

# 복합트레이닝 참여가 중년남성 대사증후군 환자의 신체조성 및 혈관탄성에 미치는 영향

## The effect of combined training on body composition and vascular compliance of middle-aged patients with metabolic syndrome

최상원(목원대학교)

김원현(대덕대학교)

### 차 례

1. 서론
2. 연구방법
3. 연구결과
4. 논의
5. 결론 및 제언

■ keyword : | 복합트레이닝 | 신체조성 | 혈관탄성 | 대사증후군 |

## 1. 서론

대사증후군은 과거에 X증후군, 혹은 인슐린 저항성 증후군으로 혼용되어 불렸으며, 질환으로는 복부비만, 고중성지방혈증, 저-고밀도 콜레스테롤 혈증, 고혈압, 내당능 장애 등 관상동맥 위험인자가 함께 나타나는 증후군이다.

지난 20년 동안 대사증후군은 전 세계적으로 증가추세에 있다. 국민영양건강조사에 의하면, 20세 이상 성인의 대사증후군 유병률은 1998년 25.3(남 26.0%, 여자 24.6%)이었고, 2001년에는 29.0%(남자30.0%, 여자 28.4%), 2005년 24.1%(남자 27.4%, 여자 20.9%)로 나타났다[1]. 특히 중년 남성에게서 현대사회의 기계화와 자동화로 신체활동의 부족, 좌업생활, 식사습관 운동 부족 등을 야기 시켜 대사성질환인 복부비만, 고혈압, 고혈당, 고중성지방혈증 등의 유병률이 급격하게 증가추세를 보여 사회적으로 문제화되고 있을 뿐만 아니라 삶의 질이 저하되고 있음을 알 수 있다.

이와 같이 대사증후군으로 인해 각종 사례적 문제 및 건강상의 문제점이 나타나고 있으며, 대사증후군의 중요한 원인으로 임상적 소견에 따라 복부비만과 인슐린저항성이 중심적인 역할을 하며[2], 공복혈당장애와 높은 혈압 및 이상지질혈증 등이 동시에 발견되어 대사성질환과 관

련이 있는 심혈관질환을 비롯한 제2형 당뇨병의 발생률이 증가한다고 보고 하였다[3,4].

Liese et al.(1997)[5]은 유전적 요인으로 부모가 당뇨병과 고혈압인 경우 자녀들에게 대사증후군의 발생이 높다고 보고하였고, Hunt et al.(2000)[6]은 사회경제적 요인으로 소득수준과 교육정도가 낮을수록 대사증후군의 발생위험이 높다고 보고하고 있다.

또한 성인에 있어서 환경적 요인으로 음주, 흡연, 스트레스, 식이 등 때문에 대사증후군의 발생률이 높다고 보고하였으며[7,8,9], 대사증후군의 존재 유무에 따라 질병의 이환률 및 사망률이 현저하게 달라지므로 중요성은 더욱 대두될 것이라고 보고하였다[5].

대사증후군 위험 요인의 개선방법으로는 운동요법이 널리 권장되어지는데, ACSM(2007)[10]에서는 건강한 삶을 위해 최대산소섭취량의 50-60%에서 30-60분 주 3-5회 운동을 권장하고 있으며, 대한비만학회(2003)[11]에서도 운동은 소비에너지를 증가시켜 체중을 감량하는 방법으로 짧은 시간에 격렬한 운동을 하는 것보다는 지속적인 운동을 해야 대사증후군과 같은 위험질환을 예방 및 개선하는데 효과가 있다고 보고한바 있다.

이러한 운동의 효과들이 알려지면서 복합트레이닝이 각광을 받고 있는데, Jurca et al.(2003)[12]의 보고에 의

하면 근력이 저항 대사증후군의 유병율과 역상관계가 있다고 보고하였으며, 이재문 등(2012)[13]은 중년여성을 대상으로 복합운동을 적용한 연구, 이지영(2012)[14]은 12주간 걷기운동프로그램을 적용한 연구에서 대사증후군 및 관상동맥 위험요인에 긍정적인 개선의 효과를 보았다고 보고하였다.

상기의 선행 연구를 종합해 볼 때, 규칙적인 신체활동은 대사증후군의 발병률을 사전에 예방하는데 매우 효과적이라고 제시하고 있다. 그러나 선행연구들은 정상 혹은 비만인을 대상으로 실시한 연구이며, 의학적으로는 대사증후군 환자가 아니라는 점이다.

따라서 본 연구는 대사증후군 환자를 대상으로 복합트레이닝 참여가 신체조성 및 혈관탄성에 어떠한 영향을 주는가를 규명하여 대사증후군 환자들의 건강한 삶을 영위하기 위한 운동프로그램의 기초자료를 제공하는데 있다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

본 연구의 대상은 D광역시 H기업에서 실시한 종합검진 후 대사성 질환을 가지고 있는 남자직원 8명을 대상으로 본 연구를 진행하였다. 이들은 모두 규칙적인 운동 프로그램에 참여한 경험이 없으며, 본 실험의 내용과 절차를 자세하게 설명하고 동의서를 작성 후 실험에 참가하였으며, 대상자의 신체적인 특성은 표 1과 같다.

표 1. 신체적 특성

Variables Group	Sex	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	Body Fat (%)
M.S (n=8)	M	54.12 ±2.23	169.62 ±1.90	75.12 ±4.63	25.64 ±3.12

M.S: Metabolic Syndrome

### 2.2 실험절차

#### 1) 신체조성검사

실험대상자들은 Heyward(2000)[15]의 권고안에 따라 테스트 4시간 전에 음식섭취와 12시간 전에 운동을 금했다. 또 실험 당일 술, 흡연, 카페인 음료를 통제하였으며, 테스트 30분 전에는 소변을 보게 한 후, 측정에 방해되는 금속물품을 뺀 후 간단한 상하의를 입고 생체전기 임피

던스 방법에 의한 바이오스페이스(Korea)사의 InBody J20 장비를 사용하여 2분간 정적 자세를 유지하도록 하여 신장, 체중, 체지방률, BMI를 측정하였다.

#### 2) 혈관탄성검사

안정 시 수축기혈압, 동맥파속도 측정을 위하여 피검자는 실험 당일 M대학 실험실에 30분전에 도착하여 10분간 누운 상태로 안정을 취하게 하였다. 수축기혈압 측정은 수은식 혈압측정기를 이용하여 실험처치 전, 실험처치 직후 수축기 혈압을 측정하였다.

동맥파속도의 측정은 동맥 펄스웨이브 전달속도(pulse wave velocity: PWV)에 의한 동맥파속도 측정기(PWV 3.0-K\_M TEC, Korea)를 이용하여 전완과 하지의 동맥파속도를 각각 측정하였다. 전완의 동맥파속도는 피험자가 누운 상태에서 동맥파속도 측정기 리드의 양극(+)을 오른쪽 손목, 음극(-)을 왼쪽 손목, 접지를 왼쪽 전완에 부착하여 측정된 후 펄스웨이브 센서를 왼발과 오른발의 검지 발가락에 부착하여 하지의 동맥파속도를 측정하였다.

동맥파속도의 측정은 검사기록계 속도를 200mm/s로 기록하도록 설정하고 왼발과 오른발에서 측정된 동맥파속도는 20초간 자동으로 측정된 심전도의 최대치의 시간 간격의 평균하였다. 심전도 R파의 최대치와 펄스웨이브의 최고치는 QRS파의 R파의 최고치와 왼발 검지발가락에서 측정된 펄스웨이브의 동맥파속도 측정기에서 각 파를 자동으로 최고치를 설정한 후 시간 간격을 기록하였다.

#### 3) 운동부하검사

피검자의 8주간 유산소성 운동프로그램 참여 전 최대하 운동부하검사는 실험집단의 개인별 50~70%HRmax의 유산소성운동프로그램 운동강도를 설정하기 위해 초기속도 1.7mph, 경사도 10%에서 매 3분마다 속도 0.8mph, 경사도 2%씩 증가시키는 Bruce Protocol을 이용하여 더 이상 운동을 지속할 수 없는 상태에서 심박수 및 최대산소섭취량 최대환기량을 자동호흡가스분석기(Gas analyzer, quark b2, Italy)로 측정하였으며, 혈압 측정은 운동 수행중인 상태에서 매 2분마다 자동운동혈압측정기(Tango, suntech, USA) 측정기로 측정하였다. 운동 중 심장의 이상 상태를 파악하기 위해 심전도측정기(CH-2000, cambridge, Switz)로 이상여부를 모니터

하였다.

피검자의 개인별 운동강도의 산출은 Karvonen의 산출법인 목표심박수(Target Heart Rate)=Intensity(%)(HRmax-HRrest)+HRrest을 이용하여 산출하였다. 심박수 및 최대산소섭취량, 최대환기량을 자동호흡가스분석기(Gas analyzer, quark b2, Italy)로 측정하였으며, 혈압측정은 운동 수행중인 상태에서 매 2분마다 자동운동혈압측정기(TANGO, suntech, USA)로 측정하였다. 운동 중 심장의 이상 상태를 파악하기 위해 심전도 측정기(CH-2000, cambidge, Switz)로 이상 여부를 모니터링 하였다

#### 4) 최대근력측정(1-RM)

본 연구는 중량부하장비를 이용하여 최대근력(1-RM)을 측정하였으며, 모든 대상자는 부상방지를 위하여 10분간의 준비 운동과 10분간의 근력장비 적응훈련 후 측정 시 까지 안정하도록 하였다. 개인별 1-RM의 60% 운동강도 설정을 위하여 피검자의 최대근력은 Kuramoto & Payne(1995)[16]의 공식을 인용한 【최대근력(1-RM) = (1.06×들어올린 무게kg) + (0.58×반복횟수) - (0.20×연령)-3.41】을 이용하여 측정하였다.

표 2. 복합운동프로그램

Exercise program	Exercise intensity			Time		
	1-2 (week)	3-5 (week)	6-8 (week)			
warm-up	Stretching			5		
main exercise	Walking & Running	HRmax 50%	HRmax 60%	HRmax 70%	30	
	Weight training	Chest press			10 3set	40
		Butterfly				
		Shoulder press				
		Arm cul				
Lower Back(kg)						
	Abdominal(kg)					
	Leg Press(kg)					
	Leg Extension(kg)					
	Leg Curl(kg)					
cool-down	Stretching				5	

#### 5) 복합운동프로그램

유산소성 운동프로그램은 최대운동부하검사 실시 후 얻은 결과를 토대로 표 2와 같이 8주간 주 3회, 총 40분간 H기업의 건강체력센터에서 M대학의 스포츠건강관리학과 학생 그리고 스포츠과학연구실 실험팀들의 보조 하에 운동을 실시하였다. 운동 시 운동강도의 정확한 실시를 위하여 운동시간동안 Polar 심박수 측정기(Polar Electro, Technogym, finland)를 탄력성 벨트에 연결한

다음 대흉근 아래쪽에 부착한 후에 손목에 polar receiver(S610i, polar, finland)를 착용하여 모니터링 하였다.

표 3. Brzycki(1993)

IRM = W0 + W1
W0 = 중량의 무게(운동부하), 7~8회 정도 할 수 있을 정도의 약간 무겁다고 생각되는 중량
W1 = W0×R(반복횟수)×0.025

저항운동은 Brzycki(1993)[17]의 최대근력 공식 표 3을 이용해 1RM을 구한 후, 근력장비를 이용해 1RM의 70~80% 강도로 1세트 8~10회, 3세트를 주 3회, 총 40분간 실시하였다

### 2.3 자료처리

본 연구의 자료 분석은 SPSS/PC 18.0 version 통계 프로그램을 이용하여 대사증후군 환자의 사전, 사후 신체구성 및 혈관탄성의 평균 표준편차를 산출하기 위하여 기술통계를 실시하였고 전·후 차이 검증은 Paired t-test를 이용하여 분석하였으며 통계적 유의수준은 p<.05로 하였다.

## 3. 연구결과

### 3.1 신체구성의 변화

표 4에서 제시된바와 같이 8주간 복합운동프로그램 참여에 따른 체중의 변화는 참여 전 75.12±4.63kg에서 참여 후 73.88±4.81kg으로 유의한(p<.05) 감소를 보였으며, 체지방률의 변화는 참여 전 25.64±3.12%에서 참여 후 23.32±3.09%로 유의한(p<.05) 감소를 보였다.

표 4. 신체구성의 변화

Variable	pre-test	post-test (12wks)	T-value	P
Weight (kg)	75.12±1.35	73.88±1.16	2.807	.05*
Body fat (%)	25.64±3.12	23.32±3.09	6.518	.001**

M±SD, \*p<.05, \*\*p<.001

### 3.2 혈관탄성의 변화

표 5에서 제시된바와 같이 8주간 복합운동프로그램 참여에 따른 상지의 변화는 참여 전 오른손은 202.44±

16.83ms에서 참여 후 210.93±20.14ms으로 유의한 ( $p<.05$ ) 증가를 보였으며, 왼손은 203.21±14.91ms에서 참여 후 213.48±15.64ms으로 유의한( $p<.05$ ) 증가를 보였다.

하지의 변화는 참여 전 오른발은 277.75±28.35ms에서 참여 후 289.48±28.51ms로 유의한( $p<.05$ ) 증가를 보였으며, 왼발은 281.18±19.23ms에서 참여 후 294.18±18.12ms로 유의한( $p<.05$ ) 증가를 보였다.

표 5. 혈관탄성의 변화

Variable	pre-test	post-test (12wks)	T-value	P
Right hand (ms)	202.44±16.83	210.93±20.14	-2.837	.05*
Left hand (ms)	203.21±14.91	213.48±15.64	-4.985	.05*
Right foot (ms)	277.75±28.35	289.48±28.51	-2.383	.05*
Left foot (ms)	281.18±19.23	294.18±18.12	-4.099	.05*

M±SD, \* $p<.05$ , \*\* $p<.001$

## 4. 논의

### 4.1 신체조성

신체조성이란 신체를 구성하는 골격, 근육, 지방량의 중량비를 말한다. 신체는 이러한 신체조성 성분의 비율이 균형을 유지하고 있지만, 신체조성들 간의 불균형이 발생하면 각종 질병과 부작용이 초래된다[11]. 특히, 나이가 증가할수록 성별에 상관없이 근육량이 감소하고 체지방량이 상대적으로 많아지며 복부비만이 증가하여 중년남성의 대사증후군환자에게 중요 문제가 대두되고 있다.

이러한 신체의 불균형을 사전에 예방하기 위해서는 적절한 음식섭취와 규칙적인 운동을 통하여 부가적인 에너지 소비량을 증가시켜 에너지 균형을 이루어 체중과 체지방을 감소시키고 골격근 증가로 인한 기초대사량이 증가하여 비만으로 오는 각종 성인병질환을 예방 혹은 개선시킨다고 보고하였다(ACSM, 2007)[10]. 특히 저항성 운동을 병행하여 실시하면 근육조직의 증가로 휴식 시 대사율 증가를 가져오기 때문에 체중감소에 추가적인 도움을 줄 수 있다[18].

강대관(2000)[19]은 중년비만 여성 13명을 대상으로 주 4회 수중운동을 12주 시킨 결과 유의한 감소를 보고

하였으며, Reiter et al.(1999)[20]의 연구에서 3주간 유산소 운동과 식이요법을 통해 BMI와 체지방율의 유의한 감소를 보고하였고, 박상갑 등(2005)[21]은 복합운동에 의하여 내장 지방량을 비롯한 복부지방의 감소에 긍정적인 효과 보고는 본 연구와 일치하는 결과를 나타내었다.

따라서 규칙적인 복합운동프로그램 참여는 지질 분해율의 증가와 지방산이 활동근육으로 유입이 증가되어  $\beta$  산화과정을 통한 지방기질의 이용이 증가하여 체지방률이 감소하는 것으로 사료되며(Horowitz, 2003)[22], 저항성 운동프로그램은 근육량 증가로 기초대사량을 증가시켜 체중과 체지방을 감소시킨 것으로 사료된다.

### 4.2 혈관탄성

연령이 증가 할 수 록 신체의 여러 기관이 퇴화되는데 심혈관계, 근골격계, 신경계 및 내분비계 등이 가속화되며, 가장 급속하게 퇴화되는 신체기관 중 하나가 심혈관계이다. 혈관계 질환 중 직접적으로 혈관에 이상이 있어 발생하는 질환은 고혈압, 동맥경화, 뇌혈관 질환 등이며, 이는 혈관의 구조적 변화는 혈관 세포의 비정상적 비대, 이상증식, 혈관의 구조적, 기능적 퇴하를 의미한다[23].

혈관의 비정상적인 구조적 변화는 혈관 내피세포의 비정상적 비대, 이상증식, 혈관의 구조적, 기능적 퇴하를 의미하고 있다[24]. 혈관퇴화의 결과로 발생할 수 있는 동맥경화를 예방하고 개선을 위해서는 혈관 내피세포의 이완물질 유리증가[25,26], 혈관 수축 물질의 감소[27]등의 변화가 이루어져야 한다.

이러한 퇴행성 질환은 규칙적인 신체활동을 통해 개선 및 예방 할 수 있다고 보고되었다[27]. 효과로는 혈류량과 혈압, 대동맥혈관 내피의 정상적 기능을 유지하도록 도와주고 세동맥으로 혈류를 효과적으로 공급해 주어 혈관개선에 효과적이며 대동맥의 탄성, 말초혈관의 저항 감소와 탄성회복, 혈장량의 변화, 내분비계의 변화 등에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[28,29].

천우광(2006)[30]은 중년여성을 대상으로 12주간 유산소운동과 근력운동을 복합 실시하여 왼팔, 오른팔 왼발, 오른발 모두에서 긍정적으로 유의하게 변화를 보였으며, 김일곤(2002)[31]은 50~60대를 대상으로 60%HRmax의 트레드밀 운동을 실시한 후 혈관탄성은 왼발 20ms, 오른발 25ms의 증가가 있었다고 보고하였고, 김승석(2014)[32]은 비만흡연자를 대상으로 혈관탄성의 변화가

긍정적인 영향을 가져온다고 보고하여 본 연구와 일치하는 결과를 나타냈다.

이와같은 결과는 운동을 통한 혈류량의 증가와 노르아드레날린 등 자율 신경계에 대한 반응성에 변화가 일어남으로써 혈관탄성에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다[33].

따라서 대사성증후군 환자들에게 복합운동은 혈관탄성을 개선시켜 심혈관질환을 예방하는데 긍정적인 영향을 주어 건강한 삶을 영위하는데 효과적인 운동프로그램이 될 수 있을 것으로 사료된다.

## 5. 결론 및 제언

본 연구는 8주간의 복합트레이닝 참여가 대사증후군의 신체조성 및 혈관탄성을 분석하는데 본 연구의 목적이 있다. 연구대상은 중년남성 단일집단으로 8명으로 대사증후군환자로 운동경험이 없는 자로 선정하였으며, 운동기간은 8주간, 주 3회, 유산소운동은 HRmax 50~70%, 저항운동은 60%1-RM의 운동강도로 설정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

복합트레이닝 참여 후 신체조성에서 체중, 체지방률은 유의한 감소를 보였으며, 혈관탄성에서도 왼손, 오른손, 왼발, 오른발의 혈관탄성 모두 유의한 차이를 보였다.

이러한 결과를 종합해 볼 때, 대사증후군에 노출되어 있는 중년남성에게 복합트레이닝은 신체조성 및 혈관 건강에 효과적인 운동프로그램으로 사료되며 꾸준한 복합트레이닝은 대사성 질환자들의 건강을 유지하는데 효과적일 것으로 사료되며, 추후 연구에서는 폭 넓은 대상자들을 대상으로 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

- [1] 질병관리본부, 국민건강영양조사 제 3기 조사결과 심층분석 연구 보고서: 검진부문, 2007.
- [2] Despres, J.P., Lemieux, I., Bergeron, J., Pibarot, P., Mathieu, P., Larose, E., Rodes-Cabau, J., Olivier, F., & Poirier, B.P. (2008). Abdominal obesity and the metabolic syndrome: Contribution to global cardiometabolic risk, Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology, 28: 1039-1049.
- [3] Gami, A. P., Witt B. J., Howard, D. E., Erwin, P. J., Gami, L. A., Somers, V. K., & Mintori, V. M.(2007). Metabolic syndrome and risk of incident cardiovascular events and death. Journal of the American College of Cardiology, 49(4): 403-414.
- [4] Meigs, J.B. (2002). Epidemiology of the metabolic syndrome. Journal of Management Care, 8(11): 283-292.
- [5] Liese AD, Mayer EJ, Tyroler HA, Davis CE, Keil U, Schmidt MI, Brancati FL, Heiss G. Familial components of the multiple metabolic syndrome. Diabetologia 1997;40:963-970.
- [6] Hunt KJ, Heiss G, Sholinsky PD, Province MA: Familial history of metabolic disorders and the multiple metabolic syndrome: the NHL Bifamily heart study. Genet Epidemiol 2000;19:395-409.
- [7] Dallongeville J, Cottel D, Ferrière P, Arveiler D, Bingham A, Ruidavets JB, Haas B, Ducimetière P, Amouyel P. Household income is associated with of metabolic syndrome in a sex-specific manner. Diabetes Care 2005;28(2):409-15.
- [8] Wamala SP, Lynch J, Horsten M, Mittleman MA, Schenck-Gustafsson K, Orth-Gomè K. Education and the metabolic syndrome in women. Diabetes Care 1999;22(12):1999-2003.
- [9] Keil U, Chambless L, Filipiak B, Hartel U. Alcohol and blood pressure and its interation with smoking and other behavioral variables. results from the MONICA Augsburg survey 1984-1985. J Hypertens 1991;9:491-498.
- [10] ACSM: ACSM's Resources for the personal trainer, 2nd edition : American College of Sports Medicine and Lippincott Williams & Wilkins. 2007.
- [11] 대한비만학회지(2001). 임상비만학, 제2판. 서울: 고려의학.
- [12] Jurca, R., Church, T. S., &Blair, S. N.(2003). Effect of 2 months of aerobic exercise training on heart rate variability in postmenopausal women with metabolic syndrome. Medicine and Science in Sports and Exercise, 35(5), S233.
- [13] 이재문,이재영,이소은(2012). 복합운동이 중년여성의 대사증후군 및 관상동맥 위험요인에 미치는 영향. 한국체육과학회, 21(1), 737-745.
- [14] 이지영(2012). 건강신념모형을 이용한 12주간 걷기운동프로그램이 비만, 대다증후군 및 운동참여율에 미치는 영향. 한국체육과학회, 21(6), 1229-1239.
- [15] Heyward, Vivian, H(2000). Advanced Fitness Assessment Exercise prescription. IL : Human Kinetics.
- [16] Kuramoto AK, Payne VG.(1995). Predicting muscular in women : A preliminary study. Research Quarterly

- for Exercise and Sport 66, 168-172.
- [17] Brzycki, M.(1993). Strength testing: Predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. Journal of physical education, recreation & dance, 64, 88-90.
- [18] Broeder CE, Burrhus KA, Svanevik LS, Wilmore JH. The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate. Am J Clin Nutr 1992;55(4):802-10.
- [19] 강대관(2003). 복합트레이닝이 중년여성의 체조성과 건강체력에 미치는 영향. 한국스포츠리서치 14(2), 611-623.
- [20] Reiter, E.E., Su야, K.M., Mayer, A., Limbert-Zinterl, C., Stalzer-Brunner, C., Fuger, Guker, M., Borkenstein, M.H.(1999). Changes in leptin, insulin and body composition on obes children during a weight reduction program. JPediatr Endocrinol Metab, 12(6), 853-862.
- [21] 박상갑, 김은희, 권유찬(2005). 복합트레이닝이 비만 청소년의 복부지방과 adipokines에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지, 23(3): 270-277.
- [22] Horowitz, J.F: Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. Trends. Endocrinol, Metab. 2003,14(8) : 386-392.
- [23] 김승석, 강익원(2010). 8주간 유산소운동 참여가 정신지체 남성의 혈액성분, 호흡순환기능 및 혈관탄성에 미치는 영향. 한국생활환경학회지, 17(3) 308-315.
- [24] John, B., & Warren, I.(1990). The Endothelium : an introduction to current research. Ny, Wiley-Liss, Inc :81-93.
- [25] Margo, J. P., Westerhof, N., Giolma, J. P., & Altobelli, S. A.(1981). Effect of exercise on aortic input impedance and pressure wave forms in normal humans. Circulation Research, 48, 334-343.
- [26] Jonsdottir, I. H., Jungersten, L., Johansson, C., Wennmalm, A., Thoren, P., & Hoffmann, P.(1998). Increase in nitric oxide formation after chronic voluntary exercise in spontaneously hypertensive rat. Acta Physiol Scand, 162, 149-153.
- [27] Chen, H. I., & Chiang, I. P.(1996). Chronic exercise decreases adrenergic agonist induced vasoconstriction in spontaneously hypertensive rats. Am. J. Physiol., 271, 977-983.
- [28] Chandler, M. P., & DiCarlo, S. E.(1998). Acute exercise and genderalter cardiac autonomic tonus differently in hypertensive and normotensive rats. Am. J. Physiol., 274, R510-516.
- [29] Kingwell, B. A., Arnold, P. J., Jennings, G. L., & Dart, A. M.(1997). Spontaneous running increases aortic compliance in Wistar-Kyoto rats. Cardiovasc. Res., 35, 132-137.
- [30] 천우광(2006). 중년비만여성의 12주간 운동프로그램수행 후 신체구성과 혈압 및 혈류맥파속도의 변화. 운동영양학회지,10(3):341-345.
- [31] 김일곤(2002). 유산소성 운동 후 혈관탄성의 반응. 운동과학, 11(2), 383-392.
- [32] 김승석(2014). 비만흡연자의 복합운동이 당뇨발생예측률 및 신체조성, 혈관탄성에 미치는 영향. 한국디지털정책학회, 12(10) 587-595.
- [33] Silva, J. A., Barbosa, L., Bertoquini, S., and Polonia, J. (2004). Relationship between aortic stiffness and cardiovascular risk factors in a population of normotensives, white-coat normotensive, sustained hypertensive and diabetic patient. Rev. Port. Cardiol., 23(12), 1551-1555.

#### 저자소개

##### ● 김 원 현(Won-Hyun Kim)



- 2000년 2월: 서강대학교 체육교육전공(교육학석사)
  - 2005년 8월: 인하대학교 체육학전공(체육학박사)
  - 2010년 3월 ~ 현재 : 대덕대학교 생활체육과 조교수
- <관심분야> : 운동생리학, 트레이닝법

##### ● 최 상 원(Choi, Sang-Won)



- 2011년 2월: 목원대학교 사회체육학과(체육학학사)
  - 2013년 2월: 목원대학교 산업정보대학원 운동처방전공(석사)
- <관심분야> : 운동처방학, 트레이닝법