



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

이학박사 학위논문

서킷저항 운동과 수중운동이 과체중
중년여성의 노화관련 호르몬, 근 손상지표
및 스트레스 호르몬에 미치는 영향



2017년 8월

부경대학교 대학원

체 육 학 과

김 민 섭

이학박사 학위논문

서킷저항 운동과 수중운동이 과체중
중년여성의 노화관련 호르몬, 근 손상지표
및 스트레스 호르몬에 미치는 영향

지도교수 김 용 재

이 논문을 이학박사 학위논문으로 제출함

2017년 8월

부경대학교 대학원

체 육 학 과

김 민 섭

김민섭의 체육학박사 학위논문을 인준함.

2017년 8월 25일

주 심 이학박사 김 현 준



위 원 이학박사 박 찬 호



위 원 이학박사 서 정 일



위 원 이학박사 이 효 택



위 원 이학박사 김 용 재



목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	4
3. 연구의 문제	5
4. 용어의 정의	5
5. 연구의 제한점	8
II. 이론적 배경	9
1. 서킷 저항 운동의 특징	9
2. 수중 운동의 특징	10
3. 과체중 중년여성의 특징	12
4. 운동과 노화관련 호르몬	13
5. 운동과 근 손상지표	15
6. 운동과 스트레스 호르몬	16
7. 운동과 신체구성	18

Ⅲ. 연구방법	20
---------------	----

1. 연구대상	20
2. 측정도구	21
3. 측정항목 및 방법	22
4. 실험계획 및 방법	24
5. 자료처리	28

Ⅳ. 연구결과	29
---------------	----

1. 노화관련 호르몬	29
2. 근 손상지표	34
3. 스트레스 호르몬	37
4. 신체구성	42

Ⅴ. 논 의	48
--------------	----

1. 노화관련 호르몬	48
2. 근 손상지표	50
3. 스트레스 호르몬	52
4. 신체구성	54

VI. 결 론	56
---------------	----

1. 노화관련 호르몬	56
2. 근 손상지표	56
3. 스트레스 호르몬	57
4. 신체구성	57

참고문헌	59
------------	----



표 목 차

표 1. 피험자의 신체적 특성	20
표 2. 측정도구 및 용도	21
표 3. 12주간의 서킷저항 운동프로그램	26
표 4. 12주간의 수중 운동프로그램	27
표 5. 멜라토닌의 변화	29
표 6. 멜라토닌의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과	30
표 7. DHEA-s의 변화	31
표 8. DHEA-s의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과	32
표 9. GH의 변화	33
표 10. GH의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과	33
표 11. CK의 변화	34
표 12. CK의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과	35
표 13. LDH의 변화	36
표 14. LDH의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과	37
표 15. 에피네프린의 변화	38
표 16. 에피네프린의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과	38
표 17. 노르에피네프린의 변화	39
표 18. 노르에피네프린의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과 ...	40
표 19. 코티졸의 변화	41

표 20. 코티졸의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과	41
표 21. 체중의 변화	42
표 22. 체중의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과	43
표 23. 체지방률의 변화	44
표 24. 체지방률의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과	45
표 25. 근육량의 변화	46
표 26. 근육량의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과	46



그림 목 차

그림 1. 멜라토닌의 변화	30
그림 2. DHEA-s의 변화	32
그림 3. GH의 변화	34
그림 4. CK의 변화	35
그림 5. LDH의 변화	37
그림 6. 에피네프린의 변화	39
그림 7. 노르에피네프린의 변화	40
그림 8. 코티졸의 변화	42
그림 9. 체중의 변화	43
그림 10. 체지방률의 변화	45
그림 11. 근육량의 변화	47

**The Influence of Circuit Resistance Exercise and Aquatic
Exercise on Overweight Mid-aged Women's Ageing
Hormones, Muscular Damage Indicators and Stress
Hormone**

Kim, Min Seop

Department of Physical Education

The Graduate School

Pukyong National University

Directed by Professor Kim, Yong Jae, ph. D

Abstract

The purpose of this study is to apply circuit resistance exercise and aquatic exercise to overweight mid-aged women, to look into the changes in their ageing hormones (Melatonin, DHEA-s, and GH), muscular damage indicators (CK and LDH), stress hormones (catecholamine and cortisol), body compositions (weight, body fat tsyr, and muscle mass), and to find which exercise method brings about positive changes in overweight mid-aged women's ageing hormones, muscular damage indicators, stress hormones, and body compositions.

Methods : The study subjects were thirty overweight mid-aged women living in B city who had more than 25% of body fat rate. They had no health problems and had no experience of participating in any regular exercise programs. Among them, nine subjects had circuit resistance exercise; nine had aquatic exercise; and nine were in a control group.

Result : Regarding a change in melatonin before and after exercise, the group of circuit resistance exercise had a significant increase, whereas the aquatic exercise group and the control group had no significant difference. There was no significant difference between the groups.

Regarding a change in DHEA-S before and after exercise, the group of circuit resistance exercise and the aquatic exercise group had a significant increase, whereas the control group had no significant difference. And the group of circuit resistance exercise and the aquatic exercise group had a significantly higher DHEA-S than the control group.

Regarding a change in GH before and after exercise, the group of circuit resistance exercise and the aquatic exercise group had a significant increase, whereas the control group had no significant difference. And the group of circuit resistance exercise and the aquatic exercise group had a significantly higher GH than the control group.

CK was not significantly different before and after exercise, and between the groups.

Regarding a change in LDH before and after exercise, the group of circuit resistance exercise and the control group had no significant difference, whereas the aquatic exercise group had a significant decrease. The aquatic exercise group had a significantly lower LDH than the control group.

Regarding a change in catecholamine (epinephrine and norepinephrine) before and after exercise, the group of circuit resistance exercise and the control group had no significant difference, whereas the aquatic exercise group had a significant decrease. The aquatic exercise group had a significantly lower catecholamine than the group of circuit resistance exercise and the control group. Cortisol was not significantly different before and after exercise, and between groups.

Regarding a change in weight of body compositions before and after exercise, only the group of circuit resistance exercise had a significant decrease. The group of circuit resistance exercise and the aquatic exercise had a significant lower weight than the control group. With regard to a change in body fat rate before and after exercise, although the group of circuit resistance exercise and the aquatic exercise group had a significant decrease, there was no significant difference between the groups. Regarding a change in muscle mass before and after exercise, although the group of circuit resistance exercise and the aquatic exercise group had a significant increase, there was no significant difference between the groups

Conclusion: It is considered that resistance exercise is effective in order to change ageing hormones positively, and that aquatic exercise tends to be effective in order for the positive changes in muscular damage indicators and stress hormones. Nevertheless, to generalize the study results, it is necessary to apply various exercise methods for continuous research.

I. 서론

1. 연구의 필요성

평균수명의 빠른 증가로 도래된 고령화 사회는 노인인구의 비중이 증가하면서 사회경제적 구조에 많은 변화를 초래하고 있으며, 특히 건강의 문제는 노인인구의 부양 부담에서 가장 큰 비중을 차지하고 있다(한정규, 2007).

성장호르몬, 테스토스테론, 에스트로젠, DHEA, 갑상선 호르몬, 멜라토닌 등은 노화가 진행되어감에 따라 분비량이 감소하는 것으로 알려져 있다. 이러한 노화관련 지표의 악화는 노화의 가속화를 나타낼 뿐만 아니라 근육량 및 골밀도의 감소로 인한 일상생활 수행능력의 저하로 나타날 수 있다. 또한 각종 만성질환, 정신질환의 위험도를 증가시켜 노년기의 삶의 질을 떨어뜨리는 원인이 될 수 있다(김재환, 2016).

노화관련 호르몬 중 대표적인 호르몬은 성장호르몬(growth hormone), DHEA-s (dehydroepiandrosterone), 멜라토닌 호르몬(melatonin)등이 있다.

이중 성장호르몬은 40대 이후부터 점차적으로 감소하여 70~80세에 이르러 약 절반의 분비율을 나타내게 되며(성지만 등, 2012), 성장호르몬이 부족해지면 신체의 체지방량 증가, 근육량 감소, 운동능력 저하, 심혈관계 기능 저하, 골 무기질량 및 밀도 저하, 감소된 삶의 질, 노화 과정에도 관계되는 것으로 알려져 있다(Salomon et al., 1989). DHEA-s는 부신피질 자극호르몬에 의해 주로 부신에서 분비되는 호르몬으로서 고령자의 근육량과 체력수준이 높을수록 농도가 높아지고, 연령이 증가함에 따라 감소하는 특성과 함께 낮은 수준의 DHEA-s는 심혈관질환, 당뇨와 높은 연관성이 높다고 밝혀졌다(양상훈, 2014).

또한 멜라토닌은 산화적 스트레스와 염증반응을 낮춰 노화를 억제 할 수 있으며, 노화가 가속화됨에 따라 세로토닌과의 비율에서 상대적 결핍 증후현상이 나타나 신경생리에 상해를 입히는 노화과정의 주원인이 될 수 있다(박상철, 2011).

노화로 인한 호르몬의 불균형을 해소하기 위해 운동요법에 대한 연구가 다소 진행되고 있으며, 이중 저항성 운동이나(Lanfranco et al., 2003), 유무산소 복합운동은 노화 관련 호르몬에 긍정적인 영향을 미친다고 보고되었고, 노화와 멜라토닌, 면역과의 관계에 대한 지속적 연구의 필요성을 제기하였다(Antonio et al., 2005).

또한 유산소 운동을 장기간에 걸쳐 규칙적으로 실시하면 운동 부족과 관련이 높은 성인병을 예방하고 비만 해소는 물론 노화현상을 지연시킬 수 있다는 장점이 있으며(김진만, 2011), 특히 수중에서 실시되는 운동은 비만중년여성의 운동에 대한 부상 예방, 균형적인 근육의 발달 및 높은 에너지 소비를 유도하는 긍정적인 운동이라 하였다(Bates & Hanson, 1996).

운동을 통한 성장호르몬 분비 증가는 결체 조직, 근육 비대에 큰 효과를 미친다. 성장호르몬은 간에 작용하여 소마토메딘(somatomedin)의 합성 및 분비를 촉진시킴으로써 동화를 촉진하는 작용을 한다. 이러한 동화 촉진작용은 신체적 단련된 사람에게 나타나는 뼈의 굵기, 건, 인대, 근력증가와 부분적으로 관련되어 있는 것으로 생각되어지며, 지방조직에서 지방산의 유리를 돕고 혈중 지방산 농도를 산화시키며, 혈중 지방산 농도는 근육에서 연료로서 지방 이용률을 결정하는 중요한 요인이다(유정환, 2010).

여성노인을 대상으로 트레이닝의 유형에 차이를 두고 훈련을 실시한 결과 복합운동, 저항운동, 유산소운동 순으로 에스트로겐의 분비가 촉진되었다고 하였으며(한정규, 2006), 여성노인에게 12주간의 순환운동을 실시한 결과 에스트로겐의 긍정적인 개선효과를 볼 수 있었다(이종훈, 2010).

또한, 활동적인 생활습관을 가진 고령자는 좌업생활을 주로 하는 노인에 비해 DHEA-s 수준이 유의하게 높다고 보고하였으며(Frisoni et al., 2004), 남성노인에 비해 여성노인이 체력 수준이 높을수록 DHEA-s의 혈중농도가 높게 나타나(Thomas et al., 1994) 운동을 통한 체력 향상은 DHEA-s에 효과적인 영향을 미칠 수 있음을 시사하고있다.

혈중 CK와 LDH의 농도는 무산소성 대사의 활성화 지표와 운동수행에 따른 근육상해를 포함한 근육 손상지표로 사용된다(Tremblay et al., 2003).

CK와 LDH농도를 판단하는 것은 운동에 따른 근 손상을 예방하기 위해서이며, 다양한 운동강도 및 운동형태의 적용이 필요한 것으로 보고되었다(Nosaka & Clakson, 1996).

운동에 따른 근 손상지표에 대한 연구 중 태권도 선수와 대조군의 LDH와 CK 활성이 두 집단모두 1차전과 2차전에 비해 3차전 경기 후 유의하게 높아진 결과가 보고되어 운동의 형태, 시간, 강도에 따라 근 손상지표의 차이가 나타날 수 있음을 보고하였다(김우규, 1999).

최기선(2008)의 4주간의 웨이트트레이닝이 근력향상 및 혈중 근손상 지표 변화에 미치는 영향에 대해서 연구한 결과 Creatine kinase의 혈중 농도 변화는 4시간과 24시간을 제외하고는 모든 시기 유의한 차이가 나타났고, LDH는 사전·후 모두 안정 시의 낮은 수치에서 운동 후 증가하여 이후 지속적인 감소를 보였으나 안정시 만큼 회복되지는 않았다고 보고 하였다.

김자민(2014)의 다양한 운동 강도의 저항운동 시 진동적용이 염증과 근 손상지표에 미치는 영향에 대해서 연구한 결과 CK, LDH 변화에서 진동과 운동 강도와 무관하게 안정시보다 운동직후 높게 나타났고, 운동직후보다 회복 24시에 낮게 나타났다고 보고 하였다.

스트레스 호르몬 중 카테콜아민은 신체활동이 없는 사람일수록 분비량이 높게 나타나는 것으로 보고되어 있으며, 도파민(dopamine), 노르에피네프린(norepinephrine), 에피네프린(epinephrine)으로 구분되며, 심장, 혈관, 위, 면역체계 등에 부정적인 영향 및 항상성 유지에 어려움을 줄 수 있고, 육체적 활동량에 반비례하여 나타난다고 하였다(김정규, 최용철, 2014).

또한, 코티졸은 일시적으로는 외부의 스트레스에 인체가 대항할 수 있도록 필요에너지를 공급해주는 역할을 하지만 장기화되면 혈당증가, 면역력 감소, 골다공증유발 등의 질환으로 인체에 해를 주는 작용을 한다(이영지 등, 2013).

운동을 통한 코티졸 변화에 대한 선행연구 중 Vanhelder 등(1986)은 운동 형태에 따라 혈장 코티졸 농도는 무산소성 운동에서 코티졸 농도가 유의하게 증가되었으나, 유산소성 운동에서는 유의차가 나타나지 않았다고 보고하였다.

이처럼 어떠한 운동자극이 주어졌느냐에 따라 내분비계와 직접적인 연관성을 가지고 있기 때문에 운동형태의 선택이 중요한 변수로 작용될 수 있을 것이다(이채산, 이해진, 2010).

따라서 과체중 중년여성이 수행하기에 적합한 저항운동방법으로 고안한 서킷저항성운동과 과체중 중년여성이 수행하기에 안전성이 높은 것으로 보고된 수중운동(김찬희 등, 2012)을 각각 적용시켜 수중 운동과 서킷 저항 운동의 효과차이를 검증함으로써 과체중 중년여성의 노화관련 호르몬, 근 손상지표 및 스트레스 호르몬의 긍정적 변화를 위한 효과적인 운동 형태를 알아보는 것은 의미 있는 연구가 될 수 있을 것으로 판단된다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 과체중 중년여성을 대상으로 각각 구분하여 서킷저항 운동과 수중 운동을 실시함으로써, 노화관련 호르몬(Melatonin, DHEA-S, GH), 근 손상지표(CK, LDH), 스트레스 호르몬(카테콜아민, 코티졸), 신체구성(체중, 체지방량, 근육량)의 변화를 살펴봄으로써 어떠한 운동법이 과체중 중년여성의 노화관련 호르몬, 근 손상지표, 스트레스 호르몬, 신체구성에 긍정적인 변화를 나타낼 수 있는 방법인지를 알아보기 위함이다.

3. 연구의 문제

본 연구에서 밝히고자 하는 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

- 1) 12주간 서킷 저항 운동과 수중 운동을 각각 실시하여 노화관련 호르몬에 미치는 영향을 밝힌다.
- 2) 12주간 서킷 저항 운동과 수중 운동을 각각 실시하여 근 손상지표에 미치는 영향을 밝힌다.
- 3) 12주간 서킷 저항 운동과 수중 운동을 각각 실시하여 스트레스 호르몬에 미치는 영향을 밝힌다.
- 4) 12주간 서킷 저항 운동과 수중 운동을 각각 실시하여 신체구성에 미치는 영향을 밝힌다.

4. 용어정리

1) 성장호르몬(growth hormone): 뇌하수체 전엽에서 분비되고 단백질, 당질 및 지질의 신진대사에 직접적으로 작용하여 골격 및 내장의 성장속도를 조절한다 (Norman et al., 1997). 1958년 Raben이 인간의 뇌하수체로부터 추출한 성장호르몬을 성장호르몬 결핍성 (Growth hormone deficiency; GHD) 저신장 환아에 투여하여 뚜렷한 성장촉진 효과를 보고한 이후 성장호르몬의 수요는 점진적으로 증가하고 있다.

2) DHEA-s(dehydroepiandrosterone): 스테로이드 호르몬으로 콜레스테롤로부터 합성된다. 소아기부터 생산되나 사춘기 때 급속도로 생산이 증가하여 20대에 최고 혈중 농도에 도달한다. 그 후 감소하기 시작하여 일반적으로 1년에 혈중농도가 2%씩 감소하고 70~80대에는 최고 시절의 10~20%만 남게 된

다. 이러한 변화는 대사 변화에 의한 것이 아니고 노화에 따라 부신에서 분비가 감소하기 때문이다.

DHEA-s는 간에서 황산화가 일어나 DHEA-s형태로 혈액 내를 순환하게 된다. 이는 대부분이 부신피질에서 생산되고 적은 양이 고환에서 생산되며 ACTH와 뇌하수체에 의해서 조절된다. 혈장 DHEA-s 수치는 DHEA보다 약 1,000배 높고 Cortisol보다 약 10배 높다. DHEA와 달리 DHEA-s는 일중 변화가 거의 없으며 제거율도 낮다(김성덕, 2013).

3) 멜라토닌 호르몬(melatonin Hormone): 송과선은 척추동물 간뇌의 등면에 돌출해있는 내분비선으로 머리의 두피를 통하여 들어오는 빛을 흡수하여 밤과 낮의 길이나 계절에 따른 일조시간의 변화를 만드는 광주기가 생식활동의 일주성 연주성의 생체리듬을 관여하는 호르몬이다(홍승연, 2013).

4) CK(creatine kinase): ATP-PC 시스템을 조절하는 조효소이고 운동 시 근육 조직의 에너지 기질(ATP, glycogen)의 고갈세포 내 저장소중 대사과정에서 생성된 free radical의 증가로 인해 세포막 투과성의 향진이 원인이 되어 증가하게 된다. 근육 조직이 손상되면 세포막 투과성이 증가하고 이에 따라 CK가 세포 간질액으로 이동하기 때문에 혈중 농도가 높아진다. 혈중 CK 농도는 근육 질환, 근육 손상을 추정하는 지표로 사용된다(곽은희, 2009).

5) LDH(lactate dehydrogenase): 당질의 이화 및 동화작용의 평형을 이루는 주 효소로 고강도 운동자극에 의한 직접적인 세포막의 파괴 및 조직괴사 스트레스에 의한 지질과산화 등에 의하여 세포막의 투과성이 증가되면 세포질내의 LDH가 혈중으로 방출된다(이민선, 2007).

6) 노르에피네프린(norepinephrine): 천연산 카테콜아민(catecholamine)의 한 종류로서, 아드레날린 작동성 신경(adrenergic nerve)의 주요 신경전달물질이다. 교감신경계의 신경전달 작용을 하는 부신수질에서 에피네프린과 함께 추출되는 호르몬이다(유주연, 2009).

7) 에피네프린(epinephrine): 에피네프린은 뇌만이 아니고 부신수질에서도 분비되며 활동에 필요한 혈액과 산소 공급을 높여주기 위해 심장 박동을 증가시켜 혈압을 적당하게 유지해 주는 호르몬이자 신경 전달 물질의 하나이다. 스트레스를 받거나 공포를 느끼면 대량으로 분비되어 심장과 혈관, 근육에 작용하는 등 신체를 보호하여 외부로부터의 위협에 대처하게 해준다(오화진, 2007).

8) 코티솔(cortisol): 부신 피질에 의해서 분비되는 대부분의 글루코코르티코이드(glucocorticoid)는 코티솔이라고 할 수 있다. 생리적 현상에 의해서 코티솔의 분비가 요구되면, 시상하부에서 코르티코트로픽 방출 호르몬(corticotrophic releasing hormone: CRH)이 분비되고, 뇌하수체 전엽에 작용하여 부신피질 자극 호르몬(ACTH)의 분비를 자극한다(최지화, 2011).

9) 신체구성(body composition) : 인체구성의 조직과 기관, 화학성분 즉, 간단히 말하면 단백질, 지방, 체액, 미네랄 등을 뜻하며, 일반적으로 상대적 비율을 구하는 것이다. 신체조성은 액체를 체지방과 체지방량 두 부분으로 나누어 생각한다. 체지방은 필수 지방산과 저장지방으로 분류되고 체지방량은 근육, 뼈, 각종 내장기관, 무기질, 체수분을 포함한다(이선익, 2013).

5. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

- 1) 피험자는 B광역시에 거주하는 체지방률이 30% 이상인 대상으로 하였다.
- 2) 측정 시 개인의 심리적 상태와 유전적 특성은 고려하지 못하였다.
- 3) 피험자들의 일상생활은 통제하지 못하였다.



II. 이론적 배경

1. 서킷 저항 운동의 특징

서킷 저항 운동(circuit weight training)은 서킷 운동의 원리에 웨이트 트레이닝 방법을 결합시킨 형태를 말하며, 웨이트 트레이닝이 근력, 근지구력 향상에 효과가 있는데 반해, 심폐지구력에 미치는 효과는 부족하기 때문에 이를 보완하기 위하여 서킷 트레이닝을 결합시켜 서킷 웨이트 트레이닝 방법을 개발하게 되었는데, 이러한 서킷 웨이트 트레이닝은 신체의 전반적인 체력발달을 목적으로 하고 있다(용태관, 2015).

서킷 웨이트 트레이닝은 종래의 무산소적 저항운동에 유산소적 요소를 첨가하여 근골격계와 심폐계 등 체력의 전반적인 요인을 향상시키기 위한 방법으로 건강한 성인이나 운동선수들뿐만 아니라 성인병 환자들에게 근력과 유산소성 지구력을 개선시키기 위해서 폭 넓게 이용할 수 있다(Gettman & Haga, 1882).

근력이나 근 비대를 위한 경우 웨이트 트레이닝이 효과가 좋으나 근육계, 순환계, 신경계, 골격계 등을 향상 시키는 데는 순환법으로 호흡 순환의 지구력을 높이는 서킷 트레이닝이 효과적이다(이상훈, 2009).

세트 사이에 휴식을 끼어서 행하는 세트법을 주축으로 하는 웨이트 트레이닝은 근지구력은 높일 수 있지만, 호흡 순환지구력을 양성하기에는 매우 어려워 서킷 트레이닝이 더욱더 효과적인 것으로 보고 하였다(이정화 등, 1996).

폐경 여성을 대상으로 12주 동안 주 3회씩 반복하는 서킷 트레이닝과 약 20분간 60% 1RM에서 9가지 운동을 15초 휴식 시간을 갖으며 12회씩 반복하는 서킷 트레이닝과 약 20분간 60% HRR에서 트레드밀 걷기를 병행한 결과, 체중, BMI, 체지방량이 감소하였으며, 하지 근력과 악력이 증가 하였다

(Figuerola et al., 2011).

87명의 남녀를 대상으로 피험자를 세 집단을 무선표집 하여, 12주간 주당 3회 트레이닝 시킨 결과, 여성이 24%의 근력증가와 3.2%의 체지방 감소와 15%정도의 유산소 능력을 향상시킨다고 보고하였다(Gettman, Wand & Hogan, 1982).

성인을 대상으로 12주 동안 주 5~7회를 50% VO₂max의 강도에서 유산소성 트레이닝을 실시한 결과, 트레이닝에 의한 노르에피네프린의 감소가 나타났다(고하시 히사시, 1999).

서킷저항운동이 중년여성의 신체조성 및 체력에 미치는 영향에서 트레이닝을 실시한 실험집단이 통제집단 보다 체지방량, 체지방률, 체질량 지수에서 통계적으로 유의한 차이가 있다고 보고 하였고, 건강 체력적인 면에서도 악력, 배근력, 순발력, 근지구력에서는 증가하여 통계학적으로 유의한 차이가 있다고 보고하였다(이영민, 2005).

2. 수중 운동의 특징

수중 운동은 물이 갖는 네 가지 특성 즉, 부력, 수압, 저항, 수온을 이용하기 때문에 운동효과와 안정성이 지상운동보다 효과적이며, 특히 수중운동은 노인 여성의 건강을 예방해주며, 병의 진행속도를 제한시키며, 독립심을 증가시킨다(김수진 등, 2006; 지용석 등, 2001).

수중 운동은 지상에서 이루어지는 운동보다 분당 열량 소모량은 적으나 지방소모량은 약 2배 이상 높기 때문에 근육을 아름답게 만들며, 소모열량에 비해 발한량이 적기 때문에 수분 손실에 따른 체중감량보다는 상대적으로 체지방 분해에 의한 감량 효과가 크다(김은희, 1998).

또한 수중 운동은 체중부하에 대한 부담을 받지 않고 수행 할 수 있는 운동으로 수중에서 영법을 수행하는 것이 아니라 걷기와 뛰기 등의 동작을 수행

하는 유산소 운동이 점차대중화 되고 있다(Kazutaka & Tomihiro, 2003).

수중 운동을 통한 연구는 생리학적, 신체적, 심리학적 측면에서 연구가 이루어져 왔으며, 실제적으로 많은 부분에서 운동의 효과가 검증되었다. 생리적인 측면에서는 호흡수의 증가, 혈압의 감소, 근육으로의 혈액 공급의 증가, 근육 대사 향진, 근육과 피부 조직의 혈액순환 증진, 심박수의 증가, 신체에 생긴 부종의 감소, 말초감각의 민감도 감소, 일반적인 근 이완의 효과가 있으며, 신체적 측면에서는 근 이완증진, 통증 감각 감소, 근 경련의 감소, 관절 가동 범위의 증가, 근력과 근지구력 증가, 중력그이 감소로 인한 보행의 증가, 말초 순환의 증가 말초 순환의 증가, 호흡근의 향상, 신체 지각력과 균형 및 체간의 안정성 향상과 심리적으로는 도덕성과 자신감 향상이 있다(Bates & Hanson, 1996; White, 1995).

수중 운동을 통한 효과검증은 많은 연구들을 통해 생리학적 기전 연구가 이루어 졌다.(김경윤 등, 2007; 박인기, 한규용, 2001; 조성봉, 2007; 지용석 등, 2001).

48주간 수중 운동을 노인여성에게 실시한 지용석 등(2001)은 노인들의 성인병을 야기하는 혈중지질 측정 시, LDL-C, HDL-C, TG에 긍정적인 변화를 가져왔다고 보고하였다.

비만인 중년여성을 대상으로 12주간 수중운동을 실시한 연구에서 수중 운동 후 체지방률과 체지방량 그리고 혈중지질 성분 중 총 콜레스테롤과 HDL-C은 증가하고 LDL-C 및 중성지방에서 감소하였고 모두 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(강대관, 2001).

김희철과 최종환(2007)은 고령 비만여성에게 12주간 수중 복합운동을 실시한 연구결과 LDL-C와 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 위험인자인 호모시스테인(homocysteine)농도에 긍정적인 영향을 끼치는 것으로 보고하였다.

3. 과체중 중년여성의 특징

과학의 발달로 인한 평균 수명의 연장으로 중년 여성의 인구 층이 두터워지고 인생 주기에서 중년이 차지하는 비중이 커지게 되었다(차영남 등, 1995).

연령이 증가할수록 생리적 기능면에서 예비력이 떨어져 보통 20세의 체력을 기준으로 할 때 45세에서는 70%정도로 감소하므로 대상자의 체력적 특성을 고려한 운동처방이 이루어져야 한다(체육과학연구원, 1999).

여성은 신체적 노화에 따른 폐경기를 경험하고 운동부족, 영양 등의 영향과 내분비계의 기능저하로 인하여 신체의 전반적인 퇴행현상이 진행되고 비만으로 인한 유방암, 자궁내막염과 같은 여성관련 암, 심혈관 질환, 제 2형 당뇨병, 뇌졸중 등에 의한 조기 사망위험과 밀접한 관련이 있다고 알려져 있다(강선영, 2007).

여성은 급속하게 증가되어 노년에 이르러서도 여성이 남성보다 체중 당 지방량 함유 비율이 높고, 여성의 피하지방 분포는 유방부, 배꼽부, 대퇴상부, 후하퇴부에 중심대를 이루어 주변으로 확산되며 상호 유합하여 전신으로 분포되며, 피하지방의 다과가 여성 특유의 체형 형성에 영향을 미친다(김재수, 2003).

중년기 여성은 신체적으로 모든 기관의 기능 감퇴, 노화 및 호르몬 변화로 폐경을 경험하고, 정신·사회적으로는 자녀의 독립에 따른 역할 변화와 더불어 역할 갈등, 상실감, 고립, 위축 등의 정서적 문제들을 겪기 때문에 성인이나 노인과는 다른 발달 단계의 특성을 고려한 차별화가 필요하다(김미희 등, 1999).

중년기 여성은 스트레스 정도가 높은 연령군이며 남성보다 외모상의 이유로 비만에 대한 거부감이 높고 체중에 대한 관심과 의지가 높아 체형의 변화와 같은 신체적 변화들에 민감하게 반응하며 이로 인해 체중조절행위를 하게 된다(Gardner, Friedman & Jackson, 1999).

최근에는 세계보건기구(WHO)에서도 이미 비만을 치료가 필요한 비(非)전염성 질병으로 규정하고 21세기 인류건강에 가장 심각한 위협 중 하나가 될 것으로 전망하고 있다(오덕자, 2005).

현대는 오래 사는 것이 목적이 아닌 건강하게 사는 '삶의 질'이 보다 강조되고 일부 연구에 의하면 많은 비만 환자들은 낮은 삶의 질의 형태를 보이고 지나친 체중 과다는 심리적 측면보다 신체적인 장애가 더욱 심하게 나타나 비만환자에서 체중조절을 시도하여 체중 감량을 했을 때 삶의 질이 개선되는 것으로 나타났다(이창범 등, 2004).

중년기 비만여성은 청소년기와 성인기와는 다른 양상의 건강행위와 관련요인을 보여주고 있으며, 이에 따라 체중조절행위를 예측하기 위하여 중년기 비만여성이 삶의 질을 개선하는데 도움을 줄 것으로 사료된다.

4. 운동과 노화관련 호르몬

최근 노화와 신체활동 그리고 내분비계에 관한 연구동향은 노화를 지연하고 유지시켜 보다 건강한 삶을 영위하도록 하는 것에 초점이 맞추어져 있으며, 규칙적인 신체활동을 통하여 내분비계 항상성을 도모하기 위한 방법으로 연구가 이루어지고 있다(홍예주, 2008).

뇌하수체에서 분비되는 성장호르몬(GH)은 뇌하수체 전엽에서 분비되며 단백질, 당질 및 지질의 신진대사에 직접적으로 작용하여 골격 및 내장의 성장속도를 조절한다. 인간의 성장호르몬은 소마토포트로핀(somatotropin)으로 불리기도 하며, 191개의 아미노산 잔기와 두 개의 이황화물 결합으로 구성되어 있다. 혈액 중 순환하는 성장호르몬의 약 70%는 22 kDa의 분자량을 가진 형태이고 10%는 분자량이 20 kDa의 형태이다(Norman et al., 1997).

또한 내분비계에 의한 노화관련 호르몬 중 성장호르몬(growth hormone)은 20대 이후에 매 10년마다 14.4%씩 감소하며, 60대가되면 20대의 50%이하로,

70세에 20% 이하로 감소된다(여에스터, 2002).

DHEA-s는 다른 부신 스테로이드와 다르게, 사춘기에 급속도로 생산이 증가되며, 20대에 최고 혈청 농도에 도달하고 그 후연령 증가에 따라 1년에 2%씩 감소하여 85세 이후에는 90~95%가 감소하는 특징이 있으므로 내분비계 노화과정의 자료로 제시된다(Orentlich & Brind, 1992).

김진홍(2000)은 노인의 중추신경계 차원에서 볼 때, 노화가 진행됨에 따라 호르몬 감소가 급격히 현저해지고 중추적, 말초적인 신경시스템의 형태와 근육의 구성이 변화하게 되고, 운동결함의 증가에 따른 신경작용의 쇠퇴가 문제시되고 있으며, 뇌의 신경밀도가 감소하여 자율적인 동작의 계획과 실행에 어려움이 생긴다고 하였다.

Balcombe와 Sinclair(2001)은 노년기에 암, 동맥경화, 뇌기능 및 면역력 저해 등이 DHEA-s와 연관됨을 보고하여 DHEA-s의 감소가 노년기 건강상태와 밀접한 관련이 있음을 보여 주었다.

성장호르몬(GH)은 신체 전반에 걸쳐 성장, 발육을 촉진시키는 호르몬으로써 세포의 크기, 세포 수, 유사분열 등의 증가 또는 촉진시키는 작용 외에 신체에서 많은 대사 작용을 하는데, 노년기에 접어들면서 운동량이 줄어들어 몸안의 환경이 달라지기 때문에 성장호르몬(GH) 분비가 변하하고 이로 인해 여성의 경우 폐경기가 오면서 여성호르몬의 급격한 감소와 더불어 성장호르몬(GH)의 분비가 급격하게 감소하게 된다(김성윤, 1997).

또한 성장호르몬(GH)은 신체의 기능에 직접적인 영향을 미치며 노화의 과정에서 감소하는 것으로 알려져 있지만 운동에 의한 호르몬 분비 변화는 결체조직 및 근 비대 수준에 따라 그 양상은 달라진다(김형진, 2002).

운동이 노화의 진행을 완전히 막을 수는 없지만 진행을 지연시킬 수 있다고 하였으며, 신체 상태와 운동능력을 고려하여 각 개인에게 적절한 운동을 적용하면 노화예방 및 체력증진에 긍정적인 영향을 주어 효과적이라 할 수 있다(Kligman & Pepin, 1992).

규칙적인 운동이나 신체활동은 성장호르몬(GH)의 분비를 촉진시키는 효과가 있으며(Synder, Peachey & Hannoush, 2003), 오래달리기, 등산, 수영 등과 같은 유산소 운동이나 웨이트 트레이닝과 같은 저항 운동을 규칙적으로 할 경우 성장호르몬이 유의하게 증가한다(kraemer et al., 2001).

Wideman 등(2002)도 운동 경력이 많을수록 유의한 증가 수준이 나타났으며, 이는 운동에 의한 운동 적응력이 성장호르몬의 단백질 동화작용으로 인한 근육증가와 함께 노화 억제 요인으로 제시될 수 있음을 보고한 바 있다.

따라서 중년여성들에게 규칙적인 신체활동이나 운동을 실천할 수 있는 기회를 제공함으로써 성장호르몬(GH), DAEH-s, 멜라토닌 등과 같은 노화관련 호르몬 분비 감소 속도를 지연시켜 수명 연장 및 삶의 질을 개선하는데 도움을 줄 것으로 사료된다.

5. 운동과 근 손상지표

유·무산소성 에너지 시스템에서 해당 및 산화계에 관련된 효소 활성도는 다양하게 보고되고 있다. 이는 각기 독특한 특성을 지니고 있으며 각종 스포츠 상황에서 야기되는 신체의 스트레스, 에너지 시스템에 대한 에너지 동원형태 및 근섬유 동원양상을 판단할 수 있는 중요한 지표로 활용되고 있다.

특히, 혈청(serum) 효소는 근세포에서 일어나는 대사 작용을 직접적으로 알 수 있는 지표로 이용될 수 있으며 CK와 LDH 활성도는 운동에 의해 활성이 증가함으로써 신체 및 근세포의 손상정도를 나타낼 수 있는 지표로 활용될 수 있을 뿐만 아니라 신체의 단련 정도에 따라 그 양상이 다양하게 나타나게 된다(김지수, 2007).

근 통증은 운동 직후의 근 통증과 지연된 근 통증(Delated Onset Muscle Soreness; DOMS)으로 나눌 수 있다. 운동 직후의 근육통은 피로의 시점까지 수행되는 격렬한 운동 중 또는 운동 직후 나타나는데 그 원인은 운동 근육에

젖산과 칼륨 같은 신진대사 산물의 실시적인 생성과 부적절한 혈액의 공급과 산소의 부족으로 인한 피로 때문(Miller et al., 2004)이라는 이론이 있으며 이것은 운동 후 혈액과 산소의 공급이 충분하면 빠르게 사라진다.

Sherman(1985)등은 CK(creatine kinase)를 이용하여 근 손상을 관찰하였고, WBC(white blood cell)와 ESR(erythrocyte sedimentation rate)을 손상 시 나타나는 염증의 지표로 이용하였다. Kuipers(1994)등은 CK의 활동성이 골격근의 손상을 나타내는 지표로서 널리 사용되고 있으나 구조적 손상의 정도를 반영하지는 못하는 것으로 인정하였다.

하지만 CK는 다른 근 단백질에 비하여 증가량이 가장 많으며 분석비용 또한 저렴하기 때문에 근 손상의 지표로서 가장 많이 이용되고 있는 물질이다(Clarkson et al., 1992).

최근에는 일반적인 수축 형태와 비교해서 고강도의 저항 운동과 내리막 달리기와 같은 이심성(eccentric)수축의 운동 형태에서 근육 손상의 간접적인 지표로 이용되고 있는 혈중 성분의 변화와 근육 손상 발생 및 지연 효과에 관한 연구결과들이 보고되고 있다(Gleeson et al., 1998; Horita et al., 1999; Nosaka et al., 2002).

6. 운동과 스트레스 호르몬

운동은 자율신경계의 회복 시간을 단축시킴으로써 효과적인 대처 시스템을 제공할 수 있으며, 장기간 동안 지속되는 스트레스에 대처할 수 있는 신체, 심리적 능력을 향상시켜 면역이 형성된다(황지선, 2008). 운동의 일반적인 효과 중 하나가 스트레스 반응의 감소이며, 여기에 기여하는 것은 대처와 면역이라 할 수 있다(Crews & Landers, 1987).

운동 자극에 반응하는 스트레스 호르몬 중 카테콜아민(Catecholamine)은 운동 강도, 운동 시간과 환경의 온도 변화에 의해 분비량의 변화를 나타내며, 심박수, 심장 수축력 증가 및 간과 근육의 글리코겐의 합성을 촉진하고 혈중으로 포도당과 지방산을 방출하는 기능 수행 등 생리적 조절에 있어 중요한 역할을 한다(박정섭, 2010). 호르몬들은 시상하부에서 방출되어 시상하부-뇌하수체 문맥을 통하여 뇌하수체 전엽의 호산성 세포에 수송하고 이러한 호르몬들은 불안, 스트레스, 운동과 같은 인자들에 의하여 시상하부로 들어가는 신경 자극이 있을 때 분비된다(한정규, 2003).

코티졸(Cortisol)은 스트레스 호르몬의 일종으로서 근육에서 단백질 합성을 감소시키며, 이화작용을 증가시키는 등 탄수화물, 지방, 단백질 대사에 영향을 미치고, 심혈관계에서는 에피네프린(epinephrine)과 노르에피네프린(norepinephrine)의 민감성을 유지해 주고, 간에서는 당 신생합성작용을 도와준다(Hakkinen & Pakarinen, 1995).

코티졸(Cortisol)은 면역기능을 유지하는 기능을 하기 때문에 각종 감염에 맞서 싸울 때도 중요한 역할을 한다. 뿐만 아니라 우리가 필요로 하는 에너지를 저장하고 필요한 경우 저장된 에너지원을 쉽게 사용하게 만드는 기능을 한다(김동연, 2009).

운동 시 분비되는 코티졸(Cortisol)의 반응은 대체적으로 단시간의 운동 시 운동시간보다 운동 강도에 크게 의존하며, 최대부하의 일정강도 이상인 고강도운동과 중강도 이상의 장시간운동에서 유의한 증가를 나타내었다고 보고되었다(McCaulley et al., 2009).

Frese(1985)는 스트레스와 공격적 감정들을 줄이는 가장 좋은 방법은 규칙적으로 운동하는 것이라고 하였으며, Luger와 Kyle(1987)는 훈련군에서 운동 전 혈장 코티졸(Cortisol)이 비훈련자 보다 높게 나타났으며, 신체훈련 정도는 주어진 절대적 운동 강도에서 HPA axis활성을 감소시킨다고 하였다.

Hartley 등(2005)은 트레이닝 전·후에 대한 장시간 운동 중 혈장 카테콜아민(Catecholamine)의 수준을 비교한 결과 트레이닝 후의 운동 중에 저하된다 하였다.

Gues(2000)는 규칙적인 유산소운동은 스트레스에 대한 생리적인 반응을 감소시키고 질병의 위험 요소들을 감소시킨다고 보고하였다.

7. 운동과 신체구성

신체조성이란, 신체를 구성하고 있는 조직과 화학성분을 의미하는 것으로서 체수분, 단백질, 체지방, 무기질의 4가지 주요 성분으로 구성되어 있다(장기주, 2008).

이를 크게 체지방과 체지방으로 구분하며, 체지방은 필수지방산과 저장지방으로 분류되고 체지방량은 근육, 뼈, 내장기관, 무기질, 체수분을 포함한다(홍수기, 2009). 체지방을 분류하기 위해서는 상대체지방(% Body Fat)을 사용한다. 남녀의 상대적 체지방 기준은 남자의 경우 평균 15%이고 여자의 경우는 25%이다. 한 개인의 질병의 위험에 노출되는 비만의 기준은 남자의 경우 20%이고 여자의 경우 30% 이상일 때를 말한다. 너무 적은 비아 함량의 부족으로 질병의 위험에 노출될 수 있는 최소한의 지방수준은 남자는 5% 이하, 여자는 8% 미만을 의미한다(장영민, 2013).

운동은 체중과 신체조성에 좋은 결과를 가져올 뿐만 아니라 특히, 비대성 비만자나 정상 체중자에게 일관성은 없으나 지속적으로 꾸준히 실시하는 운동은 체지방을 감소시킨다(Brownell et al, 1980; Pacy & Webster et al., 1986).

지방 축적정도가 높은 중년기의 지방축적은 영양의 과잉섭취와 운동부족으로 인하여 비만세포가 비대해져서 총 지방량이 증가한 것이므로 지속적인 식이요법과 유산소 운동을 규칙적으로 하는 것이 체지방 감소는 물론 체지방을 증가시키는 효과가 있다고 하였으며(Katch, 1983), 지구성 훈련으로 체지방이

약 3.8%까지 감소하였다고 보고하고 있다. 또한 체지방은 짧은 기간의 운동보다는 조깅과 같은 장기간 유산소 운동으로 크게 감소한다(Pollock et al., 1977).



Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 B광역시에 거주중인 체지방률이 25%가 넘는 과체중 중년여성을 대상으로 하였다. 선정된 대상자들은 건강에 이상이 없고, 규칙적인 운동프로그램에 참여한 경험이 없는 30명을 대상으로 하여 서킷 저항 운동 9명, 수중운동 9명, 대조집단 9명으로 하였다. 피험자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 신체적 특성

구분	인원(n)	연령(yrs)	신장(cm)	체중(kg)	체지방률(%)
서킷저항운동집단	9	40.55±5.36	160.01±3.42	63.85±3.34	32.66±3.77
수중운동집단	9	41.56±4.41	159.12±5.41	61.41±4.48	31.66±3.60
대조집단	9	41.33±5.76	161.25±4.64	65.56±3.02	33.77±4.73

측정값=평균±표준편차

2. 측정도구

측정도구 및 용도는 <표 2>와 같다.

표 2. 측정도구 및 용도

	기기	모델명	제조국	용도
노화관련 호르몬	멜라토닌	Cobas MIRA	미국	멜라토닌분석
	DHEA-S	Toshiba YBA-200 FRNEO	일본	DHEA-S분석
	GH	DPC-Immulite 2000	미국	GH분석
근 손상지표	CK	GC/MS Finnigan GCQ 800 with auto sampler	미국	CK분석
	LDH	High-Performance liquid Chromatography Neuroblastoma Analyzer	미국	LDH분석
스트레스 호르몬	카테콜아민	HPLC System by Bio-RAD	미국	카테콜아민분석
	코티졸	γ -counter	미국	코티졸분석
체중				
신체구성	체지방량	In-body 3.0	한국	신체구성분석
	근육량			

3. 측정항목 및 방법

1) 측정항목

- (1) 노화관련 호르몬 : 멜라토닌, DHEA-s, GH
- (2) 근 손상지표 : CK, LDH
- (3) 스트레스 호르몬: 카테콜아민, 코티졸
- (4) 신체조성 : 체중, 체지방률, 근육량

2) 측정방법

(1) 채혈 및 분석방법

혈액분석 및 채취는 S의료재단에 의뢰하였고, 피험자들을 8시간 이상의 야간 공복을 유지시켜 식이의 영향을 최소화하고 채혈 전 24시간이내의 운동을 금지하여 측정변인에 미치는 영향을 최소화하였다.

혈액채취의 사전검사는 웨이트트레이닝 실시 1일전에 하였고, 사후검사는 12주간의 운동을 마친 다음날에 실시하였다. 전·후 측정모두 오전 10:00시에 각각 동일하게 측정하였으며, 주정맥에서 16ml를 동시 채혈하여 노화관련호르몬, 근 손상지표 및 스트레스호르몬을 각각 분석하였다.

① 노화관련 호르몬 분석

성장호르몬은 전혈에서 혈청, 혈장분리 후 냉장으로 검체를 보관하고 GH Daiichi kit(Daiichi Radioisotope Laboratories, LtdJapan)를 사용하여 비 경쟁 반응(IRMA: Immuno radiometric assay)방법으로 측정하였으며, 고상법(solid phase)으로 항체가 피복된 구슬(Beads)에 항원(GH)을 반응시킨 후 음표 지향체(^{125}I -AntiGH)를 반응시켜 검체의 GH를 알리는 Sandwich 원리를 이용하

였다. DHEA-s분석은 radioactive I 125 labeled DHEA-S 04를 1.0ml넣고 섞은 후 37°C water bath에서 30분 동안 배양하며, 이때 DHEA-s에 대한 교차반응은 100%로 하였고, 시약은 Diagnostic products Co, Coat-a-count DHEA-sulfate로 하였다.

Melatonin은 RIA검사로 튜브에 모아진 standard control plasma sample을 효소용액에 50u ul씩 분주하고 섞은 다음 37°C에서 2시간동안 배양시킨다. Assay buffer를 모든 튜브에 50ul씩 분주하여 혼합 후 실온(20~27°C)에서 약 36~48시간동안 반응시킨 후 다시 원심분리기로 상온 약 2~8°C에서 15~30분간 3000rpm으로 원심분리시켜 상층을 decant 시킨다. 시약은 IBL, Germany로 하였다.

② 근 손상지표 분석

근 손상지표 분석절차는 원심분리기를 이용하여 2500-3000 RPM의 속도로 15-20분간 원심 분리한 후 혈청 분리관으로 검사에 필요한 부분만을 다시 추출하였다. CK(creatine kinase)분석은 자동 생화학 분석기(HITACHI 747, JAPAN), LDH(lactate dehydrogenase)분석은 자동생화학분석기(Hitachi 7600-110 /7170 , Japan)를 이용하여 실시하였다.

③ 스트레스 호르몬 분석

카테콜아민 분석은 HPLC(High performance liquid chromatography)를 이용하여 다음과 같이 검사를 실시하였다.

혈장 2ml와 4M HClO₄를 vortex mixing후 원심분리를 실시한 후 상층을 취하여 Tris buffer, alumina 50mg을 가하고 10분 동안 강하게 shaking 하였으며, 원심 분리하여 상층제거 후 D.W로 alumina를 3회 washing을 실시하였다. 이후 3000rpm으로 2분간 원심분리한 후 상층의 DW를 완전히 제거하고 0.1 M HClO₄를 가한 후 가볍게 mixing 하여 5분간 방치한 후 3000rpm으로 2분간 원심 분리하여 상층을 0.2um membrane filter에 여과하여 HPLC에

injection 하였다.

코티졸의 수집검체는 vacutainer system을 이용하여 혈액을 채취한 후 상층액만을 분리 DSL에서 제조한 전용 kit 와 t Cortisol [1-125]를 이용하여 γ -counter로 분석하였다.

④ 신체구성 분석

체성분 분석기인 In-body 3.0(Biospace사, Korea)을 사용하였으며, 측정을 위하여 시계 및 귀금속을 탈거한 후 속옷차림으로 체중(Kg), 체지방률(%), 근육량(Kg)을 측정하였다.

4. 실험계획 및 방법

1) 실험설계

12주간 각 집단별 웨이트 트레이닝의 강도를 각각 다르게 적용하여 노화관련 호르몬(Melatonin, DHEA-S, GH), 근 손상지표(CK, LDH), 스트레스 호르몬(카테콜아민, 코티졸), 신체조성(체중, 체지방률, 근육량)을 각 측정방법에 의거하여 사전검사를 실시하였다.

2) 운동프로그램

서킷저항운동은 1-4주는 운동프로그램에 대한 신체적응을 위하여 1RM의 30% 운동 강도로 2set 실시하였으며, 5~8주는 1RM의 40% 강도로 3set, 9-12주는 1RM의 50%의 운동 강도로 3set를 실시하였다.

반복횟수는 모두 8~12회 사이를 실시하는 것을 원칙으로 하였으며, 웨이트 트레이닝에서의 이러한 반복횟수의 범위설정은 RPE에 준하여 개인체력수준에 따라 나타날 수 있는 차이를 고려했기 때문이다. 또한 2주마다 1RM의 재측정을 실시하여 최대근력을 보정하였고, 1RM의 측정방법은 피험자가 중년여성임

을 감안하여 Brzycki(1993)의 간접측정법으로 실시하였다.

수중운동은 B광역시 G수영장에서 실시하였으며, 한국아쿠아협회 부산지부 소속 전문 지도자가 프로그램을 진행하였다. 운동강도는 1~4주차는 RPE 11~12의 강도로 실시하였으며, 5~8주는 RPE 13~14로, 9~12주는 15~16의 강도로 실시하였다. 운동시간은 1~4주는 30분, 5~8주는 40분, 9~12주는 40분으로 하였다. 운동 빈도는 주 3일(월, 수, 금요일)빈도로 12주간 실시하였다.

운동프로그램은 송민선, 김수근, 유용권, 김희정, 김남초(2011)이 제시한 12주 수중 운동프로그램을 김찬희 등(2012)이 수정한 내용을 본 연구에 적합하게 수정하여 적용하였다. 구체적인 내용은 <표 4>과 같다.



표 3. 12주간의 서킷저항 운동프로그램

구분	운동부위	운동종류	운동 기간 (week)	운동 시간 (min)	RPE	set 간 휴식
준비 운동	스트레칭 5분, 트레드밀 10분(5km/h)				9-10	
본 운동	월	chest press	1-4주	30	11-12	
		대흉근 dumbbell fly				
		cable cross over				
		let pull down				
	광배근	long full	5-8주	35	13-14	30초
		one arm dumbbell low				
		squat				
	대퇴 사두	leg extension	9-12주	40	13-14	
		leg press				
		leg curl				
	대퇴 이두	good morning	5-8주	35	13-14	30초
		stipe dead lift				
		standing calf raise				
	목	donkey calf raise	9-12주	40	13-14	
		상완 one arm dumbbell curl				
		이두근 hammer curl				
	삼두근	triceps push down	9-12주	40	13-14	
		kick back				
		front raise				
	금	side raise	9-12주	40	13-14	
		back raise				
		sit up				
	복직근	crunch	9-12주	40	13-14	
		leg raise				
정리 운동	스트레칭 5분, 트레드밀 10분(5km/h)				9-10	

표 4. 12주간의 수중 운동프로그램

구분	운동종류	운동 기간 (week)	운동 시간 (min)	RPE	set 간 휴식
준비운동	• Stretching • Walking • Bounce		10	9-10	
본운동	• Bounce-front, back, slide, side				
	• Knee jogging - narrow, wide				
	• Jumping jack				
	• Scissors				
	• Side step	1-4주	30	11-12	
	• Leg curl				
	• water Tempo - half & full				
	• stride				
	• Shoulder flexion, extension				
	• 1-4week program with				
	• Jazz kick & Soccer kick				30초
	• Twist, pendulum				
	• Rocking horse	5-8주	35	13-14	
	• Side step, step & cross				
	• Ankle inversion, eversion				
	• Shoulder adduction, abduction				
	• 5-8week program with				
	• Leaping - front, side				
	• Heel cross, ankle reach	9-12주	40	13-14	
	• external rotation, internal rotation				
	• bicep curl				
정리운동	• Stretching • Walking • Bounce		10	10	

5. 자료처리

자료처리는 SPSS 19.0 Program을 사용하여 집단과 시점간의 평균 및 표준편차를 산출하였고, 평균 차 검증을 위하여 반복측정에 의한 이원변량분석(two-way ANOVA with repeated measure)을 실시하였다. 집단과 시점별 상호작용효과가 있을 경우 시점별 대응표본 t-검증을 실시하였고, 집단 간 일원변량 분석을(one-way ANOVA)을 실시하여 유의차가 나타날 경우 SNK로 사후검증을 실시하였다. 유의수준은 $p < .05$ 로 하였다.



IV. 연구 결과

본 연구는 비만 중년여성 30명을 대상으로 서킷 저항 운동10명, 수중 운동 10명, 대조군 10명으로 구분하여, 12주간 운동을 실시함으로서 노화관련 호르몬(멜라토닌, DHEA-s, GH), 근 손상지표(CK, LDH), 스트레스 호르몬(카테콜아민, 코티졸), 신체구성(체중, 체지방량, 근육량)의 변화를 살펴본 결과는 다음과 같다.

1. 노화관련 호르몬

1) 멜라토닌

집단과 시점별 멜라토닌의 변화는 <표 5>, <그림 1>와 같다. 서킷저항운동집단은 운동 전 14.44 ± 2.80 , 운동 후 15.11 ± 3.19 로 유의하게 증가하였으며, 수중운동집단은 운동 전 14.35 ± 3.12 , 운동 후 15.23 ± 3.33 로 증가하였고, 유의한 차이는 대조집단은 운동 전 15.16 ± 2.22 , 운동 후 15.00 ± 2.16 로 유지되었다.

표 5. 멜라토닌의 변화 (pg/ml)

집단	시점		<i>t</i>	<i>p</i>
	운동전	운동후		
서킷저항운동집단	14.44 ± 2.80	15.11 ± 3.19	-3.186**	.013
수중운동집단	14.35 ± 3.12	15.23 ± 3.33	-1.887	.096
대조집단	15.16 ± 2.22	15.00 ± 2.16	1.762	.116

측정값=평균±표준편차

***: $p < .001$

멜라토닌의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 6>과 같다. 멜라토닌은 시점별 유의한 차이가 나타났지만, 집단 간, 상호작용효과에서는 유의차가 나타나지 않았다.

표 6. 멜라토닌의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	p	post-hoc
Group(A)	2	1.067	.533	.034	.966	
Error	24	373.879	15.575			
Time(B)	1	2.866	2.866	7.088*	.014	
A×B	2	2.739	1.369	3.387	.051	NS
Error	24	9.704	.404			

*: $p < .05$

A: 서킷저항운동 group, B: 수중운동집단, C: 대조집단

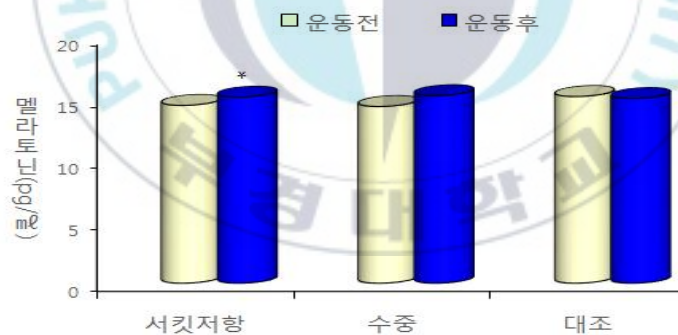


그림 1. 멜라토닌의 변화

2) DHEA-s

집단과 시점별 DHEA-s의 변화는 <표 7>, <그림 2>과 같다. 서킷저항운동집단은 운동 전 162.12 ± 21.51 , 운동 후 172.26 ± 28.68 로 유의하게 증가하였으며, 수중운동집단은 운동 전 165.45 ± 14.10 , 운동 후 169.97 ± 14.71 로 유의하게 증가되었고, 대조집단은 운동 전 154.36 ± 18.97 , 운동 후 154.85 ± 18.63 로 유의한 변화는 나타나지 않았다.

표 7. DHEA-s의 변화 (ug/dl)

집단	시점		t	p
	운동전	운동후		
서킷저항운동집단	162.12 ± 21.51	172.26 ± 28.68	-3.102*	.015
수중운동집단	165.45 ± 14.10	169.97 ± 14.71	-7.006***	.000
대조집단	154.36 ± 18.97	154.85 ± 18.63	-686	.512

측정값=평균±표준편차

*: $p < .05$, ***: $p < .001$

DHEA-s의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 8>과 같다.

DHEA-s는 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만, 시점별, 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 시점별 사후검증 결과 서킷저항운동집단과 수중운동집단에서는 유의한 증가가 나타났지만, 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았다. 집단 간 사후검증 결과차이에서는 12주간의 운동 후 서킷저항운동과 수중운동집단이 대조집단보다 유의하게 높게 나타났다.

표 8. DHEA-s의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	p	post-hoc
Group(A)	2	1982.897	991.448	1.262	.301	
Error	24	18851.708	785.488			
Time(B)	1	344.334	344.334	19.772***	.000	
Group×Time	2	211.843	105.921	6.082**	.007	A, B>C
Error	24	417.970	17.415			

*: $p < .05$, **: $p < .01$

A: 서킷저항집단, B: 수중운동집단, C: 대조집단

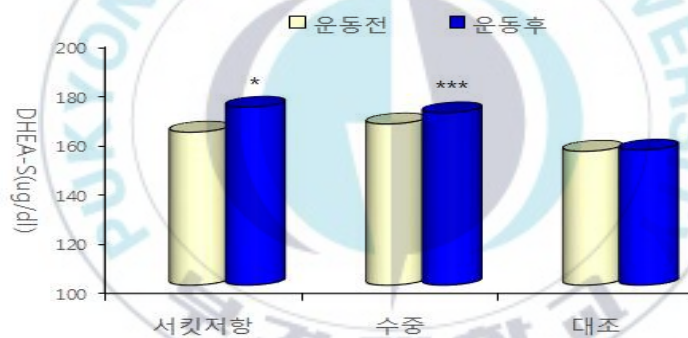


그림 2. DHEA-s의 변화

3) 성장호르몬(GH)

집단과 시점별 GH의 변화는 <표 9>, <그림 3>과 같다. 서킷저항운동집단은 운동 전 $1.83 \pm .48$, 운동 후 $2.23 \pm .55$ 로 증가하였으며, 수중운동집단은 운동 전 $1.80 \pm .54$, 운동 후 $2.24 \pm .64$ 로 증가되었고, 대조집단은 운동 전 $1.95 \pm .72$, 운동 후 $1.97 \pm .75$ 로 유지되었다.

표 9. GH의 변화

(ug/dl)

집단	시점			
	운동전	운동후	<i>t</i>	<i>p</i>
서킷저항운동집단	1.83±.48	2.23±.55	-6.496***	.000
수중운동집단	1.80 ±.54	2.24±.64	-4.845**	.001
대조집단	1.95 ±.72	1.97±.75	.367	.367

측정값=평균±표준편차

: $p < .01$, *: $p < .001$

GH의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 10>과 같다.

GH는 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만, 시점별, 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만, 시점별, 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 운동전·후 서킷저항운동집단과 수중운동집단에서는 유의한 증가가 나타났지만, 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았다. 집단 간의 차이에서는 12주간의 운동 후 서킷저항운동집단이 수중운동집단과 대조집단보다 유의하게 높게 나타났다.

표 10. GH의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과

Source	<i>DF</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F-Value</i>	<i>p</i>	<i>post-hoc</i>
Group(A)	2	.053	.027	.035	.966	
Error	24	18.474	.770			
Time(B)	1	1.064	1.064	59.425***	.000	
A×B	2	.485	.241	13.473***	.000	A, B>C
Error	24	.430	.018			

***: $p < .001$

A: 서킷저항집단, B: 수중운동집단, C: 대조집단

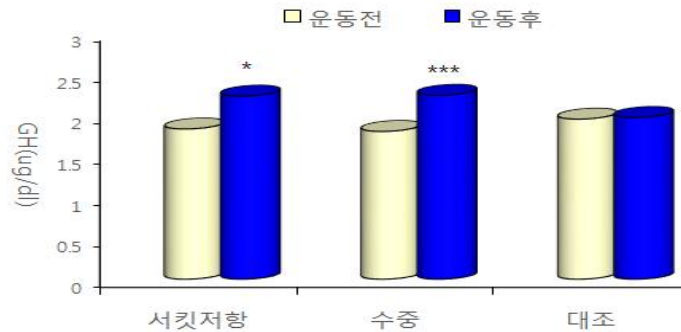


그림 3. GH의 변화

2. 근 손상지표

1) CK

집단과 시점별 CK의 변화는 <표 11>, <그림 4>과 같다. 서킷저항운동집단은 운동 전 195.44 ± 34.99 , 운동 후 190.33 ± 26.14 로 감소하였으며, 수중운동집단은 운동 전 186.11 ± 56.60 , 운동 후 162.33 ± 27.95 로 감소되었고, 대조집단은 운동 전 183.77 ± 18.22 , 운동 후 183.04 ± 18.26 로 유지되었다.

표 11. CK의 변화 (ng/ml)

집단	시점		<i>t</i>	<i>p</i>
	운동전	운동후		
서킷저항운동집단	195.44 ± 34.99	190.33 ± 26.14	.782	.457
수중운동집단	186.11 ± 56.60	162.33 ± 27.95	2.986*	.042
대조집단	183.77 ± 18.22	183.04 ± 18.26	1.811	.108

측정값=평균±표준편차

CK의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 12>과 같다.

CK는 시점별 유의차가 나타났지만 집단 간, 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

표 12. CK의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	p	post-hoc
Group(A)	2	3136.250	1568.125	.822	.451	
Error	24	45767.767	1906.990			
Time(B)	1	1316.214	1316.214	4.711*	.040	
A×B	2	1347.984	673.992	2.412	.111	NS
Error	24	6705.122	279.380			

*: $p < .05$

A: 서킷저항운동 group, B: 수중운동집단, C: 대조집단

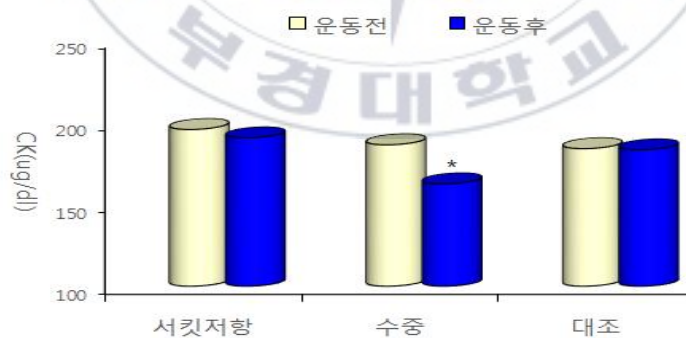


그림 4. CK의 변화

2) LDH

집단과 시점별 LDH의 변화는 <표 13>, <그림 5>와 같다. 서킷운동집단은 운동 전 150.55 ± 26.23 , 운동 후 148.66 ± 30.92 로 감소하였으며, 수중운동집단은 운동 전 149.44 ± 22.77 , 운동 후 136.42 ± 19.76 로 감소하였고, 대조집단은 운동 전 162.55 ± 27.06 , 운동 후 162.03 ± 27.22 로 유지되었다.

표 13. LDH의 변화 (ng/ml)

집단	시점		<i>t</i>	<i>p</i>
	운동전	운동후		
서킷저항운동집단	150.55 ± 26.23	148.66 ± 30.92	.037	.715
수중운동집단	149.44 ± 22.77	136.42 ± 19.76	3.303*	.011
대조집단	162.55 ± 27.06	162.03 ± 27.22	1.728	.122

측정값=평균±표준편차

*: $p < .05$

LDH의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 14>과 같다. LDH는 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만, 시점별, 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 운동전·후 서킷저항운동집단과 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 수중운동집단에서는 유의한 감소가 나타났다. 집단 간의 차이에서는 서킷저항운동집단과 수중운동집단이 대조집단보다 유의하게 낮게 나타났다.

표 14. LDH의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	p	post-hoc
Group(A)	2	3481.874	1740.937	1.358	.276	
Error	24	30759.262	1281.636			
Time(B)	1	357.282	357.282	5.864*	.023	
A×B	2	423.103	211.552	3.472*	.047	A, B>C
Error	24	1462.240	60.927			

*: $p < .05$

A: 서킷저항운동 group, B: 수중운동집단, C: 대조집단

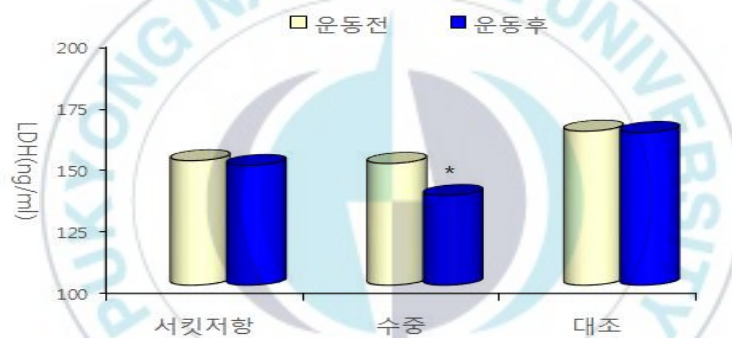


그림 5. LDH의 변화

3. 스트레스 호르몬

1) 에피네프린

집단과 시점별 에피네프린의 변화는 <표 15>, <그림 6>와 같다. 서킷저항 운동집단은 운동 전 $1.04 \pm .31$, 운동 후 $1.02 \pm .33$ 로 감소하였으며, 수중운동집단은 운동 전 $1.09 \pm .44$, 운동 후 $.78 \pm .31$ 로 감소하였고, 대조집단은 운동 전 $.89 \pm .33$, 운동 후 $.87 \pm .31$ 로 유지되었다.

표 15. 에피네프린의 변화

(pg/ml)

집단	시점		<i>t</i>	<i>p</i>
	운동전	운동후		
서킷저항운동집단	1.04±.31	1.02±.33	.307	.767
수중운동집단	1.09±.44	.78±.31	3.301*	.010
대조집단	.89±.33	.87±.31	.009	.286

측정값=평균±표준편차

*: $p < .05$

에피네프린의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 16>과 같다. 에피네프린은 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만, 시점별, 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 서킷저항운동집단과 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만 수중운동집단에서는 유의한 감소가 나타났다. 집단 간의 차이에서는 수중운동집단이 서킷저항운동과 대조집단보다 유의하게 낮게 나타났다.

표 16. 에피네프린의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	<i>p</i>	post-hoc
Group(A)	2	.201	.101	.462	.636	
Error	24	5.226	2.18			
Time(B)	1	.180	.180	7.968**	.009	
A×B	2	.253	.126	5.582*	.010	NS
Error	24	.543	.023			

*: $p < .05$

A: 서킷저항운동 group, B: 수중운동집단, C: 대조집단

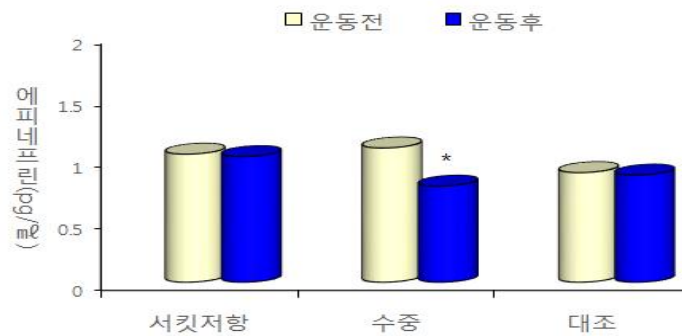


그림 6. 에피네프린의 변화

2) 노르에피네프린

집단과 시점별 노르에피네프린의 변화는 <표 17>, <그림 6>와 같다. 서킷 저항운동집단은 운동 전 $.59 \pm .19$, 운동 후 $.65 \pm .20$ 로 증가하였으며, 수중운동집단은 운동 전 $.62 \pm .19$, 운동 후 $.46 \pm .14$ 로 감소하였고, 대조집단은 운동 전 $.62 \pm .23$, 운동 후 $.62 \pm .23$ 로 유지되었다.

표 17. 노르에피네프린의 변화 (pg/ml)

집단	시점		<i>t</i>	<i>p</i>
	운동전	운동후		
서킷저항운동집단	$.59 \pm .19$	$.65 \pm .20$	-.992	.350
수중운동집단	$.62 \pm .19$	$.46 \pm .14$	2.909*	.020
대조집단	$.62 \pm .23$	$.61 \pm .25$	1.107	.031

측정값=평균±표준편차

노르에피네프린의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 18>과 같다. 노르에피네프린은 집단 간, 시점별 유의차가 나타나지 않았지만, 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 수중운동집단에서 유의한 감소가 나타났으며, 집단 간의 차이에서는 수중운동집단이 서킷저항운동과 대조집단에 비해 유의하게 낮게 나타났다.

표 18. 노르에피네프린의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	p	post-hoc
Group(A)	2	.076	.038	.542	.589	
Error	24	1.693	.071			
Time(B)	1	.014	.014	1.226	.279	
A×B	2	.122	.061	5.482*	.011	NS
Error	24	.268	.011			

** : $p < .01$

A: 서킷저항운동 group, B: 수중운동집단, C: 대조집단

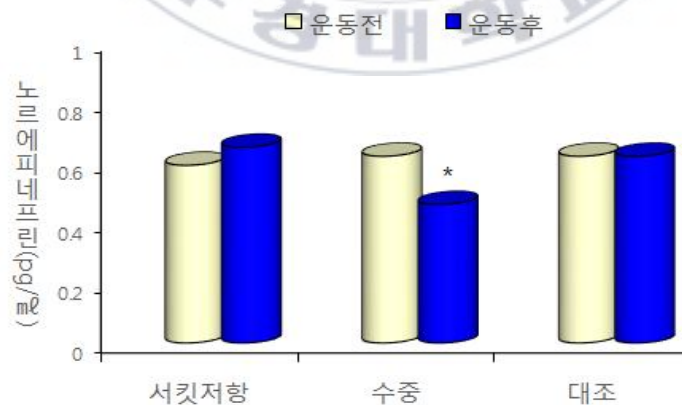


그림 7. 노르에피네프린의 변화

3)코티졸

집단과 시점별 코티졸의 변화는 <표 19>, <그림 7>와 같다. 서킷저항운동 집단은 운동 전 8.11 ± 3.06 , 운동 후 8.30 ± 3.20 로 증가하였으며, 수중운동집단은 운동 전 8.15 ± 2.38 , 운동 후 7.40 ± 1.92 로 감소하였고, 대조집단은 운동 전 7.87 ± 1.95 , 운동 후 7.89 ± 1.95 로 유지되었다.

표 19. 코티졸의 변화 (pg/ml)

집단	시점		<i>t</i>	<i>p</i>
	운동전	운동후		
서킷저항운동집단	8.11 ± 3.06	8.30 ± 3.20	-884	.403
수중운동집단	8.15 ± 2.38	7.40 ± 1.92	1.33	.219
대조집단	7.87 ± 1.95	7.89 ± 1.96	-1.530	.135

측정값=평균±표준편차

코티졸의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 20>과 같다. 코티졸은 집단 간, 시점별, 상호작용효과에서 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

표 20. 코티졸의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	<i>p</i>	post-hoc
Group(A)	2	1.850	11.678	.079	.924	
Error	24	280.275	11.678			
Time(B)	1	.452	.452	.822	.374	
A×B	2	2.279	1.139	2.072	.148	NS
Error	24	13.197	.550			

*: $p < .05$

A: 서킷저항운동 group, B: 수중운동집단, C: 대조집단

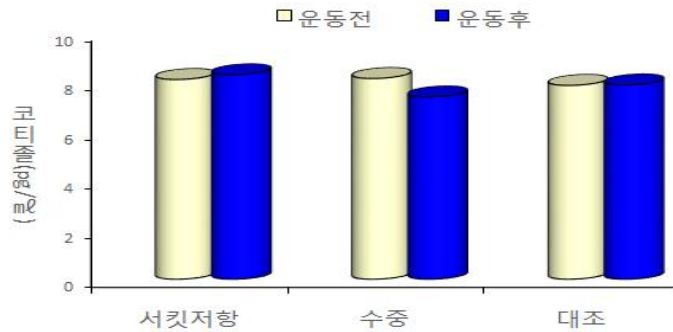


그림 8. 코티졸의 변화

4. 신체구성

1) 체중

집단과 시점별 체중의 변화는 <표 21>, <그림 9>와 같다. 서킷저항운동집단은 운동 전 63.85 ± 3.34 , 운동 후 61.76 ± 4.02 로 유의한 감소하였으며, 수중운동집단은 운동 전 61.41 ± 4.48 , 운동 후 60.16 ± 4.40 로 감소하였고, 대조집단은 운동 전 65.56 ± 3.03 , 운동 후 65.71 ± 3.20 로 유지되었다.

표 21. 체중의 변화 (kg)

집단	시점		<i>t</i>	<i>p</i>
	운동전	운동후		
서킷저항운동집단	63.85 ± 3.34	61.76 ± 4.02	5.925***	.000
수중운동집단	61.41 ± 4.48	60.16 ± 4.40	1.458	.183
대조집단	65.56 ± 3.03	65.71 ± 3.20	-.791	.452

측정값=평균±표준편차

*: $p < .05$

체중의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 22>과 같다. 체중은 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만, 시점별, 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 서킷저항운동집단은 유의한 감소가 나타났지만, 수중운동집단과 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았다. 집단 간의 차이에서는 서킷저항운동과 수중운동집단이 대조집단보다 유의하게 낮게 나타났다.

표 22. 체중의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	p	post-hoc
Group(A)	2	213.649	106.825	3.890*	.034	
Error	24	659.063	27.461			
Time(B)	1	15.254	15.254	11.470**	.002	
A×B	2	11.445	5.722	4.303*	.025	A,B<C
Error	24	31.917	1.330			

*: $p < .05$

A: 서킷저항운동 group, B: 수중운동집단, C: 대조집단

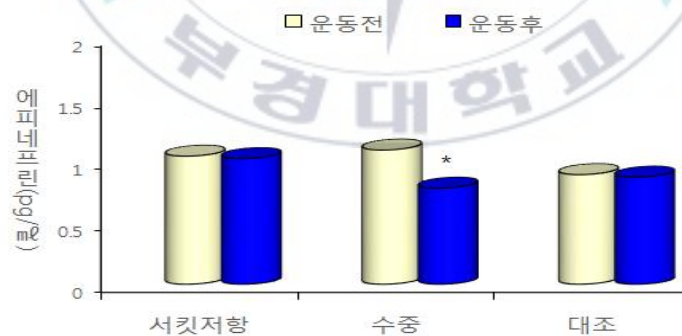


그림 9. 체중의 변화

2) 체지방률

집단과 시점별 체지방률의 변화는 <표 23>, <그림 10>과 같다. 서킷저항운동집단은 운동 전 32.66 ± 3.77 , 운동 후 30.30 ± 2.79 로 유의한 감소하였으며, 수중운동집단은 운동 전 31.66 ± 3.60 , 운동 후 30.66 ± 3.07 로 유의한 감소하였고, 대조집단은 운동 전 33.77 ± 4.73 , 운동 후 33.44 ± 4.35 로 유지되었다.

표 23. 체지방률의 변화 (%)

집단	시점		<i>t</i>	<i>p</i>
	운동전	운동후		
서킷저항운동집단	32.66 ± 3.77	30.30 ± 2.79	3.817**	.005
수중운동집단	31.66 ± 3.60	30.66 ± 3.07	2.675*	.028
대조집단	33.77 ± 4.73	33.44 ± 4.35	2.085	.071

측정값=평균±표준편차

체지방률의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 24>와 같다. 체지방률은 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만, 시점별, 상호작용효과에서는 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 서킷저항운동과 수중운동집단에서는 유의한 감소가 나타났지만, 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았다. 집단 간의 차이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

표 24. 체지방률의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	p	post-hoc
Group(A)	2	63.618	31.890	1.148	.334	
Error	24	664.768	27.699			
Time(B)	1	20.535	20.535	24.9036***	.000	
A×B	2	9.670	4.835	5.864**	.008	NS
Error	24	19.790	.825			

** : $p < .01$

A: 서킷저항운동 group, B: 수중운동집단, C: 대조집단

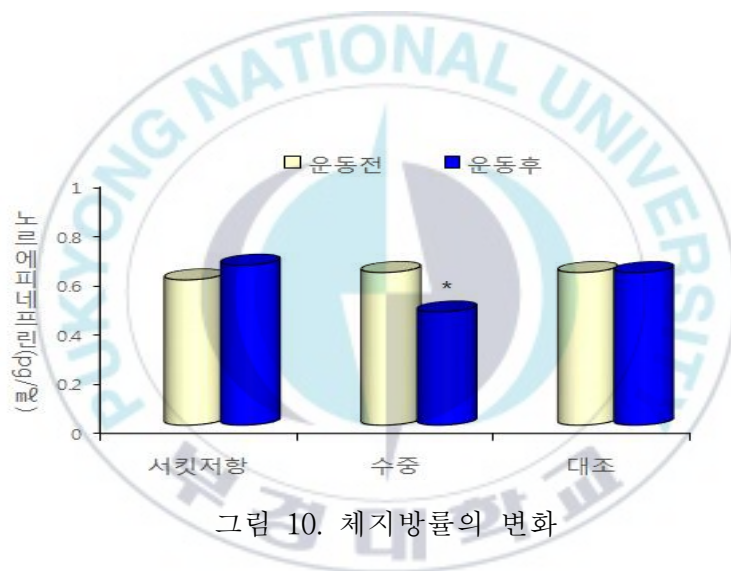


그림 10. 체지방률의 변화

3) 근육량

집단과 시점별 근육량의 변화는 <표 25>, <그림 11>과 같다. 서킷저항운동집단은 운동 전 42.40 ± 4.02 , 운동 후 43.46 ± 4.31 로 유의한 증가하였으며, 수중운동집단은 운동 전 39.96 ± 4.22 , 운동 후 40.75 ± 4.08 로 유의한 증가하였고, 대조집단은 운동 전 41.63 ± 4.29 , 운동 후 41.58 ± 4.28 로 유지되었다.

표 25. 근육량의 변화

(kg)

집단	시점		<i>t</i>	<i>p</i>
	운동전	운동후		
서킷저항운동집단	42.40±4.02	43.46±4.31	-3.153*	.014
수중운동집단	39.96±4.22	40.75±4.08	-3.027*	.016
대조집단	41.63±4.29	41.58±4.28	.951	.369

측정값=평균±표준편차

근육량의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <표 26>과 같다. 근육량은 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만, 시점별, 상호작용효과에서는 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 서킷저항운동과 수중운동집단에서는 유의한 증가가 나타났지만, 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았다. 집단 간의 차이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

표 26. 근육량의 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과

Source	DF	SS	MS	F-Value	<i>p</i>	post-hoc
Group(A)	2	59.563	29.781	.848	.441	
Error	24	843.323	35.138			
Time(B)	1	4.920	4.920	17.776***	.000	
A×B	2	3.009	1.505	5.436*	.011	NS
Error	24	6.643	.277			

*: $p < .05$

A: 서킷저항운동 group, B: 수중운동집단, C: 대조집단

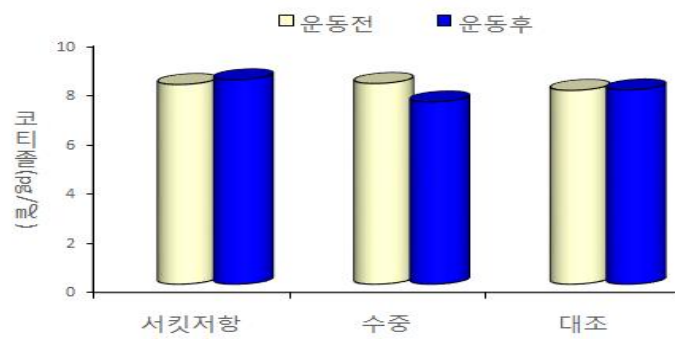


그림 11. 근육량의 변화



IV. 논의

본 연구의 목적은 중년여성의 서킷저항운동과 수중 운동 시 구분하여 12주간 운동을 실시한 후 신체구성(Body Composition), 노화관련 호르몬(Melatonin, DHEA-S, GH), 근 손상지표(CK, LDH) 및 스트레스 호르몬(카테콜아민, 코티졸), 신체구성(체중, 체지방률, 근육량)의 반응을 통해 중년여성에게 적절한 운동 알아보고자 하였다.

1. 노화관련 호르몬

운동은 노인의 대표적인 노화호르몬은 DHEA-S, 멜라토닌, 성장호르몬 등에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 효과적인 방법이라 하였다(Atkinson, Drust, Reilly, & Waterhouse, 2003).

노화과정은 내분비계의 변화를 나타내게 되는데 특히 멜라토닌 호르몬은 체내의 각종 분비선과 기관의 활동을 조절하는 등 신체기능상 중요한 역할을 담당하며, 수면의 질의 향상시켜 신체의 피로와 세균 및 바이러스에 대한 면역력을 강화시켜주는 기능을 한다(Knight, et al., 2005). 노인에게 있어 멜라토닌의 증가현상은 심혈관계, 신경호르몬, 면역, 항산화작용 및 노화를 지연시킬 수 있다는 다양한 결과들이 보고되었다(Buford & Willoughby, 2008)

노인에게 운동을 적용시킬 경우 멜라토닌의 변화는 단기간에 발생하는 효과는 매우 제한적이지만, 장기간 운동을 실시할 경우 노화에 대한 방어시스템을 구축하는데 중요한 변인이 될 수 있다고 하여, 장기간 지속적인 운동실시를 강조하였다(임인수, 2002). 그리고 지구성 트레이닝을 실시한 결과 멜라토닌 농도가 유의한 증가를 나타내어 상반된 결과를 보고하였다(Atkinson et al., 2003), 하지만 운동을 적용할 지라도 노인 여성의 멜라토닌 농도에 그다지

영향을 미치지 못하는 것으로 보고하여 여전히 운동에 대한 멜라토닌의 변화는 여전히 상반된 결과들이 제시되고 있다(장재훈, 2009).

본 연구결과 서킷저항운동집단에서 운동 후 유의한 감소가 나타났지만, 운동방법에 따른 혈중 멜라토닌의 변화는 나타나지 않았다. 비록 운동 형태에 따른 집단 간 차이는 나타나지 않았지만, 서킷저항운동을 실시할 경우 멜라토닌 분비량이 유의하게 증가되었다.

유산소운동을 실시한 김경래(2005)의 연구에서는 멜라토닌의 유의차를 나타내지 못하였으며, 특히 한국무용을 실시한 홍예주(2001)는 유의한 감소를 보고하여 본 연구의 서킷저항운동집단과 상반된 결과를 나타내었다. 따라서 중년여성의 멜라토닌 분비율을 효과적으로 증가시키기 위해서는 장기간 지속적인 저항성운동을 적용할 경우 멜라토닌의 긍정적인 변화를 나타낼 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 본 연구결과를 일반화하기 위해서는 보다 다양한 운동 형태를 적용해볼 필요성이 있다.

노화에 따른 DHEA-S의 감소는 인간의 노화과정에 관련된 퇴행성 질환과 높은 관련성이 있음을 예시하는 것으로 체내이화작용의 증가, 면역력 감소, 체지방의 증가, 근력약화 및 인슐린 감수성의 감소 및 폐경과 관련된 골다공증이 연관되어 있을 것으로 보고되고 있다(Katz & Morales, 1998).

권유찬(2005)은 12주간의 복합운동을 통하여 고령여성노인의 DHEA-s의 농도를 유의한 증가를 보고하였고, 한상인(2013)은 수중운동집단과 유산소운동집단에서 운동전에 비하여 운동 12주후에 DHEA-s농도의 수치가 증가하는 경향을 보고하였다. 또한 Aizawa 등(2010)은 19세의 여성에게 8주간 지속적으로 저항성 운동을 실시한 결과 대조군에 비해 DHEA-S 농도가 현저하게 증가한 것으로 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

이는 본 연구결과 저항성운동과 수중운동 실시한 집단이 대조집단에 비해 유의하게 높은 분비량을 나타내었으며, 이러한 결과는 DHEA-S의 혈중 농도는 근육량과 직접적인 관련이 있다는 Pritchard 등(1999)의 보고를 바탕으로 할 때, DHEA-s의 분비 증가를 위해서는 서킷저항운동 형태와 수중운동형태

의 특성인 수압에 저항하는 형태의 운동이 적합할 것으로 생각된다.

성장호르몬(GH)은 신체전반에 걸쳐 발육을 촉진하고, 세포의 크기, 세포 수, 유사분열 등의 증가, 또는 촉진, 지방분해, 체지방량 증가, 척추 뼈의 골밀도 증가 등에 중요 역할을 한다고 보고하였다(이승범, 2003).

또한 세포의 성장 및 증식을 자극하고 골격을 형성하는데 중요한 호르몬으로서 신체조성 뿐만 아니라 지질대사를 촉진시켜 건강적인 측면과도 깊은 관련성을 나타낸다고 하였다(Dietz & Schwartz, 1991).

본 연구결과 서킷저항운동과 수중운동집단 모두 유의한 증가가 나타나 훈련형태의 종류를 불문하고 운동실시자체만으로도 성장호르몬이 증가한다는 Hakkinen 등(1985)의 보고와 동일한 결과를 나타내었다.

또한 운동 형태에 따라 성장호르몬의 분비율에 차이를 나타낼 수 있다는 이진(2012)의 연구와는 다소 상반된 결과이며, 운동시간의 증가 및 운동 강도를 높일수록 성장호르몬의 분비가 증가된다는 결과와도 상반된 결과를 나타내었다(Kok et al., 2004).

따라서 본 연구결과에서 나타난 수중운동과 서킷저항운동의 형태에 차이를 두더라도 성장호르몬의 유사한 증가율을 나타낸 본 연구결과를 바탕으로 할 때, 골격근과 관절에 직접적인 자극을 전달하여 부상의 우려가 상대적으로 높은 저항성운동의 형태보다는 부하량이 적어 안전성이 바탕이 되는 것으로 알려진 수중운동(전종귀, 이왕록, 박희근, 윤아람, 정선희, 이영란, 2010)을 실시하는 것이 체력이 낮은 비만중년여성에게 보다 효과적인 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 근 손상지표

CK와 LDH의 변화는 운동에 대한 신체의 반응정도를 나타내는 것으로 체력이나 운동의 효과뿐만 아니라 운동강도, 지속시간, 근 경직 및 근조직의 손상을 분석하는데 유용한 지표이며(Jennifer, 2001), 운동수행에 따른 개인차를

고려한 운동 강도의 적절성 여부를 평가하는데 중요한 지표로 활용될 수 있다고 하였다(안재만, 안상현, 2011).

또한 운동 후 근육 손상의 지표인 혈중 CK와 LDH 농도의 지속적인 증가는 근육 손상에 따른 급성적인 염증 반응 후 식세포의 증가된 활동에 의한 것으로 볼 수 있고(Faulkner et al., 1993), 고강도의 신장성 운동 후 CK가 두 집단 모두 유의하게 증가될 경우 연령을 불문하고 고강도의 운동에 따라 증가되는 CK는 근육 손상의 징후로 이용된다고 하였다(Lee et al., 2002; Takagi et al., 2001).

본 연구결과 CK는 운동 형태별 유의차가 나타나지 않았지만, 운동전·후 비교에서 수중운동집단에서만 유의한 감소가 나타나 수중운동의 실시가 운동으로 인한 근육 손상을 예방할 수 있는 효과적인 운동법이 될 수 있는 가능성이 제시되었다.

이는 서킷웨이트트레이닝의 실시는 골격근에 직접적인 근육 수축이 수중운동에 비해 높은 형태의 운동이므로 평균근전도(mEMG)가 수중운동에 비해 상대적으로 증가하여 운동단위의 수와 근육 임펄스의 발사빈도 등에 의해 증가된 것으로 보고되어(Kraemer & Ratamess, 2004), 수중운동에 비해 중량을 실시하는 운동방식의 실시는 골격근 피로가 높아질 수 있다는 것을 알 수 있다.

따라서 골격근의 활용도가 낮은 비만중년의 경우 서킷저항트레이닝을 실시할 경우 수중운동에 비해 높은 근육피로가 나타날 수 있다는 것으로 해석되므로 본 연구결과를 뒷받침하고 있는 것으로 사료된다.

LDH의 활성도는 젖산축적과 함께 무산소성 대사과정의 활성화 정도를 분석하는 유용한 지표로 이용된다(Beck et al., 2007).

LDH는 주로 적혈구와 근세포에 존재하기 때문에 안정 시 활성은 매우 낮지만, 고강도 운동으로 근세포의 손상이 나타나면 세포 내에 존재하는 LDH가 세포외부로 방출되어 혈중 농도가 높게 나타나게 된다(Bloomer et al., 2007).

따라서 LDH의 활성정도에 따라 근육의 부상정도를 대변해주는 인자로서 이용되고 있다(Greer et al., 2007).

LDH에 대한 본 연구결과 집단 간 유의한 차이와 함께, 수중운동집단이 서킷저항운동 집단에 비해 유의한 감소를 나타내었다. 이는 서킷 웨이트트레이닝은 골격근에 직접적인 부하를 적용시키는 방식으로 수행되는 운동으로서 근피로가 유발된 것으로 판단된다(Marx et al., 2001). 뿐만 아니라 수중운동은 근 회복에 효과적이며(김홍록, 2006), 수중운동으로 인한 수압의 효과, 부력효과, 점성효과 및 릴렉션 효과 등의 긍정적인 영향이 발휘됨으로 인해(向康德, 2004), 타 연령대에 비해 신체활동량이 적었던 비만중년여성의 근 손상 및 피로를 제거하는 효과적이라 하겠다(山本利春등, 2001).

따라서, 수중운동에 비해 다소 강도가 높은 서킷 웨이트트레이닝을 실시할 경우 근세포를 파괴시켜 LDH의 방출을 증가(Su et al., 2008)시킬 수 있는 것으로 생각되므로 여성에게 있어 웨이트트레이닝과 같은 강도 높은 운동 후 근세포막의 손상을 방지하기 위한 다양한 운동요법에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

3. 스트레스 호르몬

인체는 환경적, 심리적 혹은 신체적 등의 다양한 형태의 스트레스에 노출되어 있으며 스트레스 자극에 적응할 수 있는 능력도 가지고 있으며, 운동학적 측면에서 인체에 상당량의 스트레스를 부과하며, 개인의 훈련상태, 운동기간과 운동 강도에 좌우되며, 운동 자극에 반응하는 스트레스 호르몬에는 카테콜아민, 코티졸 등이 있다(오유성, 2000).

카테콜아민은 운동과 같은 외부적 스트레스에 민감하게 반응하여 스트레스에 대응할 수 있는 내재적 활동을 일으키고, 탄수화물, 지방과 같은 에너지원의 동원을 증가시키며 골격근, 심장, 간 그리고 뇌와 같은 중요한 기관에서 스트레스의 대응활동으로 인한 에너지 요구 시 분비량이 증가된다(Mazzeo, 1991).

에피네프린에 대한 본 연구결과 서킷저항운동 집단은 12주간의 운동전후간 유의한 변화가 나타나지 않았지만, 수중운동집단에서는 유의한 감소가 나타났다.

본 연구의 수중운동은 저항성운동에 비해 다소 강도가 낮은 운동으로서 걷기, 스트레칭과 같이 다소 낮은 운동을 지속적으로 실시할 경우 카테콜아민의 감소를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

하지만 노르에피네프린의 본 연구결과 서킷저항운동 집단에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 수중운동집단에서만 유의한 감소가 나타났다.

노르에피네프린의 경우 중·저 강도 운동에서는 변화가 크게 나타나지 않으나 마라톤의 러너하이(renner high)순간에 분비량이 증가되며, 고강도 운동에서는 에피네프린 수준이 급격히 증가한다(김혜진, 2006).

유주연(2009)은 혈관성 치매노인에게 12주간 요가운동 후 에피네프린에서 유의한 증가를 보고하여 본 연구의 수중운동과는 상반된 결과를 나타내었다.

본 연구의 대상자는 저항성운동이 포함된 다소 높은 강도의 운동에서는 노르에피네프린의 증가현상이 나타났지만 수중운동과 같은 다소 낮은 강도의 운동에서는 운동의 자극에 대해 인체가 높은 각성상태를 유지하여 운동에 따른 스트레스가 극복된 결과로 판단된다.

에피네프린과 노르에피네프린은 운동강도 및 운동시간과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 정신적 스트레스, 인체의 피로에도 밀접한 관계를 가지고 있으므로 적절한 통제 및 조작적 설정을 통한 향후 연구가 필요할 것으로 판단된다.

코티졸은 남성과 여성 모두에게서 단백질의 이화작용 효과를 가지며, 단백질 합성을 억제시키는 역할을 하며, 속근과 지근 모두에서 코티졸의 이화작용이 일어나게 되지만 속근 섬유에서 더 많은 이화작용이 일어난다는 것이다(유재현, 최희남, 2004). 이는 운동의 형태의 차이에 따라 코티졸의 분비율에 차이가 나타날 수 있다는 것으로 해석되지만 서킷저항운동과 수중운동을 각각 구분하여 12주간의 운동을 실시한 본 연구에서는 집단 간의 유의한 차이가 나타나지 않았다.

가벼운 운동 중 코티졸은 부신피질이 분비하는 것보다 더 빨리 제거되고, 힘든 운동 중에 혈장 코티졸의 증가는 제거율보다 약 2배 정도 높은 분비율에 의한 것으로 보고하였지만, 본 연구결과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

4. 신체구성

비만과 과체중은 체중 증가라는 단순한 문제가 아니라 체지방량의 증가로 인해 질환의 발병률을 증가시키고 심혈관계에 부정적인 영향을 미친다. 이러한 비만의 예방 및 치료방법에 대한 관심이 높아지고 있으며 식이 및 운동요법이 주로 권장되고 있다.

규칙적인 신체활동은 혈액과 신체구성을 개선하여 각종 성인병의 발병 위험을 감소시키고 골격근을 활성화시켜 신체활동 시 근 기능을 높일 수 있다고 보고하였다(Kelly, Blaszcak, Haus, Patrick-Melin, Fealy & Solomon, 2012). 특히 최근 이상적인 체중감량 프로그램으로 유산소성 운동과 근력운동을 병행한 서킷 저항성트레이닝이 신체구성에 긍정적인 변화를 주는 것으로 보고되고 있다(Synder, et al., 1999).

본 연구결과 서킷저항운동을 실시한 집단에서 체중, 체지방률의 유의한 감소와 근육량의 유의한 증가가 나타났으며, 수중운동집단에서는 체중의 유의차는 나타나지 않았지만 체지방률과 근육량에서 유의한 긍정적 변화가 나타났다.

이는 비만중년여성을 대상으로 복합적 저항성운동을 실시한 정성림과 김병로(2003)과 김남익(2004)의 연구, 수중운동을 실시한 강영아(2013)의 연구결과와도 일치한다. 따라서 과체중을 가진 중년여성에게 서킷저항성운동과 수중운동을 실시할 경우 체중과 체지방률에 긍정적인 변화가 나타날 수 있다는 것이 검증되었으며, 이는 운동 형태를 막론하고 규칙적인 신체활동을 실시할 경우

운동량의 증가로 인해 지방세포 크기를 감소시킴으로서 체지방율의 감소와 체중을 감소시키는 작용을 한 것으로 생각된다.

또한 근육량의 변화에서도 서킷 저항운동과 수중운동집단 모두 유의한 증가를 보였으며, 이는 비만 중년여성을 대상으로 서킷저항운동을 실시한 여남회, 김은하(2002), 김태운(2004)의 연구와 수중운동을 실시한 조현철(2006)의 연구결과와도 일치하는 부분이다.

그러나 서킷저항트레이닝과 수중운동집단간의 운동형태 별 유의차는 나타나지 않아 두 운동 중 어떠한 운동이 보다 효과적인 방법이 될 수 있다는 단정을 짓기는 어려움이 있으나 평균값의 변화에서 서킷저항운동 집단이 수중운동에 비해 더 효과적인 결과를 보였다. 하지만 두 운동 집단 간에 유의한 차이가 없었고, 두 집단 모두 운동전·후 비교에서 유의한 차이가 나타났기에 두 가지 운동요법 모두 비만개선을 위한 적합한 방법이라 사료되며, 더욱 큰 효과를 보기 위해서는 운동 강도 및 운동기간의 적절한 설정이 필요하다고 볼 수 있다.

VI. 결 론

본 연구의 목적은 중년여성을 대상으로 서킷저항운동집단 수중운동 집단, 대조집단으로 구분하여 12주간 운동을 실시한 후 노화관련 호르몬, 근 손상 지표, 스트레스 호르몬 및 신체구성에 미치는 영향을 규명하여, 중년여성에게 적합한 운동 방법을 알아보고자 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 노화관련 호르몬

멜라토닌은 운동 전·후 서킷저항운동집단에서는 유의한 증가가 나타났지만, 수중운동과 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았다. 집단 간의 차이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

DHEA-S는 운동 전·후 서킷저항운동집단과 수중운동집단에서는 유의한 증가가 나타났지만, 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았다. 집단 간의 차이에서는 서킷저항운동과 수중운동집단이 대조집단보다 유의하게 높게 나타났다.

GH는 운동전·후 서킷저항운동집단과 수중운동집단에서는 유의한 증가가 나타났지만, 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았다. 집단 간의 차이에서는 서킷저항운동집단이 수중운동집단과 대조집단보다 유의하게 높게 나타났다.

2. 근 손상지표

CK는 운동 전·후, 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

LDH는 운동 전·후 서킷저항운동집단과 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 수중운동집단에서는 유의한 감소가 나타났다. 집단 간의 차이에서는 수중운동집단이 대조집단보다 유의하게 낮게 나타났다.

3. 스트레스 호르몬

카테콜아민(에피네프린, 노르에피네프린)은 운동 전·후 서킷저항운동집단과 대조집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만 수중운동집단에서는 유의한 감소가 나타났다. 집단 간의 차이에서는 수중운동집단이 서킷저항운동과 대조집단보다 유의하게 낮게 나타났다. 코티졸은 집단 간 운동 전·후 유의한 차이가 나타나지 않았다.

4. 신체구성

신체구성 중 체중은 운동전·후의 비교에서 서킷저항운동집단에서만 유의한 감소가 나타났으며, 집단 간의 차이에서는 서킷저항운동과 수중운동집단이 대조집단보다 유의하게 낮게 나타났다. 체지방율은 운동전·후의 비교에서 서킷저항운동과 수중운동집단에서는 유의한 감소가 나타났지만, 집단 간 유의차는 나타나지 않았다. 근육량은 서킷저항운동과 수중운동집단에서는 유의한 증가가 나타났지만, 집단 간의 유의차는 나타나지 않았다.

결론적으로 노화관련 호르몬은 운동을 실시한 집단에서 유의한 증가를 나타내었으며, 특히 서킷저항운동을 실시할 경우 효과적인 변화를 나타내었다.

근 손상지표는 서킷저항운동보다는 수중운동을 실시하는 것이 효과적인 변화를 나타내었다.

스트레스 호르몬의 효과적인 제어를 위해서는 수중운동을 실시하는 것이 저항성 운동을 실시하는 것보다 효과적인 방법이 될 수 있는 것으로 나타났다.

신체구성은 운동형태의 차이는 나타나지 않았지만 운동을 실시할 경우 전·후의 값의 긍정적인 변화가 나타난 것으로 볼 때 규칙적인 운동 실시 여부에 따라 변화될 수 있을 것으로 판단된다.

종합적으로 노화관련 호르몬의 긍정적인 변화를 위해서는 저항성운동을 실시하는 것이 효과적이며, 근 손상 지표와 스트레스 호르몬의 긍정적인 변화를 나타내기 위해서는 수중운동이 효과적인 경향을 나타낼 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 본 연구에서 나타난 결과를 일반화하기 위해서는 보다 다양한 운동방법을 적용한 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.



참고문헌

- 강대관(2001). 수중 운동이 중년 비만 여성의 체조성과 혈청지질 변화에 미치는 영향. 한국체육학회지, 40(2), 519~527.
- 강선영(2007). 비만여성에게 적용한 수중운동효과 관련 연구동향. 코칭능력개발지제, 9(44), 77~80.
- 곽은희(2009). 근피로 후 유형별 마사지가 피로 물질, 근손상 효소, 스트레스 호르몬, 산화스트레스에 미치는 영향. 건국대학교 대학원 생물공학과 박사학위논문, 7.
- 권유찬(2005). 복합운동이 고령여성의 건강 체력과 β -amyloid 및 DHEAs 농도에 미치는 영향. 동아대학교 대학원 박사학위논문, 23~24.
- 김경윤, 남기원, 김은정, 김계엽, 김기도(2007). 수중운동과 지상운동이 비만 여대생의 혈중지질 및 건강관련체력에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, 18(4), 231~242.
- 김남익 (2004). 고도 비만 여성들의 저항성 운동을 병행한 유산소 운동 프로그램이 신체조성 및 심전도에 미치는 영향. 한국체육학회지, 43(3), 633~644.
- 김동연(2009). 레슬링 선수의 단기간 체중조절에 따른 스트레스와 코티졸 수준. 영남대학교 교육대학원 석사학위논문, 9.
- 김동연, 한종인 (2002). 제왕절개술 환자에서 마취방법과 수술 후 통증관리가 스트레스 반응과 면역체계에 미치는 영향. 대한마취과학회, 39(6), 786~791.
- 김미희, 오현이, 나덕미(1999). 중년 여성의 강인성, 스트레스와 사회적 지지에 관한 연구. 조선대학교 의대논문집, 24(1), 96~111.

- 김수진, 양점홍, 이성민, 전영남(2006). 수영과 수중운동이 초기 고령자 여성의 체력에 미치는 영향. 한국체육학회지, 45(5), 321~328.
- 김상우, 배윤정, 이운용(2002). 12주간 운동프로그램 참여가 남녀 노인의 혈중 지질 및 성장호르몬과 면역반응에 미치는 영향. 한국특수체육학회지, 10(2), 107~113.
- 김성운(2000). 여성노화와 성장호르몬. 여성건강, 1(2), 43~66.
- 김성운(1997). 노화와 성장호르몬 치료. 제 16차 대한내분비학회 춘계학술대회, 5~9.
- 김성덕(2013). 복합운동과 항산화비타민 투여가 청년기 다운증후군의 혈중지질 및 노화관련 호르몬에 미치는 영향. 우석대학교대학원 박사학위논문, 7.
- 김은희(1998). 율동적 운동과 수중운동의 원리 및 효과. 류마티스 건강학회지, 4(2), 320~325.
- 김우규(1999). 태권도 경기 시 젖산, LDH 및 CPK의 변화에 관한 연구. 대한스포츠의학회지, 14(4), 124~131.
- 김자민(2014). 다양한 강도의 저항운동시 진동적용이 염증과 근 손상지표에 미치는 영향. 계명대학교 대학원 박사학위논문, 34.
- 김지수(2007). 골프 숙련도에 따른 아이언샷 연습량이 혈중 근손상 지표물질 농도 변화에 미치는 영향. 연세대학교 교육대학원 석사학위논문, 7.
- 김진만(2011). 12주간의 유산소 운동의 참여가 중년 비만 여성의 대사증후군 개선에 미치는 영향. 국민대학교 스포츠산업대학원 석사학위논문, 23.
- 김진홍(2000). 알츠하이머질환과 에스트로겐. 대한폐경학회지, 6(1), 121~128.
- 김정규, 최용철(2014). 운동으로 유도된 근 손상이 안정 시 대사량과 혈중 카테콜라민 농도에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 23(1), 1135~1146.
- 김재수(2003). 트레이닝의 과학. 서울: 도서출판 21세기 교육사, 359~363.
- 김재중(2012). 회원제 휘트니스 클럽 중년성인의 복합운동이 건강체력, 세로토닌, 도파민 및 카테콜아민에 미치는 변화. 한양대학교 대학원 박사학위논문, 6.

- 김재환(2016). 노인의 체력 및 신체활동 수준과 활동적 노화의 관계에 대한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문, 20.
- 김찬희, 이중원, 한상인, 이평원(2012). 수중운동 프로그램이 여성 노인의 인지 기능 및 알츠하이머형 치매관련인자에 미치는 영향. 한국체육학회지, 51(5), 627~637.
- 김홍록(2006). 수중운동이 근육 손상 회복에 미치는 효과 : 접촉형 스포츠 사례를 중심으로. 용인대학교 대학원 석사학위논문, 15.
- 김희철, 최종환(2007). 12주간의 수중 복합 운동이 고령 비만여성의 혈중지질과 혈청 Homocysteine 농도에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 15(2), 107~112.
- 김현수(1996). 여성고령자의 체력에 관한 연구. 체육과학연구지, 7(3), 34~42.
- 김형진(2002). 장단기 유산소 운동이 남성 노인의 체력 및 노화관련 호르몬변화에 미치는 영향. 용인대학교 대학원 석사학위논문, 17~20.
- 김혜진(2006). 20주간의 요가수련이 교육가능급 정신지체 청소년의 신경전달물질에 미치는 영향, 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문, 29~36.
- 권유찬(2005). 복합운동이 고령여성의 건강 체력과 β -amyloid 및 DHEAs 농도에 미치는 영향. 동아대학교 대학원 박사학위논문, 23~24.
- 곽은희(2009). 근피로 후 유형별 마사지가 피로 물질, 근 손상 효소, 스트레스 호르몬, 산화스트레스에 미치는 영향. 건국대학교 대학원 생물공학과 박사학위논문, 7.
- 박상철(2011). 복합트레이닝이 중년여성의 멜라토닌, 에스트로겐 및 성장호르몬 분비에 미치는 영향. 원광대학교 대학원 박사학위논문, 5.
- 박인기, 한규용(2001). 수중운동이 여성노인의 체력 및 신체구성에 미치는 효과. 충남대학교 체육과학연구지, 19(1), 64~72.
- 박정섭(2010). 단기간 체중 감량이 스트레스 호르몬과 피로물질에 미치는 영향. 한양대학교 대학원 석사학위논문, 10.

- 백만수(2009). 요가와 기공운동이 골관절염 여성노인의 혈중 카테콜라민, 히스타민, 포타시움 수준과 지질성분에 미치는 영향. 대전대학교 체육학과 박사학위논문, 25.
- 성지만, 방기호, 공미애, 김종식, 강희성(2012). 유산소 운동이 중년여성의 혈중 지질과 스트레스 및 성장 호르몬에 미치는 영향 - 나비골프 운동을 중심으로. 운동과학, 21(4), 446~455.
- 송민선, 김수근, 유용권, 김희정, 김남초(2011). 수중운동 프로그램이 여성노인의 체지방, 골격근량, 체력 및 우울에 미치는 효과. 기초간호자연과학회지, 13(3), 276~282.
- 양상훈, 박희석(2014). 야외운동기구를 이용한 8주간의 복합운동이 노인들의 노화호르몬 및 면역기능에 미치는 영향. 한국체육학회지, 53(1), 397~408.
- 여남희, 김은하(2002). 씨킷 웨이트 트레이닝이 등속력근력과 신체조성에 미치는 영향. 한국체육학회지. 359~366
- 여에스더(2002). 폐경기 노화와 비만. 대한비만학회지, 11(3), 289~299.
- 오덕자(2005). 한국 청소년들의 비만 해소를 위한 학교 보건교육의 역할. 한국스포츠리서치. 16(3), 935~944.
- 오유성(2000). 저항 운동과 유산소 운동이 에너지 대사물질, 호르몬과 초과산소소비량에 미치는 영향. 단국대학교 대학원 박사학위논문, 33.
- 오화진(2007). 공연상황이 에피네프린, 노르에피네프린, 도파민, 세로토닌의 변화에 미치는 영향: 현대무용을 중심으로. 한양대학교 교육대학원 석사학위논문, 8.
- 용태관(2015). 씨킷 웨이트 트레이닝이 비만중년여성의 건강관련체력과 균형능력 및 대사증후군 위험요인에 미치는 영향. 조선대학교 대학원 체육학과 박사학위논문, 8.
- 유주연(2009). 12주간의 요가운동이 초기 혈관성 치매노인의 신체조성, 체력, 혈중 지질 및 신경전달물질에 미치는 영향. 숙명여자대학교 교육대학원, 석사학위논문, 10.

- 유정환(2010). 12주간의 연령별 최대지방연소 운동강도의 트레드밀 유산소운동이 노화관련호르몬 및 항산화효소에 미치는 영향. 세종대학교 일반대학원, 석사학위논문, 33.
- 유재현, 최희남(2004). 저항운동강도가 스트레스 호르몬과 젖산 반응에 미치는 영향. 대한임상건강증진학회지 4(3), 162~170.
- 이민선(2007). 키네시오 테이핑이 근력향상과 혈중 피로 및 근 손상 지표물질에 미치는 영향. 연세대학교 대학원 체육학과 박사학위논문, 8.
- 이상훈(2009). 비만남자 고등학생의 Circuit Weight Training과 Weight Training에 따른 체력과 신체조성 및 혈액성분 분석. 공주대학교 대학원 박사학위논문, 11~12.
- 이상욱(2000). 24주간 유산소 운동, 근력 운동 및 복합운동이 50대 남성의 노화 호르몬 변화에 미치는 영향. 한국체육학회지, 39(4), 576~588.
- 이선익(2013). 12주 복합운동이 비만 여중생의 신체조성, 혈중지질, 렙틴과 일슐린에 미치는 영향. 신라대학교 대학원 박사학위논문, 8.
- 이승범(2003). 노인종합복지관의 운동프로그램이 노화, 체력 및 삶의 질에 미치는 영향-노인여성을 중심으로. 연세대학교대학원 박사학위논문, 69.
- 임인수(2002). 노화와 운동 효과에 대한 항산화, 내분비, 면역학적 접근. 운동과학회지, 11(1), 36~51.
- 이영지, 이청무, 이난희, 황명자(2013). 가족형태에 따른 아동의 성장호르몬, 코티졸 수준 및 운동효과. 한국초등체육학회지, 18(4), 87~96.
- 이영민(2005). 씨킷 웨이트트레이닝이 중년여성의 신체구성 및 체력에 미치는 영향. 전북대학교 대학원 미간행 석사학위논문, 7.
- 이정화, 김태왕, 양점홍, 이종완, 박평문, 안상조(1996). 남자 중학생의 지구력 우열이 건강과 관련된 체력 및 혈액 성분에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 4(1), 1~25.
- 이종훈(2010). 순환운동이 노인여성의 체력과 혈중 지질 및 에스트로겐에 미치는 영향. 제주대학교 교육대학원 석사학위논문, 8.

- 이창범, 이혜순, 배상철, 최웅환(2004). 비만을 동반한 골관절염 환자의 체중감량이 삶의 질에 미치는 영향. 대한비만학회지, 13(4), 293~299.
- 이채산, 이해진(2010). 12주간 한국무용이 중년여성의 코티졸 및 카테콜라민에 미치는 효과. 한국체육과학회지, 19(1), 645~654.
- 장기주(2008). 운동유형에 따른 중년여성의 신체조성, 혈중지질 및 골밀도 분석. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문, 6.
- 장재훈(2009). 노인여성의 16주 걷기운동 참여가 노화관련 호르몬에 미치는 영향. 운동과학, 18(2), 239~246.
- 장영민(2013). 체지방 비율에 따른 중년 여성들의 복합운동이 신체조성, Leptin 및 Ghrelin에 미치는 영향. 관동대학교 체육교육전공 석사학위논문, 5.
- 정성림, 김병로 (2003). 12주간 유산소 및 근력 복합훈련이 중년비만 여성의 체력, 신체구성 및 혈중지질성분에 미치는 영향. 한국체육학회지, 42(3). 649~658.
- 정연수(1997). 회복수준 차이에 따른 근 통증과 크레아틴키나제의 변화. 한국사회체육학회지, 7, 291~297.
- 조성봉(2007). 중년여성을 위한 수중걷기운동 프로그램의 효과. 한국스포츠리서치, 18(5), 669~677.
- 지용석, 김만겸, 최요섭, 서태범, 이수경(2001). 48주간 수중운동이 노인여성의 혈중지질 및 체성분에 미치는 영향. 한국체육학회지, 40(2), 717~731.
- 전종귀, 이왕록, 박희근, 윤아람, 정선호, 이영란(2010). 24주간의 수중운동이 노인의 신체조성, 건강관련 체력 및 삶의 질에 미치는 효과. 12(3), 25~33.
- 조현철(2006).수중재활운동이 편마비 환자의 건강 체력,말초 순환기능 및 골밀도에 미치는 영향. 우석대학교 대학원 박사학위논문, 56~57.
- 차영남, 장효순, 김금자. 한혜실, 임혜경, 정영해(1995). 중년여성의 갱년기 증상과 건강요구에 대한 기초조사. 대한간호학회, 34(4), 70~82.

- 체육과학연구원(1999). 전문가를 위한 최신 운동처방론. 21세기 교육사, 96~103.
- 최기선(2008). 4주간의 웨이트트레이닝이 근력향상 및 혈중 근손상 지표 변화에 미치는 영향. 연세대학교 교육대학원 석사학위논문, 40~42.
- 최지화(2011). 공복과 식후 운동이 중년여성의 코티졸, 면역글로불린, 비만지표에 미치는 영향. 성균관대학교 일반대학원 석사학위논문, 6.
- 한정규(2003). 근력운동프로그램이 카테콜라민, 성장호르몬 및 테스토스테론에 미치는 영향. 중앙대학교 대학원 미간행 석사학위논문, 14.
- 한정규(2006). 여성노인의 트레이닝 유형에 따른 노화관련호르몬 및 뇌 활성화의 변화. 중앙대학교 대학원 미간행 박사학위논문, 11.
- 한정규(2007). 여성노인의 트레이닝 유형에 따른 노화관련 호르몬 및 뇌 활성화의 변화. 중앙대학교 대학원 박사학위논문, 1.
- 한상인(2013). 12주간의 유형별 운동수행이 일반여성노인의 Alzheimer's disease형 치매관련인자 및 노화호르몬에 미치는 영향. 한양대학교 대학원 박사학위논문, 73.
- 홍수기(2009). 탄성튜브운동 훈련과 중량부하운동 훈련이 중년여성의 신체조성과 근력에 미치는 효과 비교연구. 충남대학교 사회체육학전공 석사학위논문, 15~16.
- 홍승연(2013). 노인여성의 운동량이 계절별 기초대사량, 멜라토닌, 세로토닌 및 골밀도에 미치는 영향. 중앙대학교 대학원 박사학위논문, 9.
- 홍예주(2008). 12주간한국무용 참여와 멜라토닌 투여가 노인여성의 노화호르몬과 면역물질 및 인지능력에 미치는 영향. 창원대학교 대학원 미간행 박사학위논문, 6.
- 황지선(2008). 운동 및 스포츠 참여에 따른 스트레스 반응 및 대처방식 비교분석. 이화여자대학교 대학원 미간행 석사학위논문, 7.

- Aizawa, K., Iemitsu, M., Maeda, S., Otsuki, T., Sato, K., Ushida, T., Mesaki, N., & Akimoto, T.(2010). Acute exercise activates local bioactive androgen metabolism in skeletal muscle. *Steroids*, 75(3), 219~223.
- Antonio, C. V., Juan, M. G., Patricia, J., & Russel, J. R.(2005). A review of the multiple actions of melatonin on the immune system. *Endocrine*, 27(2), 189~200.
- Atkinson, G., Drust, B., Reilly, T., & Waterhouse, J.(2003). The relevance of melatonin to sports medicine and science. *Sports Medicine*, 33, 809~831.
- Bates, A., & Hanson, N.(1996). *Aquatic exercise therapy*. W. B. Saunders Company, 1~28.
- Balcombe, N. R., & Sinclair, A.(2001). Ageing: definitions, mechanisms and the magnitude of the problem. *Best practice & research. Clinical Gastroenterology*, 15(6), 835~849.
- Beck, T. W., Housh, T. J., Johnson, G. O. S., Schmidt, R. J., Housh, D. J., Coburn, J. W., Malek, M. H., & Mielke, M.(2007). Effects of a protease supplement on eccentric exercise-induced markers of delayed-on set muscle soreness and muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 661~667.
- Bloom, S. R., Johnson, R. H., Park, D. M., Rennie, M. J., & Sulaiman, W. R.(1976). Differences in the metabolic and hormonal response to exercise between racing cyclists and untrained individuals. *Journal of Physiology*, 258, 1~18.
- Bloomer, R. J., Falvo, M. J., Schilling, B. K., & Smith, W. A.(2007). Prior exercise and antioxidant supplementation: effect on oxidative stress and muscle injury. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 3, 4, 9.

- Buford, T. W., & Willoughby, D. S. (2008). Impact of DHEA(S) and cortisol on immune function in aging a brief review. *App Physiol Metab*, 33, 429~433.
- Brownell, K. D., Bachorick, P. S. & Ayerle, R. S.(1980). Changes in plasma lipids and lipoprotein level in men and women after a program of moderate exercise. *circulation* 65, 477~483.
- Clarkson, P. M., K. Nosaka, & B. Braun.(1992). Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Journal of Medicine and Science in Sports Exercise*. 24, 512~520.
- Crews, D. J., & Landers, D. M.(1987). A meta-analytic review of aerobic fitness and reactivity to psychological stressors. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 19(5), 114~120.
- Dietz, J., & Schwartz, J.(1991). Growth hormone alters lipolysis and hormone-sensitive lipase activity in T3 F442 Adipocytes. *Metabolism*, 40, 800~806.
- Ebeling, P., & Koivisto, V. A.(2000). Physiological importance of dehydroepiandrosterone. *Lancet*, 343(8911), 1479~1481.
- Faulkner, J. A., Brooks, S. V., & Opitck, J. A.(1993) Injury to skeletal muscle fibers during contractions: conditions of occurrence and prevention. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 73, 911~921.
- Figuerola, A., Park, S. Y., Seo, D. Y., Sanchez-Gonzalez, M. A., & Baek, Y. H.(2011). Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. *North American Menopause Society*. 18(9), 980~984.

- Frese, M.(1985). Stress at work and psychosomatic complaints: A causal interpretation. *Journal of Applied Psychology*, 70(2), 314~328.
- Frisoni, G. B., Padovani, A., & Wahlund, L. O.(2004). The predementia diagnosis of Alzheimer disease. *Alzheimer disease Assoc Disord*, 18(2), 51~53.
- Gardner, R. M., Friedman, B. N., Jackson, N. A.(1999). Body size estimations, body dissatisfaction and ideal size preferences in children six through thirteen. *Journal of Youth and Adolescence*, 28(5), 603~618.
- Gettman, L. R., & Haga, R. D.(1982). A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. *International Journal of Medical Sciences, Sports Exercise*, 14(3).
- Gettman, L. R., Ward, P., & Hogan, R. D.(1982). A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. *Medicine and Science in Sport Exercise*, 14(3), 229~234.
- Gleeson, M., Walsh, N. P., Blannin, A. K., Robson, P. J., Coe, K. L., Donnelly, A. E., & Day, S. H.(1998). The effect of severe eccentric exercise-induced muscle damage on plasma elastase, glutamine and zinc concentrations. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 77(6), 543~546.
- Greer, B. K., Woodard, J. L., White, J. P., Arguello, E. M., & Haymes, E. M.(2007). Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. *International Journal of Sport nutrition and Exercise Metabolism*, 17(6), 595~607.
- Gues, E. J. C.(2000). Aerobics, in stress reduction. *Encyclopedia of Stress*. 1, 81~86.

- Hartley, Ross Clark, Adam Bryant, John-Paul, & Culgan.(2005). The effects of eccentric strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters. *Physical Therapy in Sport*, 6(2), 67~73.
- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., & Komi, P. V.(1985). Serum hormones during prolonged training of neuromuscular performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 53, 287~293.
- Hakkinen, K., & Pakarinen, A.(1995). Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in men and women at different ages. *International Journal of Sports Medicine*, 16(8), 507~513.
- Hartley, Ross Clark, Adam Bryant, John-Paul, & Culgan.(2005). The effects of eccentric strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters. *Physical Therapy in Sport*, 6(2), 67~73.
- Higashi, Y., Sasaki, S., Kurisu, S., Yoshimizu, A., Sasaki, N., Matuura, H.(1999). Regular aerobic exercise augments endothelium-dependent vascular relaxation in normotensive as well as hypertensive subjects: role of endothelium-derived nitric oxide, *Circulation*. 100, 1194~1202.
- Horita, T., Komi, P. V., Nicol, C. Kyrolainen, H.(1999). Effect of exhausting stretch-shortening cycle exercise on the time course of mechanical behaviour in the drop jump: possible role of muscle damage. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 79(2), 160~167.
- Jennifer, M. S., & Jeffrey, B. B.(2001). Role of vitamin E and oxidative stress in exercise. *Journal of Nutrition*, 17, 809~814.
- Karamizrak, S. O., Ergen, E., Tore, I. R., & Akgun, N.(1994). Changes in serum creatine kinase, lactate dehydrogenase and aldolase activities following supramaximal exercise in athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34(2), 141~146.

- Katz, S., Morales, A. J.(1998). Dehydroepiandrosterone(DHEA) and DHEA-sulfate(DS) as therapeutic options in menopause. *Seminars in reproductive endocrinology*, 16(2), 161~170.
- Kazutaka, F., & Tomihiro.(2003). Body temperature, Oxygen uptake and HR during walking in water and on land at an exercise intensity based on land RPE in elderly men. *Journal of physiological Anthropology and applied human science*, 83~88.
- Katch, K. I., & McArdle, W. D. *Nutrition*(1983). Weight control Philadelphia : Lea & Febiger. 133~150.
- Kelly, K. R., Blaszcak, A., Haus, J. M., Patrick-Melin, A., Fealy, C. E., Solomon, T. P., Kalinski, M., Kirwan, J. P.(2012). A 7-d exercise program increases high-molecular weight adiponectin in obese adults. *Med Sci Sports Exerc.* 44(1), 69~74.
- Kligman, E. W., & Pepin, E.(1992). Prescribing physical activity for older patients. *Geriatrics*, 47(8), 33~34, 37~44, 47.
- Knight, J. A., Thompson, S., Raboud, J. M., & Hoffman, B. R.(2005). Light and exercise and melatonin production in women. *American Journal of Epidemiology*, 162(11), 1114~1122.
- Kok, P., Buijs, M., Kok, S. W., Van Ierssel, I. H., Frolich, M., Roelfsema, F., Voshol, P. J., Meinders, A. E., & Pijl, H.(2000). Acipimox enhance spontaneous growth hormone secretion in obese women. *The American Journal Of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 28, 693~698.
- Kraemer, R. R., Kilgore, J. L., Kraemer, G. R., & Castrancane, V. D.(1992). Growth hormone, IGF-1 and testosterone responses to resistive exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 1346~1352.

- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., & Gordon, S. E.(2001). Endogenous anabolichormonal and growth factor responses to heavy resistance exercisein males and females. *Journal of Sports Medicine*, 12, 228~235.
- Kuipers H.(1994). Exercise-induced muscle damage. *International Journal of Sports Medicine*, 15(3), 132~135.
- Lanfranco, F., Gianotti L., Giordano, R., Pellegrino, M., Maccario, M., & Arvat, E.(2003). Ageing, growth hormone and physical performance. *Journal of Endocrinol Inuest*, 26, 861~872.
- Lee, J., Goldfarb, A. H., Rescino, M. H., Hegde, S., Patrick, S., & Apperson, K.(2002). Eccentric exercise effect on blood markers and delayed on set of muscle soreness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(3), 443~448.
- Luger, A., Deuster, P. A., & Kyle.(1987). Acute hypothalamic pituitary adrenal response to the stress of treadmill exercise: physiologic adaptations to physical training. *New England Journal of medicine*, 316, 1309~1315.
- Manfredi, T. G, Fielding, R. A., O'Reilly, K. P., Meredith, C. N., Lee, H. Y., & Evans, W. J.(1991). Plasma creatine kinase activity and exercise-induced muscle damage in older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(9), 1028~1034.
- Masson, R. P.,Walter, M. R., & Mason, P. E.(1997). Effect of oxidative stress on membrane structure: small-angle X-ray diffraction analysis. *Free Radical Biology and Medicine*, 23(3), 419~425.
- Marx. J. O., Ratamess, N. A., & Nindle, B. C.(2001). Low volume circuit verses high volume periodized resistance training in woman. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(4), 635~643.

- Mazzeo, R. S.(1991). Catecholamine response to acute and chronic exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(7), 839~845.
- Masson, R. P.,Walter, M. R., & Mason, P. E.(1997). Effect of oxidative stress on membrane structure: small-angle X-ray diffraction analysis. *Free Radical Biology and Medicine*, 23(3), 419~425.
- McCaulley, G. O., McBride, J. M., Cormie, P. Hudson, M. B., Nuzzo, J. L., Quindry, J. C., & Triplett, N. T.(2009). Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 105(5), 695~704.
- Miller, P. C., Bailey, S. P., Barnes, M. E., Derr, S. J., & Hall, E. E. (2004). The effects of protease supplementation on skeletal muscle function and DOMS following downhill running. *Journal of Sports Sciences*, 22(4), 365~372.
- Nosaka, K., & Clarkson, P. M.(1996). Variability in serum creatine kinase response after eccentric exercise of the elbow flexors. *International Journal of Sports Medicine*, 17(2), 120~127.
- Nosaka, K., Newton, M., & Sacco, P.(2002). Delated-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccerentric exercise-induced muscle damage. *Journal of Sports Science*, 15, 477~483.
- Norman, A. W., Okamura, W. H., Hammond, M. W., Bishop, J. E., Dormanen, M. C., Bouillon, R.(1997). Comparison of 6-s-cis- and 6-s-trans-locked analogs of 1alpha, 25-dihydroxyvitamin D3 indicates that the 6-s-cis conformation is preferred for rapid nongenomic biological responses and that neither 6-s-cis- nor 6-s-trans-locked analogs are preferred for genomic biological responses. *Molecular Endocrinology*, 11(10), 1518~1531.

- Nosaka, K., Newton, M., & Sacco, P.(2002). Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of Sports Science*, 15, 477~483.
- Nicklas, B. J., Ryan, A. J., & Treu, M. M.(1998). Testosterone, growth hormone and IGF-I responses to acute and chronic resistive exercise in men aged 55-70 years. *International Journal of Sports Medicine*, 16(7), 445~450.
- Nindl, B. C., Kraemer, W. J., & Gotshalk, A.(2001). Testosterone responses after resistance exercise in woman: influence of regional fat distribution. *International Journal of Sports Nutrition Exercise Metabolism*, 11, 451~454.
- Orentlich, N., & Brind, J. L.(1992). Long term longitudinal measurements of plasma dehydroepiandrosterone sulfate in normal men. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 75, 1002~1004.
- Pacy, P. J., & Wester, J. (1986). Exercise and obesity. *American journal of Sports Medicine*, 89~113.
- Pollock, M. L., Gettman, L., & Milesis, C. (1977). Effects of frequency and duration of training on attrition and incidence of injury. *Medicine and Science in sports of Exercise*. 31~36.
- Pritchard, J., Despres, J. P., Gagnon, J., Tchernof, A., Nadeau, A., Tremblay, A., & Bouchard, C. (1999). Plasma adrenal, gonadal, and conjugated steroids following long-term exercise-induced negative energy balance in identical twins. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 48(9), 1120~1127.
- Rasmussen, M. H., Juul, A., & Hilsted, J.(2007). Effect of weight loss on free insulin-like growth factor-I in obese women with hypoadiponectinemia. *Obesity*, 15(4), 879~886.

- Raben, M. S. (1958). Treatment of a pituitary dwarf with human growth hormone. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 18(8), 901~903.
- Roennich, J., N. & A. D. Togol.(1997). Exercise and growth hormone: Does one affect the other?. *Journal of Pediatrics*, 131, 75~80.
- Salomon, F., Cuneo, R. C., Hesp, R., & Sonksen, P. H.(1989). The effects of treatment with recombinant human growth hormone on body composition and metabolism in adults with growth hormone deficiency. *The New England Journal of Medicine*, 32(1), 1797~1803.
- Sherman W. M., Apple F. S., Rogers M. A., Casal D. C., Iuy J. L.(1985). Creatine kinase-MB isoenzyme adaptations in stressed human skeletal muscle of marathon runners. *Journal of Applied Physiology*, 59(1), 149~153.
- Su, Q. S., Tian, Y., Zhang, J. G., & Zhang, H.(2008). Effects of allicin supplementation on plasma markers of exercise-induced muscle damage, IL-6 and antioxidant capacity. *European Journal of Applied Physiology*, 103(3), 275~283.
- Synder, P. J., Prachey, H., Hannoush, p., berlin, J. A., Loh L., Enrow, D. A., Holmes, J. H., Dlewati, A., Sananna, J., Rosen, C. J., & Strom, B. L.(1999). Effects of testosterone treatment on body composition and muscle strength In men over 65 years of age. *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 84(8), 2647~2653.
- Synder, P. J., Peachey, H., & Hannoush, P.(2003). Effect of testosterone treatment on bone mineral density in men over65. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 75, 1092~1098.
- Takagi, Y., Yasuhara, T., & Gomi, K.(2001). Creatine kinase and its isozymes. *Rinsho Byori. Japanese Journal of Clinical Pathology*, 116, 52~61.

- Thomas, G., Frenoy, N., Legrain, S., Sebag-Lanoe, R., Baulieu, E. E., & Debuire, B.(1994). Serum dehydroepiandrosterone sulfate levels as an individual marker. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 79(5), 1273~1276.
- Tremblay, M. S., Copeland, J. L., & Van Helder, W.(2003). Effects of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *Journal of Apply Physiology*, 96(2), 531~539.
- Vanhelder, W. P., Casey, K., Goode, R. C., & Radomski, W. M.(1986). Growth hormone regulation in two types of aerobic exercise of equal oxygen uptake. *European Journal of Applied Physiology*, 55(3), 236~239.
- Van Hall, G.(2000). Lactate as a fuel for mitochondrial respiration. *Acta Physiologica Scandinavica*, 168(4), 643~656.
- Vaile, J., Halson, Gill, N. S., & Dawson, B.(2008). Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *European Journal of Applied Physiology*, 102(4), 447~455.
- White, M. D.(1995). Water Exercise. *Human Kinetics*, 28~30.
- Wideman, L., Weltman, J. Y., Hartman, M. L., Veldhuis, J. D., & Weltman, A.(2002). Growth hormone release during acute and chronic aerobic and resistance exercise. *Journal of Sports Medicine*, 32, 987~1004.
- Zaccaria, M., Varnier, M., Piazza, P., Noventa, D., & Ermolao, A. (1999). Blunted growth hormone response to maximal exercise in middle-aged versus young subjects and no effect of endurance training. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 84(7), 2303~2307.
- 山本利春(2001). ウォミークーリングダウンの. 失際と留意点, 体育科教育, 52~55.
- 向康德, 山本利春(2004). 水中回復. *Sports Medicine*, 65, 6~11.

감사의 글

어느덧 시간이 흘러 작은 결실을 맺게 되었습니다. 저에게 있어 부경대학교와 인연을 맺은 시간은 지금까지 지나온 시간 중 가장 힘든 시간이었고 보람된 시간이었으며 스스로의 부족함을 깨달을 수 있었던 소중한 시간이었습니다.

이러한 부족함을 깨닫게 해주시고 인간됨을 가르쳐주시며, 학문적인 지도와 아낌없는 사랑을 베풀어 주신 김용재 지도교수님께 머리 숙여 진심으로 감사드립니다. 그리고 부족한 저의 논문을 검토해주시고 조언을 해주신 박찬호 교수님 먼 거리임에도 심사를 위해 와주신 김현준 교수님 서정일 교수님 이효택 박사님 진심으로 감사의 마음을 전해드리고 싶습니다.

그리고 흔들리고 나타해질 때면 어김없이 강한 지도와 함께 인자함으로 제자의 부족한 부분을 채워주신 신군수 교수님 머리 숙여 진심으로 감사드립니다.

항상 옳고 그름을 확실히 판단 할 수 있도록 도와주신 안정만 교수님 진심으로 감사의 마음을 전해드리고 싶습니다.

20년 세월을 부족한 제자에게 끊임없는 사랑과 격려로 인생의 길을 잡아주는 방현석 교수님께 머리 숙여 감사드립니다.

유도의 지도와 아낌없는 사랑을 베풀어주신 장현진 선생님 진심으로 감사의 마음을 전해드리고 싶습니다.

항상 존경하고 사랑하는 선배님 장병호 박사님 오경모 박사님 손영진 박사님 감사의 마음을 전해드리고 싶습니다.

사랑하는 후배들 김광진, 강동구, 한국원, 육호준, 방석현, 오승환, 감사의 마음을 전해드리고 싶습니다.

제가 원하는 길을 묵묵히 지켜봐주시고 바른길로 인도해주시며 응원해주시는 아버지와 어머님 그리고 장인어른과 장모님께 머리 숙여 감사드립니다.

마지막으로 항상 내 곁에서 힘이 되어 주고 조언을 해주는 사랑스러운 아내 사랑하는 아들 김지호, 김지은 영광을 돌리며 박사 학위를 바칩니다. 진심으로 사랑하고 감사합니다.

2017년

김민섭 올림

