

Effects of Long-distance Horseback Riding on Blood Lipid, Adipokine, Inflammatory Marker in Obese Middle Aged Women

Jin-Wook Lee*, Jong-Hwa Park**

*Professor, Dept. of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University, Cheon-An, Korea

**Professor, Dept. of Taekwondo, Dankook University, Cheon-An, Korea

[Abstract]

The purpose of this study was to verify the effects of long-distance horseback riding on blood lipid, adipokines and inflammatory markers in obese middle-aged women. The subjects of this study were 9 obese middle aged women and the data analysed using the paired t-test. The result of this study were as follows: First, TC($p<.01$), LDL-C($p<.01$), and HDL-C($p<.001$) were significantly increased after long-distance horseback riding(LDHR). Second, adiponectin was significantly increased($p<.01$) and also PAI-1 was significantly decreased($p<.01$) after LDHR. Third, IL-6 was significantly increased($p<.01$) after LDHR. These results suggest that long-distance horseback riding has positive effect on changes blood lipid, adipokines, and inflammatory markers in obese middle-aged women. Therefore we consider that effects of long-distance horseback riding has partial examine on prevention and therapy of obesity in middle-aged obese women who undergo physical and emotional big changed.

▶ **Key words:** Obese middle aged women, Long-distance horseback riding, Blood lipid, Adipokine, Inflammatory marker

[요 약]

이 연구는 장거리 승마운동이 비만중년여성들의 혈중지질, 아디포카인 및 염증지표에 미치는 영향을 분석하여 장거리 승마운동의 효과를 검증하고자 하였다. 이 연구의 대상자는 비만중년여성 9명으로 하였으며 수집된 자료는 대응표본T-검증을 이용하여 분석하였다. 이 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 혈중지질성분은 장거리 승마운동 후 TC($p<.01$), LDL-C($p<.01$) HDL-C($p<.001$)는 유의하게 증가하였다. 둘째, 아디포카인은 장거리 승마운동 후 Adiponectin은($p<.01$) 유의하게 증가하였고, PAI-1은 통계적으로 유의하게 감소하였다($p<.01$). 셋째, 염증지표는 장거리 승마운동 후 IL-6은 유의하게 증가하였다($p<.01$). 이상의 결과에서 장거리 승마운동은 비만중년여성의 혈중지질 성분과 아디포카인, 염증지표의 변화에 긍정적인 효과가 있는 것으로 생각되며 이는 신체적, 정서적으로 큰 변화를 겪고 있는 중년여성의 비만예방 및 치료에 대한 장거리 승마운동의 효과를 부분적으로 검증한 것으로 생각된다.

▶ **주제어:** 비만중년여성, 장거리승마, 혈중지질, 아디포카인, 염증지표

- First Author: Jin-Wook Lee, Corresponding Author: Jong-Hwa Park
- *Jin-Wook Lee (rugby14@hanmail.net), Dept. of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University
- **Jong-Hwa Park (parkjh326@naver.com), Dept. of Taekwondo, Dankook University
- Received: 2022. 06. 30, Revised: 2022. 08. 09, Accepted: 2022. 08. 09.
- This paper is originally from the dissertation of Jin-Wook Lee Doctor's degree at Dankook University and it has been updated and edited of the part of the original dissertation.

I. Introduction

비만은 신체에 고도한 양의 지방조직이 축적되는 것으로 정의되며 수명감소, 고혈압, 당뇨병 및 특정 유형의 암의 위험요소이다[1].

비만인은 정상인에 비해 관상동맥질환(남성 2.3배, 여성 3.3배)과 뇌혈관질환(남성 9.5배, 여성 13배) 유병률이 높으며[2] 40세 이후의 중년여성은 신체 기능과 체력의 저하와 호르몬의 변화로 인해 체중의 증가가 나타난다[3]. 또한 직장여성에 비해 전업주부는 복부비만(1.76배), 혈당(1.49배), 총콜레스테롤(1.85배) 높고, 고밀도 지단백 콜레스테롤(1.44배)은 낮아 비만 및 대사증후군에 노출되어 있음을 알 수 있다[4].

총콜레스테롤(total cholesterol, TC)은 죽상동맥경화증을 유발하는 중요한 원인 중 하나이며 중성지방(triglycerides, TG)은 지방대사의 주 에너지원으로서 과다한 혈중 중성지방의 농도는 심혈관질환의 위험지표이다. 저밀도 지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)는 혈관으로 혈중콜레스테롤을 축적을 야기하여 관상동맥질환의 위험인자이며[5-6] 높은 수준의 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)는 심혈관계질환 발생의 독립적인 긍정적인 요인으로 작용하기 때문에 관상동맥질환의 예방인자로 알려져 있다[7]

지방세포는 자신의 성장과 발달을 스스로 조절할 뿐 아니라 체내 에너지 항상성을 유지하기 위하여 다양한 역할을 수행한다. 지방조직은 단순한 에너지 저장고가 아닌 생리대사적 변화를 야기하는 내분비기관으로 지방세포에서 분비되는 아디포카인(adipokine)은 아디포넥틴(adiponectin)과 렙틴(leptin), 플라즈미노겐활성인자억제자-1(plasminogen activator inhibitor type-1, PAI-1), 인터류킨-6(interleukin-6, IL-6), 종양 괴사인자- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α) 등이 알려져 있으며, 에너지 항상성 및 지방대사, 인슐린 저항성 및 염증작용, 신생혈관 생성, 혈압, 죽상경화, 면역작용에 관계된다고 알려져 있다[8-10].

이 중 Adiponectin은 지방산화를 증가시키고 간과 근육의 세포 내 중성지방을 감소시켜 인슐린 감수성을 증가시킨다고 하였으며[11], Adiponectin의 감소는 고지혈증, 관상동맥질환 및 인슐린저항성의 유병률이 증가하기 때문에 대사증후군 지표 보고되고 있다[12].

Leptin은 여러 기능을 가진 호르몬으로 식욕, 체중, 단식에 대한 신경내분비(neuroendocrine system) 적응을

조절하며, 지방량과 밀접한 관계가 있다[13]. 또한 남성보다 여성에서 Leptin의 수치가 높게 나타나는데 이는 난소성 스테로이드에 의해 증가한다고 하여[14] 비만여성의 Leptin 조절이 필요함을 시사한다. Leptin은 염증관련 기능을 하는 사이토카인으로 밝혀지면서 비만과 염증을 연결하는 연관인자로 인식되고 있다.

지방조직의 혈관내피세포에서 생성되는 PAI-1은 인체 내의 섬유소용해계의 중요한 조절인자로서, 혈전을 분해하기 위해 조직플라스미노게활성제(tissue plasminogen activator, t-PA)를 억제하여 플라스미노겐(plasminogen)과 생리적 혈전용해에 관여하는 것으로 알려져 있다[15]. 선행연구에 의하면 비만인의 경우, 혈중 PAI-1의 수치가 높아 섬유소분해 능력의 저하와 혈전 증가되며 동맥경화성질환과 당뇨병, 심혈관질환에 밀접한 상관관계가 있는 것으로 보고하고 있다[16-17].

내장지방의 축적과 비만세포 비대는 지방조직의 염증반응이 증가하며[18], 지방세포의 기질세포 분획의 T세포군과 염증 반응 효과의 균형과 불균형은 지방세포의 증식과 인슐린 저항성과 밀접한 관련성이 있는 것으로 보고하고 있다[19]. 지방조직의 증가는 IL-6와 TNF- α 등 같은 Adipokine의 증가를 통하여 인슐린저항성을 증가시킬 뿐만 아니라 근육량도 감소시킨다[20-21].

따라서 인생주기에 있어서 중년기의 건강은 노년기의 건강에 중요한 영향을 미치기 때문에 중년여성의 건강관리가 필요하다. 신체운동은 근육, 간 그리고 지방조직의 산소소비, 호흡 및 심장활동을 증가시키고 혈액학적(hemodynamic) 조절을 자극하여 대사과정을 향상시켜 작동 근육에 에너지를 전달하며 운동 후 활성 근육으로의 혈류량 증가는 높은 지방 산화력을 유발한다[22].

최근 승마시설의 증가와 체험의 기회가 확대되면서 자연 속에서 휴식과 안정을 취하며 높은 만족과 여유로운 삶을 추구하는 승마가 새로운 여가활동으로 관심이 높아지고 있다[23]. 다른 레저스포츠와 달리 살아있는 말과 일체가 되어야 하는 승마운동은 건강과 체력유지 및 향상에 긍정적인 역할을 하며 중년 여성들에게 효과적인 운동으로 권장하고 있다[24-26].

승마는 말의 3차원적 움직임에 따라 500~1000회(10분)의 신체의 움직임을 유발되며[27], 무게 중심을 유지하기 위해 더 많이 움직여야하기 때문에 많은 에너지를 소비하며 Devienne과 Guezennec[28]의 연구에 의하면 70kg의 성인 남성이 60% Vo_2max 운동 강도로 1시간동안 달리면 평균 600~700kcal 에너지를 소비가 한다고 하였다. 일반적인 승마운동은 말의 보행에 따라 유산소성 운동

(40~80% Vo_2max)으로 보고하고 있으며[29], 중·고강도(60~70% Vo_2max)로 30분 세션 동안 지속적인 승마운동은 유산소 능력을 향상시킨다[30].

지금까지 비만과 대사성질환 등을 치료하기 위한 대부분의 운동방법은 유산소운동과 복합운동에 대한 연구가 주로 이루어지고 있으나 최근 소득수준의 향상과 말 산업 육성법 시행 등으로 승마 인구의 증가와 승마운동의 효과에 대한 관심이 점차 증가되고 있는 실정이다. 따라서 이 연구는 자연 속에서 지속적으로 운동할 수 있는 장거리 승마운동이 비만중년여성들의 혈중지질, 아디포카인, 및 염증지표에 미치는 영향을 분석하여 장거리 승마운동의 효과를 검증하고자 한다.

II. Methods

1. Subjects

이 연구의 대상자는 충남 C시에 거주하고 있는 체지방률 30%이상인 30~40대 비만중년여성을 대상으로 실험에 참여하기 전에 실험에 대한 절차와 목적을 충분히 설명하였고 실험 참여를 위해 자발적으로 동의서에 작성 후, 참여의사를 밝힌 자를 대상자를 선정하였다. 승마경력은 5년 이하로 설정 하였으며, 의학적으로 특정 질환 및 병적 증상이 없는 대상자 9명을 실험대상자로 하였다. 연구의 대상자들의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

2. Measurement

2.1 Body composition

신장은 인체계측기 BSM330(Korea)을 이용하여 맨발로 실험대상자의 발뒤꿈치와 엉덩이, 어깨가 닿은 상태에서 전방 시선을 보게 하고 0.1cm단위로 측정하였다. 신체조성측정은 생체전기저항(bioelectrical Impedance Analysis, BIA)의 방식을 이용하는 InBody 720 (Biospace, Seoul, Korea)을 사용하여 분석하였으며 측정을 실시하기 전, 대상자들 모두 가벼운 옷을 입고 소변과 30분 이상 안정을 취한 후, 체중(weight), 체지방률(%fat)을 측정 하였다(Table 1.).

2.2 Hemanalysis

모든 실험대상자는 채혈 전날 과도한 신체활동 및 음주를 금하였고 혈액분석의 정확성을 위해 8시간 공복상태에서 장거리 승마운동 전 혈액채취를 실시하였으며 장거리 승마 운동 후 10분 이내에 채혈을 하였다. 채혈 한 혈액은 EDTA tube에 전혈을 넣은 후 충분히 Mixing 한 후 원심분리기(Microspin, Hanil, Korea)를 사용하여 3,000rpm으로 10분간 원심분리 후 혈장(plasma)과 혈청(serum)을 분리하여 보관 튜브에 넣고 -70°C의 급속 냉동하여 보관하였다. 검사 항목은 혈중 지질(TG, TC, LDL-C, HDL-C), 아디포카인(Adiponectin, Leptin, PAI-1), 염증지표(IL-6, TNF- α)이다.

2.2.1 Blood Lipid

TC, TG, LDL-C, HDL-C은 생화학 자동분석기 ADVIA(Bayer, japan)를 이용하여 enzymatic colorimetric assay(ECA) 방법으로 분석하였다.

2.2.2 Adipokine

Adiponectin, Leptin은 생화학 자동분석기 COBRA 5010 Series(PACKARD, USA)를 이용하여 RIA(Radio Immuno Assay) 방법으로 분석하였으며, PAI-1 CP1100(USA)를 이용하여 ELISA(Microplate Reader, USA) 방법으로 분석하였다.

2.2.3 Inflammatory Markers

IL-6와 TNF- α 는 생화학 자동분석기 Microplate Reader(Molecular device, USA)를 이용하여 EIA(enzyme immuno assay) 방법으로 분석하였다.

3. Long-distance Horseback Riding Exercise

장거리 승마운동의 기승자나 마필은 국민생활체육 규정에 준하여 실험을 실시하였다. 주의검사는 출발 전, 마필 마구검사와 10km 도착지점에서 15분 내에 검사를 하는 동안 마필의 심박수 64BPM 이하일 경우로 하였으며, 총 10km의 거리로서 5km의 왕복코스를 설정하여 지형이 허용되는 범위 내에서 이루어지도록 하였다. 또한 지면, 고도, 방향, 길폭 등의 변화를 포함한 요소들을 미리 확인하

Table 1. Body composition

Group	Age(yr)	Hight(cm)	Wight(kg)	Body fat(%)	Career
LDHR(n=9)	42.50±5.82	161.20±2.72	64.85±4.82	30.11±3.69	3.20±1.74
Mean±S.D. LDHR: Long-distance horse riding.					

고 힘든 코스가 도착지 가까이 있지 않게 하였으며, 출발지와 도착지는 말들이 서로 방해받지 않도록 길고 넓어야 하는 규정을 준수하였다.

말의 보법 형태는 구보를 하도록 하였으며, 구보의 표준 속도 320m/min으로 선정하고 10km 장거리 승마 운동 시간은 40분 이내로 들어올 수 있도록 실시하였다.

4. Statistical analysis

본 실험을 통해서 얻어진 결과는 통계적 분석을 위해 SPSS 통계프로그램(22.0 for Window)을 이용하여, 각 변인들의 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다.

장거리 승마운동 전·후의 변화 차이를 규명하기 위해 대응표본 T-검증(paired t-test)을 하였으며, 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. Results

1. Blood Lipid

장거리 승마운동 후 혈중지질성분의 변화는 Table 2와 같이 TC는 운동 전·후에 196.88±40.57mg/dL에서 204.11±38.41mg/dL로($p<.01$)로, LDL은 116.44±36.89 mg/dL에서 123.11±35.48mg/dL로($p<.01$), HDL은 59.00±12.32mg/dL에서 63.88±12.05mg/dL로($p<.001$) 유의하게 증가하였으며, TG는 112.22±65.03mg/dL에서 104.55±53.39mg/dL로 감소의 경향을 보였다.

Table 2. Blood Lipid (mg/dL)

	Pre	Post	P
TC	196.88±40.57	204.11±38.41	.009**
TG	112.22±65.03	104.55±53.39	.485
LDL-C	116.44±36.89	123.11±35.48	.002**
HDL-C	59.00±12.32	63.88±12.05	.000***
Mean±S.D. TC: total cholesterol, TG : triglycerides, LDL-C : low density lipoprotein cholesterol, HDL-C : high density lipoprotein cholesterol, ** $p<.01$, *** $p<.001$.			

2. Adipokine

장거리 승마운동 후 아디포카인의 변화는 Table 3와 같이 Adiponectin는 운동 전·후에 8.63±4.91mg/dL에서 10.33±5.51mg/dL로($p<.01$), 유의하게 증가하였으나, Leptin는 8.83±6.20mg/dL에서 9.48±7.26mg/dL로 증가의 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 나타나지 않았다. 그리고 PAI-1은 18.51±8.45mg/dL에서 14.71±5.78mg/dL로($p<.01$) 통계적으로 유의하게 감소하였다.

Table 3. Adipokine (mg/dL)

	Pre	Post	P
Adiponectin	8.63±4.91	10.33±5.51	.009**
Leptin	8.83±6.20	9.48±7.26	.485
PAI-1	18.51±8.45	14.71±5.78	.002**
Mean±S.D. PAI-1 : plasminogenactivator inhibitor type-1, ** $p<.01$.			

3. Inflammatory Markers

장거리 승마운동 후 염증지표의 변화는 Table 4와 같이 IL-6는 운동 전·후에 0.79±0.65pg/mL에서 1.77±1.01pg/mL으로 유의하게 증가하였으나($p<.01$), TNF- α 는 1.68±1.12pg/mL에서 2.01±1.93pg/mL으로 증가하는 경향은 보였으나, 통계적인 유의차는 나타나지 않았다.

Table 4. Inflammatory Markers (pg/mL)

	Pre	Post	P
IL-6	0.79±0.65	1.77±1.01	.012*
TNF- α	1.68±1.12	2.01±1.93	.355
Mean±S.D. IL-6 : interleukin-6, TNF- α : tumor necrosis factor- α , * $p<.05$.			

IV. Discussion

본 연구는 비만중년여성들을 대상으로 장거리 승마운동이 혈중지질성분과 아디포카인, 염증지표에 미치는 영향을 분석하여 장거리승마운동에 대한 운동효과를 검증하고자 하였다.

지방세포는 에너지 저장고의 역할을 하는 동시에 내분비기관으로서의 체내의 항상성을 조절한다. 지방세포는 영양상태가 충분한 경우 TG를 합성하여 저장하고 에너지가 필요한 다른 조직이나 기관에 공급하는 에너지 저장고로서 주된 기능을 가지고 있으며, 다양한 신호전달물질과 호르몬을 생산하고 분비하는 내분비기관으로서 체내 에너지 대사를 능동적으로 조절하며 신체활동수준과 생활습관, 체력수준 등에 영향을 받는다[31-32].

선행연구에 의하면 단기간(6개월)보다 장기간(12개월) 걷기와 수영[33]과 장기간 달리기 운동[34]은 혈중지질에 긍정적인 역할을 하며, 일회성 걷기운동(50%Vo₂max)와 달리기 운동(85%Vo₂max)후 TC와 LDL-C는 운동 직후에는 증가하였으나 24시간 이후에는 감소하는 경향을 보였으며, TG는 유의하게 감소하였고, HDL-C는 유의하게 증가하여 일회성 운동도 TG, HDL-C에 긍정적인 역할을 한다[35]. 또한 비만여성을 대상으로 8주간 보행과 승마운동

을 비교한 연구에서는 운동 후 혈중지질 모두에서 유의한 변화가 나타났으나 그룹간에 차이는 나타나지 않았다. [36], 40대 남성을 대상으로 일회성 60분 동안 자율승마 후 TG, TC는 감소하는 경향은 보였으나 통계적으로 유의한 변화를 보이지 않았다.[37].

이 연구 결과 장거리 승마운동 후 TC, LDL-C, HDL-C에서는 유의한 변화가 나타났지만 TG는 감소하는 경향만 나타났다. 운동 강도별 일회성 운동이 비만인의 혈액지표를 연구한 Kim[38]은 고강도(110% AnT, 무산소 역치)에서는 TC, LDL-C는 회복한 시점까지 유의하게 증가하며 TG는 운동시 근육에서 약 4배 흡수가 촉진된다고 하여 [39] 선행 연구를 뒷받침하고 있다. 또한 운동 종료 후 회복기간(30분)에 빠르게 급격히 감소하며[38] 고강도(100%LT, 젓산역치) 운동에서도 운동 후 24시간(17.39%)까지 감소한다고 하여[40] 장기간의 승마운동은 혈중지질에 긍정적인 역할을 할 것으로 생각된다. 또한 HDL-C는 저강도 장시간운동보다 중-고강도에서의 운동이 증가시키는데 효과적이며, 고강도(100%LT)에서 운동 후 24시간까지 증가(3.86%)한다[40]. 승마운동의 운동 강도는 말의 보행 속도에 의해 예측될 수 있으며[41], 구보(표준속도 320m/min)로 달리는 장거리 승마운동은 안정시보다 심박수(HR), 산소섭취량(VO_2)이 약 3배정도 증가하는 고강도 운동이기 때문에[42] 지속적인 장거리 승마운동을 실시한다면 혈중지질이 긍정적인 영향을 줄 것으로 생각된다.

지방세포에서 분비되는 물질 중 비만시 줄어드는 유일한 물질인 Adiponectin은 혈중 농도가 감소하면 비만과 인슐린 저항성, 관상동맥질환, 고지혈증 등과 관련이 있어 새로운 대사증후군 지표로 보고되고 있으며, 체중 감소 시에는 증가한다고 보고하고 있다[12][43]. Cnop 등[44]과 Weyer 등[45]과 의 연구에서 Adiponectin은 동맥경화의 진행을 방어할 수 있는 항죽상동맥경화 인자로서 대사성 질환 및 심혈관계질환에 중요한 역할을 하고, 염증반응의 지표들과 유의한 음의 상관관계가 있다고 보고하고 있다. 또한 Adiponectin은 지방산화를 증가시키고 간과 근육의 세포 내 중성지방을 감소시켜 인슐린 감수성을 증가시킨다[11].

선행연구를 살펴보면 일회성 에르고미터 테스트(평균 65% VO_2 max)에서 Adiponectin는 증가하는 경향이 보였으나 유의한 차이가 나타나지 않았으나[41], 1주일 동안 저-중강도 운동을 2~3회 수행한 후 공복 혈장 Adiponectin가 증가했다고 연구 결과도 보고하고 있어 [42], 운동 변인과 밀접한 관계가 있는 것으로 생각되며 Ferguson 등[46]은 많은 칼로리를 소모하는 운동에서는 변화를 확인하여야 한다고 하였다.

이 연구 결과 장거리 승마운동 후 Adiponectin 유의하게 증가되었다. 이러한 결과는 구보형태의 장거리 승마운동은 안정시에 비해 구보시 3배 이상 높기 때문에[42] Adiponectin 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각되며, Adiponectin 증가하기 위해서는 고강도 운동(60분 이하)이 필요하다고 보고해[48-49] 고강도운동인 장거리 승마운동이 Adiponectin 증가에 긍정적인 역할을 한 것으로 생각된다.

Leptin은 비만도와 정적 상관관계가 보이며[50], 남성보다 여성에게서 더 높다고 보고하고 있다[51]. 또한 골격근, 간, 지방세포, 체장 등의 말초대사조직에도 존재하며 췌장의 β 세포에도 발견되면서 인슐린 저항성뿐만 아니라 인슐린 분비에도 직접적인 영향을 준다[52]. 또한 운동시 소모한 에너지의 합성을 촉진하여 체내 에너지 항상성을 유지하는 호르몬이기도 하다[53].

이 연구에서는 장거리 승마운동 운동 후, Leptin은 증가하는 경향은 보였으나, 통계적인 유의차는 나타나지 않았다. 20대 남-여를 대상으로 고강도 일회성 달리기(85% VO_2 max)[35]와 일회성 자전거(70% VO_2 max)[54]를 진행한 연구에선 Leptin은 유의하게 감소하였으나 중년비만여성을 대상으로 일회성 트레드밀(70% VO_2 max) 운동 후 증가하는 경향만 나타나 상반된 결과가 나타났으며[48] 이 연구 결과와는 유사한 결과를 보였다. 이러한 결과는 운동은 TG 합성을 감소시키고 지방분해를 촉진하여 에너지 소비를 증가시키고 Leptin의 합성 및 분비를 감소시키는 역할을 하지만[55-56], 1시간 이하의 운동에서는 영향을 받지 않으며, 1시간 이상의 장시간 운동 이후에 감소한다고 보고돼[57] Leptin이 감소되기 위한 충분한 시간이 부족한 것으로 생각된다.

PAI-1는 혈전형성과 혈관염증인자로 알려져 있으며 비만인의 경우 과다하게 분비가 되어 동맥경화와 심혈관질환을 밀접한 상관관계를 보고하고 있다[16]. 또한 Leptin, Insulin과 정적상관[58]및 HDL-C와는 부적상관을 보이며 [59], PAI-1의 증가는 혈중지질과 염증지표의 증가와도 연관성이 있다[58]. 일회성 트레드밀을 통한 운동부하검사(Bruce treadmill protocol)후 PAI-1 농도가 유의하게 감소되었으며[60], 말초동맥폐색질환(peripheral arterial occlusive disease, PAD)를 대상으로 65% VO_2 max 강도로 2마일 걷기 후 운동 후 최소 1시간 동안 t-PA 활성이 80% 증가하고 PAI-1 활성이 49% 감소하여 일회성 신체활동의 중요성을 강조하였다[61].

이 연구에서도 지구력 승마운동 후 유의하게 감소하였으며 비만여성을 대상으로 달리기를 실시한 연구에서도

유사한 결과를 보였대[62]. 이러한 결과는 휴식 시 t-PA 활성의 감소와 운동 유발 증가 또는 상승된 PAI-1은 심혈관 질환 및 심근 경색의 위험 증가와 관련이 있으며[63] 유산소운동은 내피기능과 섬유소 용해 기능에 긍정적인 역할을 한 것으로 생각된다.

근육에서 분비되는 IL-6와 TNF- α 는 염증발생과정에서 면역기능과 관련성을 가지고 있고[64], 일반적으로 비만인은 혈중 IL-6와 TNF- α 등과 같은 전구성염증(pro-inflammatory) 물질이 정상인에 비하여 높은 수준을 유지하며[65]. 인슐린 저항성에 의한 대사성 질환과 밀접한 관계가 있다. 하지만 규칙적인 운동은 CRP, IL-6와 TNF- α 등을 감소시켜 항염증(anti-inflammatory) 효과가 있기 때문에 운동의 필요성을 강조하였다[66-67].

Balagopal 등[68]은 생활습관(식이와 걷기)을 개선하면 비만과 관련된 염증상태가 완화된다고 하였으며 지속적인 운동은(10주간 복합운동)은 비만여성의 혈중지질 및 염증지표(IL-6, TNF- α)를 유의하게 감소시킨다고 하였다[69]. 또한 일회성 운동(75%VO₂max)을 한 연구에서도 운동 후, 12시간 동안 혈중 IL-6의 농도가 감소하였지만[70], 20대 남성을 대상으로 일회성 달리기(85%VO₂max)를 한 연구[35]와 일회성 로잉 에르고미터(85~90%HRR)로 연구한 결과에서는 유의하게 증가해 다른 결과가 나타났대[71].

이 연구의 결과에서는 장거리 승마운동 운동 후 IL-6는 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 IL-6은 운동하는 동안 저하된 글루코스의 항상성을 유지하기 위해 근육에서 더 많은 IL-6가 방출되기 때문에 중등도의 운동이나 근손상이 유발되지 않은 상황에서도 유의하게 증가하며 단시간 고강도 운동 후에는 염증 면역반응에 관여하는 IL-6의 활성을 증가시켜 혈액 내 급성염증인자를 증가 시킨 것으로 생각된다[72-73].

TNF- α 혈관 내피세포를 손상시켜 염증을 유발할 뿐만 아니라[74], 포도당 수송체(GLUT 4)의 발현을 감소시켜 인슐린저항성 유도하여 대사적 기능 이상을 초래한다[75].

선행연구에 의하면 비만중년여성을 대상으로 12주간 복합운동(70%VO₂max)을 한 연구에선 TNF- α 농도가 통계적으로 유의하게 감소하였으나[69], 20대 남성을 대상으로 일회성 달리기(85%VO₂max)를 한 결과 감소하는 경향은 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았대[35]. 하지만 이와 유사한 트레드밀 달리기(85% VO₂max) 연구에서는 운동직후 TNF- α 의 농도가 유의하게 증가하였다고 하였으며[76], Dvorakova 등[77]은 고강도 유산소 운동 후 증가하였다고 보고하였다.

이 연구의 결과에서는 장거리 승마운동 운동 후, TNF- α 는 증가하는 경향은 보였으나 통계적 유의차는 보이지 않았다. 이러한 결과는 일회성 고강도 운동은 염증물질의 분비를 증가하며[78] 고강도 운동인 장거리 승마운동은 지속적인 근육의 단축성 수축(eccentric contractions)이 근육의 손상을 초래하여 염증물질인 TNF- α 의 혈중 농도를 증가시킨 것으로 생각된다[79]. Drenth 등[80]은 TNF- α 는 중강도 운동시 감소하거나 변화되지 않지만, 고강도의 운동 시 유의하게 증가되며[81], 장기간·규칙적인 운동은 TNF- α 를 감소시키며, 항염증 작용을 하기 때문에 [67] 지속적인 장거리 승마운동을 실시한다면 염증지표에도 긍정적인 역할을 할 것으로 생각된다.

V. Conclusions

장거리승마운동이 비만중년여성에게 혈중지질, 아디포카인 및 염증지표에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 혈중지질성분은 장거리 승마운동 후 TC($p<.01$), LDL-C($p<.01$) HDL-C($p<.001$)는 유의하게 증가하였다.

둘째, 아디포카인은 장거리 승마운동 후 Adiponectin 은($p<.01$) 유의하게 증가하였고, PAI-1은 통계적으로 유의하게 감소하였다($p<.01$). 셋째, 염증지표는 장거리 승마운동 후 IL-6은 유의하게 증가하였다($p<.01$). 따라서 이상의 결과에서 장거리 승마운동은 비만중년여성의 혈중지질 성분과 아디포카인, 염증지표의 변화에 긍정적인 역할을 할 것으로 생각되며 이는 신체적, 정서적으로 큰 변화를 겪고 있는 중년여성의 비만 예방 및 치료에 대한 장거리 승마운동의 효과를 부분적으로 검증한 것으로 생각된다.

다만 본 연구는 일회성 운동 결과를 분석했다는 제한점이 있으므로 후속 연구에서는 장기간의 장거리 승마운동이 효과를 검증하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] A. J. German, V. H. Ryan, A. C. German, I. S. Wood, and P. Trayhurn, "Obesity, its associated disorders and the role of inflammatory adipokines in companion animals", *The Veterinary Journal*, Vol. 185, No. 1, pp. 4-9, July 2005. DOI: 10.1016/j.tvjl.2010.04.004.
- [2] J. 3rd. Stokes, W. B. Kammel, P. A. Wolf, R. B. D'Agostino, and

- L. A. Cupples, "Blood pressure as a risk factor for cardiovascular disease", *The Framingham Study—30 years of follow-up. Hypertension*, Vol. 13, No. 5, pp. 113-118, May 1989.
- [3] E. J. Jeon, "Health Related Characteristics and Eating Habits of Middle-aged Woman according to the Degree of Obesity", Master's Degree, Wonkwang University. 2011.
- [4] Ministry of Health and Welfare, "The prevalence of metabolic syndrome in adults over 30 years of age was 28.8%. Analysis result of the Korea National Health & Nutrition Examination Survey (07~10)", 2012. http://www.mohw.go.kr/upload/viewer/skin/doc.html?fn=1332396139191_20120322150219.hwp&rs=upload/viewer/result/202207/.
- [5] A. Aro, S. Soimakallio, E. Voutilainen, C. Ehnholm, and M. Wiljasalo, "Serum lipoprotein lipid and apoprotein levels as indicators of the severity of angiographically assessed coronary artery disease", *Atherosclerosis*, Vol. 62, No. 3, pp. 219-225. December 1986. DOI: 10.1016/0021-9150(86)90096-1.
- [6] D. H. Blankenhorn, S. A. Nessim, R. L. Johnson, M. E. Sanmarco, S. P. Azen, and L. Cashin-Hemphill, "Beneficial effects of combined colestipol-niacin therapy on coronary atherosclerosis and coronary venous bypass grafts", *Jama*, Vol. 257, No. 23, pp. 2323-2340. June 1987. DOI: 10.1001/jama.1987.03390230069027.
- [7] W. L. Haskell, "The influence of exercise on the concentration of triglyceride and cholesterol in human plasma", *Exerc. Sport Sci. Rev.*, Vol. 12, pp. 205-244. Jan 1984.
- [8] J. Polak, E. Klimcakova, C. Moro, N. Viguier, M. Berlan, J. Hejnova, and V. Stich, "Effect of aerobic training on plasma levels and subcutaneous abdominal adipose tissue gene expression of adiponectin, leptin, interleukin 6, and tumor necrosis factor alpha in obese women", *Metabolism*, Vol. 55, No. 10, pp. 1375-1381. October 2006. DOI: 10.1016/j.metabol.2006.06.008.
- [9] S. Klaus, "Adipose tissue as a regulator of energy balance", *Current drug targets*, Vol. 5, No. 3, pp. 241-250. Number 2004. DOI: 10.2174/1389450043490523.
- [10] P. Trayhurn, and I. S. Wood, "Signalling role of adipose tissue: adipokines and inflammation in obesity", *Biochemical Society Transactions*, Vol. 33, No. 5, pp. 1078-1081. October 2005. DOI: 10.1042/BST0331078.
- [11] Y. Yamamoto, H. Hirose, I. Saito, K. Nishikai, and T. Saruta, "Adiponectin, an adipocyte-derived protein, predicts future insulin resistance: two-year follow-up study in Japanese population", *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, Vol. 89, No. 1, pp. 87-90. January 2004. DOI: 10.1210/jc.2003-031163.
- [12] M. Ryo, T. Nakamura, S. Kihara, M. Kumada, S. Shibazaki, M. Takahashi, and T. Funahashi, "Adiponectin as a biomarker of the metabolic syndrome", *Circulation Journal*, Vol. 68, No. 11, pp. 975-981, 2004. DOI: 10.1253/circj.68.975.
- [13] R. Lago, R. Gomez, F. Lago, J. Gómez-Reino, and O. Gualillo, "Leptin beyond body weight regulation—current concepts concerning its role in immune function and inflammation", *Cellular immunology*, Vol. 252, No. 1-2, pp. 139-145, 2008. DOI: 10.1016/j.cellimm.2007.09.004.
- [14] W. F. Blum, P. Englaro, S. Hanitsch, A. Juul, N. T. Hertel, J. Müller, ... and W. Rascher, "Plasma leptin levels in healthy children and adolescents: dependence on body mass index, body fat mass, gender, pubertal stage, and testosterone", *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, Vol. 82, No. 9, pp. 2904-2910. September, 1997. DOI: 10.1210/jcem.82.9.4251.
- [15] E. D. Sprengers, and C. Klufft, "Plasminogen activator inhibitors", *Blood*, Vol. 69, No. 2, pp. 381-387. February 1987.
- [16] J. B. McGill, D. J. Schneider, C. L. Arfken, C. L. Lucore, and Sobel. B. E, "Factors responsible for impaired fibrinolysis on obese subjects and NIDDM patients", *Diabetes*, Vol. 43, No. 1, pp. 104-109. January 1994. DOI: 10.2337/diab.43.1.104.
- [17] D. E. Vaughan, "PAI-1 and atherothrombosis", *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, Vol. 3, No. 8, pp. 1879-1883. August 2005. DOI: 10.1111/j.1538-7836.2005.01420.x.
- [18] Y. Matsuzawa, "Therapy Insight: adipocytokines in metabolic syndrome and related cardiovascular disease", *Nat Clin Pract Cardiovasc Med*. Vol. 3, No. 1, pp. 35-42. January 2006. DOI: 10.1038/ncpcardio0380.
- [19] M. Feuerer, L. Herrero, D. Cippolletta, A. Naaz, J. Wong, A. Nayer, ... and D. Mathis, "Lean, but not obese, fat is enriched for a unique population of regulatory T cells that affect metabolic parameters", *Nat Med*. Vol. 15, No. 8, pp. 930-939, July 2009. DOI: 10.1038/nm.2002
- [20] N. Klötting, J. Berndt, S. Kralisch, P. Kovacs, M. Fasshauer, M. R. Schön, ... and M. Blüher, "Vaspin gene expression in human adipose tissue: association with obesity and type 2 diabetes", *Biochemical and biophysical research communications*, Vol. 339, No. 1, pp. 430-436, January 2006. DOI: 10.1016/j.bbrc.2005.11.039.
- [21] J. Seeger, M. Ziegelmeier, A. Bachmann, U. Lossner, J. Kratzsch, M. Blüher, ... and M. Fasshauer, "Serum levels of the adipokine vaspin in relation to metabolic and renal parameters", *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, Vol. 93, No. 1, pp. 247-251. January 2008. DOI: 10.1210/jc.2007-1853.
- [22] S. K. Powers, E. T. Howley, and J. Quindry, "Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance", New York, NY: McGraw-Hill. 2007.
- [23] C. J. Lee, S. K. Ko, and J. O. Kim, "Examining structural relationships among horseback riding motivation, value, satisfaction, and behavioral intention", *International Journal of Tourism Management and Sciences*, Vol. 28, No. 6, pp. 203-226, February 2014.
- [24] H. Alfredson, G. Hedberg, E. Bergström, P. Nordström, and R.

- Lorentzon, "High thigh muscle strength but not bone mass in young horseback-riding females", *Calcified tissue international*, Vol. 62, No. 6, pp. 497-501. June 1998. DOI: 10.1007/s002239900468.
- [25] H. C. Kim, "The Effect of Horse Riding Exercise on the Body Composition in Man and Woman" Doctor's degree, Hannam University. 2007.
- [26] C. W. Lee, "Effects of Horseback Riding for Obesity Women's BMI, Blood Lipids, Balance, Gait", Doctor's degree, Daegu University, 2014.
- [27] D. B. Bertoti, "Effect of therapeutic horseback riding on posture in children with cerebral palsy", *Physical therapy*, Vol. 68, No. 10, pp. 1505-1512. November 1988. DOI: 10.1093/ptj/68.10.1505.
- [28] M. F. Devienne, and C. Y. Guezennec, "Energy expenditure of horse riding", *European journal of applied physiology*, Vol. 82, No. 5, pp. 499-503. August 2000. DOI: 10.1007/s004210000207.
- [29] D. Westerling, "A study of physical demands in riding", *European journal of applied physiology and occupational physiology*, Vol. 50, No. 3, pp. 373-382. March, 1983. DOI: 10.1007/BF00423243.
- [30] M. L. Pollock, "The quantification of endurance training programs" *Exercise and sport sciences reviews*, Vol. 1, No. 1, pp. 155-188. January 1973.
- [31] R. Stamler, J. Stamler, W. F. Riedlinger, G. Algera, and R. H. Roberts, "Weight and blood pressure: findings in hypertension screening of 1 million Americans", *Jama*, Vol. 240, No. 15, pp. 1607-1610. October 1978. DOI: 10.1001/jama.1978.03290150053024.
- [32] P. D. Thompson, E. Cullinane, L. O. Henderson, and P. N. Herbert, "Acute effects of prolonged exercise on serum lipids", *Metabolism*, Vol. 29, No. 7, pp. 662-665. July 1980. DOI: 10.1016/0026-0495(80)90111-0.
- [33] K. L. Cox, V. Burke, L. J. Beilin, and I. B. Puddey, "A comparison of the effects of swimming and walking on body weight, fat distribution, lipids, glucose, and insulin in older women—the Sedentary Women Exercise Adherence Trial 2", *Metabolism*, Vol. 59, No. 11, pp. 1562-1573. November 2010. DOI: 10.1016/j.metabol.2010.02.001.
- [34] W. Kemmler, D. Lauber, J. Weineck, J. Hensen, W. Kalender, and K. Engelke, "Benefits of 2 years of intense exercise on bone density, physical fitness, and blood lipids in early postmenopausal osteopenic women: results of the Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study (EFOPS)", *Archives of Internal Medicine*, Vol. 164, No. 10, pp. 1084-1091. May 2004. DOI: 10.1001/archinte.164.10.1084.
- [35] S. H. Lee, and H. S. Kang, "The change of serum Adiponectin according to acute exercise", *Exercise Science*, Vol. 16, No. 1, pp. 47-56. 2007. DOI : 10.15857/ksep.2007.16.1.47.
- [36] C. W. Lee, "Effects of Horseback Riding for Obesity Women's BMI, Blood Lipids, Balance, Gait", Doctor's degree, Daegu University. 2014.
- [37] K. H. Kim and Y. S. Huh, "The Effect of Horseback Riding on Blood Variables, Fatigue Substances and Adiponectin", *The Korean Society of Sports Science*, Vol. 22, No. 2, pp. 1023-1032. 2013.
- [38] Y. J. Kim, "The Impacts of Various Acute Exercise Intensities on Blood Parameters of the Obese", Doctor's degree, Inha University. 2009.
- [39] P. D. Thompson, E. Cullinane, L. O. Henderson, and P. N. Herbert, "Acute effects of prolonged exercise on serum lipids", *Metabolism*, Vol. 29, No. 7, pp. 662-665. July 1980. DOI: 10.1016/0026-0495(80)90111-0.
- [40] Y. T. Shim, "effect of single exercise on blood lipid and lipoprotein cholesterol", Master's degree, Inha University. 2003.
- [41] B. E. Ainsworth, W. L. Haskell, M. C. Whitt, M. L. Irwin, A. M. Swartz, S. J. Strath, and D. R. Jacobs, "Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities", *Medicine and science in sports and exercise*, Vol. 32, No. 9, pp. S498-S504. 2000.
- [42] D. H. Yoo, "Comparison of the Exercise Intensity of Horseback-Riding on Walking Types", Master's degree, Seoul University. 2014.
- [43] Y. Matsuzawa, FT. unahashi, S. Kihara, and I. Shimomura, "Adiponectin and metabolic syndrome", *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, Vol. 24, No. 1, pp. 29-33, October 2004. DOI: 10.1161/01.ATV.0000099786.99623.EF.
- [44] M. Cnop, P. J. Havel, K. M. Utzschneider, D. B. Carr, M. K. Sinha, E. J. Boyko, and S. E. Kahn, "Relationship of adiponectin to body fat distribution, insulin sensitivity and plasma lipoproteins: evidence for independent roles of age and sex", *Diabetologia*, Vol. 46, No. 4, pp. 459-469, April 2003.
- [45] C. Weyer, T. Funahashi, S. Tanaka, K. Hotta, Y. Matsuzawa, R. E. Pratley, and P. A. Tataranni, "Hypoadiponectinemia in obesity and type 2 diabetes: close association with insulin resistance and hyperinsulinemia", *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, Vol. 86, No. 5, pp. 1930-1935, May 2001. DOI: 10.1210/jcem.86.5.7463.
- [46] M. A. Ferguson, L. J. White, S. McCoy, H. W. Kim, T. Petty, and J. Wilsey, "Plasma adiponectin response to acute exercise in healthy subjects", *European journal of applied physiology*, Vol. 91, No. 2-3, pp. 324-329. October 2003. DOI: 10.1007/s00421-003-0985-1.
- [47] A. D. Kriketos, S. K. Gan, A. M. Poynten, S. M Furler, D. J. Chisholm, and L. V. Campbell, "Exercise increases adiponectin levels and insulin sensitivity in humans", *Diabetes Care* 2004. Vol. 27, No. 2, pp. 629-630. 2004. DOI: 10.2337/diacare.27.2.629.
- [48] K. I. Lim, M. H. Suk, and Y. A. Shin, "Effects of Acute Aerobic

- Exercise on Circulating Adiponectin and Inflammatory Makers in Obese Middle-Aged Women”, *Korean Journal of Health Promotion*, Vol. 12, No. 4, pp. 203-210. October 2012.
- [49] A. Z. Jamurtas, V. Theocharis, G. Koukoulis, N. Stakias, I. G. Fatouros, D. Kouretas, and Y. Koutedakis, “The effects of acute exercise on serum adiponectin and resistin levels and their relation to insulin sensitivity in overweight males. *European journal of applied physiology*, Vol. 97, No. 1, pp. 122-126. March 2006. DOI: 10.1007/s00421-006-0169-x.
- [50] R. S. Ahima, D. Prabakaran, C. Mantzoros, D. Qu, B. Lowell, E. Maratos-Flier, and J. S. Flier, “Role of leptin in the neuroendocrine response to fasting”, *Vol. 382, No. 6588*, pp. 250-252. July 1996. DOI: 10.1038/382250a0.
- [51] M. Rosenbaum, A. Pietrobello, J. R. Vasselli, S. B. Heymsfield, and R. L. Leibel, “Sexual dimorphism in circulating leptin concentrations is not accounted for by differences in adipose tissue distribution”, *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, Vol. 25, No. 9, pp. 1365-1371, September 2001. DOI: 10.1038/sj.ijo.0801730.
- [52] T. J. Kieffer, R. S. Heller, and J. F. Habener, “Leptin receptors expressed on pancreatic β -cells”, *Biochemical and biophysical research communications*, Vol. 224, No. 2, pp. 522-527. July 1996. DOI: 10.1006/bbrc.1996.1059.
- [53] D. A. Essig, N. L. Alderson, M. A. Ferguson, W. P. Bartoli, and J. L. Durstine, “Delayed effects of exercise on the plasma leptin concentration”, *Metabolism*, Vol. 49, No. 3, pp. 395-399. March 2000. DOI: 10.1016/S0026-0495(00)90396-2.
- [54] S. A. Youn, and S. K. Choi, “The effects of acute exercise on appetite regulatory peptides hormones”, *The Korea Journal of Sports Science*, Vol. 24, No. 1, pp. 985-995. 2015.
- [55] M. S. Hickey, J. A. Houmard, R. V. Considine, G. L. Tyndall, J. B. Midgette, K. E. Gavigan, ... and J. F. Caro, “Gender-dependent effects of exercise training on serum leptin levels in humans”, *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, Vol. 24, No. 1, pp. 272(4), E562-E566. April 1997. DOI: 10.1152/ajpendo.1997.272.4.E562.
- [56] J. S. Flier, “Leptin expression and action: new experimental paradigms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 94, No. 9, pp. 4242-4245, April 1997. DOI: 10.1073/pnas.94.9.4242.
- [57] A. Bouassida, K. Chamari, M. Zaouali, Y. Feki, A. Zbidi, and Z. Tabka, “Review on leptin and adiponectin responses and adaptations to acute and chronic exercise”, *British journal of sports medicine*, Vol. 44, No. 9, pp. 620-630. 2010. DOI: 10.1136/bjsm.2008.046151.
- [58] C. B. Hong, and K. J. Kim, “Associations of Body Composition and Blood Levels Cytokines with Blood Level of PAI-1 in Adults”, *Journal of sport and Leisure Studies*, Vol. 32, pp. 1091-1100. 2008 .
- [59] P. J. Morris N. Finer, and Van C. J. Blerk, “The effect of moderate exercise on plasminogen Activator in obese vs non obese sedentary males”, *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 33, No. 5, pp. S78. 2001.
- [60] T. Baynard, H. M. Jacobs, C. M. Kessler, J. A. Kanaley, and B. Fernhall, “Fibrinolytic markers and vasodilatory capacity following acute exercise among men of differing training status”, *European journal of applied physiology*, Vol. 101, No. 5, pp. 595-602, August 2007. DOI: 10.1007/s00421-007-0534-4.
- [61] C. J. Womack, F. M. Ivey, A. W. Gardner, and R. F. Macko, “Fibrinolytic response to acute exercise in patients with peripheral arterial disease”, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 33, No. 2, pp. 214-219, Feb 2001. DOI: 10.1097/00005768-200102000-00007.
- [62] P. Rissanen, E. Vahtera, T. Krusius, M. Uusitupa, and A. Rissanen, “Weight change and blood coagulability and fibrinolysis in healthy obese women”, *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, Vol. 25, No. 2, pp. 212-218. March 2001. DOI: 10.1038/sj.ijo.0801540.
- [63] C. Held, P. Hjemdahl, N. Rehnqvist, N. H. Wallén, I. Björkander, S. V. Eriksson, ... and B. Wiman, “Fibrinolytic variables and cardiovascular prognosis in patients with stable angina pectoris treated with verapamil or metoprolol: Results from the angina prognosis study in stockholm”, *Circulation*, Vol. 95, No. 10, pp. 2380-2386. May 1997. DOI: 10.1161/01.CIR.95.10.2380.
- [64] Z. Xing, J. Gaudie, G. Cox, H. Baumann, M. Jordana, X. F. Lei, and M. K. Achong, “IL-6 is an anti inflammatory cytokine required for controlling local or systemic acute inflammatory responses”, *The Journal of clinical investigation*, Vol. 101, No. 2, pp. 311-320. January 1998. DOI: 10.1172/JCI1368.
- [65] P. Dandona, R. Weinstock, K. Thusu, E. Abdel-Rahman, A. Aljada, and T. Wadden, “Tumor necrosis factor- α in sera of obese patients: fall with weight loss”, *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, Vol. 83, No. 8, pp. 2907-2910. August 1998. DOI: 10.1210/jcem.83.8.5026.
- [66] D. F. Geffken, M. Cushman, G. L. Burke, J. F. Polak, P. A. Sakkinen, and R. P. Tracy, “Association between physical activity and markers of inflammation in a healthy elderly population”, *American journal of epidemiology*, Vol. 153, No. 3, pp. 242-250. February 2001. DOI: 10.1093/aje/153.3.242.
- [67] T. Kondo, I. Kobayashi, and M. Murakami, “Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women”, *Endocrine journal*, Vol. 53, No. 2, pp. 189-195. 2006. DOI: 10.1507/endocrj.53.189.
- [68] P. Balagopal, D. George, N. Patton, H. Yarandi, W. L. Roberts, E. Bayne, and S. Gidding, “Lifestyle-only intervention attenuates the inflammatory state associated with obesity: a randomized controlled study in adolescents”, *The Journal of pediatrics*, Vol. 146, No. 3, pp. 342-348. March 2005. DOI: 10.1016/j.jpeds.2004.

- 11.033.
- [69] J. Y. Cho and S. D. Oh, "The Effects of Blood Lipid and Vascular Inflammation Cytokine on Combined Exercise Intensity in the Post Menopausal Obese Women", *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol. 52, No. 2, pp. 641-652. May 2013. DOI: 10.51979/KSSLS.2013.05.52.641.
- [70] S. E. Smith, J. Li, K. Garbett, K. Mirnics, and P. H. Patterson, (2007). Maternal immune activation alters fetal brain development through interleukin-6. *The Journal of Neuroscience*, Vol. 27, No. 40, pp. 10695-10702. October 2007. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2178-07.2007.
- [71] S. S. Lee, and Y. S. So, "Effect of HSP-70, Indices of Muscle Damage and Pro-inflammatory Cytokine on Type of Recovery Treatment after Performing Submaximal Rowing Ergometer", *The Korean Journal of Physical Education*, Vol. 52, No. 2, pp. 513-521. May 2013.
- [72] D. A. Papanicolaou, J. S. Petrides, C. Tsigos, S. Bina, K. T. Kalogeras, R. Wilder, P. W. Gold, P. A. Deuster, and G. P. Chrousos, "Exercise stimulates interleukin-6 secretion: inhibition by glucocorticoids and correlation with catecholamines", *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, Vol. 271, No. 3, pp. E601-E605. September 1996. DOI: 10.1152/ajpendo.1996.271.3.E601.
- [73] H. Ullum, P. M. Haahr, M. Diamant, J. Palmo, J. Halkjaer-Kristensen, and B. K. Pedersen, "Bicycle exercise enhances plasma IL-6 but does not change IL-1 alpha, IL-1 beta, IL-6, or TNF-alpha pre-mRNA in BMNC", *Journal of Applied Physiology*, Vol. 77, No. 1, pp. 93-97, July 1994. DOI: 10.1152/jappl.1994.77.1.93.
- [74] A. H. Berg, and P. E. Scherer, "Adipose tissue, inflammation, and cardiovascular disease", *Circulation research*, Vol. 96, No. 9, pp. 939-949, May 2005. DOI: 10.1161/01.RES.0000163635.62927.34.
- [75] H. Ruan, and H. F. Lodish, "Insulin resistance in adipose tissue: direct and indirect effects of tumor necrosis factor- α ", *Cytokine and growth factor reviews*, Vol. 14, No. 5, pp. 447-455. October 2003. DOI: 10.1016/S1359-6101(03)00052-2.
- [76] H. S. Rhun and H. T. Roh, "Effects of High Intensity Exercise on Inflammatory Responses in Athletes and Healthy Individuals", *The Asian Journal of Kinesiology*, Vol. 13, No. 3, pp. 53-62. 2011.
- [77] A. Dvořáková-Lorenzová, P. Suchánek, P. J. Havel, P. Stávek, L. Karasová, Z. Valenta, J. Tintera, and R. Poledne, "The decrease in C-reactive protein concentration after diet and physical activity induced weight reduction is associated with changes in plasma lipids, but not interleukin-6 or adiponectin", *Metabolism*, Vol. 55, No. 3, pp. 359-365, March 2006. DOI: 10.1016/j.metabol.2005.09.010.
- [78] N. R. Liburt, A. A. Adams, A. Betancourt, D. W. Horohov, and K. H. McKeever, "Exercise-induced increases in inflammatory cytokines in muscle and blood of horses", *Equine Veterinary Journal*, Vol. 42, No. s38, pp. 280-288, November 2010. DOI: 10.1111/j.2042-3306.2010.00275.x.
- [79] C. Brockett, N. Warren, J. E. Gregory, D. L. Morgan, and U. Proske, "A comparison of the effects of concentric versus eccentric exercise on force and position sense at the human elbow joint", *Brain research*, Vol. 771, No. 2, pp. 251-258, October 1997. DOI: 10.1016/S0006-8993(97)00808-1.
- [80] J. P. Drenth, S. H. Van Uum, Van M. Deuren, G. J. Pesman, J. Van der Ven-Jongekrijg, and J. W. Van der Meer, "Endurance run increases circulating IL-6 and IL-1ra but downregulates ex vivo TNF-alpha and IL-1 beta production", *Journal of applied physiology*, Vol. 79, No. 5, pp. 1497-1503, November 1995. DOI: 10.1152/jappl.1995.79.5.1497.
- [81] S. L. Erickson, F. J. de Sauvage, K. Kikly, K. Carver-Moore, S. Pitts-Meek, N. Gillett, K. Sheehan, R. D. Schreiber, D. V. Goeddel, and M. W. Moore, "Decreased sensitivity to tumour-necrosis factor but normal T-cell development in TNF receptor-2-deficient mice", *Nature*, Vol. 372, No. 6506, pp. 560-563. December 1994. DOI: 10.1038/372560a0.

Authors



Jin-Wook Lee received B.S. degree in Korea University. in 1999. He received his M.S. degree in sports medicine Ph.D. degree in physical education from the University of Dankook in 2010 and 2017, respectively.

Dr. Lee is a Assistant Professor at the Dept. of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University, Korea. His research interests are in sports medicine, exercise prescription, sports Rehabilitation, exercise physiology.



Jong-Hwa Park received B.S. degree in Kyunghee University in 2013. He received his M.S. degree in sports psychology Ph.D. degree in sports psychology from the Dankook University and Kyunghee University

in 2015 and 2018, respectively. Dr. Park is an assistant professor at Dankook University College of Sports Sciences in Korea and teaches sports psychology and taekwondo. Research interests are sports psychology, sports sociology, and the 4th industrial revolution.