

저항트레이닝 운동 강도가 비만 중년 여성의 근 손상지표와 노화관련 호르몬에 미치는 영향

신소영* · 장병호* · 신군수**
(*인제대학교 · **부경대학교)

The Effect of Resistance Training Intensity on Muscle Damaged Index and Aging-Related Hormones in Obese Middle-Aged Women

So-Young SHIN[†] · Byung-Ho JANG^{*} · Koun-Soo SHIN^{**}
(*Inje University · **Pukyong National University)

Abstract

The purpose of this study was to identify the effect of resistance training intensity levels on muscle damaged index and aging-related hormones in obese middle-aged women. Thirty middle-aged women having over 30% of body fat participated in this study. The subjects were assigned into 3 groups on the basis of workout intensity, 50% intensity, 60% intensity, and 70% intensity. After performing three different types of exercise for 12 weeks, the levels of creatine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH), melatonin, dehydroepiandrosterone-sulphate (DHEA-S), and growth hormone (GH) in all subjects were assessed before and after the program. Muscle damaged index was effectively changed in low exercise intensity group. However, aging-related hormones were effectively changed in high exercise intensity group. DHEA-S and GH were significantly increased in the 70% intensity group than the other groups.

Key words : Muscle damaged index, Aging-related hormones, Obese middle-aged women

I. 서론

1. 연구의 필요성

성인 여성의 심혈관질환, 고지혈증, 고혈압, 당뇨병, 암 등 만성질환의 유병률은 지속적으로 증가하는 양상을 보이고 있는데, 비만은 이러한 질병들의 주요 위험인자로 보고되고 있다(Bae Yun-Jung, 2012). 특히 중년 여성의 경우 약 86.7%가 한 가지 이상의 만성질환을 앓고 있으며, 연령이 많아질수록 만성질환 유병률은 증가

하기 때문에 이들의 건강증진을 위해서는 규칙적이고 지속적인 신체활동 방안이 필요하다(Nakaya, 1987).

많은 연구에서 규칙적이고 지속적인 운동의 긍정적인 효과를 보고하고 있는데, 미국 스포츠 의학회(American College of Sports Medicine, ACSM)는 조직 및 신체활성도 증대와 건강증진을 위하여 특히 저항트레이닝(resistance training, RT)을 제시하였다(ACSM, 1995).

저항트레이닝은 근력, 근 파워, 근 비대, 특정

[†] Corresponding author : 010-2775-7221, syshin@inje.ac.kr

※ 이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2015년)에 의하여 연구되었음.

근육의 지구력, 신경계의 적응력, 평형성, 협응력 등의 향상과 체지방 개선 등을 통하여 운동 수행 능력 및 건강에 긍정적인 영향을 미친다(Kraemer & Ratamess, 2000). 또한 골밀도 손실을 예방하거나 지연시키는 역할과 더불어 뼈를 지지하고 있는 근육, 인대, 건을 강화시켜 근 관절 상해를 예방할 수 있다(Lee Hyung-Kuk, 2000). 또한 저항트레이닝은 심폐기능 및 혈중 전해질 농도에도 긍정적인 영향을 미친다(Jang Hyun-Su, 2000). 저항트레이닝의 효과적인 목적 달성을 위해서는 개인의 능력과 조건에 맞는 개별화된 프로그램이 필요하며, 트레이닝 목표에 따라 강도, 빈도, 휴식 시간, 반복회수, 세트 수 등이 결정된다(Kraemer et al., 2004).

운동에 의한 호르몬의 변화양상은 운동의 유형, 강도, 빈도, 시간 등에 따라 다양하게 나타나는데, 이는 신체적 스트레스에 대한 적응기전으로 이해되며 운동에 대한 반응기전과도 관계가 있다(Kjaer, 1989). 근 손상지표는 운동과 역 상관 관계를 가지는, 운동으로 인해 나타날 수 있는 부정적인 요소들을 나타내는 대표적인 지표이다(Kraemer, 1988).

크레아틴 인산화효소(creatine kinase, CK)와 젖산탈수소효소(lactate dehydrogenase, LDH)의 농도는 무산소성 대사의 활성화 지표로도 사용되지만, 운동수행에 따른 근 손상지표 및 심근 손상지표로도 사용된다(Kielblock et al., 1989).

Nosaka 와 Clakson(1996)은 운동에 따른 근 손상지표로서 CK와 LDH 농도를 판단하기 위해서는 다양한 강도 및 형태의 운동을 실시해야 한다고 보고하였고, Siegel 등(1980)은 마라톤 선수와 사이클 선수의 혈장 LDH 농도를 분석한 결과 마라톤 선수에게서 증가하였음을 관찰하고 운동의 시간 및 강도에 따라 근 손상지표의 변화가 나타날 수 있다고 하였다. 운동과 관련한 근 손상지표에 대한 연구는 현재까지도 다양하게 이루어지고 있지만 비만 중년 여성들을 대상으로 저항트레이닝의 강도에 따른 변화에 관한 연구는 매우

미비하다.

노화가 가속화되는 시기인 중년 여성에게 운동으로 인한 긍정적인 변화 요소 중 필수적인 것으로 노화의 예방 및 지연을 들 수 있다. 운동으로 인해 변화될 수 있는 여성의 노화관련 호르몬은 성장호르몬(growth hormone), dehydroisoandrosterone sulphate(DHEA-S), Melatonin 등이 대표적이다(Thomas et al., 1994). 성장호르몬은 소아에서 길이의 성장 이외에 심근을 포함한 근육, 뼈, 간, 신경조직, 지방조직 등에 많은 효과를 나타내므로 결핍 시에 다양한 임상증상이 나타날 수 있는데, 소아뿐만 아니라 성인에서도 노화에 의한 성장호르몬 결핍 시 다양한 임상증상이 나타날 수 있다고 보고되고 있다(Kim Sang-Woo, 2002). DHEA-S는 부신피질에서 다량 분비되는데, 개인차는 크지만 연령이 증가함에 따라 감소되며 암, 당뇨병, 알츠하이머성 치매 등의 생물학적 지표가 된다(Vincent et al., 1997).

멜라토닌은 체내의 각종 분비선과 기관의 활동을 조절하는 등 신체기능 상 중요한 역할을 담당하며, 수면의 질을 향상시켜 신체피로를 조절하고 세균 및 바이러스에 대한 면역력을 강화시키는 호르몬이다(Knight et al., 2005). 노화가 진행되면 인체 내 멜라토닌 생성 또한 크게 감소하게 되고, 이것은 심혈관계, 신경계, 내분비계, 면역계는 물론 항산화 기능을 감소시키는 것으로 알려져 있다(Karasek, 2004). 이와 같은 노화관련 호르몬에 대한 많은 연구들이 진행되어 왔지만(Lusardi et al., 2000; Reiter et al., 2000; Richter et al., 2000) 여전히 명확한 기전은 확인되지 않았으며, 특히 중년 여성의 저항트레이닝의 강도에 따른 노화관련 지표의 변화에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 비만 중년 여성을 대상으로 운동 강도를 50%, 60% 70%로 각각 구분하여 저

항트레이닝을 실시하여 근 손상지표로 알려진 CK, LDH와 노화관련 호르몬으로 알려진 성장호르몬, DHEA-S, 멜라토닌 농도의 변화를 살펴봄으로서 어떠한 운동강도가 비만 중년 여성의 근 손상지표 및 노화관련 호르몬에 효과적인 강도인가 알아보기 위이다.

II. 연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 B광역시에 거주 중인 체지방이 30%가 넘는 비만 중년 여성을 대상으로 50%, 60%, 70% 강도로 각각 다른 저항트레이닝 운동이 근 손상지표 및 노화관련 호르몬에 미치는 영향을 파악하기 위한 비동등성 전후 설계연구이다.

2. 연구대상

본 연구의 대상자는 B광역시에 거주 중이며 건강에 이상이 없고 규칙적인 운동프로그램에 참여한 경험이 없는 체지방이 30%가 넘는 비만 중년 여성 30명으로 하였다. 저항트레이닝 운동 강도를 50%, 60%, 70%로 하여 각각 10명씩 무작위로 세 집단으로 배분하였다. 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> General Characteristics of Subjects

Group	n	Age(yrs)	Ht(cm)	Wt(kg)	Fat(%)
50% group	10	55.2±4.36	159.4±5.17	59.16±5.06	33.90±2.88
60% group	10	56.3±3.94	157.6±6.37	60.26±7.73	33.89±3.31
70% group	10	54.9±3.27	158.6±4.57	58.48±7.30	32.76±2.64

*Values=Mean±SD

3. 연구도구 및 자료수집

본 연구에서는 대상자의 근 손상지표(CK,

LDH)와 노화관련 호르몬(성장호르몬, DHEA-S, 멜라토닌)을 측정하였다. 혈액검사를 위해 8시간 이상 공복을 유지시켜 식이 영향을 최소화하였고, 운동 전후 모두 오전 10시에 각각 동일하게 채혈하였다. 임상병리사가 대상자의 상완 주정맥에서 1회용 주사기를 이용하여 10ml를 채혈하여 항응고제(ethyl diamine tetra acetate, EDTA)로 처리한 진공 채혈관을 S의료재단에 혈액분석을 의뢰하였다. 성장호르몬은 DPC-Immulate 2000(USA)을 사용하였으며 비경쟁반응인 면역방사계수측정법(immunoradio metric assay, IRMA)로 측정하였다. 측정원리는 고상법(solid phase)으로 항체가 피복된 구슬(beads)에 성장호르몬을 반응시킨 다음 표지항체(125I-Anti GH)를 반응시켜 검체의 성장호르몬을 알리는 sandwich 원리이다. DHEA-S는 Toshiba YBA-200 FRNEO(Japan)을 사용하였고 멜라토닌은 Cobas MIRA(USA)을 사용하였으며, 비경쟁반응인 방사면역측정법(radio-immunoassay, RIA)로 측정하였다. 근 손상지표인 CK와 LDH 분석을 위해 원심분리기를 이용하여 혈액을 2500-3000 RPM의 속도로 15-20분간 원심분리 후 혈청 분리관으로 검사에 필요한 혈장을 다시 추출하였다.

CK는 자동생화학분석기 Hitachi 747(Japan), LDH는 Hitachi 7600-110/7170(Japan)를 이용하여 분석하였다.

1) 사전검사

12주간 집단별 저항트레이닝의 강도를 50%, 60%, 70%로 각각 다르게 적용하여 근 손상지표인 CK, LDH, 노화관련 호르몬인 멜라토닌, DHEA-S, 성장호르몬을 각 측정방법에 의거하여 사전검사를 실시하였다.

2) 본 실험

저항트레이닝은 1주는 운동프로그램에 대한 신체적응을 위하여 1RM의 30% 운동 강도로 세 집단 모두 실시하였으며, 2~12주는 각 집단별로 1RM의 50%, 60%, 70%의 운동 강도로 운동을 실

시하였다. 반복횟수는 모두 8~12회 사이를 실시하는 것을 원칙으로 하였는데, 저항트레이닝에서의 이러한 반복횟수의 범위설정은 Borg의 주관적 운동 강도 (rated perceived exertion, RPE)에 준하여 개인의 체력수준에 따라 나타날 수 있는 차이를 고려하였다. 또한 2주마다 1RM의 재측정을 실시하여 최대근력을 보정하였는데, 1RM의 측정 방법은 대상자가 중년 여성임을 감안하여 Brzycki (1993)의 간접측정법으로 실시하였다(1RM=들어올린 무게(kg)/1.0278-[반복횟수×0.0278]). 저항트레이닝 운동프로그램은 <Table 2>와 같다.

3) 사후검사

12주간 집단별 저항트레이닝의 강도를 각각 다

르게 적용하여 근 손상지표인 CK, LDH, 노화관련 호르몬인 멜라토닌, DHEA-S, 성장호르몬을 각 측정방법에 의거하여 사전검사와 동일한 방법으로 사후검사를 실시하였다.

4. 자료분석

수집된 자료는 SPSS/WIN 18.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 집단과 시점간의 평균(mean) 및 표준편차(SD)를 산출하였고, 평균 차 검증을 위하여 반복측정에 의한 이원변량분석(two-way ANOVA with repeated measure)을 실시하였다. 집단과 시점별 상호작용효과가 있을 경우 시점별 대응표본 t-test를 실시하였고, 차이 값에 대한 검

<Table 2> Resistance Training Program for 12 weeks

Target Muscle		Type	Intensity/Amount	RPE		
Warm-up		Stretching 5min, treadmill 10min(5km/h)		9-10		
Main Exercise	Mon	Pectoralis major muscle	chest press dumbbell fly cable cross over	Intensity Week1 Group1, 2, 3: 1RM=30% Week2~12 Group1: 1RM=50% Group2: 1RM=60% Group3: 1RM=70% Amount Week1~4: 2sets Week5~12: 3sets		
		Latissimus dorsi muscle	let pull down long full one arm dumbbell low			
			Tue		Quadriceps femoris muscle	squat leg extension leg press
	Biceps femoris muscle				leg curl good morning stipe dead lift	
		Thu			Gastrocnemius muscle	standing calf raise donkey calf raise
			Biceps brachii muscle		one arm dumbbell curl hammer curl	
	Triceps brachii muscle				triceps push down kick back	
		Fri			Deltoid muscle	front raise side raise back raise
			Rectus abdominis muscle		sit up crunch leg raise	
	Cool-down				Stretching 5min, treadmill 10min(5km/h)	

증을 위하여 집단 간 일원변량분석을(one-way ANOVA)을 실시하여 유의차가 나타날 경우 SNK 로 사후검증을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 p<.05로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

전체 대상자 30명의 평균 연령은 55.5±3.9세였으며 집단 간 유의한 차이는 없었다. 집단별 체중의 변화를 보면 50% 집단은 운동 전 59.16±5.06kg 운동 후 57.90±4.62kg으로 1.26kg 감소하였고, 60% 집단은 운동 전 60.26± 7.73kg 운동 후 59.01±6.39kg로 1.25kg 감소하였으며, 70%집단은 운동 전 58.48±7.30kg 운동 후 57.15±4.06kg로 1.33kg 감소하였다. 체중의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과, 체중은 집단 간 유의차가 나타나지 않았고, 시점별 상호작용효과에서도 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

1. 근 손상지표

1) CK

각 집단별 CK의 운동전·후 비교를 실시한 결과는 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Result of t-test of CK (ng/ml)

Group	time		t
	pre	post	
50%	216.40	225.20	1.008
	±47.63	±39.03	
60%	228.30	224.10	.957
	±53.95	±42.26	
70%	215.44	289.90	-5.626**
	±38.27	±55.20	

** : p< .01,

CK의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 4>와 같다.

CK는 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만 시점별 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 50% 집단과 60% 집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 70% 집단에서는 유의한 증가가 나타났다(t1.9=-5.626, p<.01). 집단 간 차이에서는 운동 전에는 유의한 차이가 나타나지 않았지만 운동 후 70% 집단이 50% 집단과 60% 집단보다 유의하게 높게 나타났다.

<Table 4> Result of Repeated measure ANOVA of CK

Source	DF	SS	MS	F-Value	post-hoc
Group(A)	2	20109.433	10054.717	2.810	
Error	27	96600.250	3577.787		
Time(B)	1	10428.017	10428.017	12.358*	C>A,B
A×B	2	9310.433	4655.217	5.517*	
Error	27	22784.050	843.854		

**p<.01

A: 50% group, B: 60% group, C: 70% group

2) LDH

각 집단별 LDH의 운동전·후 비교를 실시한 결과는 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Result of t-test of LDH (ng/ml)

Group	time		t
	pre	post	
50%	180.20	189.60	-.748
	±25.55	±50.21	
60%	170.90	186.28	-2.889*
	±30.86	±48.18	
70%	185.02	217.30	-4.802**
	±25.60	±28.79	

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

LDH의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 6>과 같다.

LDH는 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만

시점별 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 50% 집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만 60% 집단과 70% 집단에서는 유의한 증가가 나타났다($t_{1.9}=-2.339$, $p<.05$; $t_{1.9}=-4.802$, $p<.01$). 집단 간 차이에서는 운동 전에는 유의한 차이가 나타나지 않았지만 운동 후 70% 집단이 % 집단보다 유의하게 높게 나타났다.

<Table 6> Result of Repeated measure ANOVA of LDH

Source	DF	SS	MS	F-Value	post-hoc
Group(A)	2	672.533	336.267	.860	
Error	27	59912.400	2218.978		
Time(B)	1	7616.267	7616.267	17.88**	C>A
A×B	2	5046.533	2523.267	5.926**	
Error	27	11496.200	425.785		

**p<.01

A: 50% group, B: 60% group, C: 70% group

2. 노화관련 호르몬

1) 멜라토닌

각 집단별 멜라토닌의 운동전·후 비교를 실시한 결과는 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Result of t-test of Melatonin (ng/ml)

Group	time		t
	pre	post	
50%	9.51±2.99	9.90±2.34	-0.688
60%	9.92±2.28	9.98±3.04	.145
70%	9.43±2.51	9.81±2.11	-2.646*

*: $p<.05$,

멜라토닌의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 8>과 같다.

멜라토닌은 집단 간 유의차가 나타나지 않았으며 상호작용효과에서도 유의한 차이가 나타나지 않았지만 시점별 유의차가 나타났다. 사후검증

결과 50% 집단과 60% 집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 70% 집단에서는 유의한 증가가 나타났다($t_{1.9}=-2.646$, $p<.05$). 집단 간 차이에서는 운동 전후 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

<Table 8> Result of Repeated measure ANOVA of Melatonin

Source	DF	SS	MS	F-Value	post-hoc
Group(A)	2	4.433	2.217	.113	
Error	27	529.050	19.594		
Time(B)	1	8.817	8.817	4.278*	ns
A×B	2	1.033	.517	.251	
Error	27	55.650	2.061		

*p<.05

A: 50% group, B: 60% group, C: 70% group

2) DHEA-S

각 집단별 DHEA-S의 운동전·후 비교를 실시한 결과는 <Table 9>와 같다.

<Table 9> Result of t-test of DHEA-S (ng/ml)

Group	time		t
	pre	post	
50%	138.81 ±20.67	141.03 ±19.21	.087
60%	134.56 ±24.75	134.96 ±18.71	.029
70%	132.44 ±25.94	154.62 ±24.29	-6.995***

***: $p<.01$,

DHEA-S의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 10>과 같다.

DHEA-S는 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만, 시점 및 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 운동 전후 50% 집단과 60% 집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 70% 집단에서는 유의한 증가가 나타났다($t_{1.9}=-3.995$, $p<.01$). 집단 간 차이에서는 운동 전에는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 운동 후

70% 집단이 50% 집단과 60% 집단보다 유의하게 높게 나타났다.

<Table 10> Result of Repeated Measure ANOVA of DHEA-S

Source	DF	SS	MS	F-Value	post-hoc
Group(A)	2	764.400	382.200	.432	
Error	27	24401.000	903.741		
Time(B)	1	1008.600	1008.600	9.697**	C>A,B
A×B	2	1480.000	740.000	7.114**	
Error	27	2808.400	104.015		

**p< .01
A: 50% group, B: 60% group, C: 70% group

3) 성장호르몬

각 집단별 성장호르몬의 운동전·후 비교를 실시한 결과는 <Table 11>과 같다.

<Table 11> Result of t-test of Growth hormone (ng/ml)

Group	time		t
	pre	post	
50%	.81±.11	.84±.08	.072
60%	.80±.17	.84±.09	.967
70%	.78±.12	.97±.17	-6.033***

***: p< .001,

성장호르몬의 평균 차 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 12>와 같다. 성장호르몬은 집단 간 유의차가 나타나지 않았지만, 시점 및 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검증 결과 운동 전후 50% 집단과 60% 집단에서는 유의차가 나타나지 않았지만, 70% 집단에서는 유의한 증가가 나타났다(t1.9=-6.033, p<.01). 집단 간 차이에서는 운동 전에는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 운동 후 70% 집단이 60% 집단과 50% 집단보다 유의하게 높게 나타났다.

<Table 12> Result of Repeated Measure ANOVA of GH

Source	DF	SS	MS	F-Value	post-hoc
Group(A)	2	.033	.017	.556	
Error	27	.799	.030		
Time(B)	1	.114	.114	23.056**	C>A,B
A×B	2	.082	.041	8.304**	
Error	27	.134	.005		

**p< .01
A: 50% group, B: 60% group, C: 70% group

IV. 논 의

본 연구는 비만 중년 여성을 대상으로 저항트레이닝 강도를 1RM의 50%, 60%, 70%로 구분하여 12주간 운동을 실시한 후 근 손상지표(CK, LDH) 및 노화관련 호르몬(멜라토닌, DHEA-S, 성장호르몬)의 변화를 통해 중년 여성에게 적절한 운동 강도를 알아보려고 하였다.

저항트레이닝 후 근 피로의 변화에 대하여 사정한 본 연구에서는 고강도 운동부하인 70% 집단의 운동방식이 가장 피로가 높은 것으로 나타났다으며, 이는 근 수축이 많아질수록 평균근전도(mEMG)가 증가하여 최대근력을 발휘할 때 운동 단위 수 및 임펄스의 발사빈도 등에 의해 증가된 것이다(Kraemer & Ratamess, 2004). 또한 근 수축이 지속될수록 적분근전도가 유사한 비율로 증가되어 근 피로를 나타내며(Petrofsky, 1979), 낮은 강도의 근육운동에서 적분근전도가 증가하지 않는 것은 그만큼 근육의 동원이 적은 것을 의미한다(Komi & Tesch, 1979). 따라서 무거운 중량을 실시하는 운동방식이 많은 피로가 온다는 것을 알 수 있어 본 연구결과를 뒷받침하고 있는 것으로 사료된다.

저항트레이닝은 골격근에 직접적인 부하를 적용시키는 방식으로 수행되는 운동으로서 운동 시 근 피로가 유발되는데, 일반적으로 부하중량이 증가할수록 높아지며(Marx et al., 2001), 속근 섬

유의 비율이 높은 근육일수록 쉽게 나타난다고 하였다(Komi & Tesch, 1979). 이러한 근 피로가 과도하면 생리학적인 적응보다는 스트레스를 유발시켜 전반적인 근 기능과 운동수행능력을 저하시키게 된다(Kraemer & Ratamess, 2003). Manfredi 등(1991)은 젊은 사람들과 나이든 사람들을 대상으로 강한 강도의 신장성 운동 후 CK의 활성을 알아봄으로써 근육 손상을 예측하였는데, CK의 유의한 증가는 강한 강도의 운동 후 예상되는 근육 손상의 징후(Lee et al., 2002; Takagi et al., 2001)로 이용된다고 하였다.

LDH에 대한 본 연구결과 70%집단이 50%집단에 비해 유의하게 높게 나타났다.

LDH는 무산소성 대사과정에 주로 작용하는 근육 내의 젖산 탈수소 효소로서 LDH의 활성도는 젖산축적과 함께 무산소성 대사과정의 활성화 정도를 분석하는 유용한 지표로 이용되며(Sharp et al., 1986), 혈중 LDH는 CK와 마찬가지로 근 질환이나 구조적 손상을 가장 잘 반영한다고 알려져 있다(Beck et al., 2007; Bloomer et al., 2007; Greer et al., 2007). 혈중 LDH 농도는 운동 시 근 조직의 에너지 기질(adenosine triphosphate, glycogen)의 고갈, 세포내 저산소증, 대사과정에서 생성된 free radical의 증가로 인한 세포막 투과성의 향진이 원인이 되어 증가하게 되는 기전을 가지고 있다(Hansen et al., 1982; Stowers et al., 1983). LDH는 그 변화폭이 크지 않으며 CK와는 달리 운동 종료 후 회복이 빠르기 때문에 근 손상의 정도가 크지 않을 경우 차이가 명확하게 나타나지 않을 수 있다. 또한 LDH의 경우 CK와 다르게 운동이 종료되어도 일정 시간동안 지속적으로 상승될 수 있다는 가능성을 고려할 때(Lee Woon-Yong & Sung Bong-Ju, 2004), LDH의 증가는 조직의 손상을 의미한다고 볼 수 있다(Park Il-Bong & Yeo Nam-Hwoeh, 2008). 고강도 운동자극에 의한 직접적인 세포막의 파괴 및 조직의 괴사, 스트레스에 의한 지질과산화 등에 의하여 세포막의 투과성이 증가되면 세포질 내의 LDH가 혈중으로 방출된다

(Jennifer et al., 2001; Karamizrak et al., 1994; Masson et al., 1997)는 보고는 70% 운동 강도에서 가장 높은 혈중 LDH를 나타낸 본 연구결과를 뒷받침 하고 있는 것으로 생각된다. 고강도 저항 트레이닝 운동은 근육 손상을 유발하여 인슐린의 감수성(insulin sensitivity)을 약화시킬 수 있으며, 고강도, 중강도, 저강도에 따른 CK와 LDH의 활성도의 차이에도 불구하고 근육 손상 정도는 유사하다(Nindl et al., 2001)고 보고되고 있으므로, 대상자 및 CK와 관련된 다양한 호르몬 반응과 연관 지어 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

멜라토닌에 대한 본 연구결과에서는 70%의 운동 강도에 따라 혈중 멜라토닌의 변화량이 나타났다. 집단 간의 차이에서도 70%운동집단이 60%와 50%의 운동집단에 비해 높은 수치를 나타내었다.

멜라토닌은 체내의 각종 분비선과 기관의 활동을 조절하고 수면의 질의 향상시켜 신체의 피로를 조절하며 세균 및 바이러스에 대한 면역력을 강화시켜주는 기능을 한다(Knight et al, 2005). 또한 강력한 항산화제로 많은 생리학적 역할 및 효능이 밝혀지기 시작했고 최근에는 콜레스테롤 수치와 혈압 감소, 항암효과, 노화방지, 수명연장 등의 효과가 있음을 실험적으로 증명하였다(Lusardi et al., 2000; Saez et al. 2007; Vijayalaxmi et al., 1995).

Elias 등(1993)은 운동 후 혈청 멜라토닌의 증가를 예상할 수 있다고 보고하였으며, Atkinson 등(2003)은 지구성 트레이닝이 멜라토닌에 미치는 영향에 관한 연구에서 트레이닝 전보다 트레이닝 후에 멜라토닌 농도가 유의하게 증가함을 관찰하였다. 그러나 걷기운동을 실시한 연구(Jang Jae-Hun, 2009)와 무용을 실시한 연구(Hong Ye-Ju & Bang Hyun-Suk, 2010)에서는 운동 후 멜라토닌 농도가 감소하였다. 이러한 상반되는 결과에 대하여 Jang Jae-Hun(2009)은 걷기나 무용과 같은 단일운동 자체는 노인 여성의 멜라토닌 농도에 그다지 영향을 미치지 못하는 것으로 보고하였

다.

본 연구결과 70%의 운동 강도에 따라 혈중 멜라토닌의 변화량이 나타났으며, 이는 멜라토닌은 운동 강도에 따라 변화가 어려운 호르몬으로 평가한 Jang Jae-Hun(2009)의 연구와 상반된 결과이다. 따라서 고강도 신체활동을 통한 혈중 멜라토닌 농도의 변화가 나타났지만 본 연구 결과의 일 반화 하기 위해서는 추후 보다 다양한 운동 강도의 적용과 대상자, 운동 기간, 운동 형태 및 운동 빈도 등의 다양한 변인을 적용한 지속적인 연구의 필요성이 있을 것으로 판단된다.

DHEA-S의 본 연구결과 70%의 운동 강도에 따라 혈중 변화량이 나타났으며, 집단 간의 차이에서도 70%운동집단이 60%와 50%의 운동집단에 비해 높은 수치를 나타내었다.

노화와 관련되어 내분비계의 변화가 나타나는데, 특히 DHEA-S의 변화는 만성 퇴행성 질환과 높은 관련성으로 인하여 노화의 지표로 주목받게 되었다(Szegvari, 2008). DHEA-S는 부신피질에서 생성되며 혈액 내 가장 많은 스테로이드 호르몬으로 연령이 증가하면서 뚜렷한 감소를 보이는 물질이다(Lee Sang-Wook, 2003; Lee Hye-Ri 등, 2005). 혈중 DHEA-S는 말초조직에서 남성호르몬인 안드로젠(androgen)과 여성호르몬인 에스트로젠(estrogen)으로 전환되며, 근육 및 신체의 근육량과 관련이 높은 호르몬으로도 알려져 있다(Marx et al., 2001).

DHEA-S와 운동에 관한 선행연구를 살펴보면 Huang 등(2006)과 Han Joung-Kyue(2008)는 각각 16주, 12주간의 걷기운동과 저항운동의 적용이 DHEA-S 수준의 증가에 긍정적인 효과가 있음을 보고하여 비록 운동의 형태는 차이가 있지만 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 그리고 Pritchard 등(1999)은 12주간의 최대 하 사이클링 운동이 DHEA-S의 증가를 유도하였다고 보고하여, DHEA-S의 증가를 극대화하기 위해서는 다소 높은 강도의 운동 처치가 효과적인 방법이 될 수 있을 것으로 보인다. 또한 Lee Sang-Wook(2003)의 연구

에서 근력운동을 실시한 집단에서 DHEA-S가 증가치가 가장 컸는데 이는 DHEA-S의 증가에 있어서 저항운동의 병행이 필요하다는 것을 보여준다. Aizawa 등(2003)은 19세의 여성에게 8주간 지속적으로 저항운동을 실시한 결과 대조군에 비해 DHEA-S 농도가 현저하게 증가한 것으로 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었으며, 저항운동의 강도뿐만 아니라 유산소 운동 시에도 DHEA-S의 분비율에 차이가 나타날 수 있음을 보고하였다.

이와 같이 선행연구에서는 저항운동을 실시하지 않더라도 DHEA-S의 증가를 보인 결과를 제시하였는데, 본 연구에서 실시한 70% 강도의 저항트레이닝 처치의 제한적인 효과일 것으로 판단될 수 있으며, 저항성 운동과 함께 다른 형태의 운동을 병행한다면 DHEA-S의 긍정적 변화를 유도할 수 있을 것으로 보인다. 종합적으로 개인의 체력수준에 따라서 운동 강도 및 형태를 적절하게 적용하거나, 저항트레이닝 시 중 또는 고강도의 운동 형태로 반복횟수를 높여 실시한다면 DHEA-S의 증가를 유도할 수 있을 것으로 추측된다.

성장호르몬의 본 연구결과 70%의 운동 강도에 따라 혈중 변화량이 나타났으며, 집단 간의 차이에서도 70%운동집단이 60%와 50%의 운동집단에 비해 높은 수치를 나타내었다.

성장호르몬은 세포의 성장 및 증식을 자극하고 골격을 형성하는데 중요한 호르몬으로 신체조성뿐만 아니라 지질대사를 촉진시켜(Dietz & Schwartz, 1991) 건강유지 및 증진의 측면에서도 깊은 관련성을 갖는다. 본 연구에서는 DHEA-S와 마찬가지로 운동 강도 70% 집단에서만 성장호르몬이 유의하게 증가하였는데, 8주간 1RM의 80%로 저항운동을 실시하여 성장호르몬이 유의하게 증가하였다는 So Jae-Mu & Seo Jin-Hee(2004)의 연구결과와 성장호르몬의 경우 운동 강도와 밀접한 연관성을 갖는다는 Zaccaria 등(1999)의 연구결과를 비추어 볼 때, 고강도 운동에서 성장호르몬의 반

응이 보다 활성화되는 것으로 생각된다. 성장호르몬 분비는 운동 강도와 관련이 깊고(Bloom et al., 1976), 고강도 저항트레이닝이 혈청 내 성장호르몬의 농도를 증가시킨다는 사실을 입증하고 있는 VanHelder 등(1986)의 연구에서도 본 연구결과와 같은 맥락을 보고하였다.

그러나 Hakkinen 등(1985)은 성장호르몬은 운동과 더불어 증가하고, 이것은 운동의 지속시간에 따른 차이라고 보고하여 운동 강도보다 운동의 지속시간에 초점을 맞추었고, Kim Sang-Woo 등(2002)은 12주간의 운동 참여가 노인들의 성장호르몬 변화에 효과가 없다고 보고하였다. 또한 Nicklas 등(1998)은 40~50세 성인 여성을 대상으로 실시한 단기 및 장기간의 저항성 운동이 성장호르몬에 유의한 차이를 보이지 않았고 훈련형태의 종류를 불문하고 운동의 실시 자체만으로도 성장호르몬이 증가한다고 보고하였다. 따라서 운동 강도에 따른 성장호르몬의 변화에 대한 보다 정확한 기전을 파악하기 위해서는 보다 다양한 대상자, 다양한 운동프로그램에 대한 추후 지속적인 연구가 필요하다고 사료된다.

V. 결론

본 연구는 비만 중년 여성 30명을 대상으로 저항트레이닝의 운동 강도를 50%, 60%, 70%로 구분하여 12주간 운동을 실시한 후 근 손상지표(CK, LDH) 및 노화관련 호르몬(멜라토닌, DHEA-S, 성장호르몬)에 미치는 영향을 규명하여, 중년 여성에게 적합한 저항트레이닝의 운동 강도를 알아보고자 하였다. 그 결과 CK는 70% 집단에서 유의한 증가가 나타났고, 운동 후 70% 집단이 50% 집단과 60% 집단보다 유의하게 높게 나타났다. LDH는 60% 집단과 70% 집단에서 유의한 증가가 나타났고, 운동 후 70% 집단이 50% 집단보다 유의하게 높게 나타났다. 멜라토닌은 70% 집단에서만 유의한 증가가 나타났고, 운동

후 집단 간의 차이는 나타나지 않았다. DHEA-S는 70% 집단에서 유의한 증가가 나타났고, 운동 후 70% 집단이 50% 집단과 60% 집단보다 유의하게 높게 나타났다. 마지막으로 성장호르몬은 70% 집단에서 유의한 증가가 나타났고, 운동 후 70% 집단이 60% 집단과 50% 집단보다 유의하게 높게 나타났다.

본 연구결과 중년여성에게 있어 고강도의 운동은 근 손상지표인 CK와 LDH는 운동 강도가 높아질수록 세포막의 손상으로 인해 분비율이 높아지는 것으로 나타나 근 손상방지를 위해서는 50%강도 수준으로 저항운동을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한 노화관련호르몬 중 멜라토닌은 집단간 유의차가 나타나지 않아 저항운동의 운동강도의 차이만으로는 변화시키기 어려운 변인으로 생각되며, DHEA-S와 GH에서는 집단간의 차이가 나타나 저항운동의 운동 강도에 차이를 둘 경우 변화를 보일 수 있는 변인으로 판단되며, 50%나 60%의 수준에서 보다 70%의 운동강도에서 분비가 높아졌기에 DHEA-S와 GH의 높은 분비를 위해서는 70%의 다소 높은 운동강도를 실시하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

하지만 본 연구의 결과만으로 일반화하기 어려운 부분이 있으므로 보다 많은 수의 대상자와 인구통계학적 특성에 중점을 둔 다양한 운동 강도들의 적용시켜 나가는 후속연구가 필요할 것으로 제언한다.

References

- Aizawa, K. · Akimoto, T. · Inoue, H. · Kimura, F. · Joo, M. · Murai, F. & Mesaki, N.(2003). Resting Serum Dehydroepiandrosterone Sulfate Level Increases after 8-week Resistance Training among Young Females. *European Journal of Applied Physiology*, 90, 575-580.
- American College of Sports Medicine(1995). *American College of Sports Medicine's Exercise Management for Persons with Chronic Disease and Disabilities*. Champaign, IL: Human kinetics.

- Atkinson, G. · Drust, B. · Reilly, T. & Waterhouse, J.(2003). The Relevance of Melatonin to Sports Medicine and Science. *Sports Medicine*, 33, 809~831.
- Bae, Yun-Jung(2012). Evaluation of Nutrient and Food Intake Status, and Dietary Quality in Korean Female Adults according to Obesity : Based on 2007-2009 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean Journal of Nutrition Society*, 45(2), 140~149.
- 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), 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*, 4(9), 1~10.
- Brzycki, M.(1993). Strength Testing, Predicting a One-rep Max from Resps to Fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 64(1), 88~90.
- Dietz, J. & Schwartz, J.(1991). Growth Hormone Alters Lipolysis and Hormone-sensitive Lipase Activity in 3T3-F442A Adipocytes. *Metabolism*, 40(8), 800~806.
- Elias, A. N. · Wilson, A. F. · Pandin, M. R. · Rojas, F. J. · Kayaleh, R. · Stone, S. C. & James, N.(1993). Melatonin and Gonadotropin Secretion after Acute Exercise in Physically Active Males. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 66(4), 357~361.
- 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.
- 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(4), 287~293.
- Han, Joung-Kyue(2008). The Impact of Long Team Combined Exercise on Aging Related Hormone in Elderly Women. *Exercise Science*, 17(1), 23~30.
- Hansen, K. N. · Bjerre-Knudsen, J. · Brodthagen, U. · Jordal, R. & Paulev, P. E.(1982). Muscle Cell Leakage due to Long Distance Training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 48(2), 177~188.
- Hong, Ye-Ju · Bang Hyun-Suk(2010). Effects on Elderly Women's Growth Hormone and Blood Lipids Profile by Participating in Korean Dance for Long Term. *Journal of Sport and Leisure Study*, 41(2), 819~827.
- Huang, Y. J. · Chen, M. T. · Fang, C. L. · Lee, W. C. · Yang, S. C. & Kuo, C. H.(2006). A Possible Link between Exercise Training Adaptation and Dehydroepiandrosterone Sulfate-an Oldest-old Female Study. *International Journal of Medical Sciences*, 3(4), 141~147.
- Jang, Jae-Hun(2009). Effects of 16 Weeks Walking Exercise on Aging Related Hormone in Elderly Women. *Exercise Science*, 18(2), 239~246.
- Jennifer, M. S. & Jeffrey, B. B.(2001). Role of Vitamin E and Oxidative Stress in Exercise. *Nutrition*, 17(10), 809~814.
- Jeon, Hye-Rim(2009). Effects of Conjugated Linoleic Acid on Body Composition, Ghrelin and Glucagon Like Peptide-1 Levels Following Circuit Weight Training in Overweight College Male Students. *Journal of Korean Physical Education Association for Girl and Women*, 23(3), 49~61.
- Jung, Yeon-Su(1997). The Changes of Muscle Soreness and Creatine Kinase in Recovery Level Difference. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 7, 291~297.
- 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. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*,

- 34(2), 141~146.
- Karasek, M.(2004). Melatonin, Human Aging, and Age-related Diseases. *Experimental Gerontology*, 39(11-12), 1723~1729.
- Kielbock, A. J. · Manjoo, M. · Booyesen, j. & Katzeff, I. E.(1989). Creatine Phosphokinase and Lactate Dehydrogenase Levels after Ultra-distance Running. *South Africa Medicine Journal*, 55(26), 1061~1064.
- Kim, Sang-Woo(2002). Growth Hormone Replacement Therapy in Anti-aging. *Woman health*, 3(1), 179~192.
- Kim, Sang-Woo · Bae, Yun-Jung · Lee, Woon-Yong (2002). The Changes of Blood Lipid Profile, Growth Hormone, and Immune Responses in Elderly Population after a 12 Week Exercise Program. *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*, 10(2), 107~113.
- Kjaer, M.(1989). Epinephrine and Some Other Hormonal Responses to Exercise in Man: With Special Reference to Physical Training. *International Journal of Sports Medicine*, 10(1), 2~15.
- 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.
- Komi, P. V. & Tesch, P.(1979). EMG Frequency Spectrum, Muscle Structure and Fatigue during Dynamic Contractions in Man. *European Journal of Applied Physiology*, 42(1), 41~50.
- Kraemer W. J. & Ratamess N. A..(2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 36(4), 674~688.
- Kraemer W. J.(1988). Hydroxylation of Aniline Mediated by Heme-bound Oxy-radicals in a Heme Peptide Model System. *Biochemical Pharmacology*, 37(23), 574~577.
- 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(12), 1346~1352.
- Kraemer, W. J. & Ratamess N. A.(2000). Physiology of Resistance Training: Current Issues. In *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America: Exercise Technologies*. Philadelphia, PA: WB Saunders.
- Kraemer, W. J. & Ratamess, N. A.(2003). Endocrine Responses and Adaptations to Strength and Power Training. In *Strength and Power in Sports*. 2nd ed. Madde, MA: Black well Scientific Publications.
- Lee, Hye-Ri · Jung, Dong-Hyuk · Lim, Ji-Ae · Kim, Gyeong-Cheol & Lee, Duk-Cheol(2005). The Relationship between Serum DHEA-s Level and TAS in Healthy Adults, *Journal of Korean Academy of Family Medicine*, 26(4), 26~31.
- Lee, Hyung-Kuk(2000). The Effects of Body Building on Change of Physique, Physical Fitness Factors in College Man. *Journal of the Research Institute of Physical Education*, 21(2), 53~58.
- 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.
- Lee, Sang-Wook(2003). The Effects of Combined & Aerobic Exercise on Aging-related hormone in Middle-aged. *Korean Journal of Growth and Development*, 11(1), 85~92.
- Lee, Woon-Yong · Sung, Bong-Ju(2004). The Effects of Creatine Kinase(CK) and Lactate Dehydrogenase (LDH) Changes during a Treadmill Running in Different Temperatures. *Korean Journal of Physical Education*, 43(5), 281~288.
- Lusardi, P. · Piazza, E. & Fogari, R.(2000). Cardiovascular Effects of Melatonin in Hypertensive Patients Well Controlled by Nifedipine: A 24-hour Study. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 49(5), 423~427.
- 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.
- 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.
- 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.

- Nakaya, H.(1987). Electro Physiological Derangements Induced by Lipid Peroxidation in Cardiac Tissue. *American Journal of Physiology*, 22(5), 1089~1097.
- 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(4), 451~454.
- 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.
- Park, Il-Bong · Yeo, Nam-Hwoeh(2008). Clinical Article : Effect of Repetition Pitching on Elementary School Baseball Pitchers Skill Level on the Indices of Muscle Damage and Fatigue in Blood. *Korean Journal of Sports Medicine*, 26(1), 45~50.
- Park, Il-Bong · Yeo, Nam-Hwoeh(2008). Clinical Article : Effect of Repetition Pitching on Elementary School Baseball Pitchers Skill Level on the Indices of Muscle Damage and Fatigue in Blood. *Korean Journal of Sports Medicine*, 26(1), 45~50.
- Petrofsky, J. S.(1979). Frequency and Amplitude Analysis of the EMG during Exercise on the Bicycle Ergometer. *European Journal of Applied Physiology*, 41(1), 1~15.
- Pritchard, J. · Despres, J. P. · Gagnon, J. · Tcherno, 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.
- Reiter, R. J. · Calvo J. R. · Karbownik, M. · Qi, W. & Tan, D. X.(2000). Melatonin and its Relation to the Immune System and Inflammation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 917, 376~386.
- Richter, K. · Peschke, E. & Peschke, D.(2000). A Neuroendocrine Releasing Effect of Melatonin in the Brain of an Insect. *Journal of Pineal Research*, 28(3), 129~135.
- Saez Mdel, C. · Barriga, C. · Garcia, J. J. · Rodriguez, A. B. & Ortega, E.(2007). Exercise-induced Stress Enhances Mammary Tumor Growth in Rats: Beneficial Effect of the Hormone Melatonin. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 294(1-2), 19~24.
- Sharp, R. L. · Costill, D. L. · Pink, W. J. & King, D. S.(1986). Effects of Weight Weeks of Bicycle Ergometer Sprint Training on Human Muscle Buffer Capacity. *International Journal of Sports Medicine*, 7(1), 13~17.
- Siegel, A. J. · Silverman, L. M. & Lopez, R. E.(1980). Creatine Kinase Elevations in Marathon Runners-relationship to Training and Competition. *Yale Journal of Biology and Medicine*, 53(4), 275~279.
- Stowers, T. J. · Mcmillian, D. · Scala, V. · Davis, D. · Wilson & Stone, M.(1983). The Short-term Effects of Three Different Strength-power Training Methods. *National Strength and Conditioning Association*, 5(3), 24~27.
- Szegvari, D.(2008). The Applications of Chiroptical Spectroscopy for the Determination and the Detection of Steroids and for the Examination of their Cycle Dextrin Mediated Enantio Selective Solubility. *Acta Pharmaceutica Hungarica*, 78(1), 45~52.
- 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.
- 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.
- Vijayalaxmi, B. Z. · Reiter, R. J. · Sewerynek, E. · Meltz, M. L. & Poeggeler, B.(1995). Melatonin Protects Human Blood Lymphocytes from Radiation Induced Chromosome Damage. *Mutation Research*, 346(1), 23~31.
- Vincent, H. K. & Vincent, K. R.(1997). The Effect

of Training Status on the Serum Creatine Kinase Response, Soreness and Muscle Function following Resistance Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 18(6), 431~437.

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.

-
- Received : 06 April, 2015
 - Revised : 21 May, 2015
 - Accepted : 28 May, 2015