운동 및 체지방량과 대사증후군과의 관계

아주대학교 의과대학 가정의학과교실

김규남 · 주남석*

Relationship Between Exercise, Body Fatness and Metabolic Syndrome

Kyu-Nam Kim, Nam-Seok Joo*

Department of Family Practice and Community Health, Ajou University School of Medicine

요 약

연구배경: 체지방량의 증가는 인슐린 저항성 및 당 대사, 지질 농도와 혈압에 관련 있으며 운동을 하지 않는 경우도 대사증후군의 위험인자임은 잘 알려진 사실이다. 하지만 국내에서는 운동을 하지 않은 경우와 체지방량을 모두 고려한 대사증후군의 관련연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 운동 여부와 체지방량이 대사증후군에 미치는 영향을 비교하고자 시행하였다.

방법: 본 연구는 2007년 3월부터 2008년 2월까지 경기도 소재 일개 대학병원 건강검진센터를 방문한 20세에서 79세까지의 수진자 중 남성 5,358명과 여성 3,876명, 총 9,234명을 대상으로 하였다. 수진자들은 8시간 이상 금식 후 정맥혈로 TG (Triglyceride), HDL (High density lipoprotein), LDL (Low density lipoprotein) 및 신체 검진 및 계측을 통해 키, 체중, 혈압, 허리 둘레를 측정하였다.

결과: 30대에서 60대까지의 연령군에서 체지방률이 높은 경우 독립적으로 대사증후군 증가에 기여하는 것으로 나왔으며, 특히 50대의 연령군에서는 남성과 여성 모두 운동을 하지 않는 경우와 체지방률이(남성 ≥ 20%, 여성 ≥ 30%) 높은 경우 대사증후군 증가를 보였다(남성; 운동을 하지 않은 경우, OR = 1.397, P = 0.039, 체지방률이 높은 경우, OR = 7.215, P < 0.001; 여성; 운동을 하지 않은 경우, OR = 1.831, P = 0.002, 체지방률이 높은 경우, OR = 3.529, P < 0.001). 또한 같은 연령군에서 운동을 하면서 체지방률이 정상인 사람에 비해 운동을 안 하면서 체지방률이 높은 경우, 운동을 하면서 체지방률이 높은 경우, 운동을 안 하면서 체지방률이 정상인 경우 순으로 대사증후군 발생이 높았다(남성; OR = 8.304, P < 0.001; OR = 5.624, P < 0.001; OR = 0.875, P = 0.791; 여성; OR = 8.127, P < 0.001; OR = 4.894, P < 0.001; OR = 2.739, P = 0.030). 그리고 같은 연령군의 남성에 있어서 운동을 하는 경우 체지방률이 27% 정도(P = 0.019) 감소되었으며 여성에 있어서는 운동을 하는 경우 체지방률이 28% 정도(P = 0.019) 감소하였다.

결론: 대사증후군에 영향을 미치는 요인으로 운동보다는 체지방률의 증가가 대사증후군 증가에 더 큰 영향을 주었다.

중심단어: 운동, 체지방량, 대사증후군

서 론

급속한 경제 발전과 서구화된 생활 습관 및 신체 활동량의 부족으로 국내에서도 서구와 같이 비만인구의 증가를 보이며 실제로 최근 발표된 국민 영양 조사(2007)에서도 1998년도에 26%였던 비만 인구 비율이 2005년도에는 31.7%로

접수일자: 2009년 8월 17일, **통과일자**: 2009년 12월 27일

교신저자: 주남석, (443-721) 경기도 수원시 영통구 원천동 산 5번지 아주대학교 의과대학 가정의학교실
Tel: 031-219-5324, FAX: 031-219-5218, E-mail: jchcmc@hanmail.net

증가되고 있는 실정이다.[1] 이러한 비만 인구의 증가는 비만으로 인한 고인슐린혈증(hyperinsulinemia), 고지혈증(hyperlipidemia), 고혈압(hypertension) 등의 심혈관 위험인자들을 동반하는 대사증후군을 발생시킴으로써 요통, 관절염, 뇌혈관 질환, 암, 당뇨병 등과 같은 만성 퇴행성 질환의 유병률을 증가시키는 것으로 알려져 있다.[2] 일부 국내 연구에서도 심혈관 위험인자가 단독으로 존재할 때보다 여러 가지 복합된 대사증후군의 형태를 보일 때 심혈관 질환의 발생이 현저히 높아진다는 많은 연구가 발표되고 있다.[3,4] 하지만 비만의 지표로 사용되는 체질량지수는 연령이나 운동의 영향, 체중감소로 인한 신체 구성성분의 변화 등을 잘 나타내지 못하는 제한점에 부딪히는 게 현실이며[5] 현재는 건강과 관련해서 인슐린 저항성 및 당 대사, 지질 농도와 혈압에 보다 관련 있는 체지방률에 관심을 가지게 된다.[6-8]

한편, 운동을 하지 않는 것은 심혈관 질환의 위험인자임은 잘 알려져 있다.[9] 또한 운동량의 증가는 심혈관 질환의 위험을 감소시키는 것으로 받아들여지고 있다. 이는 곧 운동량이 많을수록 비만이나 과체중인 사람에서 대사증후군이 적게 발생됨을 몇몇 연구들이 보여주고 있고[10,11] 따라서 운동으로 대사증후군의 예방을 권고하고 있다.[12] 비록 건강의 이득면에서 이상적인 운동 형태와 운동의 강도 간에 논란의 여지가 있지만[13,14] 일주일에 수일 이상 적어도 30분, 중등도로 걷기를 통해 에너지 소비를 권하고 있다.[15] 따라서 만일 이러한 운동을 하지 않는다면 남는 에너지가 소비되지 않고 근육이나 지방조직에 축적을 초래하고 그로 인해 비만 및 인슐린 저항성, 혈압 등에 영향을 미쳐 대사증후군의 발생에 기여할 수 있음을 알 수 있다.[16] 이처럼 운동을 하지 않는 경우와 체지방량은 대사증후군의 위험인자이며 이 두 인자는 서로 역관계로 알려져 있다. 하지만 다양한 연령에서 비만이나 운동 부족 중 어느 요인이 대사증후군에 더 영향을 끼치는지에 대한 국내 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 운동 유무와 체지방량이 대사증후군에 미치는 영향을 비교함으로써 비만인의 운동 처방과 건강관리 지침의 자료로 활용하고자 한다.

방 법

1. 연구 대상

본 연구는 2007년 3월부터 2008년 2월까지 경기도 소재 일개 대학병원 건강검진센터를 방문한 20세에서 79세까지의 수진자를 대상으로 시행하였다. 대상자들은 건강검진 결과의 연구 목적에 대한 이용에 동의한 사람들만을 선정하였다.

2. 연구 방법

자기 기입식 설문 및 문진을 통해 수검자의 연령, 성별, 운동 유무 및 과거력을 조사하였다. 운동 유무는 일주일에 최소 30분 이상을 한번 이상 할 때 운동을 하는 것으로 정의하였다. 신체 검진 및 계측을 통해 키, 체중, 혈압, 허리둘레를 측정하였고, 허리 둘레는 편안히 선 자세에서 배꼽 주위에서 측정하였고 체질량지수는 측정한 키와 체중을 이용하여 계산하였다. 검사실 검사는 8시간 이상 금식 후 혈액을 채취하여 중성 지방(Triglyceride; TG), 공복 혈당(Fasting blood sugar; FBS), 고밀도 지질 단백질(High density lipoprotein-cholesterol; HDL-C), 저밀도 지질 단백질(Low density lipoprotein-cholesterol; LDL-C) 등을 측정하였다(TBA-IOOFR, Toshiba, Tokyo, Japan). 수축기와 이완기 혈압은 검진 센터에 도착 후 10분 이상 안정을 취한 후 자동 혈압계로 2회 측정 후 그 평균값을 이용하였다. 증가된 체지방의 비율은 남자에서 체중의 20%, 여자에서는 30% 이상으로 하였다.[17] 대상자의 신체적 특성을 분석하기 위해 체성분분석은 BIA (bio-impedence analysis: In body 3.0) 방식을 사용하여 측정하였으며, 공복상태에서 신체의 금속물질을 제거 한 후 소독된 젖은 수건을 이용하여 손과 발의 이물질을 제거하고 팔과 겨드랑이가 닿지 않도록 팔을 벌린 상태에서 측정하였다. 대사증후군 판정 지표로는 2001년 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III)을 기준으로 하여 [허리 둘레 여자 85 cm, 남성 90 cm 이상; SBP $\geq$ 130 mmHg and/or DBP $\geq$ 85 mmHg; 공복 혈당 $\geq$ 110 mg/dL; Triglyceride (TG) $\geq$ 150 mg/dL; HDL-C < 40 mg/dL (남성), HDL-C < 50 mg/dL (여성)] 5개의 지표 중 3개 이상을 만족 시 대사증후군으로 정의하였으며 대사증후군 지표 중 허리 둘레 기준은 2005년 대한비만학회에서 제시한 복부 비만 기준을 적용하였다.

3. 통계 방법

연구 대상자들의 기본적 특성은 빈도 분석을 통한 평균 및 표준 편차를 구하였고, 운동 유무와 체지방량의 관계는 카이 제곱 검정을 하였고, 피검자들의 운동 유무와 체지방량이 대사증후군에 미치는 정도를 보기 위해 다중회귀분석을 실시하였다. 통계 프로그램은 SPSS for window version 13.0을 사용하였고 유의 수준은 *P*-value를 0.05로 하였다.

결 과

1. 피검자의 연령별 신체 특성

Table 1에 수진자들의 연령, 체중, 신장, 체지방률, 공복혈당, 혈중 지질농도, 혈압, 운동을 하지 않는 피검자의 수 등 연령군별 신체적 특성을 보여주고 있다.

피검자들의 평균 연령은 남자의 경우 45.3세였고 여성의 경우 44.4세였다(Table에는 각 연령군별로 제시함). 성별에

Table 1. Descriptive characteristics of the study sample

Age group	20th		30th		40th	
	M	F	M	F	M	F
	(n = 216)	(n = 244)	(n = 1,275)	(n = 949)	(n = 2,192)	(n = 1,287)
Age (years)	25.6 ± 2.8	25.6 ± 2.6	35.7 ± 2.5	35.29 ± 2.6	44.6 ± 2.8	44.6 ± 2.8
Weight (kg)	72.2 ± 11.8	54.5 ± 8.2	73.2 ± 11.0	55.5 ± 7.5	71.5 ± 9.1	58.8 ± 7.3
Height (cm)	175.1 ± 5.6	161.0 ± 4.6	172.4 ± 2.5	161.3 ± 48.0	170.8 ± 2.8	158.1 ± 4.7
BMI (kg/m^2)	23.5 ± 3.4	21.0 ± 3.0	24.5 ± 3.1	21.72 ± 2.9	24.4 ± 2.7	22.7 ± 2.7
BF (%)	18.92 ± 5.4	28.0 ± 5.0	21.1 ± 4.9	27.3 ± 5.0	21.1 ± 4.4	28.5 ± 4.6
OBF, n (%)	86 (39.8)	92 (37.7)	770 (60.4)	295 (31.1)	1,329 (60.6)	520 (40.4)
FBS (mg/dL)	87.7 ± 7.6	83.5 ± 7.6	93.4 ± 20.2	86.9 ± 8.3	96.9 ± 20.3	90.2 ± 13.1
TG (mg/dL)	103.0 ± 67.3	67.3 ± 36.0	143.4 ± 98.1	76.7 ± 53.7	145.5 ± 98.2	80.0 ± 51.4
HDL-C (mg/dL)	56.3 ± 12.7	65.9 ± 13.7	51.2 ± 11.19	61.9 ± 12.9	51.9 ± 11.5	61.6 ± 13.8
LDL-C (mg/dL)	88.8 ± 26.4	84.9 ± 24.8	106.1 ± 29.3	90.1 ± 25.5	110.9 ± 30.3	102.5 ± 28.2
SBP (mmHg)	117.4 ± 11.9	106.2 ± 11.0	120.4 ± 13.2	109.3 ± 11.4	119.9 ± 13.6	113.9 ± 14.2
DBP (mmHg)	72.6 ± 10.2	66.6 ± 8.5	78.6 ± 10.6	69.3 ± 8.5	80.16 ± 10.5	72.4 ± 10.5
Wc (cm)	82.1 ± 9.3	73.2 ± 7.4	85.4 ± 8.74	75.6 ± 7.5	85.8 ± 7.40	77.6 ± 7.2
Ex(-) n (%)	148 (68.5)	193 (79.1)	882 (69.2)	694 (73.1)	1,170 (53.4)	676 (52.5)
Age group	50th		60th		70th	
	M	F	M	F	M	F
	(n = 1,127)	(n = 857)	(n = 467)	(n = 449)	(n = 81)	(n = 90)
Age (years)	53.6 ± 2.8	53.9 ± 2.7	63.7 ± 2.8	63.9 ± 2.7	72.5 ± 2.2	72.8 ± 2.5
Weight (kg)	69.8 ± 8.6	58.2 ± 7.5	67.7 ± 8.7	57.3 ± 7.4	64.4 ± 8.4	55.8 ± 8.0
Height (cm)	168.6 ± 5.4	155.9 ± 4.8	166.9 ± 5.5	153.7 ± 5.2	165.2 ± 5.0	150.9 ± 5.0
BMI (kg/m^2)	24.5 ± 2.6	23.9 ± 2.8	24.2 ± 2.6	24.2 ± 2.9	23.5 ± 2.6	24.4 ± 2.9
BF (%)	21.7 ± 4.4	30.7 ± 4.7	22.8 ± 4.4	31.9 ± 4.8	24.0 ± 6.3	33.1 ± 5.3
OBF, n (%)	743 (65.9)	528 (61.6)	343 (73.4)	309 (68.8)	63 (77.8)	62 (68.9)
FBS (mg/dL)	101.2 ± 24.9	94.8 ± 20.6	102.3 ± 26.2	98.8 ± 22.2	102.5 ± 27.1	101.8 ± 25.4
TG (mg/dL)	142.6 ± 93.1	114.3 ± 81.7	143.5 ± 103.3	128.6 ± 93.6	115.5 ± 63.9	127.6 ± 59.2
HDL-C (mg/dL)	52.2 ± 12.0	59.5 ± 13.6	52.4 ± 13.0	57.7 ± 14.1	55.1 ± 15.0	57.6 ± 12.9
LDL-C (mg/dL)	111.2 ± 30.3	116.6 ± 32.0	106.6 ± 30.4	118.2 ± 34.3	106.4 ± 32.1	118.0 ± 35.4
SBP (mmHg)	121.5 ± 13.6	121.2 ± 14.6	125.4 ± 14.3	127.5 ± 16.3	129.2 ± 16.6	131.9 ± 15.2
DBP (mmHg)	81.3 ± 9.9	76.7 ± 10.6	80.7 ± 9.2	77.5 ± 10.6	80.0 ± 10.8	77.1 ± 10.0
Wc (cm)	86.5 ± 7.2	81.8 ± 7.6	86.8 ± 7.5	84.4 ± 7.9	85.8 ± 8.7	85.5 ± 8.5
Ex(-) n(%)	558 (49.5)	464 (54.1)	233 (49.9)	267 (59.5)	40 (49.4)	59 (65.6)

BMI, Body mass index; BF, Body fat percentage; OBF, Over body fat; which means BF ≥ 20% in men or BF ≥ 30% in women, FBS, Fasting blood glucose; TG, triglyceride; HDL-C, High density lipoprotein-cholesterol; LDL-C, Low density lipoprotein-cholesterol; SBP, Systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; Wc, Waist circumference; Ex(-), defined as not participating in form of light exercise (walking, cycling) for at least 30 minutes per week; M, Male; F, Female. Data are expressed as means ± SD.

따른 체지방량의 차이를 보이고 있으며 대체적으로 운동을 안 하는 사람은 여성이 많았다.

2. 연령군과 성별에 따른 운동 유무 및 체지방률과 대사증후군과의 관계

Table 2는 연령별, 성별의 차이에 따라 운동과 체지방률이 대사증후군에 미치는 영향을 보여주고 있다. 20대와 70대를 제외한 모든 연령군에서 성별에 관계 없이 체지방률이 높은 경우에(체지방률: M ≥ 20%, F ≥ 30%) 체지방률이 정상인 사람보다 대사증후군을 발생시킬 가능성이 5배에서 9배 정도 높게 통계적으로 유의하게 나타났으며 50대에서는 남성과 여성 모두 운동을 하지 않는 경우와 체지방률이 높은 경우에 대사증후군 발생을 통계적으로 유의하게 증가시키는 것으로 나타났다. 50대의 남성의 경우, 운동을 하지 않는 경우가 운동을 하고 있는 경우에 비해 대사증후군이 1.3배(P = 0.039) 높았으며 체지방률이 높은 경우가 체지방률이 정상인 군에 비해 대사증후군이 7.2배(P = 0.001) 높았다. 50대 여성의 경우, 운동을 하지 않는 경우가 운동을 하고 있는 경우에 비해 대사증후군이 1.8배(P = 0.002) 높았으며 체지방률이 높은 경우가 체지방률이 정상인 군에 비해 대사증후군이 3.5배(P = 0.001) 높았다.

3. 50~59세의 연령군에서 대사증후군에 미치는 운동 유무와 체지방률의 관계

Table 3은 50~59세 연령군의 남성과 여성에서 운동을 하는 경우와 체지방률이 정상인 사람에 비해 운동 유무와

Table 2. Odds ratios of metabolic syndrome using multiple regression according to gender in all age groups

Age group	Variables*	B	SE	OR	*P*
20s (M)	BF(+)	-19.061	4,082.594	0.000	0.996
	Ex(-)	0.647	1.123	1.909	0.565
20s (F)	BF(+)	18.507	4,331.701	109,050	0.997
	Ex(-)	-0.256	1.271	0.774	0.840
30s (M)	BF(+)	2.172	0.277	8.772	< 0.001
	Ex(-)	0.099	0.189	1.104	0.599
30s (F)	BF(+)	2.831	0.760	16.958	< 0.001
	Ex(-)	-0.520	0.531	0.594	0.327
40s (M)	BF(+)	2.232	0.214	9.323	< 0.001
	Ex(-)	-0.071	0.128	0.932	0.580
40s (F)	BF(+)	2.172	0.349	8.774	< 0.001
	Ex(-)	0.371	0.270	1.449	0.169
50s (M)	BF(+)	1.976	0.263	7.215	< 0.001
	Ex(-)	0.335	0.162	1.397	0.039
50s (F)	BF(+)	1.261	0.238	3.529	< 0.001
	Ex(-)	0.605	0.198	1.831	0.002
60s (M)	BF(+)	1.669	0.366	5.307	< 0.001
	Ex(-)	0.203	0.225	1.225	0.367
60s (F)	BF(+)	1.221	0.288	3.391	< 0.001
	Ex(-)	0.115	0.226	1.122	0.611
70s (M)	BF(+)	20.044	9,445.476	50,675	0.998
	Ex(-)	-0.416	0.614	0.660	0.499
70s (F)	BF(+)	0.836	0.534	2.308	0.117
	Ex(-)	0.190	0.482	1.209	0.693

BF(+), Over body fat percentage, which means BF ≥ 20% in men or BF ≥ 30% in women; Ex(-), defined as not participating in form of light exercise (walking, cycling) for at least 30 minutes per week; BF(-), Body fat pecentage which are M < 20% or F < 30%; Ex(+), defined as participating in form of light exercise for at least 30 minutes per week; M, Male; F, Female; OR, Odds ratio.

* Reference variable : BF(-), Ex(+).

Table 3. Odds ratios of metabolic syndrome in male and female according to exercise and body fat percentage in the 50s group using multiple regression

Male	B	SE	OR	*P*
Ex(+)BF(-)			1	
Ex(+)BF(+)	1.724	0.349	5.624	< 0.001
Ex(-)BF(-)	-0.134	0.504	0.875	0.791
Ex(-)BF(+)	2.117	0.343	8.304	< 0.001
Female	B	SE	OR	*P*
Ex(+)BF(-)			1	
Ex(+)BF(+)	1.588	0.425	4.894	< 0.001
Ex(-)BF(-)	1.007	0.464	2.739	0.030
Ex(-)BF(+)	2.095	0.408	8.127	< 0.001

Ex(+) means doing exercise, Ex(-) means not doing exercise, Ex(+)BF(-); Normal body fat group with doing exercise, Ex(+)BF(+); Over body fat group with doing exercise, Ex(-)BF(-); Normal body fat group with not doing exercise, Ex(-)BF(+); Over body fat group with not doing exercise, OR; Odds ratio.

체지방률이 높고 낮음에 따른 대사증후군과의 관련 정도를 보여주고 있다. 남성의 경우 운동을 하면서 체지방률이 정상인 사람에 비해 운동을 하고 체지방률이 높은 사람은 대사증후군이 5.8배(P < 0.001) 증가 되며, 운동을 안 하면서 체지방률이 정상인 사람은 대사증후군과 통계적으로 관련성이 없었고(P = 0.791) 운동을 안 하면서 체지방이 높은 경우는 대사증후군이 8.3배 증가되는 것으로 나왔다(P < 0.001). 여성에서는 운동을 하면서 체지방률이 정상인 사람에 비해 운동을 하고 체지방률이 높은 사람은 대사증후군이 4.8배(P < 0.001) 증가되며, 운동을 안 하면서 체지방률이 정상인 사람은 대사증후군이 2.7배 증가하고(P = 0.030) 운동을 안 하면서 체지방이 높은 경우는 대사증후군이 8.1배 증가되었다(P < 0.001). Fig. 1은 50~59세의 연령군에서 성별 차이에 따라 대사증후군을 가질 교차비를 그래프로 나타

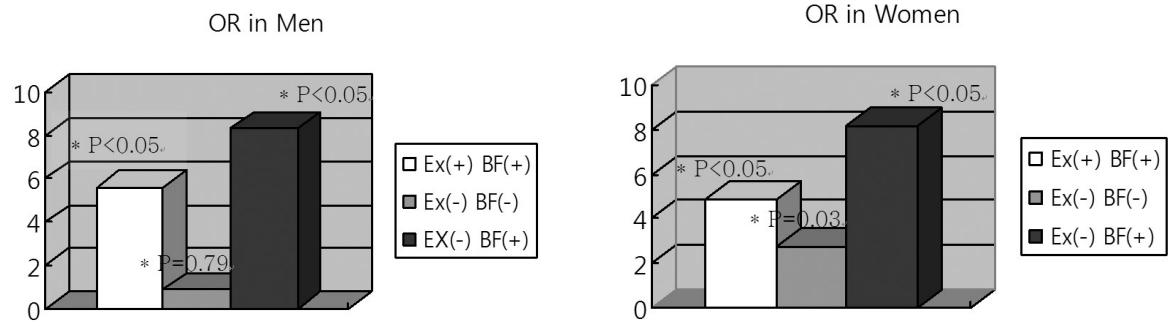

Fig. 1. Odds ratio of metabolic syndrome in men and women according to exercise and body fat percentage in 50~59 age group (Reference variables: Ex(+)BF(-)). Comparing with normal body fat group with doing exercise (Ex(+)BF(-)), over body fat group with not doing exercise (Ex(-)BF(+)), over body fat group with doing exercise (Ex(+)BF(-)) and normal body fat group with not doing exercise (Ex(-)BF(-)) were showed the increased odds ratio of metabolic syndrome in 50th, respectively, OR = 8.304, $P < 0.05$ OR = 5.624, $P < 0.05$ OR = 0.875, $P = 0.79$ in male, OR = 8.127, $P < 0.05$ OR = 4.894, $P < 0.05$ OR = 2.739, $P = 0.03$ in female.

Table 4. Pearson chi-square between exercise and body fat percentage in the 50s group

Male	BF (< 20%)	BF (≥ 20%)	OR	*P*
	n = 384	n = 743		
Ex(+), n (%)	213 (55.5)	356 (47.9)	0.739	0.019
Female	BF (< 30%)	BF(≥ 30%)	OR	*P*
	n = 329	n = 528		
Ex(+), n (%)	168 (51.1)	225 (42.6)	0.712	0.019

OR, Odds ratio.

낸 것이다.

4. 50~59세의 연령군에서 운동과 체지방률과의 관계

Table 4는 50~59세의 연령군에서 운동과 체지방률과의 관계를 보여주고 있다. 남성에 있어서 운동을 하는 경우 체지방률이 27% 정도($P = 0.019$) 적었고 여성에 있어서 운동을 하는 경우 체지방률이 28% 정도($P = 0.019$) 적었다.

고 찰

20세에서 79세까지의 피검자를 대상으로 한 본 연구 결과 남성과 여성 모두 20대와 70대 연령군을 제외한 30대에서 60대까지의 연령군에서 체지방률이 높은 경우 대사증후군 증가에 기여하는 것으로 나타났으며 운동의 경우는 50대의 연령군에서만 남성과 여성 모두에서 운동을 하지 않는 것이 대사증후군의 증가와 관련이 있는 것으로 나왔다. 이는 이전의 연구들에서 보이는 비만과 대사증후군과의 양의 상관관계와 일치하며 비록 50대에서만 보이긴 하였지만 운동은 대사증후군과 음의 상관관계를 보이는 것과 일치한다. Zhu 등[18]은 체지방률의 증가가 대사증후군의 위험인자임을 보인 연구였고 Stewart 등[19]은 운동이 대사증후군의 위험을 낮춘다는 연구결과를 보였다. 또한 Roussel 등[20]은 중등도의 운동이 대사증후군의 위험요인들을 낮춘다는 연구결과를 보였다.

본 연구의 특이할 만한 점은 50대의 남성에서 운동을 하면서 체지방률이 높은 사람이 운동을 안 하면서 체지방률이 정상인 사람에 비해 높은 대사증후군을 보인다는 점이며 이는 같은 연령군의 여성에서도 같은 결과를 보였다. 이와 같은 결과는 운동을 하지 않는 경우보다 체지방률이 높은 경우가 대사증후군과 더 큰 관계가 있다는 것이다. 또한 50대의 연령군에서 운동을 하는 경우 체지방률이 남성과 여성에서 모두 적었는데 이는 원인과 결과를 정확히 알기는 어려우나 운동으로 인한 체지방률의 감소를 추측 할 수 있다. 이를 지지하는 연구결과들도 많이 있는데 Holcomb 등[21]은 신체 활동이 복부비만을 감소시켰다는 결과를 보였고 이지영 등[22]의 국내 연구에서도 20대를 대상으로 했을 때 신체 활동이 체질량지수와 역관계를 보였다. 또한 이지영 등[23]의 폐경전후를 대상으로 한 국내 연구에서도 심폐 지구력과 체지방량의 음의 상관관계 결과를 보였다. 이러한 관계는 본 연구의 피검자 대상에서는 포함되지 않았지만 DuBose 등[24]이 연구한 7세에서 9세를 대상으로 한 소아에서도 보이는데 운동이 체질량지수에 영향을 주어 대사증후군의 위험요인을 낮추는 것으로 나타났다.

한편, 연령군별 운동을 하는 비율과 운동 시간을 보면 20대, 30대, 40대, 50대, 60대, 70대에서 각각 24.6%, 32.0%, 48.3%, 49.3%, 44.2%, 39.1% (결과에는 제시되지 않음)과 1회 운동 시 평균 61분, 61분, 68분, 72분, 69분, 61분(결과

에는 제시되지 않음)으로 50대에서 가장 높은 운동 비율 및 운동 시간을 보이는데 이러한 결과가 본 연구에서 50대에서만 운동 유무에 따른 대사증후군 유병률에 차이를 보이는 이유를 일부 설명할 수 있을 것이다. 즉, 50대에서 타 연령군과 비교해 가장 많은 운동 비율과 운동 시간을 가짐으로써 대사증후군 지표에 호전을 보이게 한 결과로 해석된다. 하지만 본 연구에서 제시된 1회당 운동 시간은 타 연령군과 많이 차이가 나지 않는 경우도 있는데, 그럼에도 불구하고 50대에서만 대사증후군에 운동의 영향이 있음을 볼 때 50대의 주당 운동 횟수도 중요할 수 있다고 생각한다.

따라서 본 연구 결과처럼 운동을 하지 않는 경우 체지방률의 증가와 관련된 대사증후군의 증가가 운동을 하지 않더라도 체지방률이 정상인 사람에 비해 대사증후군에 더 큰 영향을 줄 수 있음을 설명할 수 있으며 운동을 하는 경우라도 운동으로 인한 체지방률의 변화가 운동을 하는 것 자체보다는 대사증후군에 더 큰 영향을 주고 있다고 추측할 수 있다. 이는 운동으로 인한 몸의 구성성분의 변화, 즉 체지방의 개선을 가져오고 그로 인한 대사증후군과 관련된 혈당이나 중성지방, 혈압 등의 변화를 초래하여 대사증후군 발생을 감소시키는 것으로 사료된다. 이에 대한 기전으로는 운동으로 인해 근육혈관의 확장으로 인한 포도당 전달의 증가가 중요한 인자일 것으로 생각되고 있는데 그 중에서도 GLUT4분자의 역할이 중요할 것으로 생각되고 있다. 즉 Ren 등[25]의 연구와 Dohm 등[26]의 연구를 보면 운동 중 AMP-activated kinase가 활성화 되어 GLUT4의 전사를 증가시키며 이것이 체내에서 포도당을 처리하는 중요한 과정으로 작용함을 확인할 수 있었다. 또한 운동 중 근육은 NEFA (non-esterication fatty acid)를 에너지원으로 사용하는데 이에 대한 기전으로는 Seip 등[27]의 연구에 의해 운동이 LPL (lipoprotein lipase)의 발현을 증가시키며 Malkova 등[28]은 식후 혈장 중성 지방 농도가 증가되어 있는 상태인 지방 내성(fat tolerance)을 개선시키는 것으로 확인되었다. 이러한 이유로 본 연구에서도 운동이 대사증후군 지표의 호전을 가져오고 따라서 대사증후군 발생을 감소시키는 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 운동 유무를 자기기입식 설문 조사에 의존하였던 점과 운동을 해온 기간 및 운동량 등의 정확한 평가가 없었다는 점이다. 하지만 기존 국내 연구에서는 한정된 연령 집단에서의 관련성만을 연구하여 일반적인 결론을 도출해 내는데 한계점이 있었던 반면 본 연구는 20세에서 79세라는 다양한 연령을 대상으로 이루어졌고 연구 대상자수도 기존 연구보다 많았기 때문에 운동 및 체지방량이 대사증후군에 미치는 정도를 좀 더 일반화 할 수 있겠다. 두번째로는 약물 복용에 대한 정보가 없어 2005년 NCEP-ATP III의 대사증후군 기준을 적용하지 못한 점이다. 따라서 대사증후군의 유병률은 다소 정확하지 않을 수 있다.

마지막으로, 본 연구 결과를 바탕으로 50대 이하의 젊은 연령부터 비만한 환자의 운동 처방은 단순한 운동 교육에 그치는 것이 아니라 운동으로 인한 체지방률의 변화를 가져올 수 있게끔 지속적인 관리가 필요하다고 하겠다. 또한 앞으로의 연구는 어느 정도의 운동량과 강도가 어느 정도 체지방률에 미치는지에 대한 것도 필요할 것으로 사료된다.

ABSTRACT

Relationship Between Exercise, Body Fatness and Metabolic Syndrome

Background: Increased body fat was associated with insulin resistance, glucose and lipid metabolism, and blood pressure and non-exercise is risk factor for metabolic syndrome. But, the studies considering both body fat and exercise were lacking in Korea. We, therefore, studied relationship between exercise, body fat and metabolic syndrome among Korean.

Methods: In this study, the subjects included 9,234 (Male; 5,358 Female; 3,876) who had visited one health promotion center from March, 2007 to February, 2008 and their age range is 20~79 years. Following an overnight fasting, blood samples taken from antecubital vein were used for the determination of the blood TG (Triglyceride), HDL (High density lipoprotein), LDL (Low density lipoprotein). Body mass index (kg/m^2), body fat percentage, and waist circumference were measured as obesity indices.

Results: Over body fat (Male $\geq$ 20%, Female $\geq$ 30%) was independently risk factor for metabolic syndrome, from 30^{th} to 60^{th}, and both over body fat and non-exercise were independently risk factor for metabolic syndrome in 50^{th} (Male; non-exercise, OR = 1.397, P = 0.039, over body fat, OR = 7.215, P < 0.001; Female; non-exercise, OR = 1.831, P = 0.002, over body fat, OR = 3.529, P < 0.001). As based on normal body fat group with doing exercise, over body fat group with not doing exercise, over body fat group with doing exercise and normal body fat group with not doing exercise were showed the increase of metabolic syndrome in 50^{th}, respectively, OR = 8.304, P < 0.001; OR = 5.624, P < 0.001; OR = 0.875, P = 0.791 in male, OR = 8.127, P < 0.001; OR = 4.894, P < 0.001; OR = 2.739, P = 0.030 in female. In pearson chi-square, exercise was showed to decrease 27% of body

fat percentage in male (P = 0.019) and 28% of that in female (P = 0.019).

Conclusion: Body fat was more contributed to metabolic syndrome than exercise.

Key words: Exercise, Body fat, Metabolic syndrome

참 고 문 헌

1. 보건 복지부. 2005년 국민영양조사. 2007
2. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program(NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults(Adult Treatment Panel III). JAMA 2001;285(19):2486-97.
3. 박혜순, 김영식, 박성욱, 박승정. 심혈관 위험인자의 군집현상과 관상동맥질환과의 관계. 가정의학회지 1998;19(10):881-93.
4. 김진성, 박건상, 이윤용, 박도준, 신찬수, 박경수 등. 한국인 성인에서의 인슐린 저항성에 따른 대사증후군 발생의 비교 위험-Adult Treatment Panel III적용. 대한내과학회지 2003;64(5):552-60.
5. JC Wells. Lessons from body composition analysis, in: B.A. Bowman, R. M. Russell (Eds.), Present Knowledge in Nutrition. International Life Sciences Institute, Washington, DC, 2006;23-33.
6. Roubenoff R, Dallal GE, Wilson PWF. Predicting body fatness: body mass index vs estimation by bioelectrical impedance. Am J Public Health 1995;85(5):726-8.
7. Roubenoff R. Applications of bioelectrical impedance analysis for body composition to epidemiologic studies. Am J Clin Nutr 1996;64(3 suppl):S459-62.
8. Frankenfield DC, Rowe WA, Cooney RN, Smith JS, Becker D. Limits of body mass index to detect obesity and predict body composition. Nutrition 2001;17(1):26-30.
9. Blair SN, Connelly JC. How much physical activity should we do? The case for moderate amounts and intensities of physical activity. Res Q Exerc Sport 1996;67(2):193-205.
10. Vaughan C, Schoo A, Janus ED, Philpot B, Davis-Lameloise N, Lo SK, et al. The association of levels of physical activity with metabolic syndrome in rural Australian adults. BMC Public Health 2009;9:273.
11. Franks PW, Ekelund U, Brage S, Wong MY, Wareham NJ. Does the Association of Habitual Physical Activity With the Metabolic Syndrome Differ by Level of Cardiorespiratory Fitness? Diabetes Care 2004;27(5):1187-93.
12. Katzmarzyk PT, Leon AS, Wilmore JH, Skinner JS, Rao DC, Rankinen T, et al. Targeting the metabolic syndrome with exercise: evidence from the HERITAGE Family Study. Med Sci Sports Exerc 2003;35(10):1703-9.
13. Bouchard C. Physical activity and health: introduction to the dose-response symposium. Med Sci Sports Exerc 2001;33(6 Suppl):S347-50.
14. Haskell WL. What to look for in assessing responsiveness to exercise in a health context. Med Sci Sports Exerc 2001;33(6 Suppl):S454-8.
15. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. JAMA 1995;273(5):402-7.
16. Bertoli A, Di Daniele N, Ceccobelli M, Ficara A, Girasoli C, DeLorenzo A. Lipid profile, BMI, body fat distribution, and aerobic fitness in men with metabolic syndrome. Acta Diabetol 2003;40(Suppl 1):S130-3.
17. Snyder WS, Cook MJ, Nasset ES, Karhausen LR, Howells GP, Tipton IH. Report of Task Force on Reference Man. Oxford: Pergamon Press for the International Commission on Radiological Protection. 1975.
18. Zhu S, Wang Z, Shen W, Heymsfield SB, Heshka S. Percentage body fat ranges associated with metabolic syndrome risk: results based on the third National Health and Nutrition Examination Survey (1988-1994). Am J Clin Nutr 2003;78(2):228-35.
19. Stewart KJ, Bacher AC, Turner K, Lim JG, Hees PS, Shapiro EP, et al. Exercise and Risk Factors Associated with Metabolic Syndrome in Older Adults. Am J Prev Med 2005;28(1):9-18.
20. Roussel M, Garnier S, Lemoine S, Gaubert I, Charbonnier L, Auneau G, et al. Influence of a walking program on the metabolic risk profile of obese postmenopausal women. Menopause 2009;16(3):566-75.
21. Holcomb CA, Heim DL, Loughin TM. Physical

activity minimizes the association of body fatness with abdominal obesity in white, premenopausal women: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. J Am Diet Assoc 2004;104(12):1859-62.

22. 이지영, 신선애, 김동현, 이종훈, 이영훈, 강현식. 대사증후군 지표에 대한 비만지표와 심폐체력의 상관성 비교, 운동영양학회지 2005;9(1):49-56.
23. 이지영, 김대영, 박수현, 한태경, 이신호, 김동현 등. 폐경전후 중년여성의 복부비만과 심폐 지구력 그리고 대사증후군 지표의 연관성. 한국운동생리학회 2005;14(4):535-44.
24. DuBose KD, Eisenmann JC, Donnelly JE. Aerobic Fitness Attenuates the Metabolic Syndrome Score in Normal-Weight, at-Risk-for-Overweight, and Overweight Children. Pediatrics 2007;120(5);1262-8.
25. Ren JM, Semenkovich CF, Gulve EA, Gao J, Holloszy JO. Exerxise induces rapid increases in GLUT4 expression, glucose transport capacity, and insulin-stimulated glycogen storage in muscle. J Biol Chem 1994;269(20):14396-401.
26. Dohm GL. Invited review: Regulation of skeletal muscle GLUT-4 expression by exercise. J Appl Physiol 2002;93(2):782-7.
27. Seip RL, Angelopoulos TJ, Semenkovich CF. Exercise induces human lipoprotein lipase gene expression in skeletal muscle but not adipose tissue. Am J Physiol 1995;268(2 Pt 1):E229-36.
28. Malkova D, Evans RD, Frayn KN, Humphreys SM, Jones PR, Hardman AE. Prior exercise and postprandial substrate extraction across the human leg. Am J Physiol Endocrinol Metab 2000;279(5):E1020-8.