

걷기운동 프로그램에 의한 복부 내장지방의 감량과 대사증후군 위험인자 간의 관련성

김명수, 김성희, 이신호
포항공과대학교 인문사회학부

The Correlations of Walking Exercise Program-Induced Abdominal Visceral Fat Loss with Metabolic Syndrome Risk Factors

Myoung-Su Kim, Sung-Hee Kim, Shin-Ho Lee
Pohang University of Science and Technology

요약 본 연구의 목적은 비만 중년여성을 대상으로 12주간의 걷기운동 후 복부 지방 감량 정도의 차이와 대사증후군 위험인자 개선 간의 관련성을 조사하는데 있었다. 걷기 운동 프로그램은 주당 3회 12주간 실시하였다. 12주간의 걷기운동 후 피험자들의 복부 내장지방 감량 정도의 차이에 따라 복부 내장지방 감량이 많은 상위 25% 집단(n=8)과 복부 내장지방 감량이 적은 하위 25%(n=8)으로 집단을 구분하였다. 12주간의 걷기 운동 프로그램 전후 복부 내장지방 감량 정도에 따른 집단 간 대사증후군 위험인자(허리둘레, 중성지방, 고밀도지단백 콜레스테롤, 공복시혈당, 혈압)는 차이가 없는 것으로 나타났다. 결론적으로, 12주간의 걷기 운동 실시 후 총 복부 지방과 내장지방의 감량 정도는 허리둘레, 혈압(SBP, DBP)과 정적인 상관관계가 나타났고, 피하지방의 감량 정도는 허리둘레와 혈압(SBP)과 정적인 상관관계가 나타났다.

주제어 : 걷기 운동, 총 복부 지방, 내장지방, 피하지방, 대사증후군

Abstract The purpose of current study was to investigate the correlations of walking exercise program-induced abdominal visceral fat loss with metabolic syndrome risk factors in middle-aged women. The walking exercise program was provided at a frequency of 3 sessions, respectively, per week for a duration of 12 weeks. Then, the subjects were classified into either those whose abdominal visceral fat loss belonged to low 25 percentile (low 25% group, n=8) or those whose abdominal visceral fat loss belonged to high 25 percentile(high 25% group, n=8) based on the amount of abdominal visceral fat loss induced by the walking exercise. Metabolic syndrome risk factors(waist circumference, triglycerides, HDL-cholesterol, fasting blood glucose, blood pressure) between groups according to the 12 weekly walking exercise program had no difference. In conclusion, the findings of the present study show that the walking exercise-induced total abdominal fat and visceral fat loss were positively relate to waist and blood pressure(SBP, DBP) and that the walking exercise-induced subcutaneous fat loss were positively relate to waist and blood pressure(SBP).

Key Words : Walking exercise, Total abdominal fat, Visceral fat, Subcutaneous fat, Metabolic syndrome

Received 31 August 2016, Revised 18 October 2016
Accepted 20 November 2016, Published 28 November 2016
Corresponding Author: Lee, Shin-ho
(Pohang University of Science and Technology)
Email: shinho@postech.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

비만은 에너지 섭취와 소비 사이의 불균형으로 발생되며 잉여의 에너지가 체내에 지방으로 과도하게 축적된 것을 의미한다. 이러한 비만은 제2형 당뇨병, 이상지질혈증, 고혈압 등과 밀접하게 관련되어 있어 심혈관계 질환의 위험을 증가시키는 것으로 보고되고 있고[1], 정상 체질량지수(body mass index: BMI)이면서 복부 비만인 사람에게서 인슐린 저항성이 증가되는 것으로 보고되어 있다[2]. 그리고 비만 중에서도 복부 비만(abdominal obesity)이 전신 비만(overall obesity)에 비해 인슐린저항성, 고인슐린혈증, 이상지질혈증, 고혈압 및 심혈관계 질환을 포함하는 대사 증후군의 중요한 예측인자로 보고되고 있으며[1, 3, 4, 5], 특히 복부 지방에서도 피하지방(subcutaneous fat) 축적에 비해 내장 지방(visceral fat)의 과잉축적이 대사 질환의 발생에 중요한 역할을 한다고 보고되고 있다[6].

대사증후군이란 복부 비만(Waist circumference), 중성지방(Triglycerides), 혈압(Blood pressure), 공복혈당(Fasting blood glucose) 및 고밀도지단백 콜레스테롤(HDL-cholesterol) 변인 중 세 가지 이상의 변인에서 이상이 발생한 상태를 의미한다. 복부 내장 지방의 축적이 대사증후군 위험인자 영향을 미치는 기전으로는 대사적으로 활발한 지방이 내장지방 내에 존재하고, 내장지방에서 분비되는 물질들이 간 문맥으로 직접 방출되어 대사 위험을 증가시키기 때문으로 추정되고 있다[5]. 내장 지방은 TNF- α (tumor necrosis factor- α)와 CRP(C-reactive protein)[7, 8], 아디포사이토카인(adipocytokine)[9, 10, 11], PAI-1(plasminogen activator inhibitor type 1)[12, 13], VEGF(vascular endothelial growth factor)[14]와 같은 다양한 물질들을 분비하여 대사증후군의 발생에 밀접하게 관련되어 있는 것으로 판단된다. 또한 피하지방 조직에 비해 내장지방 조직에서 혈관벽의 수축을 일으키고 말초혈관상의 저항을 증가시켜 혈압을 상승시키는 안지오텐시노젠(angiotensinogen) mRNA가 더 많이 발현되는 것으로 보고되고 있어[15], 내장 지방의 증가가 대사증후군 위험요인의 한 요소인 혈압에 영향을 미치며, 또한 내장 지방의 증가는 간 문맥의 혈중 유리 지방산 농도를 증가시킨다고 보고되고 있어[16], 중성지방에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

현재 운동은 신체조성의 개선에 긍정적인 효과가 있

을 뿐만 아니라 비만과 대사증후군의 개선에 도움이 되고 있기 때문에 대사증후군의 예방과 치료에 있어 그 역할이 강조되고 있는 실정이다[17]. 특히 걷기 운동은 비만인들의 근골격근 및 관절에 충격을 적게 주며[18], 혈압 감소, 혈중지질의 개선, 관상동맥 심장질환의 유발 감소를[19, 20], 간, 골격근 그리고 지방 조직의 인슐린 감수성을 증가[21]시키는 데 따라 비만인과 대사증후군 질환자에게 가장 적합한 운동으로 판단된다. 국내외 대사증후군 개선을 위해 운동 프로그램을 적용한 선행연구들은 주로 일반인이나 비만인 혹은 대사증후군 환자들 즉 단일 피험자들을 대상으로 걷기 운동, 복합운동, 순환운동 등 운동량이 다른 다양한 운동 프로그램들을 짧게는 6주에서 길게는 24주간 적용하여 그 효과들을 규명하고 있지만[22, 23, 24, 25, 26, 27, 28], 운동 전후 대사증후군 위험인자에 가장 영향을 많이 미칠 것 같은 복부 내장지방의 감량 정도에 따라 대사증후군 위험인자들의 개선에 어떠한 영향을 미치는지에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

종합하면, 비만인들의 복부 지방과 대사증후군 위험인자 간에는 정적인 상관관계가 있는 것으로 판단됨에 따라 운동을 통한 복부 지방 감량은 대사증후군 위험인자를 감소시킬 것으로 예측되며, 특히 피하지방의 감량에 비해 내장 지방의 감량이 대사증후군 위험인자의 개선에 더욱 중요한 변인으로 작용할 것으로 판단된다. 따라서 복부 내장지방 감량 정도의 차이와 대사증후군 위험인자 간의 관련성을 조사하는 연구가 필요하다고 판단된다. 그럼으로 본 연구는 비만 중년 여성을 대상으로 12주간의 걷기운동 후 복부 내장지방 감량 정도의 차이와 대사증후군 위험인자 개선 간의 관련성을 조사하는데 본 연구의 목적을 두었다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

본 연구의 피험자는 경기도 안산시에 거주하는 체질량지수가 25 kg/m^2 이상인 중년 여성으로 총 31명의 자발적 참여자로 구성하였다<Table 1>. 본 실험에 참여한 모든 피험자들에게 본 연구의 내용과 자료 수집 절차에 대해 문서와 구두로 자세히 설명을 한 후 실험 참여 동의서에 서약을 받고 본 연구에 참여시켰다.

<Table 1> Physical characteristics of subjects

Variable	Participants (N=31)
Age (yrs)	43.5 ± 5.2
Height (cm)	159.9 ± 4.7
Weight (kg)	70.5 ± 16.0
BMI (kg/m ²)	27.4 ± 5.4
BF (%)	34.2 ± 5.4

BMI: body mass index; BF: body fat

2.2 걷기 운동 프로그램

운동 강도는 체력수준이 낮고, 극히 비활동적이거나 환자들인 경우 심폐기능 및 심혈관계 질환 위험요인을 예방하고 치료하기 위해서 ACSM(2006)에서 중강도의 운동을 1회 30분 이상 주당 3회 운동하는 것을 추천하고 있다. 따라서 최대 산소섭취량의 65%로 설정하였으며, 사전 심폐체력 검사 결과를 이용하여 각 개인의 최대 산소섭취량의 65%에 해당되는 심박수와 일일 500kcal을 소비할 수 있는 개인별 운동 시간을 산출하여 적용하였다. 운동 프로그램은 총 12주로 시작 후 6주에 다시 심폐체력을 검사하여 향상된 체력에 맞는 운동 프로그램을 제시하였다. 정확한 운동량을 소비하였는지 실시간 확인하기 위한 목표 심박수 도달여부는 자동심박동측정기(Polar heart Monitor, Polar S610i, Polar Electro, Finland)를 이용하여 확인 및 분석하였다.

2.3 검사항목 및 방법

2.3.1 신체구성

신체구성(신장, 체중, 체질량지수(body mass index; BMI), 체지방률(%), 근육량(kg)) 측정은 X-scan plus II Body Composition Analyzer(Jawon Medical Co., Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 혈압은 앉은 상태에서 5분간 안정을 취한 후 자동혈압계(Fj-500R, JAWON Medical, Korea)로 2회 측정하여 평균값을 사용하였다. 허리둘레(waist circumference)는 줄자를 이용하여 바닥과 수평을 이루고 배꼽부위를 평행으로 지나도록 하고, 직립 자세에서 호기 말에 측정하였다.

2.3.2 혈액변인

12시간 공복상태에서 헤파린이 처리된 혈액 채취튜브를 이용하여 상완정맥에서 채혈한 다음 3000rpm에서 5분간 원심분리기(MF 300, Hanil, Korea)를 이용하여 혈

장을 분리한 후 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤, 공복 시 혈당의 분석은 Vitros Chemistry DT60(Johnson & Johnson, NY, USA)과 동일회사의 슬라이드로 분석하였다.

2.3.3 복부 Computerized Tomography(CT)

복부 CT 측정은 S시 한국건강관리협회에 의뢰하여 실시하였으며, 12시간 공복 상태에서 General Electric High Speed Advantage 9800 Scanner(SCT-7800TE, Shimadzu, Japan)를 이용하여 요추 4번째와 요추 5번째 중간 지점에서 실시하여 CT 기기에 내장된 프로그램을 활용하여 복부전체지방과 내장지방 및 피하지방의 면적을 산출하였다.

2.4 자료처리

통계분석 사전에는 모든 자료의 정규분포의 상태를 확인하고 정상적인 정규분포를 이루고 있지 않은 경우 로그변형을 실시하였다. 모든 측정변인들은 평균과 표준편차로 표기하였다. 12주간의 걷기운동 실시 후 복부 내장지방 감량 정도에 따라 상위 25% 집단과 하위 25% 집단으로 구분한 후 신체구성과 대사증후군 위험인자의 운동 전후 차이 값을 가지고 집단 간 차이를 알아보기 위해 독립 T 검증(independent t-test)을 실시하였다. 복부 지방 감소와 대사증후군 위험인자 간의 상관관계는 운동 전후의 차이 값을 가지고 피어슨 상관관계(Pearson correlation)를 이용하여 산출하였다. 모든 통계분석은 IBM SPSS statistics 23을 이용하였고, 모든 통계적 유의수준은 $\alpha < .05$ 로 설정하였다.

3. 연구 결과

3.1 신체구성

12주간의 걷기 운동 후 복부 내장지방 감량에 따른 상위 25% 집단과 하위 25% 집단의 신체구성 중 체중($p < .022$)과 BMI($p < .015$)는 통계적으로 유의한 차이가 있었지만, BF(%)은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다<Table 2>.

<Table 2> Changes in body composition parameters following the walking exercise program

Variable	Group	Pre	Post	ΔScore	p value
Weight (kg)	Low 25% (n=8)	62.0 ± 11.2	60.5 ± 9.6	1.5 ± 2.4	.022
	High 25% (n=8)	84.2 ± 13.4	78.6 ± 13.1	5.6 ± 2.9	
BMI (kg/m ²)	Low 25% (n=8)	23.8 ± 3.0	23.2 ± 2.3	0.6 ± 0.9	.015
	High 25% (n=8)	32.2 ± 4.4	30.0 ± 4.4	2.2 ± 1.0	
BF (%)	Low 25% (n=8)	30.7 ± 2.9	29.3 ± 2.7	1.4 ± 0.2	.101
	High 25% (n=8)	39.1 ± 3.8	36.0 ± 4.7	3.1 ± 1.7	

BMI: body mass index; BF: body fat

3.2 복부 지방

12주간의 걷기 운동 후 복부 내장지방 감량에 따른 상위 25% 집단과 하위 25% 집단의 총 복부지방(p<.001), 내장지방(p<.001), 그리고 피하지방(p<.041)은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다<Table 3>.

<Table 3> Changes in abdominal fat following the walking exercise program

Variable	Group	Pre	Post	ΔScore	p value
TAFA (mm ²)	Low 25% (n=8)	24381.6 ± 7424.2	23294.7 ± 6721.2	1086.8 ± 1392.8	.001
	High 25% (n=8)	44702.9 ± 11073.8	35804.1 ± 11615.9	8898.8 ± 3381.0	
VFA (mm ²)	Low 25% (n=8)	7294.3 ± 2445.6	7263.8 ± 2376.9	30.54 ± 376.2	.001
	High 25% (n=8)	13367.0 ± 3395.1	8806.1 ± 2569.5	4561.0 ± 1473.3	
SFA (mm ²)	Low 25% (n=8)	17087.2 ± 5521.4	16030.9 ± 4933.8	1056.3 ± 1376.2	.041
	High 25% (n=8)	31335.9 ± 9349.1	26998.1 ± 10056.2	4337.8 ± 3175.9	

TAFA: total abdominal fat area; VFA: visceral fat area; SFA: subcutaneous fat area

3.3 대사증후군 위험인자

12주간의 걷기 운동 후 복부 내장지방 감량에 따른 상위 25% 집단과 하위 25% 집단 간의 대사증후군 위험인

자들의 모든 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다<Table 4>.

<Table 4> Changes in metabolic syndrome risk factors following the walking exercise program

Variable	Group	Pre	Post	ΔScore	p value
Waist (cm)	Low 25% (n=8)	87.1 ± 8.1	83.9 ± 6.4	3.2 ± 5.3	.694
	High 25% (n=8)	109.2 ± 12.6	101.9 ± 13.2	7.3 ± 3.6	
TG (mg/dL)	Low 25% (n=8)	83.1 ± 16.9	84.6 ± 29.1	1.5 ± 31.2	.862
	High 25% (n=8)	150.1 ± 63.0	161.5 ± 142.7	11.4 ± 147.2	
HDLc (mg/dL)	Low 25% (n=8)	43.3 ± 9.7	43.7 ± 8.3	0.4 ± 10.5	.970
	High 25% (n=8)	37.8 ± 9.0	38.0 ± 12.2	0.2 ± 6.9	
FBG (mg/dL)	Low 25% (n=8)	97.6 ± 14.4	93.2 ± 9.4	4.4 ± 8.5	.122
	High 25% (n=8)	104.8 ± 8.1	96.0 ± 9.0	8.8 ± 4.5	
SBP (mmHg)	Low 25% (n=8)	107.6 ± 4.4	104.5 ± 5.8	3.1 ± 5.1	.105
	High 25% (n=8)	125.3 ± 13.2	116.8 ± 10.2	8.4 ± 6.3	
DBP (mmHg)	Low 25% (n=8)	63.4 ± 5.6	61.3 ± 4.1	2.1 ± 5.1	.086
	High 25% (n=8)	78.0 ± 9.4	70.8 ± 7.9	7.2 ± 7.3	

TG: triglyceride; FBG: fasting blood glucose; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure

3.4 복부 지방과 대사증후군 위험인자들 간의 상관관계

12주간의 걷기 운동 전후 복부 지방과 대사증후군 위험인자들의 차이 값으로 상관관계를 분석하였다. 총 복부지방과 내장지방은 허리둘레, 수축기 혈압 그리고 이완기 혈압과 정적인 상관관계가 있는 것으로 나타났고, 피하지방은 허리둘레와 수축기 혈압 간에서만 정적인 상관관계가 있는 것으로 나타났다<Table 5>.

<Table 5> The correlations between abdominal fat and metabolic syndrome risk factors

Variable	ΔWaist	ΔTG	ΔHDLc	ΔFBG	ΔSBP	ΔDBP
ΔTAFA	.628**	-.044	.076	.205	.627**	.542*
ΔVFA	.540*	.055	.052	.371	.575*	.505*
ΔSFA	.549*	-.120	.078	.008	.517*	.440

TAFA: total abdominal fat area; VFA: visceral fat area; SFA: subcutaneous fat area; TG: triglyceride; FBG: fasting blood glucose; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; *: <.05; **: <.001

4. 논의

본 연구는 비만 중년 여성 총 31명을 대상으로 12주간의 걷기운동 후 복부 내장지방 감량 정도의 차이에 따라 내장지방 감량이 많은 상위 25%(n=8) 집단과 내장지방이 적은 하위 25%(n=8) 집단으로 구분하여 내장지방 감량 정도의 차이와 대사증후군 위험인자 간의 관련성을 조사하였다.

먼저 본 연구는 복부 내장지방 감량 정도의 차이 즉 집단 구분을 명확하게 하는 것이 가장 중요하다고 판단하여 본 연구의 총 31명 비만중년 여성을 대상으로 12주간의 복합 운동을 실시한 후 복부 내장지방 감량이 적은 상위 25%인 8명을 또한 복부 내장지방 감량이 많은 하위 25%인 8명을 선별하여 두 집단으로 구분하였고 중간의 15명은 제외시켰다. 이렇게 구분된 두 집단 간 복부 내장지방 감량 정도의 차이를 살펴보면, 상위 25% 집단은 복부 내장지방 감량이 4561.0mm^2 가 감소한 반면 하위 25% 집단은 복부 내장지방 감량이 30.5mm^2 가 감소하여 두 집단 간 4530.5mm^2 의 차이가 있는 것으로 나타났고, 통계적으로도 유의한 차이가 있는 것으로 나타남에 따라 본 연구의 집단 구분이 명확하게 된 것으로 판단된다. 또한 두 집단 간 상위 25% 집단은 총 복부 지방 감량이 8898.8mm^2 가 감소한 반면 하위 25% 집단은 총 복부 지방 감량이 1086.8mm^2 가 감소하여 두 집단 간 7812.0mm^2 의 차이가 있었고, 상위 25% 집단은 피하지방 감량이 4337.8mm^2 가 감소한 반면 하위 25% 집단은 총 피하지방 감량이 1056.3mm^2 가 감소하여 두 집단 간 3281.5mm^2 의 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 두 집단 간에서 총 복부 지방과 피하지방은 통계적으로도 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 복부 내장지방 감량뿐만 아니라 총 복부 지방 혹은 피하지방 감량 정도에 따른 집단 구분으로도 해석될 수 있을 것으로 판단된다<Table 3>.

집단 구분 후 두 집단 간의 신체구성의 변화를 살펴보면, 12주간의 걷기 운동 전후 체중은 상위 25% 집단이 -5.6kg , 하위 25% 집단이 -1.5kg 이 감소하여 집단 간 4.1kg 의 차이를 보였고, BMI는 상위 25% 집단이 -2.15 , 하위 25% 집단이 -0.56 가 감소하여 집단 간 1.59 의 차이를 보였으며, BF(%)는 상위 25% 집단이 -3.09% , 하위 25% 집단이 -1.36% 가 감소하여 집단 간 1.73% 의 차이를 보였다. 그리고 체중과 BMI는 통계적으로 유의한 차

이가 있었지만 BF(%)는 유의한 차이가 없었다<Table 2>.

앞선 본 연구의 복부 내장지방 감량 정도의 차이에 따른 명확한 집단 구분 후 첫 번째로 12주간의 걷기운동 전후 복부 내장지방 감량 정도의 차이에 따라 대사증후군 위험인자의 개선에 미치는 영향을 살펴보면, 집단 간 대사증후군 위험인자의 모든 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다<Table 4>. 이는 피하지방 축적에 비해 내장 지방의 과잉축적이 대사 질환의 발생에 중요한 역할을 한다고 보고되고 있어[6], 걷기 운동 후 내장 지방 감량 정도가 뚜렷하게 구분된 집단으로 나눈다면 대사증후군 위험인자 개선에도 뚜렷하게 차이가 있을 것으로 판단되어 두 집단으로 구분하여 분석하였으나 결과는 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 원인을 찾는 중 아마도 <Table 3>에서 보듯이 걷기 운동 사전 상위 25% 집단의 내장 지방은 13367.0mm^2 , 하위 25% 집단의 내장 지방은 7294.3mm^2 으로 6072.7mm^2 의 차이를 보였으나 걷기 운동 후에는 상위 25% 집단의 내장 지방은 8806.1mm^2 , 하위 25% 집단의 내장 지방은 7263.8mm^2 으로 1542.3mm^2 의 차이로 감소되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한 복부 내장 지방 면적이 6000mm^2 기준에서 1000mm^2 증가 할 때 대사증후군 위험성은 1.14배 증가되지만 12000mm^2 에서는 8.5배로 증가된다는 보고[29]에 따르면, 본 연구 결과의 사전 복부 내장 지방의 차이에 따른 대사증후군 위험성은 약 8배 정도이며, 사후 복부 내장 지방의 차이로 대사증후군 위험성은 약 1.5-2배 정도로 유의한 정도의 차이는 아닐 것으로 판단되기 때문이다. 따라서 보다 명확한 해석을 위해서는 피험자의 인원 증가와 더불어 체중과 복부 내장 지방량이 비슷한 피험자들을 모집하여 차후 실험이 진행되어야 할 것으로 판단된다.

두 번째로 12주간의 걷기운동 전후 총 복부 지방, 내장 지방, 피하지방과 대사증후군 위험인자들의 차이 값을 가지고 관련성을 분석한 결과, 총 복부지방과 내장지방은 허리둘레, 수축기 혈압 그리고 이완기 혈압과 통계적으로 유의한 정적인 상관관계가 있는 것으로 나타났고, 피하지방은 허리둘레와 수축기 혈압 간에서만 통계적으로 유의한 정적인 상관관계가 있는 것으로 나타났다<Table 5>. 이는 복부 내 전체지방과 내장지방 그리고 피하지방이 허리둘레와 높은 정적 상관관계가 있다는 보고[29]와 내장지방과 피하지방이 혈압(SBP, DBP)과 높

은 정적 상관관계가 있다는 선행연구[15]와도 일치하는 결과로 판단된다.

REFERENCES

- [1] B. Larsson, K. Svardsudd, L. Welin, L. Wilhelmsen, P. Bjorntorp, G. Tibblin, "Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13-year follow-up of participants in the study of men born in 1913. *BMJ*", Vol. 288, pp.1401-1404, 1984.
- [2] S. E. Kahn, R. L. Prigeon, R. S. Schwartz, W. Y. Fujimoto, R. H. Knopp, J. D. Brunzell, D. Jr. Porte, "Obesity, body fat distribution, insulin sensitivity and islet beta-cell function as explanations for metabolic diversity. *J Nutr*", Vol. 131, pp.354S-360S, 2001.
- [3] A. H. Kissebah, N. Vydelingum, R. Murray, D. J. Evans, A. J. Hartz, R. K. Kalkhoff, P. W. Adams, "Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab*", Vol. 54, pp.254-260, 1982.
- [4] R. A. DeFronzo, E. Ferrannini, "Insulin resistance: a multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care*", Vol. 14 pp.173-194, 1991.
- [5] P. Bjorntorp, "Portal adipose tissue as a generator of risk factors for cardiovascular disease and diabetes. *Arteriosclerosis*", Vol. 10, No. 4, pp.493-496, 1990.
- [6] S. Fujioka, Y. Matsuzawa, K. Tokunaga, S. Tarui. "Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. *Metabolism*", Vol. 36, pp.54-59, 1987.
- [7] I. Lemieux, A. Pascot, D. Prud'homme, N. Alméras, P. Bogaty, A. Nadeau, J. Bergeron, J. P. Després, "Elevated C-reactive protein: another component of the atherothrombotic profile of abdominal obesity. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*", Vol. 21, No. 6, pp.961-967, 2001.
- [8] Y. Saijo, N. Kiyota, Y. Kawasaki, Y. Miyazaki, J. Kashimura, M. Fukuda, R. Kishi, "Relationship between C-reactive protein and visceral adipose tissue in healthy Japanese subjects. *Diabetes Obes Metab*", Vol. 6, No. 4, pp.249-258, 2004.
- [9] T. Yatagai, S. Nagasaka, A. Taniguchi, M. Fukushima, T. Nakamura, A. Kuroe, Y. Nakai, S. Ishibashi, "Hypoadiponectinemia is associated with visceral fat accumulation and insulin resistance in Japanese men with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*", Vol. 52, No. 10, pp.1274-1278, 2003.
- [10] K. Azuma, F. Katsukawa, S. Oguchi, M. Murata, H. Yamazaki, A. Shimada, T. Saruta, "Correlation between serum resistin level and adiposity in obese individuals. *Obes Res*", Vol. 11, No. 8, pp.997-1001, 2003.
- [11] A. Fukuhara, M. Matsuda, M. Nishizawa, K. Segawa, M. Tanaka, K. Kishimoto, Y. Matsuki, M. Murakami, T. Ichisaka, H. Murakami, E. Watanabe, T. Takagi, M. Akiyoshi, T. Ohtsubo, S. Kihara, S. Yamashita, M. Makishima, T. Funahashi, S. Yamanaka, R. Hiramatsu, Y. Matsuzawa, I. Shimomura. "Visfatin: a protein secreted by visceral fat that mimics the effects of insulin." *Science*, Vol. 307, No. 5708, pp.426-430, 2005.
- [12] M. Cigolini, G. Targher, I. A. Bergamo Andreis, M. Tonoli, G. Agostino, G. De Sandre, "Visceral fat accumulation and its relation to plasma hemostatic factors in healthy men. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*", Vol. 16, No. 3, pp.368-374, 1996.
- [13] I. Mertens, L. F. Van Gaal, "Visceral fat as a determinant of fibrinolysis and hemostasis. *Semin Vasc Med*", Vol. 5, No. 1, pp.48-55, 2005.
- [14] S. Miyazawa-Hoshimoto, K. Takahashi, H. Bujo, N. Hashimoto, Y. Saito, "Elevated serum vascular endothelial growth factor is associated with visceral fat accumulation in human obese subjects. *Diabetologia*", Vol. 46, No. 11, pp.1483-1488, 2004.
- [15] E. Dusserre, P. Moulin, H. Vidal, "Differences in mRNA expression of the proteins secreted by the adipocytes in human subcutaneous and visceral

- adipose tissues. *Biochim Biophys Acta*, Vol. 1500, pp.88-96, 2000.
- [16] E. Ferrannini, E. J. Barrett, S. Bevilacqua, R. A. DeFronzo, "Effect of fatty acids on glucose production and utilization in man. *J Clin Invest*", Vol. 72, pp.1737-1747, 1983.
- [17] K. Török, Z. Szelényi, J. Pórszász, D. Molnár, "Low physical performance in obese adolescent boys with metabolic syndrome. *Int J Obes Relat Metab Disord*", Vol. 25, No. 7, pp.966-970, 2001.
- [18] J. H. Yoon, H. H. Lee, Y. H. Kim, "Analysis of Energy Expenditure during walking and running by % body fat in obese women. *Journal of Sport and Leisure Studies*", Vol. 18, pp.1257-1269, 2002.
- [19] E. Goldhammer, A. Tanchilevitch, I. Maor, Y. Beniamini, U. Rosenschein, M. Sagiv, "Exercise training modulates cytokines activity in coronary heart disease patients. *Int J Cardiol*", Vol. 100, No. 1, pp.93-99, 2005.
- [20] G. P. Nassis, K. Papantakou, K. Skenderi, M. Triandafilopoulou, S. A. Kavouras, M. Yannakoulia, G. P. Chrousos, L. S. Sidossis, "Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism*", Vol. 54, No. 11, pp.1472-1479, 2005.
- [21] U. Gudat, S. Bungert, F. Kemmer, L. Heinemann, "The blood glucose lowering effects of exercise and glibenclamide in patients with type 2 diabetes mellitus." *Diabet Med*, Vol. 15, No. 3, pp. 194-198, 1998.
- [22] M. S. Kim, S. H. Kim, S. H. Lee, "Effects of walking exercise for wellness convergence in the digital age - Based on physical activity -, *Journal of Digital Convergence*". Vol. 13, No. 5, pp.365-374, 2015.
- [23] Y. H. Jang, S. H. Kim, Y. S. Kim, S. H. Jung, J. Park, "The Relationship between Walking exercise and Quality of Life for Korean Adults. *The Journal of Digital Policy & Management*", Vol. 11, No. 5, pp.325-334, 2013.
- [24] J. W. Chung, S. C. Sung, "The effect of applying u-health system on metabolic syndrome management of elderly. *The Journal of Digital Policy & Management*". Vol. 11, No. 11, pp.553-560, 2013.
- [25] J. H. Nam, M. C. Lee, C. K. Lee, "The Effect of Regular Physical Activity on Health Status and Health Promotion Lifestyle Profile in Male College Students. *The Journal of Digital Policy & Management*", Vol. 12, No. 9, pp.225-235, 2014.
- [26] C. K. Jung, J. H. Youm, "The Effect of 12-Weeks Combined Training and Picosanol Supplementation Inflammatory and Marker and Leptin in Obese Women. *The Journal of Digital Policy & Management*", Vol. 13, No. 4, pp.387-393, 2015.
- [27] J. Y. Lee, M. S. Kim, S. H. Lee, "Effects of Fitness Management Class for Wellness Convergence - Based on Fitness, Obese Indices, Metabolic Syndrome Factors -, *The Journal of Digital Policy & Management*", Vol. 13, No. 5, pp.329-336, 2015.
- [28] K. Y. Yun, Y. J. Kim, "The effect of circuit weight training on body composition and physical fitness of middle-aged women for 12 week. *The Journal of Digital Policy & Management*", Vol. 14, No. 6, pp.363-370, 2016.
- [29] J. S. Hwang, Y. P. Kim, H. K. Park, H. S. Hwang, "The association of visceral fat area with anthropometric variables and its risk for metabolic syndrome. *The Journal of the Korean Academy of Family Medicine*", Vol. 26, pp.766-773, 2005.

김 명 수(Kim, Myoung Su)



- 1990년 2월 : 筑波大學(교육학석사)
- 1993년 2월 : 筑波大學(체육과학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 포항공과대학교 인문사회학부 교수
- 관심분야 : 스포츠심리학, 건강심리학
- E-Mail : kms@postech.ac.kr

김 성 희(Kim, Sung Hee)



- 1996년 2월 : 대구효성가톨릭대학교 체육과(체육학석사)
- 2004년 2월 : 대구가톨릭대학교 체육과학과(체육학박사)
- 2000년 3월 ~ 현재 : 포항공과대학교 인문사회학부
- 관심분야 : 운동생리학, 현대무용
- E-Mail : hss22@postech.ac.kr

이 신 호(Lee, Shin Ho)



- 2000년 2월 : 연세대학교 체육학과(체육학석사)
- 2009년 8월 : 성균관대학교 스포츠과학과(체육학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 포항공과대학교 인문사회학부 대우조교수
- 관심분야 : 운동생리학, 스포츠의학
- E-Mail : shinholee@hotmail.com