기적이며 규칙적으로 운동을 할 수 있다[22]. 수중운동 프로그램을 통해 얻을 수 있는 효과는 심폐지구력 상승, 유연성, 관절강화, 통증 완화 및 근력 상승과 함께 혈중지질, 인슐린 저항성 개선 및 심혈관계질환을 예방할

수 있으며 지상에서 운동할 때 느끼는 균형 잡기에 불안함을 해소하는 안정성을 가지고 있어 노인들의 신체 개선에 효과적이다[23]. 규칙적인 수중운동은 지방산 산화와 혈당 조절 기능을 개선하여 인슐린 기능을 향상 시켜 대사증후군의 유병율을 낮추고 고지혈증이나 혈압에 긍정적이기 때문에 노인에게 권장된다[24-26].

따라서 본 연구는 12주간 아쿠아로빅을 통해서 노인여성들의 혈중지질과 간 기능을 개선하여 대사증후군, 심혈관계질환 등의 질환을 개선, 예방할 수 있는 효과적인 운동방법을 제시하는 데 있다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

본 연구는 P광역시 N구에 거주하고 있는 만 65세~80세의 여성 노인을 대상으로 실험을 진행하였으며 대상자 수는 G-Power 3.1을 이용하여 effect size F=0.6에 의거 분석한 결과 total sample size는 총 24명으로 산출되었으나, 연구대상자의 중도 탈락 등의 원활한 연구 진행을 위하여 총 30명으로 구성되어 실시하였다. 그러나 본 연구의 수행과정에서 개인 사정으로 인한 중도탈락자를 제외한 후, 아쿠아로빅군 13명과 대조군 12명으로 총 25명이 본 연구에 참여하였다. 실험을 진행하기에 앞서 부산대학교 생명윤리위원회(2017-PNU IRB/2017_127_HR)를 받았고, 본 연구에 대하여 대상자들에게 그 목적과 취지를 명확하게 전달하였으며, 자발적인 의사를 보인 자에 한하여 실험동의서를 받아 참여하도록 하였다. 선정된 대상자는 H병원 의사의 진찰 및 문진, 이학적 검사를 통해 신체적 활동에 제약이 없으며, 평소 규칙적으로 운동에 참여하지 않은 대상을 선정하였다. 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2.2. 측정항목 및 방법

본 연구의 혈중지질 및 간 기능의 측정은 아쿠아로빅군과 대조군 모두 아쿠아로빅 실시 전과 12주 후 안정시에 총 2회에 걸쳐 실시하였다.

2.2.1. 체격 및 신체조성

신장과 체중 및 체지방률은 편안한 복장으로 X-SCAN PLUS II (JAWON Medical, Korea)를

Table 1. Physical characteristics of subjects in each groups

| Variables | Age (yrs) | Height (cm) | Weight (kg) | %BF (%) |
|-----------|------------|-------------|-------------|------------|
| AG(n=13) | 72.07±3.02 | 152.92±3.57 | 59.29±5.54 | 35.78±3.49 |
| CG(n=12) | 71.43±4.45 | 152.08±4.78 | 54.64±6.12 | 34.15±4.95 |

Values are M±SD

AG: aquarobics group, CG: control group, %BF: percent body fat

이용하여 측정하였다.

2.2.2. 혈액분석

채혈은 검사 전날 오후 8시 이후부터 공복을 유지하도록 하여, 채혈 당일 오전 8-9시에 실시하였으며, 채혈은 아쿠아로빅군 마지막 운동프로그램이 끝난 후 안정시에 전완정맥에서 진공채혈관과 바늘을 이용하여 10ml 혈액을 N 재단에 소속된 임상병리사가 채취하였다. 채취한 혈액은 SST tube에 수집하여, 원심분리기 Combi-514R (HaniL, Korea)로 10분간 3,000 rpm에서 원심분리하여 serum을 분리한 후 상층액을 1.5 ml 튜브(microtube)에 옮긴 다음 분석 시까지 -80°C에 보관하여 분석을 실시하였다. 혈중지질은 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL-C, LDL-C를 분석하였으며, 동맥경화지수(Atherogenic index; AD)는 TC/HDL-C[27], LDL-C/HDL-C[28], TG/HDL-C[29]의 공식으로 산출하였다. 간 기능 효소는 AST, ALT, GGT를 분석하였다.

2.3. 아쿠아로빅 프로그램

아쿠아로빅 프로그램은 홍양자, 이기화, 이정옥, 및 한혜인[30]이 제시한 수중 운동방법을 수정·보완하여 실내온도 30-33°C, 습도 70-75%, 수온 27-28°C, 1.2M 수심인 수영장에서 주 2회, 12주간 실시하였으며, 1회 운동시간은 준비운동 10분, 본 운동 40분, 정리 운동 10분으로 총 60분으로 구성하여 실시하였다. 운동강도를 유지하기 위해 무선 심박수 측정기(Polar system, Finland)를 이용하여 심박수 변화량 측정과 주관적 운동강도(RPE)를 설정하여 1주에서 4주는 HRR(heart rate reserve)의 40-50%HRR로 설정하였으며, 5주에서 8주는 50-60% HRR, 9주에서 12주는 60-70% HRR로 설정하였다[31]. 아쿠아로빅 프로그램의 구성은 <Table 2>와 같다.

2.4 자료처리

본 연구의 자료처리는 SPSS ver 23.0 을 사용하여 측정항목에 대한 평균값(M)과 표준편차(SD)를 산출하고, 운동 실시 전·후의 항목별 평균값 차의 비교를 위해 그룹 내 차이는 paired t-test, 그룹 간 차이는 independent t-test, 상호작용 검증은 two-way repeated measure ANOVA를 사용하였으며, 각 항목별 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다.

3. 연구결과

본 연구는 여성 노인을 대상으로 아쿠아로빅군(n=13), 대조군(n=12)으로 분류하여 혈중지질, 동맥경화지수 및 간 기능에 미치는 영향을 구명하기 위해 12주간의 아쿠아로빅을 실시하여, 다음과 같은 연구결과를 얻었다.

3.1. 혈중지질

여성 노인을 대상으로 12주간 아쿠아로빅군과 대조군의 사전과 사후의 혈중지질에 대한 집단 내, 집단 간 변화를 비교·분석한 결과는 <Table 3>과 같다. TC는 그룹 내 변화에서 대조군($p<.05$)이 유의하게 증가하였고, 그룹 간 차이는 변화량($p<.01$)에서 대조군이 아쿠아로빅군보다 유의하게 증가한 것으로 나타났으며, 시기×그룹 간에 상호작용 효과($p<.01$)가 나타났다. TG는 그룹 내 유의한 변화는 나타나지 않았고, 그룹 간 차이는 변화량($p<.05$)에서 아쿠아로빅군이 대조군보다 유의하게 감소한 것으로 나타났으며, 시기×그룹 간에는 상호작용 효과($p<.05$)가 있는 것으로 나타났다. HDL-C는 그룹 내, 그룹 간 및 그룹×시기 간에 상호작용 효과가 나타나지 않았다. LDL-C는 그룹 내 변화에서 아쿠아로빅군($p<.05$)이 유의하게 감소하였고, 그룹 간 차이는

Table 2. Aquarobics exercise program

| Week | Exercise | Intensity(%) | Frequency |
|------|------------------------------|--|--------------|
| | Warm up (10 min) | Joint relaxation Stretching Slow widely walking | |
| 1-4 | | 1. Aquarobics step box - Step up - Side stepping - Scissors | |
| | | 40-50%HRR (RPE 11-12) | |
| 5-8 | Main exercise (40 min) | 2. Leg movement - Bounce: front, back, twist - Knee jogging - Jumping jack - Pendulum - Jazz kick and soccer kick - Rocking horse - Leg curl - Twist heel and toe - Side step and cross - Ankle inversion, eversion - Fast jogging - Kicking | 2 times/week |
| | | 50-60%HRR (RPE 13-14) | |
| 9-12 | | 60-70%HRR (RPE 14-15) | |
| | Cool down (10 min) | Stretching | |

운동 후 대조군이 아쿠아로빅군보다 유의하게 높은 것으로 나타났으며($p<.05$), 변화량에서 아쿠아로빅군이 대조군보다 유의하게 감소한 것으로 나타났다($p<.05$). 또한 시기×그룹 간에는 상호작용 효과($p<.05$)가 있는 것으로 나타났다.

3.2. 동맥경화지수

여성 노인을 대상으로 12주간 아쿠아로빅군과 대조군의 사전과 사후의 동맥경화지수에 대한 집단 내, 집단 간 변화를 비교·분석한 결과는 <Table 4>와 같다. TC/HDL-C는 그룹 내, 그룹 간 및 그룹×시기 간에 상호작용 효과가 없는 것으로 나타났다. LDL-C/HDL-C는 그룹 내 유의한 변화는 나타나지 않았고, 그룹 간 차이는 변화량($p<.05$)에서 아쿠아로빅군이 대조군보다 유의하게 감소한 것으로 나타났으며, 시기×그룹 간에 상호작용 효과($p<.05$)가 있는 것으로 나타났다.

TG/HDL-C는 그룹 내 유의한 변화는 나타나지 않았고, 그룹 간 차이는 변화량($p<.05$)에서 아쿠아로빅군이 대조군보다 유의하게 감소한 것으로 나타났으며, 시기×그룹 간에 상호작용 효과($p<.05$)가 있는 것으로 나타났다.

3.3. 간 기능

여성 노인을 대상으로 12주간 아쿠아로빅군과 대조군의 사전과 사후의 간 기능에 대한 집단 내, 집단 간 변화를 비교·분석한 결과는 <Table 5>와 같다. AST는 그룹 내 변화에서 아쿠아로빅군($p<.001$)이 유의하게 감소하였고, 그룹 간 차이는 아쿠아로빅군이 대조군보다 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p<.05$). ALT와 GGT는 그룹 내, 그룹 간 및 그룹×시기 간에 상호작용 효과가 없는 것으로 나타났다.

Table 3. Changes in blood lipids after 12-week aquarobics exercise

| Variable | Group | Pre | Post | Change | <i>t</i> | <i>F</i> | |
|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|----------|---------|
| TC (mg/dL) | AG (n=13) | 227.31 ± 46.81 | 221.92 ± 39.91 | -5.38 ± 22.01 | 0.882 | Group | 0.002 |
| | CG (n=12) | 214.75 ± 31.55 | 235.75 ± 23.12 | 21.00 ± 24.49 | | | |
| | <i>t</i> -value | 0.780 | -1.048 | -2.837** | -2.970* | Time | 2.820 |
| | | | | | | G×T | 8.050** |
| TG (mg/dL) | AG (n=13) | 135.46 ± 27.05 | 121.15 ± 26.35 | -14.31 ± 25.26 | 2.042 | Group | 0.158 |
| | CG (n=12) | 125.00 ± 34.45 | 140.08 ± 33.06 | 15.08 ± 32.40 | | | |
| | <i>t</i> -value | 0.848 | -1.590 | -2.541* | -1.613 | Time | 0.004 |
| | | | | | | G×T | 6.456* |
| HDL-C (mg/dL) | AG (n=13) | 63.49 ± 16.85 | 65.04 ± 19.35 | 1.55 ± 8.36 | -0.667 | Group | 0.064 |
| | CG (n=12) | 63.08 ± 4.63 | 62.70 ± 9.09 | -0.37 ± 5.61 | | | |
| | <i>t</i> -value | 0.086 | 0.391 | 0.669 | 0.232 | Time | 0.166 |
| | | | | | | G×T | 0.447 |
| LDL-C (mg/dL) | AG (n=13) | 126.11 ± 27.37 | 112.99 ± 21.01 | -13.12 ± 20.37 | 2.321* | Group | 0.667 |
| | CG (n=12) | 120.45 ± 24.45 | 132.56 ± 23.41 | 12.10 ± 25.45 | | | |
| | <i>t</i> -value | 0.543 | -2.203* | -2.746* | -1.648 | Time | 0.012 |
| | | | | | | G×T | 7.542* |

Values are M±SD

AG: aquarobics group, CG: control group

p*<.05, *p*<.01

Table 4. Changes in atherogenic index after 12-week aquatic exercise

| Variable | Group | Pre | Post | Change | <i>t</i> | <i>F</i> | |
|--------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------|----------|--------|
| TC/HDL (mg/dL) | AG (n=13) | 3.74 ± 0.95 | 3.64 ± 1.02 | -0.10 ± 0.64 | 0.580 | Group | 0.069 |
| | CG (n=12) | 3.40 ± 0.41 | 3.83 ± 0.63 | 0.43 ± 0.70 | | | |
| | <i>t</i> -value | 1.141 | -0.559 | -1.962 | -2.092 | Time | 1.454 |
| | | | | | | G×T | 3.874 |
| LDL/HDL (mg/dL) | AG (n=13) | 2.11 ± 0.72 | 1.90 ± 0.72 | -0.22 ± 0.39 | 2.009 | Group | 0.016 |
| | CG (n=12) | 1.92 ± 0.41 | 2.14 ± 0.43 | 0.22 ± 0.41 | | | |
| | <i>t</i> -value | 0.810 | -1.033 | -2.763* | -1.899 | Time | 0.002 |
| | | | | | | G×T | 7.634* |
| TG/HDL (mg/dL) | AG (n=13) | 2.36 ± 1.13 | 2.15 ± 1.24 | -0.21 ± 0.43 | 1.695 | Group | 0.067 |
| | CG (n=12) | 2.02 ± 0.70 | 2.30 ± 0.72 | 0.28 ± 0.45 | | | |
| | <i>t</i> -value | 0.897 | -0.344 | -2.760* | -2.151 | Time | 0.175 |
| | | | | | | G×T | 7.469* |

Values are M±SD

AG: aquarobics group, CG: control group

**p*<.05

Table 5. Changes in liver function after 12-week aquarobics exercise

| Variable | Group | Pre | Post | Change | <i>t</i> | <i>F</i> |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------|
| AST (U/L) | AG (n=13) | 23.85 ± 5.80 | 19.77 ± 4.40 | -4.08 ± 2.40 | 6.134*** | Group 1,280 |
| | CG (n=12) | 24.25 ± 7.97 | 24.33 ± 6.01 | 0.08 ± 7.54 | | |
| | <i>t</i> -value | -0.146 | -2.180* | -1.829 | -0.038 | Time 3,299 |
| | | | | | G×T 3,580 | |
| ALT (U/L) | AG (n=13) | 19.69 ± 7.08 | 18.38 ± 5.75 | -1.31 ± 4.68 | 1.008 | Group 0,154 |
| | CG (n=12) | 18.08 ± 9.28 | 18.00 ± 9.28 | -0.08 ± 9.32 | | |
| | <i>t</i> -value | 0.578 | 0.126 | -0.410 | 0.031 | Time 0,228 |
| | | | | | G×T 0,177 | |
| GGT (U/L) | AG (n=13) | 22.15 ± 8.06 | 23.23 ± 7.30 | 1.08 ± 6.21 | -0.625 | Group 0,005 |
| | CG (n=12) | 21.75 ± 6.45 | 23.25 ± 6.36 | 1.50 ± 5.16 | | |
| | <i>t</i> -value | 0.138 | -0.007 | -0.184 | -1.007 | Time 1,261 |
| | | | | | G×T 0,034 | |

Values are M±SD

AG: aquarobics group, CG: control group

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

4. 논의 및 결론

본 연구는 여성 노인을 대상으로 12주간 아쿠아로빅 운동을 실시한 후 혈중지질, 동맥경화지수 및 간 기능에 미치는 영향을 분석한 결과를 다음과 같이 논의하였다. 혈중지질은 고혈압, 뇌졸중, 관상동맥질환 등의 발병과 밀접한 관련이 있고 노화와 비만에 따른 체지방의 증가는 TC, TG, LDL-C, HDL-C 농도의 변화를 일으키며 이는 심혈관계 질환의 원인이 된다[32]. 그 중 저밀도콜레스테롤을 혈중에서 운반시키며 다량의 콜레스테롤은 관상동맥질환을 유발한다. 또한 혈중지질과 함께 건강의 지표로 사용되고 있다. 지질의 95%는 중성지방에 존재하게 되는데 지방조직과 간에서 형성되는 이 중성지방은 고콜로리 섭취에 민감하다[31].

여성 호르몬인 에스트로젠은 혈관 보호 효과로 인해 관상동맥 질환이나 뇌졸중의 발병위험이 낮으나 폐경기 이후 에스트로젠 분비 감소로 인하여 여성 노인의 심혈관계질환 및 뇌졸중의 위험이 높아진다[33]. 이와 관련하여 폐경기 이후 체중의 변화가 나타나며 에스트로젠으로 전환이 수월하지 못하면서 혈중 콜레스테롤과 지방이 증가되고, 이는 내장지방량을 늘려 복부비만의 증가를

가져오게 된다[34]. 따라서 증가된 체중이 TG, TC, LDL-C의 상승과 HDL-C의 감소를 초래하여 심혈관계질환의 위험도를 높이는 주요한 원인이 된다[35].

여러 연구에서 신체활동은 노인들에게 정신적, 사회적으로 많은 이점이 있다고 보고하였다. 특히 규칙적인 운동은 혈중지질과 고혈압의 개선, 인슐린 저항성 향상, 심폐기능의 개선으로 이에 관련된 심장병, 비만, 만성질환 등을 긍정적으로 변화시켜 삶의 질을 향상시킨다[36]. 또한 규칙적인 운동을 통해 노인들의 체중을 감소시키며 체지방 및 혈중지질을 개선한다고 하였다[37].

수중운동은 노인에게 부담이 적으며 육상 운동보다 적용하는 데에 수월하며 물이 주는 특성으로 인해 신체의 다양한 가동범위 안에서 혈액순환을 촉진시키고 체내의 독성을 줄일 수 있다. 이는 노폐물 배출을 원활하게 할 뿐만 아니라 장기의 다양한 기능을 활발하게 한다[38]. 이에 따라 노인들에게 규칙적인 수중운동을 적극 권장하고 있으며, 선행연구에서 운동 경험이 없는 65세 이상 여성 노인을 대상으로 한 규칙적인 수중운동이 TC와 LDL-C에서 유의한 감소를 나타냈으며[39], 비만 노인 여성을 대상으로 12주간 아쿠아로빅 운동을 실시한 결과 TC, TG, LDL-C에

서 유의한 감소를 보였으며 HDL-C는 통계적으로 유의한 변화는 없었지만 긍정적이었다[40].

본 연구에서 12주간 아쿠아로빅 프로그램 실시 후 혈중지질의 변화를 살펴보면 TC, TG, LDL-C에서 유의한 감소가 나타났다. TC는 일반적으로 운동을 하게 되면 분해효소와 같은 효소의 활성이 증가됨에 따라 중성지질의 분해가 촉진되어 긍정적인 효과를 나타내며[41], 유산소 운동은 골격근에서 지단백질 분해효소(lipoprotein lipase, LDL)의 농도 증가, 향상으로 지질 전달, 분해 및 배설을 촉진시킴으로써 공복시 또는 식후 TG를 감소시키고, HDL-C를 증가 시키는 것으로 보고된다[42]. 결과적으로 신진활동량이 높을수록 동맥경화지수(AI)가 낮게 나타나며[43], 유산소 운동의 참여는 AI와 부적상관이 있었다[44]. 본 연구결과 12주간 규칙적인 아쿠아로빅 운동이 여성 노인의 TC, TG, LDL-C 및 AI를 개선시킨 것으로 나타났다. 하지만 HDL-C는 유의한 변화가 나타나지 않았다. HDL-C는 식이의 형태에 따라 영향을 많이 받으며, 지방 성분이 많은 음식을 섭취할 때 HDL-C가 상승한다는 연구를 고려하여 추후 연구에서 영양교육, 식이통제 및 규칙적인 운동을 함께 병행한다면 보다 명확한 결론을 얻을 수 있을 것이라 생각한다. 따라서 12주간 아쿠아로빅 프로그램의 실시가 여성 노인의 TG, TC, LDL-C에 긍정적인 결과를 나타냄으로써 동맥경화지수를 낮추는 효과가 나타났다. 이러한 결과는 노화에 따른 지질의 변화를 규칙적인 운동을 통해 개선되었고, 나아가 관상동맥질환이나 동맥경화와 같은 심혈관질환의 위험 감소 및 예방하는데 기여할 수 있을 것이라 사료된다.

간 기능이라고 불리는 생화학 검사는 보통 아스파테이트 아미노전이효소(aspartate aminotransferase, AST), 알라닌 아미노전이효소(alanine aminotransferase), 감마글루타밀 전이효소(γ -glutamyltransferase, GGT)를 포함한다[45]. ALT는 간 기능의 지표로서 비알콜성지방간염의 위험도를 나타내기도 하며 인슐린 저항성이나 이상지질혈증, 고혈압에 상관관계가 있는 혈청이기도 하다[46]. AST와 ALT는 혈중 수치로 평가되며 일반적으로 AST가 상승되면 만성적인 알코올 섭취에 의한 간질환을 의심할 수 있으며, ALT와 GGT가 상승된 경우는 대부분 비만에 의해서 발생하는 지방간과 연관이 있다. GGT는 간 세포의 외막에 존재하고 항산화작용에 중요한 역

할을 하며 산화 스트레스의 상태를 나타내는 지표로 쓰인다[47-49].

이러한 검사에서 제시하는 간 기능의 정상 범위는 AST, ALT, GGT가 0~40 IU/L 이내이고, 이 수치를 넘어지게 되면 알콜성지방간염이나 비알콜성지방간염에 노출된다. 그중 비알콜성지방간염(Nonalcoholic fatty liver disease: NAFLD)은 전 세계에서 가장 흔하게 알려진 만성 간 질환과 관련된 중요한 건강문제이다[50].

과도한 중성지방이 간세포에 쌓이면 염증을 유발시켜 비알콜성지방간염을 일으키게 되며 결국 간경변증까지 이르게 된다[51-52]. 또한, 비알콜성지방간염과 관련된 위험 요소들 중 정작 생활이나, 비만 및 가족력 등이 주를 이루며 이들 대부분이 인슐린, TG, LDL-C의 수치가 높고 HDL-C 수치는 낮다고 보고하고 있다[53-54]. 초음파상 지방간과 간 기능 검사와의 상관관계의 연구에서 지방간을 정상, 경도, 중증도, 고도로 세분화하여 간 기능과의 관련성이 성별 및 연령別に 모두 통계적으로 유의한 변화가 있다고 보고하고 있으며, 특히 연령별에서는 60대 이상이 가장 높은 비율을 차지하고 있다고 하였다[55]. 한편 AST와 ALT는 조직이 손상 되었을 때 혈중으로 유출되며, 과도한 운동은 세포조직을 손상시키는 요소임으로 혈중으로 유출된 AST와 ALT의 활성도를 측정하면 간과 근육 조직의 손상 정도를 알 수 있다[56-57]. 이를 미루어봤을 때, 본 연구의 아쿠아로빅 프로그램의 강도가 여성 노인에게 적합한 것으로 해석된다.

선행연구에 따르면 중강도의 규칙적인 신체활동이 AST와 ALT의 감소를 나타낸다고 보고하였으며 일상생활의 움직임을 늘리는 것만으로 약화된 간 기능을 향상 시킨다고 보고하고 있다[58-59]. 또한 중년 남성에게 8주간 저강도에서 중강도의 유산소성 운동을 실시한 연구에서 지방간 개선에 효과를 보였으며 이는 간세포에 지방 축적을 줄이고 인슐린 민감성을 개선한다고 보고하고 있다[60]. 12주간 아쿠아로빅 운동을 비만 중년 남성에게 실시한 연구에서는 운동군의 AST와 ALT가 사전·사후 모두 유의하게 감소하였고 이러한 감소는 대조군에서도 나타났지만 유의한 변화는 나타나지 않았다[61].

12주간의 비만 중년 여성에게 댄스스포츠 프로그램을 진행한 연구에서는 운동군의 AST에서 사전·사후 유의한 감소를 나타내었고 ALT 또한 운동군에서 사전·사후 유의한 감소를 보였음을 보고

하고 있다[62]. 8주간의 유산소성 운동을 폐경 후 비만 여성에게 실시한 연구에서 운동 전·후 AST, ALT, GGT 모두 그룹 간의 유의한 차이가 나타나지 않았지만 GGT에서는 체지방률 40% 이하 그룹과 체지방률 40% 이상 그룹 모두 유의한 감소를 나타내었다[63].

본 연구에서 12주간 아쿠아로빅 프로그램을 노인 여성에게 실시한 후 간 기능의 변화를 살펴보면 AST에서 유의한 감소를 보였고, ALT와 GGT는 유의한 변화가 없었다. 이러한 결과는 규칙적인 아쿠아로빅이 혈중지질을 개선한 결과가 반영된 것으로 생각되며, AST는 간뿐만 아니라 심장, 뇌, 골격근과 같은 다양한 조직에서 반응이 나타나므로 저강도에서 중강도의 아쿠아로빅에 의한 혈중지질의 개선이 AST의 감소에 영향을 미친 것으로 사료된다.

References

1. J. G. van Uffelen, A. Khan, N. W. Burton, "Gender differences in physical activity motivators and context preferences: a population-based study in people in their sixties", *BMC Public Health*, Vol.17, No.1 pp. 624. (2017).
2. Statistical Office. *2017 elderly person statistics investigation*, (2017).
3. F. De Stefano, S. Zambon, L. Giacometti, G. Sergi, M. C. Corti, E. Manzato, L. Busetto, "Obesity, Muscular Strength, Muscle Composition and Physical Performance in an Elderly Population", *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, Vol.19, No.7 pp. 785-791, (2015).
4. K. Christensen, G. Doblhammer, R. Rau, J. W. Vaupel, "Ageing populations: the challenges ahead", *The Lancet*, Vol.374, No.9696 pp. 1196-1208, (2009).
5. M. R. Perracini, L. R. Ramos, "Fall-related factors in a cohort of elderly community residents", *Revista de saude publica*, Vol.36, No.6 pp. 709-716, (2002).
6. Ministry of Culture, Sports and Tourism, *National Sport Participation Survey in Korea*, (2008).
7. Lee JD. *Effects of Aquatic Exercise on Body Composition and Blood Lipids of Obese Middle-Aged Women*, Incheon National University, (2003).
8. D. K. Kim, E. S. Ann, "The Relationship between Cardiorespiratory Fitness and C-reactive Protein in Old Men", *The Korean Journal of Exercise Nutrition*, Vol.11, No.1 pp. 9-14, (2007).
9. Choi JH. *Effect of aerobic exercise in water and on land on obesity index and blood lipid profiles in young men*, Dankook University, (2007).
10. A. Kulshreshtha, V. Vaccarino, S. E. Judd, V. J. Howard, W. M. McClellan, P. Muntner, M. Cushman, "Life's Simple 7 and risk of incident stroke: the reasons for geographic and racial differences in stroke study", *Stroke*, Vol.44, No.7 pp. 1909-1914, (2013).
11. Lala V, Minter DA. *Liver function test*, StatPearls, (2018).
12. M. S. Koh, "Clinical Application of Biochemical Liver Function Test", *The DongGuk Journal of Medicine*, Vol.15, No.2 pp. 48-59, (2009).
13. Y. A. Ha, K. D. Chung, B. Y. Chun, "Incidence of Abnormal Liver Function and Risk Factors in Male Employees", *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, Vol.12, No.1 pp. 59-69, (2000).
14. S. M. Grundy, "Metabolic syndrome: a multiplex cardiovascular risk factor". *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Vol.92, No.2 pp. 399-404, (2007).
15. S. Mottillo, K. B. Filion, J. Genest, L. Joseph, L. Pilote, P. Poirier, S. Rinfret, E. L. Schiffrin, M. J. Eisenberg, "The metabolic syndrome and cardiovascular risk: a systematic review and meta-analysis", *Journal of the American College of Cardiology*, Vol.56, No.14 pp. 1113-1132, (2010).
16. W. J. Brown, D. McLaughlin, J. Leung, K. A. McCaul, L. Flicker, O. P. Almeida, A. J. Dobson, "Physical activity and all-cause

- mortality in older women and men", *British journal of sports medicine*, Vol.46, No.9 pp. 664-668, (2012).
17. P. Tomas-Carus, N. Gusi, A. Hakkinen, K. Hakkinen, A. Raimundo, A. Ortega-Alonso, "Improvements of muscle strength predicted benefits in HRQOL and postural balance in women with fibromyalgia: an 8-month randomized con-trolled trial", *Rheumatology*, Vol.48, No.9 pp. 1147-1151, (2009).
 18. D. Munguia-Izquierdo, A. Legaz-Arrese, "Assessment of the ef-fects of aquatic therapy on global symptomatology in patients with fibromyalgia syndrome: a randomized controlled trial", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.89, No.12 pp. 2250-2257, (2008).
 19. T. M. Barbosa, M. F. Garrido, J. Bragada, "Physiological adaptations to head out aquatic exercises with different levels of body immersion", *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.21, No.4 pp. 1255-1259, (2007).
 20. S. W. Lim, "Aquatic Exercise Program for Osteoarthritis", *The Journal of Korean Society of Aerobic Exercise*, Vol.4, No.2 pp. 107-119, (2000).
 21. Shin C. *The effect of aquatic rehabilitation exercise on the changes in body composition and physical fitness of female patients with Degenerative Arthritis*, Kyonggi University, (2010).
 22. Y. S. Jee, M. K. Kim, J. Choi, T. B. Seo, S. K. Lee, S. S. Kim, "The effects of 48 weeks aqua exercise on blood lipid profile and body composition of elderly women", *The Korean Journal of Physical Education*, Vol.40, No.2 pp. 717-731, (2001).
 23. Luis G, Vargas. *Aquatic Therapy Intervention and Applications*, ldyll Ardor, (2004).
 24. Y. A. Shin, "Effects of Dance-for-all Program on the Metabolic Syndrome Risk Factors in Elderly Women", *Korea Sport Research*, Vol.16, No.6 pp. 449-458, (2005).
 25. P. F. Kokkinos, P. Narayan, V. Papadetrou, "Exercise as hypertension therapy", *Cardiology Clinics*, Vol.19, No.3 pp. 507-516, (2001).
 26. O. Tschritter, A. Fritsche, C. Thamer, M. Haap, F. Shirkavand, S. Rahe, H. Staiger, E. Maerker, H. Haring, M. Strmvoll, "Plasma adiponectin concentrations predict insulin adiponec-tin of both glucose and lipid metabolism", *Diabetes*, Vol.52, No.2 pp. 239-243, (2003).
 27. R. Scranton, H. D. Stampfer, M. J. Levenson, J. W. Buring, J. M. Gaziano, "Predictors of 14-year changes in the total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio in men", *American Heart Journal*, Vol.147, No.6 pp. 1033-1038, (2004).
 28. D. Colquhoun, D. Keech, A. Hunt, D. Marschner, I. Simes, J. Glaziov, P. White, H. Barter, A. Tokin, "Effects of pravastatin on coronary events in 2,073 patients with low levels of both low-density lipoprotein cholesterol and highdensity lipoprotein cholesterol: results from the LIPID study", *European Heart Journal*, Vol.25, No.9 pp. 771-777, (2004).
 29. M. Dobiasova, "Atherogenic index of plasma [Log(TG/HDL-C)]: Theoretical and practical implications", *Clinical Chemistry*, Vol.50, No.7 pp. 1113-1115, (2004).
 30. Hong YJ, Lee KH, Lee KO. Han HW. *Water exercise*, Daehanmedia, (2002).
 31. ACSM, *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*, Lippincott Williams & Wilkins, (2013).
 32. Choi DE. *The Effects of Aquarobics Exercise in 12 weeks on the Blood Lipid Level, Body Composition and Related factors in Metabolic Syndrome of Middle-aged Obese Women*, Seown University, (2009).
 33. K. E. Innes, T. K. Selfe, A. G. Taylor, "Menopause, the metabolism syndrome,

- and mind-body therapies”, *Menopause*, Vol.15, No.5 pp. 1005-1013, (2008).
34. D. L. Broussard, J. H. Magnus, “Coronary heart disease risk and bone mineral density among U. S. women and men”, *Journal of Women’s Health*, Vol.17, No.3 pp. 479-490, (2008).
 35. Y. A. Shakir, G. Smsioe, P. Nyberg, J. Lidfeldt, C. Nerbrand, “Does the hormonal situation modify lipid effects by lifestyle factors in middle-aged women? results from population-based study of Swedish women: The women’s health in the Lund area study”, *Metabolism Clinical and Experimental*, Vol.55, No.8 pp. 1060-1066, (2006).
 36. H. Tanaka, “Habitual exercise for the elderly”, *Family & Community Health*, Vol.32, No.1 pp. 57-65, (2009).
 37. H. C. Cho, J. S. Kim, “The Effect of Gate-ball Games of Body Composition, Blood Lipid in the Rural Elderly Women”, *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol.47, No.47 pp. 981-989, (2012).
 38. K. O. Yi, H. W. Han, Y. R. Hwang, M. Y. Kim, “The Effects of Deep Water Exercise on Elderly Women’s Physique, Physical Fitness”, *The Journal of Korean Society of Aerobic Exercise*, Vol.4, No.2 pp. 25-34, (2000).
 39. Ha HY, *Effects of regular Aquatic exercise Program on the Health-related Physical fitness, Blood lipid and Insulin resistance of Elderly Women*, Pusan National University, (2016).
 40. Y. H. Hwang, D. H. Kim, “The Effects of Aquarobic Exercise Program on Body Composition and Blood Lipid Concentrations in Obese Elderly Females”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.17, No.6 pp. 226-232, (2016).
 41. Jang YJ. *Effect of 12-week aquatic exercise on weight, percent body fat, serum glucose and serum lipids on elderly women*, Kookmin University, (2008).
 42. R. L. Seip, K. Mair, T. G. Cole, C. F. Semenkovich, “Induction of human skeletal muscle lipoprotein lipase gene expression by short-term exercise is transient”, *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, Vol.272, No.2 pp. E255-E261, (1997).
 43. M. K. Edwards, M. J. Blaha, P. D. Loprinzi, “Influence of sedentary behavior, physical activity, and cardiorespiratory fitness on the atherogenic index of plasma”, *Journal of clinical lipidology*, Vol.11, No.1, pp. 119-125, (2017).
 44. Z. Stranska, M. Matoulek, Z. Vilikus, S. Svacina, P. Stransky, “Aerobic exercise has beneficial impact on atherogenic index of plasma in sedentary overweight and obese women”, *Neuro endocrinology letters*, Vol.32, No.1 pp. 102-108, (2011).
 45. K. A. Kim, “Current Clinical Practice : Understanding and application of Liver function tests”, *The Korean Journal of Medicine*, Vol.76, No.2 pp. 163-168, (2009).
 46. D. Skrypnika, M. Ratajczakb, M. Karolkiewiczb, J. Mqdry, E. Pupek-Musialik, D. Hansdorfer-Korzon, R. Walkowiak, J. Jakubowski, H. Bogdanski, “Effects of endurance and endurance-strength exercise on biochemical parameters of liver function in women with abdominal obesity”, *Biomedicine & Pharmacotherapy*, Vol.80, pp. 1-7, (2016).
 47. H. J. Choi, J. H. Yoon, S. H. Kim, K. S. Yoon, S. H. Hong, “Effect of Lipid Profile and Inflammatory Marker on Serum γ -GT in Pre- and Post-menopausal Women”, *Journal of Menopausal Medicine*, Vol.13, No.1 pp. 14-20, (2007).
 48. B. Kasapoglu, C. Turkyay, Y. Bayram, C. Koca, “Role of GGT in diagnosis of metabolic syndrome: A clinic-based cross-sectional survey”, *Indian Journal of Medical Research*, Vol.132, No.7 pp. 56-61, (2010).
 49. V. Messier, A. D. Karelis, M. E.

- Robillard, P. Bellefeuille, M. Brochu, J. M. Lavoie, R. Rabasa-Lhoret, "Metabolically healthy but obese individuals: relationship with hepatic enzymes", *Metabolism*, Vol.59, No.1 pp. 20-24, (2010).
50. J. Glen, L. Floros, C. Day, R. Pryke, "Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): summary of NICE guidance", *British Medical Journal*, Vol.354, pp. 1-7, (2016).
51. A. M. Zivkovic, J. B. German, A. J. Sanyal, "Comparative review of diets for the metabolic syndrome: implications for nonalcoholic fatty liver disease", *The American Journal Clinical Nutrition*, Vol.86, No.2 pp. 285-300, (2007).
52. C. N. Lumeng, A. R. Saltiel, "Inflammatory links between obesity and metabolic disease", *The Journal of Clinical Investigation*, Vol.121, No.6 pp. 2111-2117, (2011).
53. H. Kang, J. K. Greenson, J. T. Omo, C. Chao, D. Peterman, L. Anderson, L. Foess-Wood, M. A. Sherbondy, H. S. Conjeevaram, "Metabolic syndrome is associated with greater histologic severity, higher carbohydrate, and lower fat diet in patients with NAFLD", *The American Journal of Gastroenterology*, Vol.101, pp. 2247-2253, (2006).
54. L. Caballeria, M. A. Auladell, P. Torán, G. Pera, D. Miranda, A. Alumà, J. Casas, L. Muñoz, C. Sanchez, A. Tibau, M. Birules, S. Canut, J. Bernad, J. Aubà, M. M. Aizpurua, E. Alcaraz, "Risk factors associated with non-alcoholic fatty liver disease in subjects from primary care units. A case-control study", *BMC Gastroenterology*, Vol.8, No.1 pp. 8-44, (2008).
55. H. O. Jang, D. H. Kim, "Statistical correlation between Sonographic Fatty liver and Liver Function Test(ALT, AST, r-GTP)", *The Korean Society of Medical Sonographers*, Vol.2, No.1 pp. 31-37, (2011).
56. M. D. Huh, "The change of exercise type on GOT and GPT in college man", *The Korean Journal of Sports Science*, Vol.16, No.1 pp. 385-395, (2007).
57. H. G. Oh, J. W. Park, Y. R. Kang, J. H. Kim, M. Y. Seo, M. G. Kim, J. K. Doo, D. H. Shin, E. S. Jung, S. W. Chae, O. J. Kim, H. Y. Lee, "Improving Effects of Multigrain Feed on Endurance", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.40, No.2 pp. 1700-1707, (2011).
58. E. Yoshimura, H. Kumahara, T. Tobina, M. Ayabe, S. Matono, K., Anzai, Y. Higaki, A. Kiyonaga, H. Tanaka, "A 12-week aerobic exercise program without energy restriction improves intrahepatic fat, liver function and atherosclerosis-related factors", *Obesity Research and Clinical Practice*, Vol.5, No.3 pp. 249-257, (2011).
59. Heo DS. *Effects of 12 Weeks of Aerobic Exercise and Change to Public Transportation on Physical Fitnessm Insulin Resistance, Inflammatory Makers, and Liver Function Middle-Aged Men*, Kyung Hee University, (2015).
60. S. A. George, A. Bauman, A. Johnston, G. Farrell, T. Chey, J. George, "Independent effect of physical activity in patients with nonalcoholic fatty liver disease", *Hepatology*, Vol.50, No.1 pp. 68-76, (2009).
61. J. G. Kim, "Effect of 12 Weeks Aquarobic Exercise on Body Composition, Exercise Capacity and Metabolic Syndrome Factors of Middle-Aged Men", *Journal of Coaching Development*, Vol.16, No.3 pp. 97-103, (2014).
62. J. S. Kim, "The effect of 12-week Dance Sport on Aminotransferase of obese middle aged women", *The Korean Journal of Sports Science*, Vol.26, No.6 pp. 1019-1027, (2017).
63. Y. H. Cho, Y. S. Hwang, S. I. Oh, "The Effects of Aerobic Exercise for 8 Weeks on the Body Composition, Blood Lipid and Liver Enzyme of Obese Women", *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol.38, pp. 775-764, (2009).